



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 362 785**

51 Int. Cl.:
G06K 19/07 (2006.01)
G06K 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05755698 .7**
96 Fecha de presentación : **27.06.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1763820**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.03.2007**

54 Título: **Unidad de transpondedor.**

30 Prioridad: **28.06.2004 DE 10 2004 031 092**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
13.07.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
13.07.2011

73 Titular/es: **GIESECKE & DEVRIENT GmbH**
Prinzregentenstrasse 159
81677 München, DE

72 Inventor/es: **Finkenzeller, Klaus**

74 Agente: **Durán Moya, Luis Alfonso**

ES 2 362 785 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

La presente invención se refiere a una unidad de transpondedor que se integra, por ejemplo como transpondedor, en tarjetas de chip, documentos de valor o teléfonos móviles, refiriéndose también a un procedimiento para la transferencia de datos entre la unidad de transpondedor y un aparato lector/transpondedor, así como a un sistema que comprende dicha unidad y el aparato lector.

Los transpondedores se utilizan, por ejemplo, en sistemas RFID ("Radio-Frequency-Identification"). Tradicionalmente, tanto la alimentación de energía de un sistema RFID como el intercambio de datos entre el transpondedor y un aparato lector se realizan utilizando campos magnéticos o electromagnéticos. Los transpondedores RFID poseen un circuito electrónico y, según la gama de frecuencias, una bobina de antena (p. ej., 13,56 MHz) o una antena electromagnética (p. ej., 868 MHz). Mediante la antena se puede extraer del campo del aparato lector la energía necesaria para el funcionamiento del transpondedor, así como realizar la transmisión de datos.

Hasta una cierta distancia entre el aparato lector y el transpondedor, también denominada alcance de la energía, el transpondedor puede extraer del campo del aparato lector una cantidad de energía aún suficiente para el funcionamiento autónomo de su circuito. Los alcances de energía típicos de tales sistemas son de aproximadamente 10 cm para la ISO 14443 y de hasta 1 metro para los sistemas compatibles con la ISO 15693.

El radio de acción dentro del cual es posible una comunicación en el sistema mediante transmisión de datos se puede aumentar utilizando transpondedores activos, es decir, transpondedores con su propia alimentación de energía. La alimentación de energía de un transpondedor activo, por ejemplo, en forma de una batería, hace funcionar el circuito electrónico del mismo. A su vez, los transpondedores sin alimentación de energía propia se denominan transpondedores pasivos.

Los sistemas RFID, por ejemplo para diferentes tipos de acoplamiento, así como una modulación de carga utilizando un soporte auxiliar en sistemas RFID de acoplamiento inductivo, se describen, en especial, en la Sección 3.2 del "RFID-Handbuch" ("Manual RFID") de Klaus Finkenzeller.

Para una comunicación inalámbrica sencilla y rápida entre dos aparatos, las empresas Philips y Sony han desarrollado una tecnología de transmisión inductiva, conocida como NFC ("Near Field Communication", "Comunicación de campo próximo"). Esta tecnología se incorpora, por ejemplo, en teléfonos móviles o en PDAs, para posibilitar una comunicación entre los aparatos o con un ordenador. El acoplamiento de los dos aparatos se realiza mediante bobinas y la frecuencia portadora, igual que en los sistemas RFID, es 13,56 MHz. Tal como se describe con más detalle en la norma NFC ECMA 340, en los sistemas NFC existe un modo de comunicación activo y un modo de comunicación pasivo. En el modo de comunicación activo, dos unidades NFC generan alternadamente su propio campo RF como portador de señales, es decir, ajustados el uno al otro, igual que en un sistema tradicional de telefonía móvil, conmutan ida y vuelta entre el funcionamiento de emisión y el de recepción. En cambio, en el modo pasivo, las dos unidades NFC se deben poner de acuerdo sobre cuál de las unidades actúa como aparato de lectura y genera un campo que luego puede influir en la otra unidad mediante modulación de carga. Principalmente debido a los pequeños diámetros de antena empleados, con los sistemas NFC, en especial en el modo pasivo, sólo son posibles distancias de comunicación reducidas.

Incluso en los transpondedores activos existe el problema de que la transmisión de datos del transpondedor al aparato lector está limitada por las señales, que son cada vez más débiles a medida que aumenta la distancia entre el aparato lector y el transpondedor. Por ello, por ejemplo, en los sistemas de acoplamiento inductivo que transfieren datos al aparato lector según el principio de la modulación de carga, generalmente no se pueden obtener alcances superiores a 1 a 2 metros, tampoco con transpondedores activos. En cambio, en los sistemas RFID que trabajan según el principio de la retrodispersión ("Backscatter") se consiguen habitualmente distancias de comunicación de 10 metros.

Por ejemplo, en el área de la técnica militar de radares, los documentos US 6.624.780 B1 ó GB 2380628 A dan a conocer que una unidad emite una señal que simula, para una estación de radar, una determinada característica de la unidad.

El documento US2003/0169152 describe un aparato lector que puede presentarse como unidad de modulación de carga, o bien como aparato lector, sin requerir un modulador de carga.

El documento EP 1280099 A1 se refiere a un circuito con función de tarjeta y de lector de tarjetas. Dependiendo del estado de carga de una batería, se elige la batería o un rectificador como fuente de alimentación de energía del circuito.

El documento DE 19800565 A1 muestra un sistema tradicional que consta de un transpondedor y una estación base en la que se emplea un procedimiento de modulación de carga modificado para el intercambio inalámbrico de datos.

Por ello, el objeto de la invención, en comparación con los sistemas de modulación de carga convencionales con transpondedores activos o pasivos, es aumentar el alcance de la transferencia de datos en un sistema que comprende un aparato lector/transpondedor y una unidad de transpondedor.

Este objetivo se consigue mediante las características de las reivindicaciones independientes. En las reivindicaciones dependientes de ellas se exponen configuraciones ventajosas y perfeccionamientos de la invención. Las reivindicaciones quedan acotadas respecto al documento EP1280099.

5 Un aspecto de la presente invención es que la unidad de transpondedor emite la señal de forma tal que el aparato lector la percibe como una modulación de carga del campo del aparato lector.

10 Según la invención, una unidad de transpondedor emite una señal para un aparato lector/transpondedor, la cual, mediante una modulación de su propio campo, se puede comunicar con los transpondedores mediante transpondedor, de forma que un transpondedor convencional puede reconocer la señal como una modulación. En lugar de realizar una modulación de carga o de retrodispersión del campo de un aparato lector, la propia unidad de transpondedor emite un campo que, para el aparato lector, simula una modulación del campo del aparato lector hecha por un transpondedor. Una unidad de transpondedor, según la invención, comprende medios para emitir la señal adecuadamente modulada. Como consecuencia de ello, el alcance total del sistema ya no está limitado por el alcance de comunicación del aparato lector, sino que queda ampliado hasta el alcance de emisión de la unidad de transpondedor.

15 En una configuración ventajosa, la unidad de transpondedor RFID posee una alimentación de energía propia, como mínimo, una antena para transferir señales desde y/o hacia un aparato lector, así como un circuito electrónico. El circuito electrónico de la unidad de transpondedor, según la invención, comprende un emisor que consta de un oscilador y un modulador.

20 En una primera alternativa, el modulador comprende un modulador anular. El oscilador está acoplado a la batería y se ha previsto para suministrar una señal de oscilador al modulador anular. Además, la señal de datos que se genera en un módulo de control de la unidad de transpondedor o bien que se aporta desde el exterior a la unidad de transpondedor, se suministra al modulador anular a través de una segunda entrada. La señal de datos se puede modular con una subportadora antes de ser facilitada al modulador anular. Es característico del modulador anular que realiza una modulación DSB ("Double-Side-Band-Modulation", "modulación en doble banda lateral") y que se puede emplear independientemente de la forma de la señal de datos (analógica o digital).

25 El modulador anular puede estar configurado como modulador anular analógico o digital. En una forma de realización como modulador anular digital se realiza preferentemente un enlace lógico XOR entre una señal de frecuencia de portadora y una señal modulada de subportadora. Es especialmente ventajoso llevar al modulador anular digital una señal de frecuencia de portadora vinculada a la señal de datos mediante una puerta AND.

30 En una segunda alternativa, el modulador realiza un enlace lógico AND de una señal de frecuencia de portadora con una señal modulada de subportadora. Este modulador para el enlace lógico de dos señales se emplea preferentemente sólo cuando la señal de datos es una señal binaria ("2-ASK", "BPSK"). En ese caso, se puede prescindir del modulador anular en la unidad de transpondedor. Solamente es necesario utilizar un modulador anular analógico en el caso de una modulación multinivel (p. ej., 4-ASK, 16-ASK, 4-PSK, 16-ASK, etc.) o para señales analógicas, a fin de aumentar el alcance de la transmisión de datos en comparación con sistemas tradicionales. La ventaja de un modulador para el enlace lógico AND de dos señales radica en que es más fácil de realizar que un modulador anular analógico.

35 Los dos moduladores (modulador anular y modulador ASK) modulan la señal del oscilador mediante la señal de datos (modulada) y suministran una señal de salida que luego se transfiere al aparato lector mediante la antena de recepción o una antena emisora separada.

40 En una configuración preferente, el modulador comprende un modulador de la frecuencia de la portadora, por ejemplo, en forma de modulador anular o modulador ASK, y un modulador de subportadora.

45 Una ventaja especial del empleo de los moduladores descritos es la compatibilidad con el estado de la técnica, dado que suministran al aparato lector una señal de salida cuyo espectro (de frecuencias y amplitudes) es muy similar al de una modulación final o de retrodispersión, tal como ya se ha descrito. Por ello, no es necesario realizar modificaciones técnicas en los aparatos lectores tradicionales. Así pues, el transpondedor, según la invención, también se puede hacer funcionar con aparatos lectores RFID habituales en el comercio, con un alcance de comunicaciones varias veces superior al de los transpondedores pasivos y también al de los activos. Por ejemplo, un aparato lector ISO 14443 habitual en el comercio, que según el estado de la técnica puede comunicar con una tarjeta de chip inalámbrica de acoplamiento inductivo a una distancia de aproximadamente 10 cm, podrá comunicarse a una distancia varias veces superior con una unidad de transpondedor, según la invención.

50 Una ventaja adicional es la compatibilidad con otros transpondedores pasivos y activos, de modo que los dos pueden encontrarse simultáneamente en la zona de alcance del aparato lector y funcionar sin influirse recíprocamente.

55 La unidad de transpondedor, según la invención, sólo envía los datos en bandas laterales, con separación de la frecuencia de la señal de datos (modulada) respecto a la frecuencia de emisión del aparato lector.

El circuito electrónico de la unidad de transpondedor comprende además, del modo habitual, un receptor configurado de forma que pueda detectar las señales de un aparato lector. El receptor extrae los datos de estas señales mediante un circuito desmodulador, de modo que en la salida del receptor, como señal de banda base (p. ej., como código NRZ, código Miller, etc.), se dispone de un flujo de datos transmitido por el aparato lector. Por ejemplo, los datos pueden ser una instrucción sencilla para activar el módulo de control. Sin embargo, también se puede pensar en datos que contengan instrucciones más complejas para el módulo de control. Los datos desmodulados se envían al módulo de control del circuito electrónico. Entonces se genera en el módulo de control una señal de datos, de modo que la señal de datos también se puede basar en los datos extraídos.

En un desarrollo adicional de la invención, la unidad de transpondedor, según la invención, además del circuito antes descrito que comprende un receptor, un módulo de control, un oscilador y un modulador, posee un modulador de carga según el estado de la técnica.

La tensión inducida en la antena de la unidad de transpondedor puede representar un problema para el modo de funcionamiento de los circuitos moduladores, según la invención, cuando la distancia entre la unidad de transpondedor y el aparato lector es pequeña y, en consecuencia, la tensión inducida es elevada. Por ello, los datos a enviar al aparato lector, generados en el módulo de control, se llevan, a elección, al modulador de carga o bien al dispositivo de circuito con modulador, según la invención. Preferentemente, la conmutación entre el modulador de carga y el dispositivo de circuito se realiza automáticamente, dependiendo de la magnitud de la tensión inducida en la antena. La conmutación se realiza de manera que, dentro del alcance normal de comunicación, se utiliza el modulador de carga, y, fuera del alcance normal de comunicación, se utiliza el modulador, según la invención.

En una configuración de la presente invención, cuando en la transmisión de datos de la unidad de transpondedor al aparato lector, tal como ya se ha citado, se emplea una señal subportadora, se ha previsto un dispositivo de circuito destinado a generar y modular dicha señal subportadora. En una primera alternativa, el dispositivo de circuito es un componente de la unidad de transpondedor, según la invención. Más adelante se expondrá con detalle otra alternativa en la que el dispositivo de circuito no es un componente de la unidad de transpondedor. Preferentemente, la frecuencia de la señal subportadora se genera mediante una división de la frecuencia de oscilador. La amplitud de la señal subportadora se conmuta en el dispositivo de circuito entre dos estados, mediante los datos a enviar, que están presentes, por ejemplo, en forma de señal de código binario. Este proceso se denomina modulación por desplazamiento de amplitud ("amplitude shift keying", "ASK") o modulación ASK. Desde el punto de vista matemático, la modulación ASK es el resultado de multiplicar la señal de código binario por la señal subportadora. Seguidamente, la señal subportadora modulada se lleva al modulador anular o bien al modulador para el enlace lógico de dos señales. También es posible realizar una modulación de fase, por ejemplo, una modulación BPSK de la señal subportadora.

Además, la unidad de transpondedor de la presente invención puede poseer un limitador de tensión, destinado a limitar la tensión inducida en la antena por el aparato lector. De este modo, entre otras cosas, se puede evitar el problema antes descrito de la sobrecarga cuando la unidad de transpondedor y el aparato lector se encuentran a corta distancia uno del otro. Por ejemplo, como limitador de tensión se puede utilizar un regulador shunt.

En especial, para una comunicación según la norma ISO 14443 Tipo A es importante mantener una sincronización "timing" exacta. En los transpondedores pasivos tradicionales, la sincronización se consigue también en funcionamiento de emisión (modulación de carga) mediante la señal de reloj (13,56 MHz) que el aparato lector recibe de modo continuo. Sin embargo, en el funcionamiento de emisión de un dispositivo de circuito, según la invención, ya no se dispone de una señal de esta clase. Por ello, en una configuración de la invención se incluye un oscilador, por ejemplo, en forma de oscilador de cuarzo.

A fin de evitar un oscilador de cuarzo, que presenta dimensiones grandes, en una configuración mejorada de la invención, el oscilador se acopla con fase fija mediante un circuito PLL ("Phase-Locked-Loop", "bucle de fase bloqueada") a la señal captada por el aparato lector, cuando la unidad de transpondedor se encuentra en modo de recepción. En el modo de transmisión de la unidad de transpondedor, es decir, durante la transmisión de datos de la unidad de transpondedor al aparato lector, la tensión de regulación del circuito PLL se mantiene constante, de modo que la frecuencia del oscilador se mantiene lo más estable posible. El PLL también se puede denominar sincronización de seguimiento. El oscilador se regula de forma que sigue con sincronización de fase una señal de referencia, en el presente caso la señal de sincronización del aparato lector. El circuito de regulación compara de modo continuo las fases de las dos señales y, en caso de una señal de error, iguala la fase del oscilador. Un circuito PLL se emplea ante todo para estabilizar o sincronizar la frecuencia del oscilador. Adicionalmente, se puede prever llevar también al módulo de control la señal generada por el oscilador y utilizarla como señal de reloj relevante para la sincronización.

No siempre es deseable la posibilidad de poder leer la unidad de transpondedor, según la invención, a distancias muy grandes, por ejemplo, para proteger la esfera privada. Por ello, en una configuración de la invención se prevé poder activar manualmente el dispositivo de circuito, según la invención, en caso de que se desee explícitamente una comunicación de largo alcance. En caso contrario, la comunicación se puede realizar mediante un modulador de carga situado en la unidad de transpondedor, utilizable sólo para distancias cortas. En caso de que no exista un modulador de carga en la unidad de transpondedor, se puede prever, por ejemplo, que la unidad de transpondedor sólo se active para el envío de datos cuando la señal emitida por el aparato lector contenga un código predeterminado.

Según una configuración de la invención, el dispositivo de conmutación destinado a generar y modular la señal subportadora es un componente de la unidad de transpondedor, según la invención. En ese caso, para conectar la unidad de transpondedor con un chip (de tarjeta inteligente) del aparato terminal, el cual, por ejemplo, prepara los datos a enviar, se puede prever una interfaz mediante la cual se transmiten datos en forma binaria.

La ventaja de esta alternativa radica en que el chip de tarjeta inteligente no necesita disponer de ningún tipo de interfaz HF (o bien RFID), dado que todas las funciones necesarias para la transmisión de datos son realizadas por la unidad de transpondedor.

Preferentemente, la unidad de transpondedor está integrada en una tarjeta o soporte de datos que se puede introducir en el terminal móvil. Por ejemplo, la unidad de transpondedor puede estar integrada en una tarjeta SIM. Esto tiene la ventaja de que el terminal móvil, por ejemplo, un teléfono móvil o un PDA, en el cual se introduce la tarjeta con la unidad de transpondedor, según la invención, no requiere ninguna antena (integrada) adicional para poder ser utilizado como unidad RFID.

Otras características y ventajas de la invención se desprenden de la siguiente descripción de ejemplos de realización, según la invención, con referencia a los dibujos que la acompañan. En los dibujos:

la figura 1 muestra un sistema que comprende una unidad de transpondedor y un aparato lector;

la figura 2 muestra esquemáticamente una unidad de transpondedor con un circuito, según la invención;

la figura 3 muestra un esquema básico de conexiones de un modulador anular analógico;

la figura 4 muestra una forma de realización de un emisor para una unidad de transpondedor con modulador anular;

la figura 5 muestra un emisor para una unidad de transpondedor con modulador ASK como modulador de frecuencia de portadora;

la figura 6 muestra un emisor para una unidad de transpondedor con modulador ASK como modulador de frecuencia de portadora y un modulador de subportadora modificado;

la figura 7 muestra una unidad de transpondedor en la que, mediante una interfaz S²C, se ha unido un módulo de seguridad a un componente de interfaz;

la figura 8 muestra un componente de interfaz para una unidad de transpondedor, según la figura 7;

la figura 9 muestra una unidad de transpondedor en la que, en otra forma de realización, se ha unido un chip con una interfaz HF convencional a un componente de interfaz;

la figura 10 muestra una unidad de transpondedor en la que se ha unido un chip con una interfaz HF convencional a un componente de interfaz modificado; y

la figura 11 muestra una parte de una unidad de transpondedor en la que se ha acoplado inductivamente un chip con una interfaz HF convencional a un componente de interfaz.

La figura 1 muestra un sistema para la transmisión de datos que comprende una unidad de transpondedor -1- y un aparato lector -100- que funciona junto con la unidad de transpondedor -1-.

El aparato lector -100- tradicional puede intercambiar datos con transpondedores pasivos -200- tradicionales dentro del alcance de energía -ER- y con transpondedores activos -300- tradicionales dentro del alcance de comunicación -KR-.

Dependiendo del tipo de sistema utilizado, los datos pueden ser transmitidos por los transpondedores -200-, -300- al aparato lector -100- mediante modulación de carga (acoplamiento inductivo) o bien mediante retrodispersión modulada (acoplamiento de retrodispersión electromagnética). A continuación se describen, preferentemente, formas de realización que transmiten datos al aparato lector según el principio de la modulación de carga. Sin embargo, los aspectos individuales de las formas de realización también se pueden aplicar de forma básicamente análoga a sistemas que trabajan según el principio de la retrodispersión modulada de la unidad de transpondedor.

Para la transmisión de datos, la unidad de transpondedor -1- envía al aparato lector -100- una señal que el aparato lector -100- puede reconocer como señal de un transpondedor, que realiza una modulación de carga del campo -110- del aparato lector -100-. Al contrario que con los transpondedores -200-, -300- tradicionales, que modulan el campo -110- del aparato lector -100- a un campo de aparato lector -102-, -103-, la unidad de transpondedor -1- genera y emite un campo -20- propio modulado como señal para la transmisión de datos. Así pues, la unidad de transpondedor -1- utiliza energía propia para la transmisión de datos.

A fin de conseguir una mejor relación señal/ruido en un sistema inductivo con una frecuencia de portadora f_T del aparato lector RFID de, por ejemplo, 13,56 MHz, se utiliza del modo conocido una subportadora f_H siendo $f_H < f_T$, o sea, por ejemplo, $f_H = 212$ kHz. La resistencia de carga se conecta y desconecta en la unidad de transpondedor con la frecuencia f_H , de modo que en el espectro de señal, junto a la señal fuerte de la frecuencia de portadora f_T del aparato lector se generan dos señales de subportadora con una separación de $\pm f_H$. Cuando en la unidad de transpondedor -1- se modula la subportadora, de acuerdo con los datos a transmitir, se forman las bandas laterales de modulación que transportan la información, situadas respectivamente debajo y encima de las dos subportadoras. Así pues, los datos a transmitir están contenidos de modo igual en las bandas laterales de las subportadoras, dispuestas sobre los dos lados de las dos líneas espectrales respectivas. La transmisión de datos se realiza mediante modulación ASK, FSK ó PSK de la subportadora, al ritmo del flujo de datos. Contrariamente a la modulación de carga sin subportadora, en la que los datos se transmiten en bandas laterales situadas alrededor de la frecuencia de portadora del aparato lector, la señal de subportadora se puede filtrar y desmodular mejor en el aparato lector para recuperar los datos.

Correspondientemente, la unidad de transpondedor -1- genera y transmite un campo -20-, que comprende, como mínimo, las bandas laterales de modulación situadas alrededor de la frecuencia portadora f_T o de las bandas laterales de modulación situadas alrededor de una frecuencia subportadora f_H , pero que, por regla general, comprende las bandas laterales de modulación de las dos subportadoras junto con las dos subportadoras.

5 Un sistema de esta clase se puede utilizar de forma variada y, en muchas aplicaciones, evita que sea necesaria una interfaz adicional en el aparato lector.

10 Por ejemplo, en un edificio en el que el sistema esté instalado como sistema de acceso, cada persona con autorización de acceso se puede autenticar mediante una unidad de transpondedor -1- constituida por una tarjeta de chip. Las puertas del edificio dotadas de los aparatos lectores RFID del sistema de acceso, también las entradas de coches, pueden ser abiertas mediante la tarjeta de chip con antelación suficiente para que la apertura automática de las puertas no produzca tiempos de espera.

15 Otro ejemplo es la utilización en establecimientos comerciales y sistemas de almacenamiento o de transporte, en los que los artículos o envases de almacenamiento o transporte están dotados de una unidad de transpondedor, según la invención. De este modo, es posible registrar los artículos o envases sin mayores limitaciones de alcance, en especial, también de forma automática.

Por otra parte, se podría emplear un terminal móvil constituido por una unidad de transpondedor, según la invención, como unidad de mantenimiento o de vigilancia, para comprobar la funcionalidad o realizar el mantenimiento a distancia de múltiples aparatos lectores RFID, por ejemplo, en las cajas de un supermercado o en un sistema de acceso.

20 La figura 2 muestra muy esquemáticamente la unidad de transpondedor -1-, como ejemplo en forma de una tarjeta de chip de acoplamiento inductivo, que comprende los componentes habituales no representados explícitamente. Para simplificar el dibujo se representa una unidad de transpondedor RFID, según la invención, en una tarjeta de chip. La unidad de transpondedor dispone de una batería -2-, una antena inductiva -3- y un circuito electrónico -4-, -5-, -6-, -7-. El circuito electrónico consta fundamentalmente de tres bloques funcionales, un receptor -4-, un módulo de control -5- y un emisor -6-. Un conmutador -7- sirve para conmutar la antena entre el receptor -4- y el emisor -6-.

25 Se ha previsto el receptor -4- para desmodular la señal transmitida por el aparato lector -100-, a fin de extraer de ella los datos. Los datos extraídos se reconducen al módulo de control -5-, el cual los procesa y genera los datos a transmitir al aparato lector -100-. Adicionalmente, el módulo de control -5- transmite una señal de control al conmutador -7-, el cual conmuta la unidad de transpondedor entre los modos de funcionamiento de recepción y de emisión. No obstante, en vez de esto se puede prever para la emisión una antena separada. Como módulo de control -5- se puede utilizar, por ejemplo, una parte del sistema operativo de un soporte de datos portátil, por ejemplo, una tarjeta de chip.

30 El emisor -6- consta de un oscilador -8-, un modulador para el que inicialmente se describe una realización como modulador anular -9-, y un amplificador final -10-. Además, el emisor -6- de la unidad de transpondedor representada en la figura 2 está complementado con un componente electrónico -11- destinado a generar y modular una señal subportadora para realizar la transmisión de datos de la unidad de transpondedor a un aparato lector -100- mediante una señal subportadora. Dependiendo de la aplicación de la unidad de transpondedor, la señal subportadora puede tener diferentes frecuencias, por ejemplo, 848 kHz según ISO 14443, 424 kHz según ISO 15693 y 212 kHz para LEGIC, pero, en su caso, también se puede omitir completamente.

35 En la unidad de transpondedor que muestra la figura 2 se ha previsto que el componente -11- divida por un factor predeterminado la frecuencia de oscilador mediante un divisor de frecuencia -12-, por ejemplo con una división binaria. La señal subportadora así generada se modula con los datos a transmitir, los cuales son aportados al componente -11- por el módulo de control -5-.

40 La modulación de la subportadora en el componente -11- se realiza, por ejemplo, en una puerta AND mediante la llamada modulación por desplazamiento de amplitud 100% ("Amplitude Shift Keying", ASK). La amplitud de la señal generada mediante división de frecuencia en base a los datos a transmitir, se conmuta entre los dos estados

"on" y "off". Como alternativa, se puede realizar una modulación (B)PSK, por ejemplo, según ISO 14443 Tipo B, o bien una modulación FSK.

Para alimentar con energía, como mínimo parcialmente, los componentes activos de la unidad de transpondedor, y para aumentar el alcance de energía entre la unidad de transpondedor -1- y el aparato lector -100-, la unidad de transpondedor, según la invención, posee una batería -2-.

Tanto la señal de oscilador como la señal con modulación ASK generada en el componente -11- se conducen al modulador anular -9-, cuya configuración de circuito se describirá con más detalle con referencia a la figura 3.

El modulador anular -9- tiene la particularidad de que realiza una forma especial de modulación de amplitud. Igual que en la modulación de amplitud habitual, a los lados de la frecuencia de oscilador, la llamada frecuencia portadora, se generan dos líneas espectrales que, observadas en el espectro de frecuencias, están separadas por la frecuencia de la señal con modulación ASK. En la modulación de amplitud en el modulador anular -9- se suprime en gran medida la frecuencia portadora de la fuerte señal de oscilador de alta energía. Después de la modulación de amplitud en el modulador anular -9-, los datos a enviar contenidos en la señal con modulación ASK se encuentran en bandas laterales alrededor de las dos líneas espectrales de la frecuencia subportadora. Esta clase de modulación se denomina modulación de doble banda lateral ("Double-Side-Band", "DSB") o modulación de doble banda con supresión de portadora ("Double-Side-Band- Supressed-Carrier", "DSSC"). No se transmiten datos con la frecuencia portadora. En cambio, con la utilización del modulador anular -9- que suprime la frecuencia portadora se consigue el objetivo de poder transmitir datos al aparato lector -100- con una potencia de emisión menor o bien con un alcance notablemente superior. El alcance mayor es posible sobre todo cuando la totalidad de la potencia de emisión se emplea en las bandas laterales en las que se encuentran los datos a enviar. Básicamente, la frecuencia portadora es necesaria para desmodular la señal, a fin de extraer en el aparato lector los datos transmitidos por la unidad de transpondedor. Sin embargo, dado que la frecuencia portadora está de todos modos disponible en el aparato lector, no es necesario que la señal de transpondedor contenga dicha frecuencia.

En la salida del modulador anular -9- se dispone entonces de una señal de salida que contiene las dos bandas laterales de modulación y que es (con precisión suficiente) idéntica a una señal generada mediante modulación de carga o modulación de retrodispersión. En su caso, la señal de salida generada con el modulador anular -9- se puede ampliar mediante el amplificador -10- y conducirse mediante el conmutador -7-, que se conmuta al modo de transmisión de la unidad de transpondedor mediante una señal del módulo de control -5-, a la antena -3- para el envío de los datos a transmitir.

También es posible la conexión directa de la salida del modulador anular con la antena. No obstante, en este caso se debe adaptar adecuadamente la antena y tener en cuenta una posible repercusión sobre el modulador anular de la señal acoplada por el aparato lector, ya que generalmente se emplea la misma antena para la emisión y la recepción, y el aparato lector emite continuamente.

La unidad de transpondedor -1-, en un primer modo (activo), funciona como transpondedor/emisor activo. En un segundo modo (pasivo), en cambio, la unidad de transpondedor trabaja igual que un transpondedor pasivo corriente, que realiza una modulación de carga del campo del aparato lector.

Por ejemplo, el receptor -4- puede estar configurado adicionalmente como modulador de carga tradicional activado por el módulo de control -5-. En ese caso, el módulo de control -5- conecta el emisor -6- y desconecta el modulador de carga, o bien conecta el modulador de carga y desconecta el emisor -6-. El conmutador -7- se conmuta conforme a ello. Como criterio para la conmutación del estado de funcionamiento de pasivo a activo puede servir, por ejemplo, la magnitud de la señal recibida, la presencia y/o suficiencia de una alimentación de tensión externa (en un conector "Vcc" opcional, no representado) o bien la suficiencia de una alimentación de tensión interna (estado de carga de la batería -2-). Por ejemplo, se puede hacer funcionar una unidad de transpondedor -1- primero en modo pasivo y conmutarlo luego al modo activo, por ejemplo, cuando aumenta involuntariamente la distancia al aparato lector.

El tipo de aplicación para el que se transmiten los datos también puede ser un criterio para el modo de funcionamiento. En aplicaciones de seguridad crítica, la unidad de transpondedor sólo debería trabajar en el modo pasivo. En cambio, una aplicación menos crítica, por ejemplo, la comprobación del derecho de acceso a espacios o edificios, trabajará preferentemente en el modo activo. El titular de la unidad de transpondedor debería poder seleccionar puntualmente un valor por defecto del modo de funcionamiento general o preferido, mediante un aparato terminal en el que está introducida o integrada la unidad de transpondedor. La conmutación entre los modos de funcionamiento activo y pasivo se realiza, preferentemente, mientras la unidad de transpondedor recibe datos, es decir, en modo de recepción activa o pasiva.

En la figura 3 se muestra un esquema básico de conexiones de un modulador anular -9-. Tal como ya se ha descrito, lo esencial en la utilización del modulador anular -9- es que realiza una modulación de amplitud, de modo que, aunque las bandas laterales de modulación de una subportadora se generan del modo habitual, se suprime en la mayor medida posible la frecuencia portadora. Por ejemplo, en la unidad de transpondedor, según la invención, se puede utilizar un modulador MC1496 ("Balanced Modulator") de la empresa "ON Semiconductor", que es especialmente adecuado para la supresión de la portadora. El modulador anular puede estar totalmente integrado en un chip de transpondedor, de modo que un chip de transpondedor, según la invención, cuando todos sus componentes están

totalmente integrados, sólo requiere conexiones para la antena -3- y la alimentación de tensión.

La entrada –HF- del modulador anular -9- se alimenta con la señal de salida de alta frecuencia del oscilador -8-. Preferentemente, la frecuencia de la señal del oscilador es exactamente la frecuencia de emisión del aparato lector -100- (p. ej., 13,56 MHz). La entrada –NF- del modulador anular -9- se alimenta con una señal de datos en la banda base (p. ej., para el sistema Felica) o con una subportadora modulada (p. ej. para ISO 14443, ISO 15693), tal como se ha descrito anteriormente.

En el modulador anular -9- hay cuatro diodos -14- conectados formando un anillo, de modo que cada ánodo está unido a un cátodo del diodo -14- siguiente. Una esquina del puente de diodos está puesta a masa y la señal en la entrada –NF- está acoplada con un condensador a la esquina opuesta. Para conseguir una buena supresión de la portadora, la señal de oscilador se acopla desde la entrada –HF- sobre un puente de resistencias.

La señal en la banda base o señal subportadora modulada introducida en el modulador anular -9- por la entrada –NF-, se conmuta al ritmo de oscilación de la señal del oscilador, entre la forma normal y la forma invertida, con lo que las tensiones simétricas en oposición suprimen la frecuencia portadora. El circuito representado en la figura 3 también se denomina modulador equilibrado.

La figura 4 muestra esquemáticamente una configuración alternativa del emisor de una unidad de transpondedor con un modulador anular digital.

Sin cambios respecto a la configuración de la figura 2, la señal de datos binaria –A- se vincula con una señal subportadora –B- mediante una puerta AND -43-. La señal vinculada está en contacto con un modulador anular -49-. Como modulador anular -49- se puede emplear un elemento XOR. A diferencia de la configuración del emisor de la figura 2, una señal portadora -C- no se aplica directamente a la entrada del modulador anular -49-. Al contrario, primero se vincula en una puerta AND -46- la señal portadora -C- a una señal de datos -A-. Esta configuración produce un mejor rendimiento, tal como se explica con más detalle más adelante. La señal de salida del modulador anular -49- se amplifica en un amplificador -40-, antes de ser emitida por la antena -3- como campo de la unidad de transpondedor. A título de ejemplo, a continuación se describen con más detalle los tipos de señales -A- a -C-, con referencia a la figura 5.

La figura 5 muestra esquemáticamente un emisor alternativo de una unidad de transpondedor sin modulador anular.

El emisor sirve para generar una señal modulada en amplitud, y el emisor que se muestra se utiliza, preferentemente, para señales de datos binarias -A-, con lo que se crea una señal OOK ("on-off-keying") o bien una señal 2-ASK. La señal de datos -A- en la banda de base (p. ej., una señal NRZ o señal Manchester), una señal subportadora -B- (p. ej., 848 kHz para ISO/IEC 14443) y una señal portadora -C- (p. ej., 13,56 MHz para ISO/IEC 14443) se vinculan como AND mediante los circuitos lógicos -53- y -59-, de modo que en primer lugar se vinculan como AND las señales -A- y -B- mediante el circuito -53-, con lo que se genera la señal -E-. La señal -E- se vincula luego como AND con la señal -C- mediante el circuito -59-, con lo que se genera la señal -D-. Desde el punto de vista funcional, el circuito -59- adopta la función del modulador y el circuito -53- toma el papel de la puerta AND -13- de la figura 2.

En este caso, la señal –D- emitida por una antena -3- hacia un aparato lector presenta un espectro de frecuencias equivalente a un espectro de frecuencias creado mediante modulación de carga. En su caso, la señal -D- se puede amplificar con un amplificador -40-. Por ejemplo, el amplificador -40- puede ser un amplificador simétrico con amplificadores de salida del tipo "Push-Pull" (en contrafase).

La figura 6 muestra esquemáticamente una pequeña variación del emisor de la figura 5.

En el emisor según la figura 5 se genera una señal subportadora modulada en amplitud, mientras que el emisor que muestra la figura 6 genera una señal subportadora modulada en fase. Este emisor, igual que el emisor de la figura 5, se utiliza en una unidad de transpondedor, según la invención, preferentemente, sólo cuando la señal de datos -A- es una señal binaria. Correspondientemente, el emisor que se muestra genera una señal BPSK ("2-PSK, Binary Phase Shift Keying"). En este caso se vinculan como AND una señal subportadora -B- (p. ej., 848 kHz para ISO/IEC 14443) y una señal portadora -C- (p. ej., 13,56 MHz para ISO/IEC 14443), mediante el circuito -69-. La señal de datos -A- en la banda de base (p. ej., señal NRZ o Manchester), mediante un conmutador -63- y un inversor -64-, conmuta la señal subportadora -B- entre un estado invertido y un estado no invertido. El efecto de ello es equivalente al de una modulación de fase de 180° (BPSK, manipulación de fase binaria).

Una señal -D-, que se crea mediante una sencilla vinculación AND de la señal subportadora -E- modulada en fase con la señal portadora -C- y se emite mediante la antena -3-, presenta, ventajosamente, un espectro de frecuencias equivalente al de una modulación de carga con una subportadora con modulación BPSK.

La tabla siguiente muestra una sinopsis de las vinculaciones lógicas de las señales, del consumo de electricidad y del alcance de diferentes conmutaciones de modulación digitales (frecuencia portadora TF = 13,56 MHz, frecuencia subportadora HT = 868 kHz y señal de modulación MS en la banda base, Manchester 106 kBit/s).

Conmutación de modulación	Vinculación lógica	Consumo eléctrico	Alcance
ISO/IEC 1443 A			
Modulador anular digital XOR	(HT 1 MS) XOR TF	100%	100%
Modulador anular optimizado	(HT 1 MS) XOR (TF 1 MS)	50%	100%
Modulador ASK	TF 1 (HT 1 MS)	25%	83%
ISO/IEC 14443 B y HIB			
Modulador anular digital XOR	$((HT\ 1\ MS) \chi (HT\ 1\ MS)) XOR TF$	100%	100%
Modulador ASK	$((HT\ 1\ MS) \chi (HT\ 1\ MS)) \wedge TF$	50%	83%

5 En la transmisión de datos de un transpondedor a un aparato lector se utiliza una subportadora con modulación ASK ("OOK, on-off-keying": HT 1 MS) según ISO/IEC 14443-3/Tipo A con una tasa de bits de inicialización de 106 kBit/s. Si se simula activamente esta señal con arreglo al procedimiento, según la invención, las bandas laterales necesarias se pueden generar del modo más efectivo con un modulador anular. La modulación de doble banda lateral (DSB) así creada debería presentar los mejores resultados en lo que respecta al alcance de las comunicaciones, ya que con ello se suprime la frecuencia portadora (13,56 MHz) y la energía disponible se proporciona a las bandas laterales.

10 Si simplemente se utilizase un elemento XOR como modulador anular digital con la configuración de circuito de la figura 2, en la señal estudiada, según ISO/ IEC 14443 - Tipo A, se obtendría una mala supresión de la portadora. Esto se debe principalmente a que la señal portadora también se emite durante las pausas de modulación, es decir, durante el 100% del tiempo, y tiene un consumo de electricidad innecesariamente elevado.

15 Cuando se utiliza una subportadora con modulación ASK (OOK, p. ej., 14443/Tipo A), en todo caso es conveniente vincular la señal de frecuencia portadora –TF–, prevista para alimentar el modulador anular digital, con la señal de la banda de base –MS– mediante una vinculación lógica AND (TF 1 MS) y usar la señal resultante para alimentar una entrada del modulador anular digital. Con ello se consigue reducir a un 50% el consumo de corriente, si se compara con el modulador anular sencillo. La señal HF se emite entonces sólo en los momentos en los que también está conectada la subportadora. El alcance de comunicación de este circuito es exactamente igual al alcance del modulador anular digital sencillo. La frecuencia portadora está ahora claramente suprimida en el espectro de salida, tal y como se espera de un modulador anular. Con relación a la figura 4 ya se ha descrito una configuración de circuito de esta clase.

25 El modulador ASK, tal como se muestra en la figura 4, se realiza mediante una vinculación AND de todas las señales de entrada. La señal de salida ya sólo consta de los impulsos de frecuencia portadora al ritmo de la frecuencia subportadora y de la señal de modulación en la banda base. En lo que respecta al alcance, hay que aceptar pérdidas, y el alcance se reduce al 83% del alcance del modulador anular. En cambio, el consumo de corriente sólo es el 25% del consumo del modulador anular sencillo. Así pues, este circuito de modulación parece ser especialmente ventajoso, ya que el consumo de energía del circuito, con una pequeña reducción del alcance, se puede reducir al 25%.

30 Para una interfaz HF, por ejemplo, con la interfaz S²C que se describe con más detalle más adelante, se debería utilizar, preferentemente, un modulador ASK, ya que de este modo el consumo de energía es mínimo. Cuando la interfaz HF se integra en un chip de tarjeta inteligente, o si se emplea una interfaz HF que pone a disposición la señal (TF 1 MS), cuando existe energía suficiente se emplea, preferentemente, el modulador anular optimizado. En cambio, cuando hay que ahorrar energía, también en este caso se puede utilizar el modulador ASK.

35 Cuando se transmiten datos de un transpondedor a un aparato lector según ISO/IEC 14443-3/Tipo B, así como con una velocidad en línea de baudios de 212 kBit/s y mayor, para los dos tipos de interfaz A y B se emplea una subportadora con modulación BPSK ("Binary Phase Shift Keying").

También en la reproducción activa de una señal de esta clase, un modulador anular produce los mejores resultados en lo que respecta al alcance de comunicación. El modulador anular digital presenta un buen comportamiento en lo que respecta a la supresión de la portadora. Sin embargo, el consumo de corriente relativo es del 100%, ya que se emite energía HF durante toda la duración de un bit.

El modulador ASK tiene una respuesta desfavorable en lo que respecta a la supresión de la portadora. El consumo de corriente, comparado con el modulador anular digital, se reduce al 50%.

Para subportadoras con modulación BPSK, o también FSK, se emplea, preferentemente, un modulador ASK, ya que en este caso el emisor tiene un consumo de corriente mínimo. Sin embargo, cuando se dispone de energía suficiente se puede utilizar el modulador anular digital. No se puede emplear un modulador anular digital optimizado, dado que con una modulación PSK o FSK de la subportadora, se debe emitir durante toda la duración de un bit.

A continuación, con referencia a las figuras 7 a 11, se exponen las posibilidades ventajosas de realización de un circuito, según la invención, en relación con componentes conocidos.

Existen chips de tarjeta inteligente que comprenden la llamada interfaz S²C definida por la empresa Philips, para conectar el chip de tarjeta inteligente con una interfaz HF de un aparato NFC. Estos chips de tarjeta inteligente disponen de elementos de hardware destinados a generar y decodificar las señales (Código Miller, código Manchester, subportadora de 848 kHz) que requieren una interfaz ISO/IEC 14443. No obstante, un chip de esta clase no posee una unidad de interfaz HF propia.

La figura 7 muestra esquemáticamente una unidad de transpondedor, según la invención, constituida por un módulo de interfaz (unidad de interfaz) -71-, conectada a una antena -3-, y un chip -75- con una interfaz adecuada, por ejemplo, una interfaz S²C. Una unidad de transpondedor de esta clase se puede realizar, por ejemplo, en un teléfono móvil, con la tarjeta SIM como chip -75-, la cual, preferentemente, está conectada al módulo de interfaz -71- mediante una o varias superficies de contacto libres (-C6- y/o -C4-, -C8-) de la tarjeta SIM.

Tanto el módulo de interfaz -71- como el chip -75- pueden obtener su tensión de alimentación del aparato, en el que están dispuestos, preferentemente, de forma reversible. El módulo de interfaz -71-, en un segundo modo de funcionamiento, puede actuar como un transpondedor corriente y alimentar al chip con una tensión de funcionamiento -Vcc_RF-.

La figura 8 muestra esquemáticamente una configuración más exacta de un módulo de interfaz para un chip con una interfaz S²C.

El módulo de interfaz -71- está equipado con una entrada de señal -SIGIN- y una salida de señal -SIGOUT-, para dirigir señales de la antena al chip (no representado) y del chip, que genera la señal subportadora modulada, a la antena. Una señal -SIGOUT- consta de una señal TTL de 13,56 MHz que, en su caso, contiene una señal de modulación de un aparato lector distante.

El módulo de interfaz -71- comprende un amplificador -80-, una puerta AND -89-, un oscilador -88-, un divisor de frecuencias -82-, un formador de señal -84- y un conmutador -87-. Por ejemplo, el amplificador -80- puede ser un amplificador simétrico con amplificadores de salida (digitales) del tipo "Push-Pull" (en contrafase). Además, el módulo de interfaz posee dos conectores de antena -LA- y -LB- y una capacidad en serie -81-. Adicionalmente, el módulo de interfaz -71- posee conexiones -Vcc-in- y -GND- para la alimentación de energía y una entrada de control -CTRL- para conmutar el módulo de interfaz, mediante el conmutador -87-, entre el funcionamiento de emisión y el funcionamiento de recepción.

La señal subportadora de modulación externa se conduce mediante una interfaz adecuada (p. ej., la interfaz S²C de Philips) a la entrada de señal -SIGIN- del módulo de interfaz -71-, donde se procesa del modo descrito a continuación. Por ejemplo, la señal subportadora es una señal TTL de 848kHz, de modulación ASK (ISO/IEC 14443 A, Código Manchester) ó BPSK (ISO/IEC 14443 B, Código NRC).

Cuando el módulo de interfaz está en funcionamiento de emisión, es decir, cuando se realiza una transmisión de datos inalámbrica hacia un aparato lector externo o un aparato NFC, en la entrada de señal -SIGIN-, mediante el chip de tarjeta inteligente, se alimenta una señal subportadora modulada y, opcionalmente, se invierte en un inversor -86-. La señal invertida -E- se vincula en la puerta AND -89-, como modulador de frecuencia portadora, con una señal de frecuencia portadora de 13,56 MHz, y se conduce al amplificador -80-.

La antena -3- y la capacidad en serie -81- forman un circuito oscilante en serie, el cual está conectado a las salidas -LA- y -LB- del amplificador -80-, de forma que la corriente HF, que en caso de resonancia fluye en el circuito oscilante de antena, sólo está limitada por las resistencias óhmicas de las conducciones y del amplificador -80-. Gracias a esto se consigue la máxima potencia posible de emisión del módulo de interfaz.

Además, desde el oscilador -88-, con el conmutador -87- en funcionamiento de emisión, a través de la salida -SIGOUT-, se puede conducir al chip de tarjeta inteligente una señal de ciclo uniforme de 13,56 MHz, siempre que una señal de ciclo (externa) de este tipo sea necesaria para el funcionamiento, a fin de mantener una sincronización ("Timing") exacta. Tal como ya se ha descrito, esto es necesario para una comunicación según la Norma ISO 14443 Tipo A.

En funcionamiento de recepción, mediante el conmutador -87- y salida -SIGOUT-, se puede conducir al chip de tarjeta inteligente una señal de recepción digitalizada tomada de la antena -1-. En este caso, el formador de señal -84- funciona como amplificador, para poder captar señales débiles, y como circuito de umbral, para poner a

disposición una señal de salida digitalizada en la salida del formador de señal. Por ejemplo, se puede utilizar como circuito de umbral un disparador Schmitt, el cual emite un nivel alto o bajo inequívoco, dependiendo de que se supere o no se alcance un valor de umbral predeterminado.

5 Las salidas "Push-Pull" del excitador de salida (ver unidades amplificadoras en la figura 5) se conmutan a GND mediante la entrada de control del amplificador simétrico -80-, de modo que con la antena -3- y el condensador -41- se genera un circuito oscilador paralelo. En funcionamiento de recepción del módulo de interfaz, el amplificador -80- se puede conmutar a un modo de ahorro de corriente a fin de ahorrar energía.

10 El oscilador -88- genera la señal de frecuencia portadora de 13,56 MHz necesaria para el funcionamiento de emisión. En caso de que en funcionamiento de recepción el oscilador no se pueda desconectar, en su caso, porque su régimen transitorio es demasiado prolongado, se hace funcionar el oscilador con el módulo de interfaz en modo de recepción, preferentemente, a un múltiplo "N" de la señal de frecuencia portadora (p. ej., 27,120 MHz) para no perturbar con diafonía la señal de recepción, que puede ser débil. En funcionamiento de emisión se puede entonces generar la señal de 13,56 MHz dividiendo por "N" la señal del oscilador mediante un divisor opcional -82-.

15 La entrada de señal de control -CTRL- para una señal de control es opcional, ya que la señal de control para conmutar el modo de funcionamiento también se puede derivar de la señal de entrada en la entrada de señal -SIGIN-. Por ejemplo, un elemento de tiempo monoestable (Monoflop), a partir de la señal de entrada en -SIGIN-, puede generar una señal de control. Sólo existe una entrada de señal activa cuando el chip desea enviar datos. En la salida del elemento de tiempo se obtiene una señal de control cuando el elemento de tiempo monoestable se dispara con el primer flanco de la señal de entrada. En especial, el elemento de tiempo se debería realizar como redisparable y estar ajustado de forma que recaiga en el estado inicial, por ejemplo, después de un tiempo igual a 1 ó 2 veces la duración de un bit (como máximo, el FGT, "Frame Guard Time", ("Tiempo de seguridad de cuadro")). Con ello, la señal de control activa nuevamente un funcionamiento de recepción cuando ya no se envían datos.

20 La figura 9 muestra esquemáticamente la configuración de un módulo de interfaz para su conexión a un chip con una interfaz HF convencional.

25 La unidad de transpondedor activa, según la invención, dispone de un ramal de recepción y de un ramal de emisión. El ramal de emisión consta de una antena -3-, un amplificador de entrada -91-, un regulador de amplificación automático -92-, así como un amplificador, el cual está configurado, preferentemente, como amplificador simétrico (V+, V-). Además, existe un chip de transpondedor -CL- conectado al amplificador simétrico mediante sus conectores de antena.

30 El chip de transpondedor -CL- es un chip RFID convencional, según el estado de la técnica. Normalmente está conectado en sus conectores a una antena, por ejemplo, en una tarjeta de chip. Por otra parte, el chip de transpondedor -CL- está configurado de forma que la transmisión de datos se realiza de la unidad de transpondedor a un aparato lector mediante modulación de carga. Esto de todas maneras casi siempre sucede en los sistemas RFID habituales utilizados con 13,56 MHz o también con 125 kHz (p. ej., ISO/IEC 14443, ISO/IEC 15693, ISO/IEC 18000-3).

35 El ramal de emisión consta de un circuito de desmodulación -97-, un circuito de modulador -9-, un oscilador -8- (por ejemplo, 13,56 MHz), un módulo de control -95-, así como un amplificador de emisión -80- conectado a la antena -3-. El circuito de desmodulación -98- puede constar, por ejemplo, de un rectificador -96 y un conmutador de valor de umbral -97-.

40 En modo de recepción, mediante el campo magnético de un aparato lector RFID distante se induce una tensión en la antena -3-. Junto con el condensador -81-, la antena -3- forma un circuito oscilante en paralelo cuya frecuencia de resonancia es aproximadamente igual a la frecuencia de emisión del aparato lector RFID. La tensión que de este modo aparece en el circuito oscilante se conduce al amplificador de entrada -91- mediante el conmutador -7-. Mediante un regulador de amplificación -92- se realiza el seguimiento del factor de amplificación del amplificador de entrada -91-, de forma que la amplitud de salida de la tensión amplificada por el amplificador de entrada -91- se mantiene en gran medida constante. La constante de tiempo de la regulación se ajusta, preferentemente, de modo tal que, aunque se mantenga constante la tensión de salida del amplificador -91- para distancias diferentes respecto al aparato lector (es decir, con tensiones de valores diferentes en la bobina -3-), las señales de modulación (p. ej., 10% ASK con 106 kBit/s), en cambio, no se suprimen debido a una regulación demasiado rápida.

45 La señal de salida del amplificador -91- se conduce a otro amplificador, preferentemente, un amplificador simétrico (V+, V-). La señal de salida del amplificador simétrico se conduce a las conexiones del chip RFID inalámbrico -CL- mediante, como mínimo, una resistencia en serie -93-. La amplitud de la señal de salida del amplificador simétrico V+/V- se selecciona de forma que mediante la señal de salida se pueda alimentar al chip RFID -CL- con energía suficiente para su funcionamiento.

50 Así pues, el chip RFID -CL- recibe una señal que se corresponde a lo largo del tiempo con la señal del aparato lector distante y que se comporta de modo proporcional a la misma en lo que se refiere a la amplitud. Con ello, el chip RFID también está en situación de poder recibir las instrucciones enviadas por dicho aparato lector, evaluarlas y, en su caso, procesarlas.

Tan pronto el chip RFID -CL- ha recibido y procesado una instrucción, intentará enviar una respuesta al aparato lector distante. Para ello, el chip RFID habitualmente utiliza una modulación de carga, o sea que una resistencia adicional en paralelo del chip se conecta y desconecta con el paso de la señal de modulación. Esto conduce a oscilaciones medibles de la caída de tensión en las resistencias -93-, -94-. Dicho de otra manera, se modula la amplitud de la tensión alterna HF en las conexiones. Esta señal de tensión alterna modulada en amplitud es desmodulada por el circuito de desmodulación -98-, de forma que se reconstruye la señal de modulación original.

El circuito de desmodulación -98-, en el caso más sencillo, consta de un rectificador en puente -96- y un conmutador de valor umbral -97-. Otra posibilidad es realizar el circuito de desmodulación con un convertidor A/D y un posterior procesamiento de datos (p. ej., un procesador DSP con software). En los sistemas RFID que trabajan con subportadoras con modulación de carga, también es posible realizar un filtrado de una banda subportadora creada con modulación de carga (banda subportadora superior $13,56 \text{ MHz} + f_{\text{HT}}$, banda subportadora inferior $-13,56 \text{ MHz} - f_{\text{HT}}$) y un procesamiento posterior.

La señal de modulación reconstruida mediante el circuito de desmodulación -97- también se conduce a un módulo de control -95-. Este módulo de control conmuta el conmutador, según la invención, con el primer flanco de la señal de modulación, en lo posible de modo instantáneo, a un modo de funcionamiento de emisión, de forma que los datos generados por el chip RFID -CL- se puedan transmitir al aparato lector distante. Para ello, se conmuta en primer lugar el conmutador -7- de la antena -3- al oscilador -8- (13,56 MHz). Esto es necesario para poder seguir alimentando el chip RFID -CL- con una tensión alterna de la frecuencia correcta. Al mismo tiempo se activa el amplificador -80- mediante el módulo de control -95-.

La señal de modulación reconstruida así como la señal del oscilador -8- se conducen al circuito de modulador -9-. La función exacta de dicho circuito ya ha sido descrita detalladamente. La señal de salida del circuito de modulador -9- se conduce al amplificador -80- y se emite al aparato lector distante mediante la antena -3-.

Según la invención, se ha previsto que cuando no se conduce ninguna señal de modulación al módulo de control -95- durante un tiempo definido "t", dicho módulo vuelva a conmutar el conmutador, según la invención, al modo de funcionamiento de recepción. El tiempo "t" se ajusta, preferentemente, entre la duración de un bit (ISO 14443-A: $\sim 10 \mu\text{s}$) y el "Frame Delay Time" (tiempo mínimo hasta la señal siguiente de un aparato lector, ISO 14443-A: $\sim 86 \mu\text{s}$).

La señal que llega al módulo de control -95- procedente del ramal de recepción (-91-, -92-, V+, V-) tiene un papel importante. Cuando un aparato lector envía datos mediante una modulación de la amplitud del campo emitido (p. ej., 150/IEC 14443-A: 100% ASK, ISO/IEC 14443-B: 10% ASK), esta modulación también se transmite al chip de transpondedor -CL-. Es posible que el circuito de desmodulación -98- no pueda distinguir entre una señal de modulación de un aparato lector y una modulación de carga del chip RFID -CL-, ya que las dos se manifiestan en las conexiones del chip RFID -CL- en forma de modulación de amplitud de la señal HF.

No obstante, una modulación de carga del chip de transpondedor -CL- se reconoce solamente en las conexiones, mientras que, por el contrario, una señal de modulación del aparato lector ya se reconoce en el ramal de recepción (-91-, -92-, V+, V-) del circuito, según la invención. Por ello, se ha previsto conectar el circuito, según la invención, al modo de emisión solamente cuando se pueda detectar una señal de modulación (modulación de amplitud) exclusivamente en las conexiones del chip RFID -CL-, pero no en el ramal de recepción, ya que sólo en este caso se trata de una modulación de carga. En la figura 9 esto se muestra con la señal que alimenta el elemento de control -95- procedente del ramal de recepción (-91-, -92-, V+, V-).

Una segunda posibilidad de diferenciación es la evaluación de la profundidad de modulación de la señal en las conexiones del chip RFID. Con la modulación de carga se consigue una profundidad de modulación inferior al 100%. En un modelo experimental se determinó aproximadamente el 25%, y las combinaciones de diferentes resistencias -93-, -94- con distintos chips RFID -CL- conducen a otros valores. Por ello, se ha previsto que la diferenciación entre la modulación de carga y la modulación del aparato lector se realice mediante la determinación de la profundidad de modulación sobre la base de valores umbral prefijados. Si la magnitud de una señal de modulación es superior a un primer umbral elevado, se trata de una señal del aparato lector. Por el contrario, si la señal de modulación es menor que el primer umbral de conmutación y, opcionalmente, superior a un segundo umbral de conmutación, se reconocerá que se trata de una modulación de carga. La conmutación al modo de emisión se realizará cuando la modulación ha sido producida por una modulación de carga.

La figura 10 muestra esquemáticamente la composición de un módulo de interfaz simplificado destinado a su conexión a un chip con una interfaz HF convencional. En esta forma de realización, en lugar de un amplificador lineal se emplea un excitador TTL simétrico -23-, -24-, -25-. Un detector de modulación -22- sirve para reconocer una modulación de amplitud enviada por el aparato lector, y durante los impulsos de modulación del aparato lector, que realiza una modulación 100% ASK, según la invención, conmuta a un nivel bajo las dos salidas -23-, -24- del circuito simétrico. Por el contrario, si el chip de transpondedor -CL- y el aparato lector utilizan para la transmisión de datos una modulación 10% ASK (p. ej., según ISO/IEC 14443-B), se prevé que el detector de modulación -22- conmute con el ciclo de las señales de modulación entre dos circuitos simétricos con niveles de señal de salida diferentes.

Otra posibilidad de acoplamiento del chip de transpondedor -CL-, pero que no es parte de la invención, es un acoplamiento capacitivo o también inductivo. La figura 11 muestra la parte relevante de un módulo de

interfaz simplificado para una conexión inductiva a un transpondedor.

Para un acoplamiento inductivo, el circuito dispone de una antena adicional -29- que se lleva a resonancia con la frecuencia de trabajo (p. ej., 13,56 MHz) mediante un condensador -26-. Contiguo a la antena -29- se sitúa un transpondedor que consta de un chip de transpondedor -CL- y una antena -28-, de forma que se pueda conseguir el mejor acoplamiento magnético posible entre las antenas -28- y -29-. También en esta configuración se puede detectar fácilmente una modulación de carga del chip de transpondedor -CL-.

El módulo de interfaz inductivamente acoplable y la antena adicional vinculada al mismo (ver el símbolo de referencia -3- en la figura 10) puede estar dispuesto en un aparato terminal. Con la ayuda de un aparato terminal de este tipo se puede aumentar el alcance de un transpondedor corriente. Por ejemplo, el dueño de un teléfono móvil podría establecer una comunicación entre su transpondedor y un aparato lector desfavorablemente situado o al que por otros motivos no se pueda acceder cómodamente, acercando el transpondedor a su teléfono móvil dotado de un módulo de interfaz inductivamente acoplable, según la invención.

La tabla siguiente muestra los resultados de las mediciones de alcance realizadas:

Transpondedor	Tamaño de antena	Alcance
Tarjeta de chip inalámbrica	80 x 50 mm ²	7 cm
Modulador anular digital XOR optimizado	80 x 50 mm ²	50 cm
Modulador anular digital XOR optimizado	20 x 20 mm ²	25 cm

Tal como se observa en la tabla, con el procedimiento, según la invención, se consiguen alcances de comunicaciones elevados también con antenas muy pequeñas.

Se ha comprobado que las antenas pequeñas, por ejemplo en una tarjeta SIM con antena propia (aprox. 15 x 25 mm²), con una modulación de carga convencional, sólo consiguen distancias de lectura muy reducidas. Con frecuencia incluso es imposible la comunicación con un aparato lector inalámbrico cuando la tarjeta SIM con antena está colocada, por ejemplo, dentro de un teléfono móvil. No sólo aumenta considerablemente el alcance cuando uno de los emisores, según la invención, se incorpora a un aparato terminal móvil. También se puede aprovechar ventajosamente el hecho de que los aparatos terminales móviles tales como los teléfonos móviles, PDAs, etc., poseen su propia alimentación de energía (batería), la cual también se puede utilizar para alimentar un circuito, según la invención.

Para favorecer la legibilidad de esta descripción no se han expuesto, discutido y combinado para cada forma de realización todas las características y configuraciones ventajosas. Es posible combinar entre sí aspectos parciales de cada forma de realización, tal como se desprende de los ejemplos descritos en los párrafos siguientes.

Los componentes funcionales individuales de la unidad de transpondedor, es decir, la antena, la unidad de interfaz, el chip y, en su caso, la unidad de alimentación de tensión, pueden estar dispuestos por separado en diversas combinaciones, o bien estar integrados en una unidad. Por ejemplo, una unidad de transpondedor, según la invención, puede estar conformada como un transpondedor de configuración especial en un soporte de datos portátil, en especial una tarjeta de chip que, opcionalmente, puede tener una batería. Un soporte de datos portátil, en especial, una tarjeta SIM con un chip y una unidad de interfaz, en un aparato terminal móvil, puede estar conectado a una fuente de tensión externa y/o a una antena externa. La unidad de interfaz dispuesta en un aparato terminal puede estar conectada a una antena propia o externa, y comunicarse con un chip situado de forma fija en el aparato terminal o bien dispuesto temporalmente sobre el aparato terminal.

Por ejemplo, con las combinaciones de componentes antes citadas se puede elegir un circuito de modulación adecuado para el caso de aplicación concreto. Teóricamente, también las diversas clases de moduladores de subportadora y moduladores de frecuencia portadora se pueden combinar de cualquier modo deseado. Según la aplicación, también es posible prever el modo de funcionamiento pasivo así como las condiciones para que se produzcan conmutaciones.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para transmitir datos desde una tarjeta de chip con unidad de transpondedor (1) hacia un aparato lector (100), para el que se transmiten datos de transpondedores mediante la modulación de un campo, de modo que la unidad de transpondedor (1), en un segundo modo de funcionamiento, realiza una modulación de carga para transmitir los datos al aparato lector (100), caracterizado porque la unidad de transpondedor (1), en un primer modo de funcionamiento, genera por sí misma un campo de transpondedor (20) modulado y lo emite como señal reconocible para el aparato lector (100) como modulación de carga realizada por un transpondedor del campo (100) del aparato lector, a fin de transferir los datos al aparato lector (100).
- 10 2. Procedimiento, según la reivindicación 1, caracterizado porque la unidad de transpondedor (1), dependiendo de la magnitud de la tensión inducida en la antena (3), emplea el primero o el segundo modos de funcionamiento.
3. Procedimiento, según una de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado porque en la unidad se realizan las siguientes etapas:
- recepción de una señal de entrada del aparato lector (100);
- desmodulación de la señal de entrada, para extraer de la señal de entrada datos recibidos; y
- 15 conducción de los datos extraídos a un dispositivo de mando (5), después de lo cual se generan en el dispositivo de mando (5) los datos a transmitir al aparato lector (100).
- 20 4. Procedimiento, según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque comprende una etapa de conducción de los datos a transferir y de una señal de oscilador, generada en la unidad mediante un oscilador (8), a un modulador anular (9) para generar en la unidad de transpondedor (1) la señal de salida, de modo que la señal del modulador anular (9) se transmite al aparato lector mediante una antena (3).
5. Procedimiento, según la reivindicación 4, caracterizado porque se conduce al modulador anular la señal del oscilador y una señal generada con los datos a transmitir mediante la modulación de una subportadora de una frecuencia determinada.
- 25 6. Procedimiento, según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque comprende las siguientes etapas en la unidad de transportador (1):
- conducción de una señal de subportadora modulada con los datos a transmitir, y de una señal de oscilador generada por un oscilador (8) situado en la unidad de transpondedor (1), a un modulador en la unidad de transpondedor (1);
- 30 vinculación lógica de la señal subportadora modulada y de la señal de oscilador mediante el modulador; y
- transmisión de la señal de salida del modulador mediante una antena (3) al aparato lector (100).
7. Procedimiento, según la reivindicación 5 ó 6, caracterizado porque la señal de subportadora modulada mediante los datos a transmitir se introduce en la unidad de transportador.
- 35 8. Procedimiento, según una de las reivindicaciones 5 a 7, caracterizado por una etapa de generación de la frecuencia de la señal subportadora mediante división de la frecuencia de la señal de oscilador.
9. Procedimiento, según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque en la unidad de transpondedor los datos a transmitir se conducen, a elección, a un modulador de carga o a un circuito destinado a generar la señal de salida.
- 40 10. Procedimiento, según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque posee una etapa de limitación, mediante un limitador de tensión, de una tensión inducida por el aparato lector (100) en la antena (3) de la unidad de transpondedor.
11. Procedimiento, según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque comprende una etapa de amplificación de la señal antes de la transmisión de la misma al aparato lector (100).
- 45 12. Unidad de transpondedor en una tarjeta de chip destinada a la transmisión de datos a un aparato lector (100), al que se transmiten datos de transpondedores mediante modulación de un campo del aparato lector, con medios para la modulación de carga del campo del aparato lector, para transmitir al aparato lector los datos en un segundo modo de funcionamiento, caracterizada porque posee medios destinados a generar y emitir un campo de transpondedor (20) modulado como señal, la cual puede ser reconocida por el aparato lector (100) como una modulación de carga del campo (110) del aparato lector realizada por un transpondedor para transmitir al aparato lector los datos en un primer modo de funcionamiento.
- 50 13. Unidad de transpondedor, según la reivindicación 12, caracterizada porque la unidad está adaptada para que, dentro de un alcance de comunicación (KR) normal, dentro del cual el aparato lector (100) puede

intercambiar datos con transpondedores activos (300), el aparato lector utilice el segundo modo de funcionamiento, y para que fuera del alcance de comunicación normal (KR) utilice el primer modo de funcionamiento.

5 14. Unidad de transpondedor, según la reivindicación 12 ó 13, caracterizada porque comprende, como mínimo, una antena (3) para transmitir señales desde y/o hacia el aparato lector (100), un receptor (4) para desmodular una señal transmitida por el aparato lector (100) a fin de extraer de ella los datos, y un circuito electrónico preparado para procesar los datos extraídos y generar los datos a enviar al aparato lector (100).

15. Unidad de transpondedor, según una de las reivindicaciones 12 a 14, caracterizada porque posee una alimentación de energía (2) propia.

10 16. Unidad de transpondedor, según una de las reivindicaciones 12 a 15, caracterizada porque comprende un modulador de carga y un dispositivo de conmutación preparado para conmutar entre el modulador de carga y un módulo de circuito, según la magnitud de la tensión inducida en la antena (3), para generar la señal de salida.

15 17. Unidad de transpondedor, según la reivindicación 16, caracterizada porque el dispositivo de conmutación conmuta automáticamente del módulo de circuito al modulador de carga cuando la tensión inducida supera un valor predeterminado.

18. Unidad de transpondedor, según una de las reivindicaciones 12 a 17, caracterizada porque comprende un oscilador (18) para generar una señal de oscilador, y un modulador (9; 53, 59; 63, 64, 69) preparado para modular la señal de oscilador mediante los datos a enviar y generar a partir de ellos la señal de salida.

20 19. Unidad de transpondedor, según la reivindicación 18, caracterizada porque posee un componente electrónico (11; 53; 63, 64) para modular una señal subportadora con una frecuencia determinada mediante los datos a enviar generados en el elemento de control (5), para conducir al modulador (9) los datos a enviar en forma de una señal subportadora modulada.

20. Unidad de transpondedor, según una de las reivindicaciones 18 ó 19, caracterizada porque el modulador, como modulador de frecuencia portadora, comprende un modulador anular o un modulador ASK.

25 21. Unidad de transpondedor, según una de las reivindicaciones 18 a 20, caracterizada porque la unidad de transpondedor está adaptada para conseguir una supresión de una señal de frecuencia portadora en beneficio de la señal subportadora modulada con los datos a transmitir.

22. Unidad de transpondedor, según una de las reivindicaciones 12 a 21, caracterizada porque posee un limitador de tensión para limitar una tensión inducida en la antena (3).

30 23. Unidad de transpondedor, según una de las reivindicaciones 12 a 22, caracterizada porque posee un dispositivo para su desactivación temporal.

24. Sistema para la transmisión de datos que comprende una tarjeta de chip con unidad de transpondedor, según una de las reivindicaciones 12 a 23, y un aparato lector/transpondedor (100).

35 25. Sistema, según la reivindicación 24, en el que el aparato lector/transpondedor (100) es una unidad NFC.

FIG 1

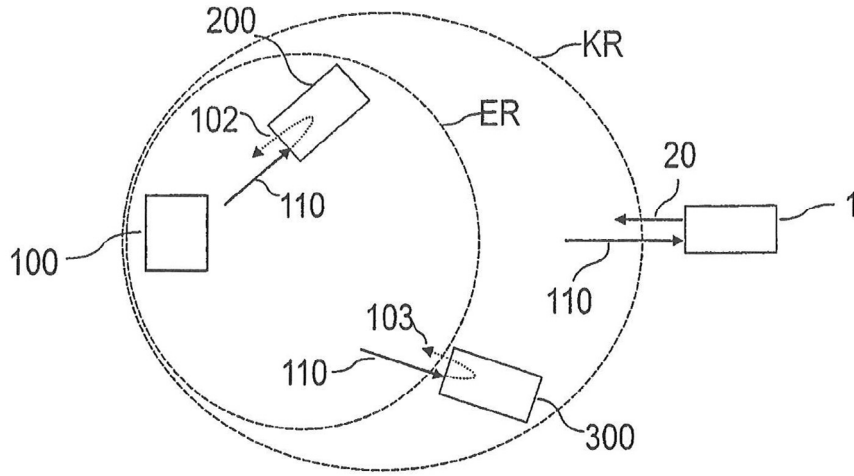


FIG 2

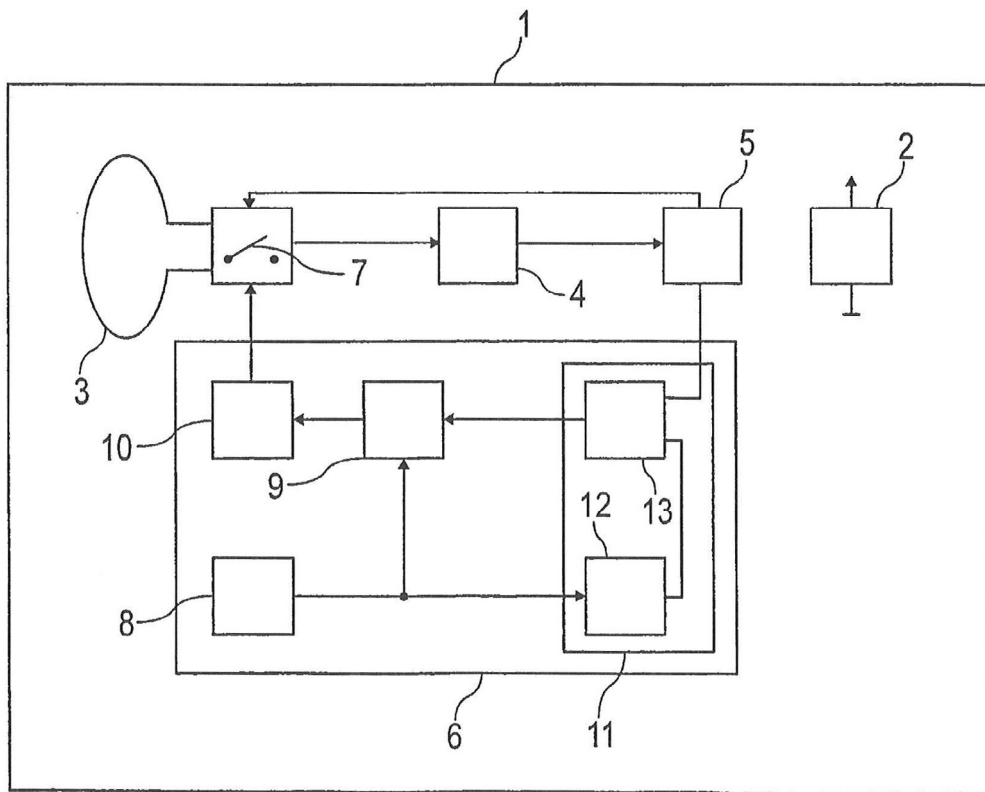


FIG 3

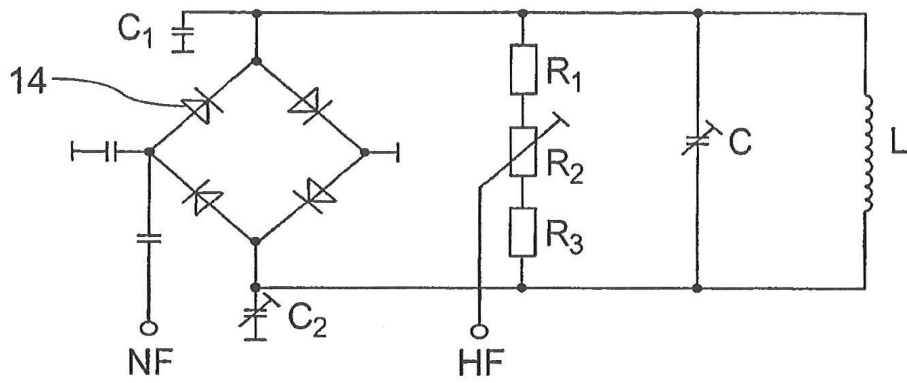


FIG 4

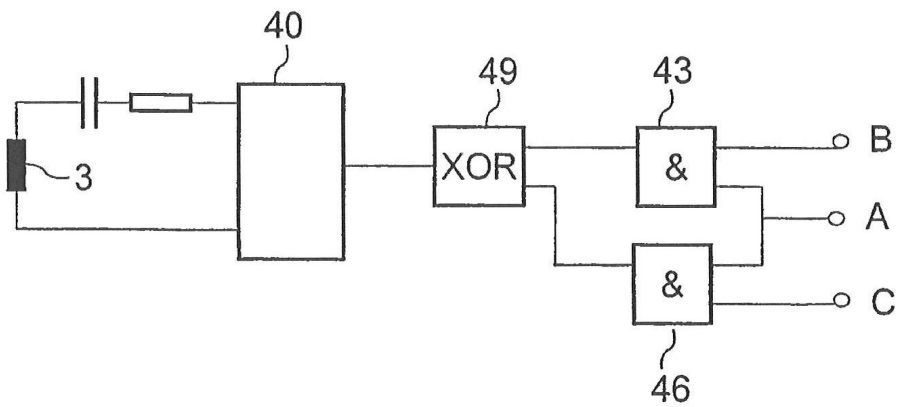


FIG 5

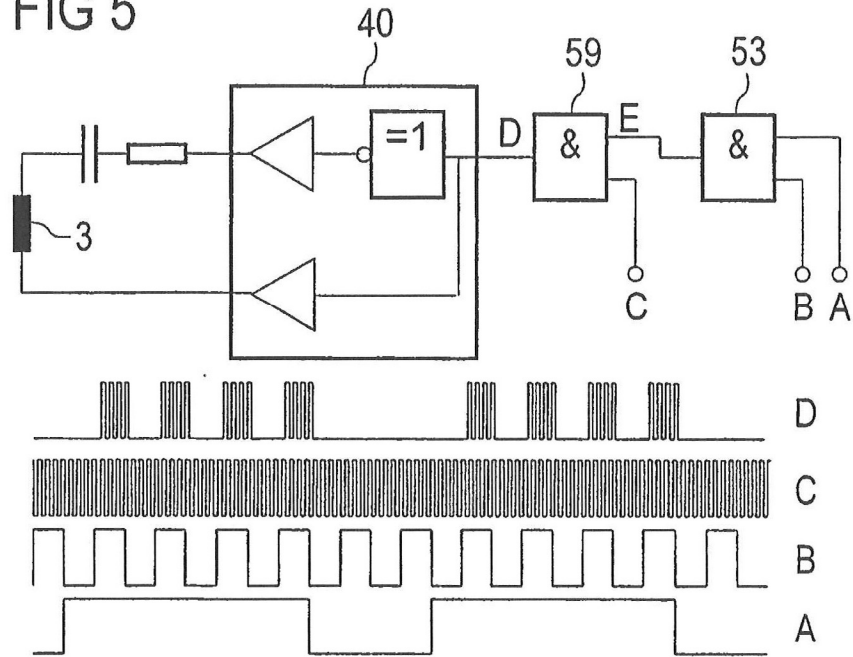


FIG 6

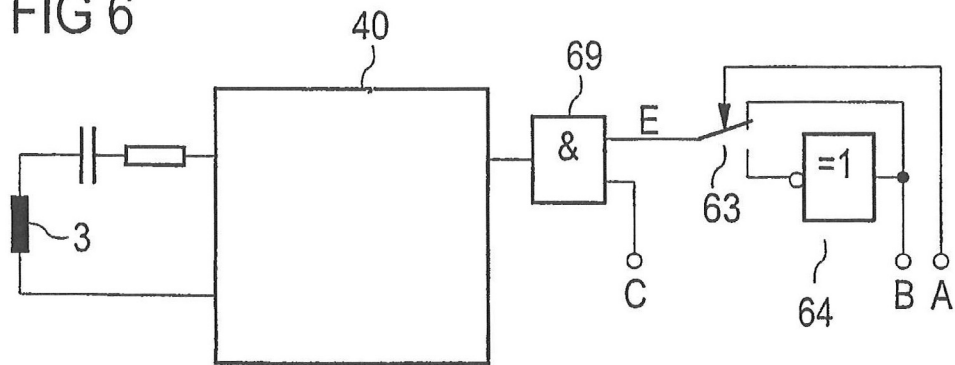


FIG 7

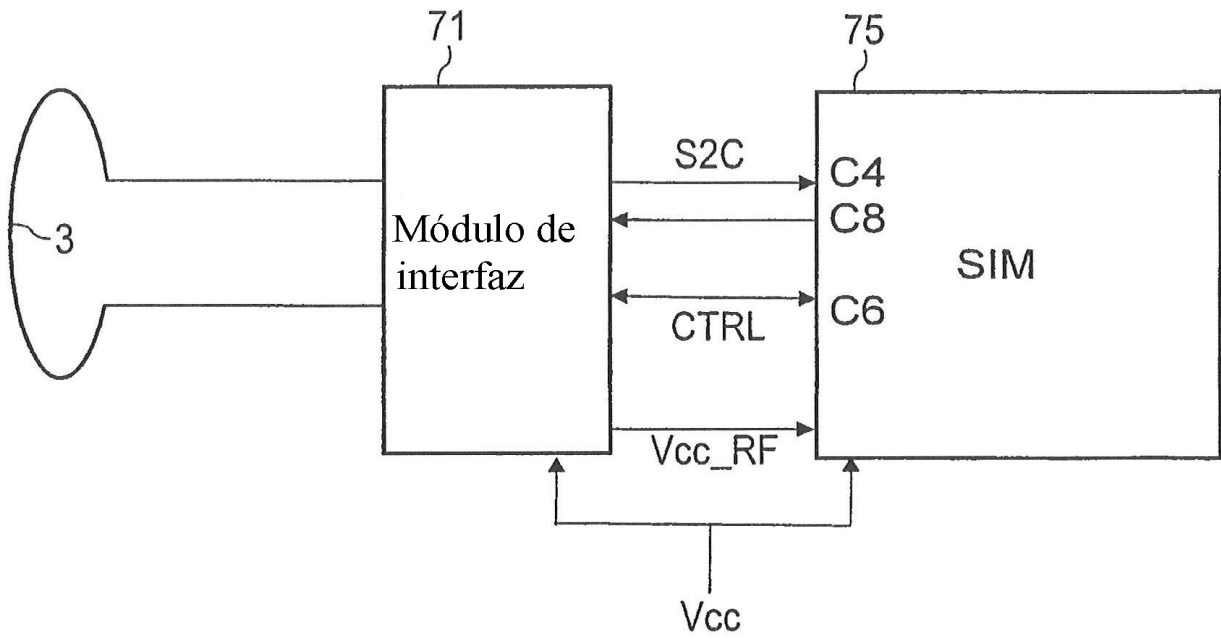


FIG 8

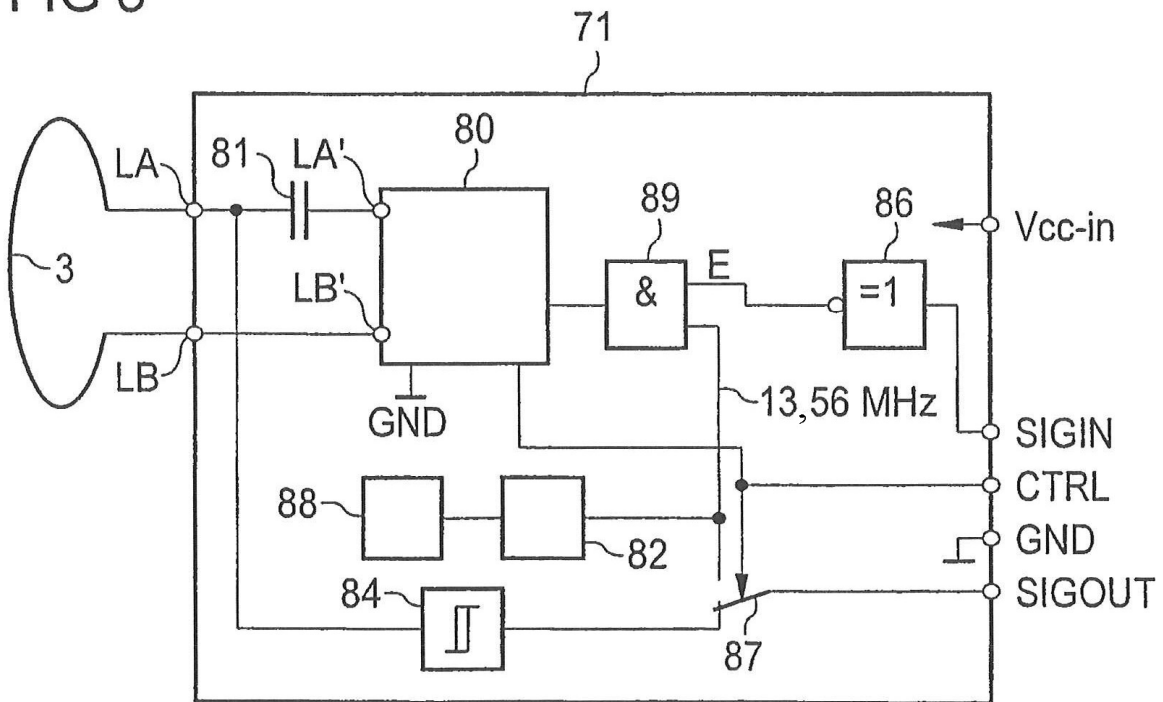


FIG 9

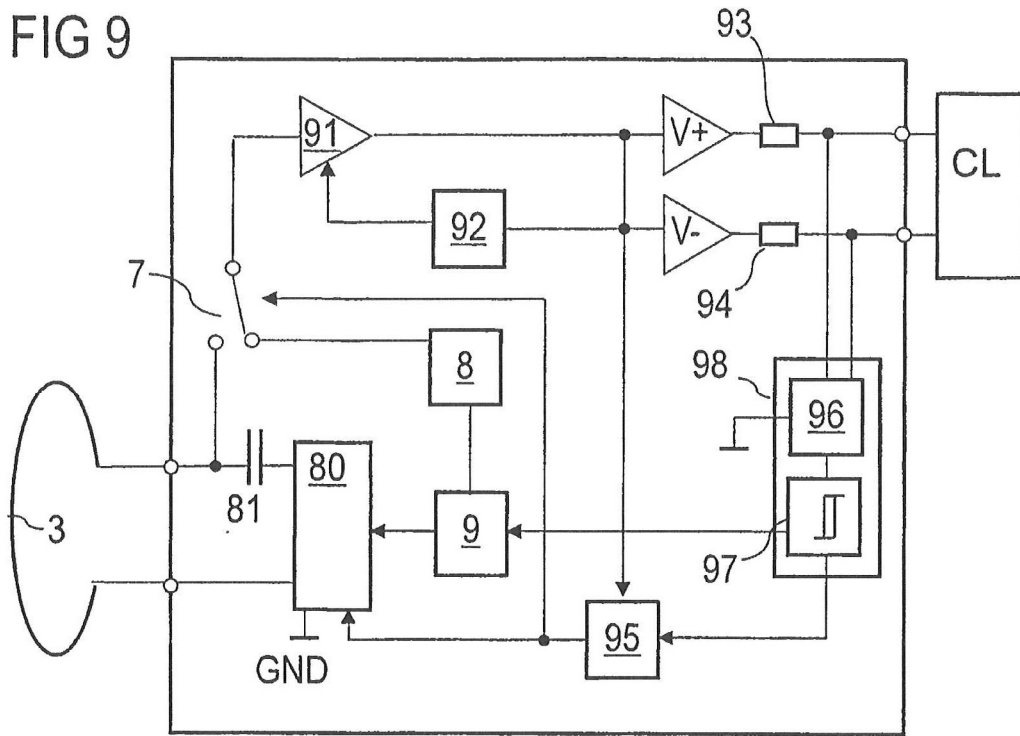


FIG 10

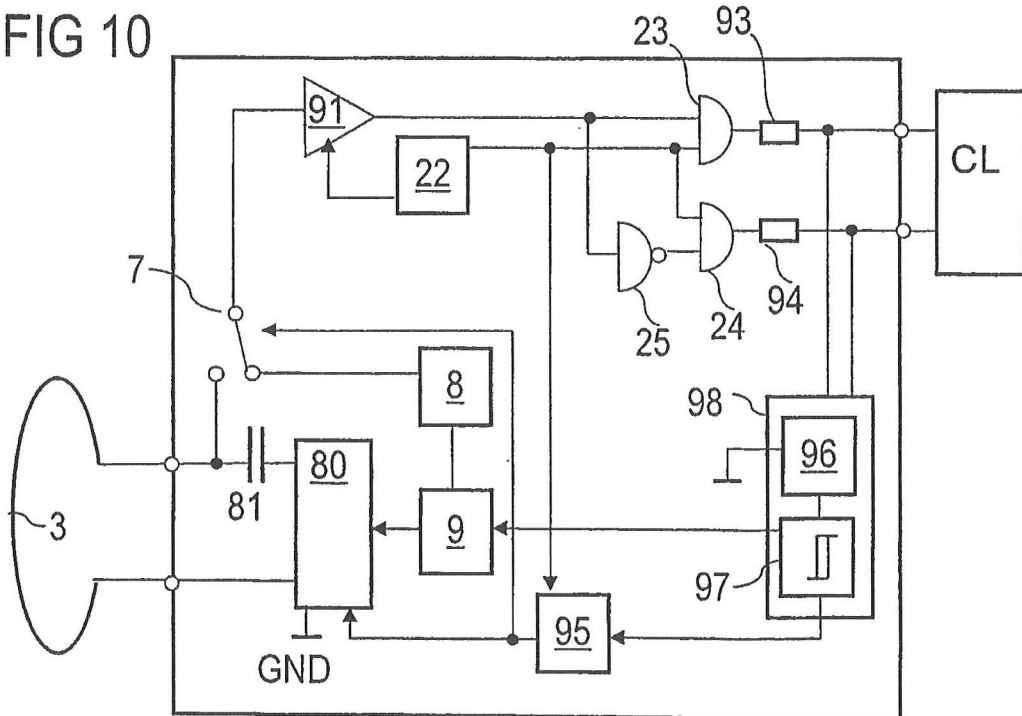


FIG 11

