

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 371 367**

51 Int. Cl.:
G06K 7/00 (2006.01)
G06K 7/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07251385 .6**
96 Fecha de presentación: **30.03.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **1840789**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.10.2007**

54 Título: **CIRCUITO GENERADOR DE SEÑALES DE DETECCIÓN PARA UN LECTOR RFID.**

30 Prioridad:
31.03.2006 US 396290

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
30.12.2011

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

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

72 Inventor/es:
**Lowe, Peter R. y
Hoemann, James D.**

74 Agente: **Curell Aguilá, Mireia**

ES 2 371 367 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

Circuito generador de señales de detección para un lector RFID.

5 **Campo Técnico**

La presente invención se refiere en general a sistemas RFID y, más particularmente aunque no de manera exclusiva, a la construcción y funcionamiento de un circuito generador de señales de detección utilizado dentro de un lector de un sistema RFID.

10

Antecedentes

Típicamente, los sistemas de identificación por radiofrecuencia (RFID) incluyen por lo menos un lector y una pluralidad de transpondedores, a los cuales se les denomina comúnmente credenciales, tarjetas, etiquetas, o similares. El transpondedor puede ser un dispositivo activo o pasivo de comunicación por radiofrecuencia que está fijado directamente o integrado en un artículo que va a ser identificado, o caracterizado de otra manera, por el lector. Alternativamente, el transpondedor puede estar integrado en un sustrato portátil, tal como una tarjeta, etiqueta, o similares, llevado por una persona o un artículo que va a ser identificado o caracterizado de otra manera por el lector. Un transpondedor activo se pone en funcionamiento por medio de su propia fuente de alimentación interna, tal como una batería, que proporciona la alimentación de funcionamiento para la circuitería del transpondedor. Por contraposición, un transpondedor pasivo se caracteriza porque depende del lector en cuanto a su alimentación. El lector "excita" o pone en funcionamiento el transpondedor pasivo transmitiendo señales de excitación de una frecuencia dada al espacio circundante del lector, las cuales son recibidas por el transpondedor y proporcionan la alimentación de funcionamiento para la circuitería del transpondedor destinatario. La frecuencia de las señales de excitación se puede corresponder con la frecuencia de señales de datos comunicadas entre el transpondedor y el lector.

Una vez que se ha puesto en funcionamiento un transpondedor pasivo, el transpondedor comunica información, tal como datos de identidad u otros datos caracterizadores almacenados en la memoria del transpondedor, al lector. El transpondedor se comunica con el lector en una modalidad sin contacto mediante la generación de señales de datos de transpondedor utilizando circuitería interna que incluye, típicamente, un par LC resonante constituido por, entre otros, un condensador y una antena. Las señales de datos del transpondedor se caracterizan por una frecuencia portadora específica que es una función del par LC del transpondedor. En particular, el par LC del transpondedor se sintoniza a una frecuencia de resonancia deseada de manera que las señales de datos del transpondedor generadas de esta manera tengan una frecuencia portadora correspondiente a la frecuencia de resonancia sintonizada del par LC del transpondedor.

Por ejemplo, los transpondedores del tipo denominado convencionalmente tarjetas de proximidad o etiquetas de proximidad tienen un par LC sintonizado en un intervalo de frecuencias de resonancia de entre 100 y 150 kHz, lo cual permite que la tarjeta de proximidad genere señales de datos de transpondedor a una frecuencia portadora situada dentro de este mismo intervalo de entre 100 y 150 kHz. A este intervalo de frecuencias portadoras se le hace referencia nominalmente en el presente documento como frecuencia portadora de 125 kHz y se considera una frecuencia baja. Por contraposición, los transpondedores del tipo denominados convencionalmente tarjetas inteligentes tienen un par LC sintonizado a una frecuencia de resonancia mayor y aproximadamente 13,56 MHz lo cual permite que la tarjeta inteligente genere señales de datos del transpondedor a la misma frecuencia portadora de 13,56 MHz.

Las señales de datos de transpondedor se transmiten en forma de oscilaciones electromagnéticas hacia el espacio circundante en el que reside el lector, a través de la antena del par LC del transpondedor. El lector contiene su propia circuitería interna que incluye un par LC constituido por, entre otros, un condensador y una antena, que recibe y "lee" las señales de datos del transpondedor (es decir, extrae los datos de las señales de datos del transpondedor) cuando el par LC del lector está sintonizado esencialmente a la misma frecuencia de resonancia que el par LC del transpondedor sintonizado y, de forma correspondiente, a la frecuencia portadora de la señal de datos del transpondedor.

Las funciones de generación y transmisión de señales de excitación y las funciones de recepción y lectura de señales de datos del transpondedor realizadas por el lector, según se ha descrito anteriormente, definen un estado de funcionamiento del lector denominado "estado de transacción de datos". El estado de transacción de datos abarca además funciones de generación y transmisión de señales de datos del lector, en donde al transpondedor se le comunica información almacenada en la memoria del lector o generada de otra manera por el lector. La manera según la cual el lector comunica información al transpondedor es esencialmente igual o similar a la manera según la cual el transpondedor comunica información al lector. Como tales, las señales de datos del lector se caracterizan esencialmente por la misma frecuencia portadora que las señales de datos del transpondedor.

Aunque un lector puede funcionar continuamente en el estado de transacción de datos, las funciones realizadas por el lector mientras se encuentra en el estado de transacción de datos presentan típicamente una demanda

relativamente alta de potencia, lo cual puede mermar rápidamente la fuente de alimentación del lector. Esta condición resulta particularmente no deseable cuando el lector se alimenta por medio de una fuente de alimentación portátil autosuficiente, tal como una pequeña batería desechable o recargable, que tiene una vida finita. En general, desde el punto de vista de la alimentación, resulta más rentable hacer funcionar el lector en el estado de transacción de datos únicamente cuando un transpondedor está dentro del alcance de lectura del lector, mientras que, el resto del tiempo, el lector se hace funcionar en un estado alternativo que presenta una demanda de potencia relativamente inferior. A un estado de funcionamiento alternativo del lector, de menor potencia, se le denomina "estado de detección", el cual se habilita comúnmente por medio de un circuito generador de señales de llamada y un circuito de detección de transpondedores proporcionados dentro del lector. El lector funciona continuamente en el estado de detección excepto cuando el circuito de detección de transpondedores detecta un transpondedor dentro del alcance de lectura del lector. El lector se conmuta al estado de transacción de datos al producirse la detección de un transpondedor, aunque solamente durante un tiempo limitado suficiente para completar la comunicación entre el lector y el transpondedor antes de conmutarse de nuevo al estado de detección.

La patente US nº 6.476.708 de Johnson, que se incorpora a la presente memoria como referencia, da a conocer un lector ejemplificativo que tiene un estado de detección de baja potencia y un estado de funcionamiento de transacción de datos de alta potencia. El lector incluye un circuito generador de señales que, de manera alternativa, actúa como circuito generador de señales de llamada o circuito generador de señales de excitación dependiendo del estado de funcionamiento del lector en cualquier momento dado. El lector incluye además una pequeña fuente de alimentación de batería, portátil, y el circuito de detección de transpondedores que está acoplado al circuito generador de señales.

El principio de funcionamiento del estado de detección es detectar un transpondedor dentro del alcance de lectura del lector por la medición de cambios de una respuesta impulsional en la antena del lector. El estado de detección se inicia mediante la generación de un impulso de detección usando el circuito generador de señales y aplicando el impulso de detección a la antena del lector. El impulso de detección provoca que la antena del lector transmita una señal de llamada al espacio circundante, la cual tiene una frecuencia correspondiente a la frecuencia de resonancia del par LC sintonizado del lector. La señal de llamada resultante provoca una respuesta impulsional predecible en la antena del lector. Aunque la señal de llamada tiene una potencia insuficiente para hacer funcionar cualquier transpondedor que resida en el espacio circundante, si un transpondedor que tiene una frecuencia de resonancia en o cerca de la frecuencia de resonancia del lector está suficientemente próximo a este último, la respuesta impulsional en la antena del lector se modifica de una manera característica. En particular, el acoplamiento inductivo de la antena del lector a la antena del transpondedor cercano provoca un cambio de la respuesta impulsional en la antena del lector.

El lector utiliza el circuito de detección de transpondedores para detectar este cambio de la respuesta impulsional. En particular, el circuito de detección de transpondedores monitoriza el nivel de un parámetro designado de detección de transpondedores de la respuesta impulsional. Cuando el parámetro de detección de transpondedores alcanza un nivel de umbral predeterminado, se confirma la presencia de un transpondedor en el espacio circundante, y el circuito de detección de transpondedores conmuta el circuito generador de señales desde el estado de detección de baja potencia al estado de transacción de datos de alta potencia, finalizando de este modo la generación de señales de llamada. Como tal, el circuito generador de señales realiza una transición a un circuito generador de señales de excitación, en donde el circuito generador de señales consume una mayor corriente eléctrica de la fuente de alimentación del lector para generar y transmitir una señal de excitación que sea suficiente para activar el transpondedor. La señal de excitación es recibida por el transpondedor y alimenta la circuitería el mismo, que, a su vez, genera una señal de datos de transpondedor para su transmisión hacia el lector. Después de que el lector lea la señal de datos de transpondedor recibida, el circuito generador de señales se conmuta de vuelta al estado de detección y reanuda la generación de señales de llamada mientras se da por finalizada la generación de señales de excitación.

Puesto que en el estado de detección el lector transmite únicamente señales de llamada, el lector funciona con un ciclo de trabajo muy bajo, aunque con una velocidad de repetición alta mientras se encuentra en el estado de detección. Consecuentemente, la técnica antes descrita permite que el lector funcione con un consumo medio de potencia muy bajo para evitar la disipación acelerada de la fuente de alimentación del lector aunque manteniendo un tiempo de respuesta rápido para la detección de los transpondedores.

Los documentos EP 0 783 158, EP 1 605 391 y EP 0 899 677 ilustran otros sistemas y lectores RFID de la técnica anterior.

El documento EP 0 783 158, que se considera como el documento más próximo de la técnica anterior, da a conocer un sistema actual de identificación RF, convencional, que funciona bajo diferentes protocolos de comunicación. El sistema comprende un lector que puede recibir y reconocer señales semidúplex y dúplex completo que tienen una primera y una segunda frecuencia RF. Con estas dos frecuencias se sintonizan dos circuitos LC del lector. Dependiendo de la señal que llegue, un conmutador en el lector activa el circuito LC sintonizado correspondiente y desactiva el otro. De este modo, solamente funciona un circuito LC al mismo tiempo.

El documento EP 1 605 391 da a conocer un lector RFID que comprende dos circuitos resonantes de antena LC, uno sintonizado a una frecuencia alta y el otro sintonizado a una frecuencia baja. Ambos circuitos están diseñados de tal manera que esencialmente no existe interferencia entre ambos circuitos, con lo cual dichos circuitos no generarán un modo simétrico ni anti-simétrico.

La sensibilidad, y de forma correspondiente el alcance de detección, del lector en el estado de detección depende altamente de la adaptación ajustada de las frecuencias de resonancia sintonizadas de los pares LC del lector y del transpondedor. No obstante, la población completa de transpondedores en un sistema RFID dado no está siempre sintonizada a la misma frecuencia de resonancia individual. Por el contrario, una población dada de transpondedores puede presentar una distribución de múltiples frecuencias de resonancia. Por ejemplo, fabricantes diferentes de transpondedores pueden elegir sintonizar sus transpondedores a frecuencias de resonancia nominales diferentes dando como resultado transpondedores disponibles comercialmente que funcionan a frecuencias diferentes. Por lo tanto, es deseable proporcionar un detector de transpondedores, para un lector, que sea capaz de detectar transpondedores sintonizados a frecuencias de resonancia diferentes.

Por consiguiente, en general un objetivo de algunas formas de realización de la presente invención es proporcionar un lector que pueda generar selectivamente señales de detección en una única antena del lector con diferentes frecuencias de las señales de detección. En general, otro objetivo de algunas formas de realización de la presente invención es proporcionar un lector que pueda utilizar las señales de detección de diferente frecuencia en un patrón de búsqueda para transpondedores sintonizados a frecuencias correspondientes. Otro objetivo de algunas formas de realización de la presente invención es proporcionar un lector que genere señales de detección de diferente frecuencia aunque funcionando en un estado de consumo de muy baja potencia. Más particularmente, es un objetivo de algunas formas de realización de la presente invención proporcionar un lector que realice una transición entre la generación de las señales de detección de diferente frecuencia sin un consumo de potencia excesivo. Es otro objetivo de algunas formas de realización de la presente invención proporcionar un lector que tenga un circuito de detección el cual mantenga una Q alta del circuito con el fin de mantener la sensibilidad con independencia de la frecuencia de detección generada. Es otro objetivo de algunas formas de realización de la presente invención proporcionar un lector que tenga circuitos activos y elementos de conmutación para el estado de funcionamiento de detección los cuales se implementen dentro de un circuito integrado utilizando un proceso convencional, tal como un circuito integrado CMOS de señales digitales o mixtas. Es todavía otro objetivo de algunas formas de realización de la presente invención proporcionar un circuito generador de señales de detección que se pueda integrar fácilmente con un lector o lector/grabador convencional existente, de baja frecuencia o de alta frecuencia. Estos objetivos se logran por medio de la reivindicación independiente 1.

Sumario

En un primer aspecto, la presente invención puede proporcionar un detector de transpondedores de RFID que comprende un primer par LC, un segundo par LC, una antena, un controlador y un circuito de detección y de medición de señales de respuesta. El primer par LC está acoplado al segundo par LC, lo cual puede realizarse a través de un condensador de acoplamiento, y la antena está acoplada al primer y al segundo pares LC. El primer par LC incluye una primera bobina de inducción y un primer condensador de sintonía, y el segundo par LC incluye de modo similar una segunda bobina de inducción y un segundo condensador de sintonía. El controlador está acoplado al primer y el segundo pares LC para aplicar un primer y un segundo impulsos al primer y el segundo pares LC. Entre el primer par LC y el controlador puede haber acoplado un primer circuito de excitación. Como tal, el controlador aplica los impulsos al primer par LC a través del primer circuito de excitación. Un segundo circuito de excitación puede estar acoplado de manera similar entre el segundo par LC y el controlador de manera que el controlador aplica los impulsos al segundo par LC a través del segundo circuito de excitación.

El primer y el segundo pares LC resuenan en respuesta al primer y el segundo impulsos aplicados, para producir una secuencia de una primera y de una segunda señales de detección. La primera señal de detección tiene una primera frecuencia de detección y la segunda señal de detección tiene una segunda frecuencia de detección diferente a la primera frecuencia de detección. La transmisión de la frecuencia de señales de detección desde la antena da como resultado una primera y una segunda señales de respuesta correspondientes que tienen, respectivamente, la primera y la segunda frecuencias de detección, en la antena.

El circuito de detección y de medición de señales de respuesta está acoplado a la antena y al controlador. El circuito de detección y de medición de señales de respuesta recibe la primera y segunda señales de detección y la primera y segunda señales de respuesta correspondientes, y mide valores de un parámetro de detección preseleccionado para cada una de las señales de detección y cada una de las señales de respuesta. Por ejemplo, el circuito de detección y de medición de señales de respuesta puede ser unos medios para medir valores de voltaje o de velocidad de decaimiento de las señales de detección y de respuesta. El controlador o el circuito de detección y de medición de señales de respuesta está configurado para comparar los valores correspondientes a las señales de detección con los valores correspondientes a las señales de respuesta, y para determinar, basándose en la comparación de los valores, si en un espacio próximo del detector de transpondedores hay presente un transpondedor que tiene una frecuencia de resonancia de transpondedor correspondiente a la primera o segunda frecuencia de detección.

De acuerdo con una forma de realización, el detector de transpondedores de RFID comprende además un conmutador de modo (que puede ser una puerta lógica de modo) en comunicación con el controlador. El controlador está configurado para realizar una transición directa del conmutador de modo entre una primera posición y una segunda posición. La primera posición determina un modo simétrico de oscilación del primer y el segundo pares LC, y la segunda posición determina un modo antisimétrico de oscilación del primer y el segundo pares LC. Todavía adicionalmente, el detector de transpondedores de RFID comprende un conmutador de habilitación (que puede ser una puerta lógica de habilitación) en comunicación con el controlador. El controlador está configurado para realizar una transición directa del conmutador de habilitación entre dos posiciones. Las dos posiciones determinan si en la antena se aplica una de las señales de detección o una señal de excitación.

De acuerdo con otra forma de realización, el detector de transpondedores de RFID comprende además un tercer par LC que incluye una tercera bobina de inducción y un tercer condensador de sintonía. El tercer par LC está acoplado al controlador para aplicar impulsos al tercer par LC, que producen la secuencia de señales de detección transmitidas por la antena. La secuencia de señales de detección incluye señales de detección que tienen por lo menos tres frecuencias diferentes, definiéndose de este modo una tercera frecuencia de detección además de la primera y de la segunda frecuencias de detección. El circuito de detección y de medición de señales de respuesta está acoplado al tercer par LC para determinar si, en el espacio próximo del detector de transpondedores, hay presente un transpondedor que tiene una frecuencia de resonancia de transpondedor correspondiente a la tercera frecuencia de detección.

En otro aspecto, la presente invención puede proporcionar un lector para un sistema RFID. El lector comprende un circuito excitador/lector, una antena, un controlador principal, y un circuito de detección. El circuito de detección incluye un primer par LC acoplado a un segundo par LC, lo cual se puede realizar a través de un condensador de acoplamiento. La antena está acoplada al primer y al segundo pares LC, que incluyen una primera y una segunda bobinas de inducción y un primer y un segundo condensadores de sintonía, respectivamente. El circuito de detección tiene un controlador de circuito de detección acoplado al primer y al segundo pares LC para aplicar un primer y un segundo impulsos al primer y al segundo pares LC. El primer y el segundo pares LC resuenan en respuesta al primer y el segundo impulsos aplicados, para producir una secuencia de una primera y de una segunda señales de detección. La primera señal de detección tiene una primera frecuencia de detección y la segunda señal de detección tiene una segunda frecuencia de detección diferente a la primera frecuencia de detección. La transmisión de la secuencia de señales de detección desde la antena da como resultado una primera y una segunda señales de respuesta correspondientes que tienen, respectivamente, la primera y la segunda frecuencias de detección, en la antena.

El circuito de detección incluye además un conmutador de modo (el cual puede ser una puerta lógica de modo) en comunicación con el controlador del circuito de detección. El controlador del circuito de detección está configurado para realizar una transición directa del conmutador de modo entre una primera posición y una segunda posición. La primera posición determina un modo simétrico de oscilación del primer y segundo pares LC y la segunda posición determina un modo antisimétrico de oscilación del primer y el segundo pares LC. Todavía adicionalmente, el detector de transpondedores de RFID comprende un conmutador de habilitación (que puede ser una puerta lógica de habilitación) en comunicación con el controlador. El controlador está configurado para realizar una transacción directa del conmutador de habilitación entre dos posiciones. Las dos posiciones determinan si en la antena se aplica una de las señales de detección o una señal de excitación.

Todavía adicionalmente, el circuito de detección incluye un circuito de detección y de medición de señales de respuesta que está acoplado a la antena y al controlador del circuito de detección. El circuito de detección y de medición de señales de respuesta recibe la primera y la segunda señales de detección y la primera y segunda señales de respuesta correspondientes, y mide valores de un parámetro de detección preseleccionado, para cada una de las señales de detección y cada una de las señales de respuesta. El circuito de detección y de medición de señales de respuesta puede ser, por ejemplo, unos medios para medir valores de voltaje o de velocidad de decaimiento de las señales de detección y de respuesta. El controlador del circuito de detección o el circuito de detección y de medición de señales de respuesta está configurado para comparar los valores correspondientes a las señales de detección con los valores correspondientes a las señales de respuesta, y para determinar, basándose en la comparación de los valores, si, en un espacio próximo del detector de transpondedores, hay presente un transpondedor que tiene una frecuencia de resonancia de transpondedor correspondiente a la primera o segunda frecuencia de detección.

El circuito excitador/lector está acoplado a la antena y el controlador principal está acoplado al circuito excitador/lector y al circuito de detección. El controlador principal está configurado para activar el circuito excitador/lector en respuesta a una señal, reconocida por el transpondedor, proveniente del controlador del circuito de detección. De acuerdo con una forma de realización, la antena es enteriza con la primera y/o la segunda bobinas de inducción. De acuerdo con otra forma de realización, el controlador principal es enterizo con el controlador del circuito de detección.

En otro aspecto, la presente invención puede proporcionar un método de detección de transpondedores. El método

se inicia aplicando unos primeros impulsos en una primera posición y en una segunda posición en un sistema de oscilador acoplado que tiene un primer par LC y un segundo LC. El primer y el segundo pares LC se hacen resonar en respuesta a los primeros impulsos para generar una primera señal de detección que tiene una primera frecuencia de detección en correlación con los primeros impulsos. En la primera y segunda posiciones en el sistema de oscilador acoplado se aplican segundos impulsos. El primer y el segundo pares LC se hacen resonar en respuesta a los segundos impulsos para generar una segunda señal de detección que tiene una segunda frecuencia de detección diferente a la primera frecuencia de detección y en correlación con los segundos impulsos. Se transmite una secuencia de la primera y la segunda señales de detección hacia un espacio próximo a dichos primer y segundo pares LC, que produce una primera y una segunda señales de respuesta correspondientes, respectivamente, a la primera y segunda señales de detección.

Se miden valores de un parámetro de detección preseleccionado, para la primera señal de detección, la segunda señal de detección, la primera señal de respuesta, y la segunda señal de respuesta, con el fin de obtener una secuencia de valores del parámetro de detección para las señales de detección y respuesta. Los parámetros de detección ejemplificativos incluyen voltaje de la señal o velocidad de decaimiento de la señal. Una secuencia ejemplificativa de valores es una secuencia alternada. El valor para la primera señal de detección se compara con el valor para la primera señal de respuesta, y el valor para la segunda señal de detección se compara con el valor para la segunda señal de respuesta. La secuencia de valores se puede separar en una subsecuencia de valores correspondientes a las primeras señales de detección, una subsecuencia de valores correspondientes a las segundas señales de detección, una subsecuencia de valores correspondientes a las primeras señales de respuesta, y una subsecuencia de valores correspondientes a las segundas señales de respuesta, antes de comparar los valores correspondientes a las señales de detección con los valores correspondientes a las señales de respuesta. La presencia de un transpondedor que tiene una primera frecuencia de resonancia de transpondedor correspondiente a la primera frecuencia de detección en un espacio próximo del detector de transpondedores se determina basándose en la comparación de los valores correspondientes a las primeras señales de detección y de respuesta. La presencia de un transpondedor que tiene una segunda frecuencia de resonancia de transpondedor correspondiente a la segunda frecuencia de detección en el espacio próximo del detector de transpondedores se determina de modo similar basándose en la comparación de los valores correspondientes a la segunda señales de detección y de respuesta.

De acuerdo con una forma de realización, el método de detección de transpondedores comprende además aplicar unos terceros impulsos en la primera y segunda posiciones y en una tercera posición en el sistema de oscilador acoplado, que adicionalmente tiene un tercer par LC. El primer, segundo y tercer pares LC se hacen resonar en respuesta a los terceros impulsos para generar una tercera señal de detección que tiene una tercera frecuencia de detección diferente a la primera y segunda frecuencias de detección y en correlación con los terceros impulsos. Hacia un espacio próximo al primer, segundo, y tercer pares LC se transmite una secuencia de las primeras, segundas y terceras señales de detección, produciéndose una tercera señal de respuesta correspondiente a la tercera señal de detección. Se miden valores del parámetro de detección correspondiente a las terceras señales de detección y de respuesta, y el valor correspondiente a la tercera señal de detección se compara con el valor correspondiente a la tercera señal de respuesta. Se determina la presencia de un transpondedor que tiene una tercera frecuencia de resonancia de transpondedor correspondiente a la tercera frecuencia de detección en el espacio próximo del detector de transpondedores, basándose en la comparación de los valores correspondientes a las terceras señales de detección y de respuesta.

La presente invención se entenderá mejor a partir de los dibujos y de la siguiente descripción detallada. Aunque esta descripción expone detalles específicos, se entiende que ciertas formas de realización de la invención se pueden llevar a la práctica sin estos detalles específicos. Se entiende también que en algunos casos, no se han mostrado detalladamente circuitos, componentes y técnicas bien conocidos, para evitar entorpecer la comprensión de la invención.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema RFID que tiene un circuito de detección.

La figura 2 es una vista esquemática del circuito generador de señales de detección incluido dentro del sistema RFID y, más particularmente, dentro del circuito de detección de la figura 1.

La figura 3a es una vista conceptualizada de un sistema de oscilador acoplado idealizado, que es representativo conceptualmente del circuito generador de señales de detección de la figura 2, en el modo simétrico de oscilación.

La figura 3b es una vista conceptualizada del sistema de oscilador acoplado de la figura 3a en el modo antisimétrico de oscilación.

La figura 4a es una vista conceptualizada de un sistema de oscilador acoplado, idealizado, alternativo, en el modo simétrico de oscilación.

La figura 4b es una vista conceptualizada del sistema de oscilador acoplado de la figura 4a en el modo antisimétrico de oscilación.

5 La figura 5 es una vista conceptualizada del sistema de oscilador acoplado de las figuras 4a y 4b, que muestra los circuitos de excitación del sistema.

La figura 6 es una vista esquemática de un circuito de detección autónomo de la presente invención.

10 En las figuras antes mencionadas de los dibujos, en los cuales los caracteres de referencia iguales indican los mismos elementos o elementos similares, se ilustran, a título de ejemplo y sin sentido limitativo, formas de realización de la invención. Debería observarse que las referencias comunes a “alguna forma de realización”, “una forma de realización”, “una forma de realización alternativa”, “una forma de realización preferida”, o similares, en el presente documento, no son necesariamente referencias a la misma forma de realización.

15 **Descripción de ejemplos específicos**

En la figura 1 se muestra un sistema RFID, y el mismo se designa generalmente con la referencia 10. El sistema RFID 10 comprende una pluralidad de transpondedores 12-1 a 12-N y un lector 14. En el presente ejemplo, los transpondedores 12-1 a 12-N pueden ser transpondedores pasivos que no requieren una fuente de alimentación interna. En su lugar, la alimentación eléctrica requerida para hacer funcionar los transpondedores pasivos se suministra a los mismos mediante energía electromagnética transmitida desde un lector. Por consiguiente, los transpondedores pasivos son operativos cuando reciben oscilaciones electromagnéticas desde un lector, las cuales son de una frecuencia específica y de una intensidad suficiente para poner en funcionamiento el transpondedor.

25 Cada transpondedor 12 comprende un número de elementos funcionales que incluyen un circuito integrado (IC) de transpondedor 16 y una antena de transpondedor 18. El IC de transpondedor 16 materializa las capacidades de procesado y de memoria del transpondedor 12. La antena de transpondedor 18 está acoplada al IC del transpondedor IC 16 y es una bobina convencional denominada “bobina de antena de función dual”, la cual lleva a cabo las funciones tanto de recepción como de transmisión del transpondedor 12. Alternativamente, dos bobinas de antena independientes de recepción y de transmisión (no mostradas) pueden sustituir la “bobina de antena de función dual” única en el transpondedor 12. El transpondedor 12 también puede incluir un condensador externo de sintonía de transpondedor (no mostrado) acoplado al IC de transpondedor 16 y a la antena de transpondedor 18. El término “externo” se ha usado anteriormente con respecto al transpondedor 12 para designar componentes electrónicos que no están física o funcionalmente dentro del IC de transpondedor 16. La antena de transpondedor 18, en cooperación con el condensador de sintonía de transpondedor, determina la frecuencia de resonancia sintonizada del par LC del transpondedor y, de forma correspondiente, la frecuencia portadora del transpondedor 12.

30 Los transpondedores 12 mostrados y descritos en el presente documento no son más que ejemplos de tipos de transpondedores que encuentran utilidad en el sistema RFID 10. Se entiende que la puesta en práctica de la presente invención no se limita a ningún tipo específico de transpondedor, sino que se puede aplicar en general a la mayoría de tipos convencionales de transpondedores que encuentran utilidad en sistemas RFID. De este modo, por ejemplo, los transpondedores 12 se pueden seleccionar de entre tarjetas de proximidad, etiquetas de proximidad, tarjetas inteligentes, o similares.

45 En la mayoría de sistemas RFID convencionales, la posición del lector es estacionaria (es decir, constante) con respecto al entorno circundante, mientras que la posición del transpondedor es portátil (es decir, variable) dentro del entorno circundante. En tales casos, el usuario del sistema RFID mueve el transpondedor portátil hacia una proximidad relativa con el lector estacionario para permitir el funcionamiento simultáneo tanto del transpondedor como del lector. No obstante, en algunos sistemas RFID convencionales, la posición del lector puede ser portátil con respecto al entorno circundante, mientras que la posición del transpondedor es o bien portátil o bien estacionaria. En el caso de un lector portátil y un transpondedor estacionario, el usuario mueve el lector portátil hacia una proximidad relativa con el transpondedor estacionario para permitir el funcionamiento simultáneo tanto del transpondedor como del lector. En el caso de un lector portátil y un transpondedor portátil, el usuario puede mover tanto el lector portátil como el transpondedor portátil hacia una proximidad relativa mutua para permitir el funcionamiento simultáneo tanto del transpondedor como del lector. Formas de realización de la presente invención no se limitan a una cualquiera de las configuraciones antes mencionadas del sistema RFID.

50 El lector 14 comprende un número de elementos funcionales que incluyen un conjunto de antena de lector 20, un circuito excitador/lector (ER) 22, un controlador principal 24, un circuito de detección 26, una interfaz de entrada/salida (I/O) 28, y una fuente de alimentación 30. La fuente de alimentación 30 proporciona alimentación eléctrica de funcionamiento a los componentes del lector, de una manera controlada. De acuerdo con una forma de realización, la fuente de alimentación 30 está acoplada a una fuente de energía eléctrica finita que está incorporada (es decir, interna) dentro del lector 14, tal como una batería portátil relativamente pequeña consistente en una o más pilas secas desechables o pilas recargables. Alternativamente, la fuente de alimentación 30 está conectada de forma permanente a una fuente de energía eléctrica remota, esencialmente infinita, tal como una compañía de servicios eléctricos.

El circuito ER 22 comprende un circuito generador de señales de excitación 32 y un circuito receptor de señales de transpondedor 34. El circuito generador de señales de excitación 32 funciona generalmente para generar una señal de excitación que es transmitida por el conjunto de antena 20 del lector, en forma de oscilaciones electromagnéticas, hacia el espacio abierto del entorno externo circundante del lector 14. Las señales de excitación son recibidas por un transpondedor 12 en el espacio próximo del lector 14 (es decir, dentro de un alcance de lectura del lector) para poner en funcionamiento el transpondedor 12. Al producirse la activación, el IC de transpondedor 16 genera una señal de datos de transpondedor, que contiene información legible (es decir, datos de transpondedor) copiada, u obtenida de otra manera, de la memoria del IC de transpondedor 16. La señal de datos de transpondedor es transmitida al espacio abierto del entorno externo circundante del transpondedor 12 a través de la antena de transpondedor 18. Cuando en el conjunto de antena 20 del lector se recibe una señal de datos de transpondedor, el circuito receptor de señales de transpondedor 34 ejecuta varias operaciones sobre la señal de datos de transpondedor para acondicionar dicha señal, produciendo de este modo una señal acondicionada que resulta adecuada para ser leída por parte del lector 14.

La señal acondicionada que contiene los datos de la señal de datos de transpondedor es transportada al controlador principal 24, que procesa la señal acondicionada con el fin de extraer los datos de transpondedor legibles contenidos en la misma. En particular, el controlador principal 24 demodula la señal acondicionada, de acuerdo con un tipo de modulación respectivo, según un microprograma y/o software ejecutado por el controlador principal 24. Los datos de transpondedor extraídos se pueden enviar a un dispositivo externo tal como un ordenador anfitrión central (no mostrado) a través de la interfaz I/O 28.

Tal como se ha indicado anteriormente, al circuito generador de señales de excitación 32 y al circuito receptor de señales de transpondedor 34 se les denomina en combinación circuito ER 22. El circuito ER 22 es un circuito convencional bien conocido para los expertos. En las patentes US nº 4.730.188 de Milheiser, nº 5.541.574 de Lowe *et al* y nº 5.347.263 de Carroll *et al.* (la patente '263), que se incorporan todas ellas a la presente a título de referencia, se dan a conocer circuitos ER ejemplificativos que encuentran utilidad en el lector 14. Los expertos pueden apreciar además que el lector 14 se puede adaptar para incluir un circuito grabador convencional (no mostrado) que sea capaz de escribir instrucciones de programación u otra información en un transpondedor por medios o bien con contacto o bien sin contacto. Al circuito ER y al circuito grabador en combinación se les denomina circuito excitador/lector/grabador (ERW). La expresión "circuito ER" tal como se usa en el presente documento, se considera de manera que incluye los circuitos ERW.

El lector 14 comprende dos estados de funcionamiento, a saber, un estado de detección de baja potencia y un estado de transacción de datos de alta potencia (al que se hace referencia alternativamente como "estado de lectura"), el cual se ha descrito anteriormente. El estado de detección de baja potencia es el estado de funcionamiento inicial del lector 14, en donde el circuito de detección 26 funciona como un detector de transpondedores para buscar activamente cualquier transpondedor 12 que resida en el espacio circundante próximo al lector 14. Puesto que el circuito ER 22 y el controlador principal 24 se caracterizan por tener una alta demanda de potencia cuando realizan las funciones de lector, el lector 14 está configurado para desactivar la mayoría o la totalidad de los componentes y funciones asociados al circuito ER 22 y al controlador principal 24 en el estado de detección. Se logran ahorros de potencia sustanciales usando el circuito de detección 26 como unidad de funcionamiento única o principal, para ejecutar la función de detección de transpondedores en el estado de detección ya que el circuito de detección 26 se caracteriza por presentar una baja demanda de energía. Una vez que se ha detectado un transpondedor 12, el lector 14 se conmuta al estado de transacción de datos de alta potencia, aunque automáticamente se conmuta de vuelta al estado de detección de baja potencia cuando se ha completado el estado de transacción de datos de alta potencia.

El circuito de detección 26 comprende un circuito generador de señales de detección 36 y un circuito de detección y de medición de señales de respuesta 38 acoplado al mismo. Un controlador 40 del circuito de detección está acoplado al circuito generador de señales de detección 36 y al circuito de detección y de medición de señales de respuesta 38 para dirigir el funcionamiento de los circuitos 36, 38. En general, el circuito de detección y de medición de señales de respuesta 38 está configurado para medir valores de un parámetro de detección preseleccionado, para las señales de detección y de respuesta, con el fin de determinar si dentro del alcance de lectura del lector 14 hay presente algún transpondedor 12. Los parámetros de detección bien conocidos incluyen la velocidad de decaimiento de la señal y el voltaje de la señal. Si se detecta un transpondedor 12 dentro del alcance de lectura del lector 14, el controlador 40 del circuito de detección envía una señal, reconocida por el transpondedor, al controlador principal 24 indicando que se ha detectado un transpondedor 12. El controlador principal 24 activa el circuito ER 22 en respuesta a la señal reconocida por el transpondedor, conmutando de este modo el lector 14 desde el estado de detección de baja potencia al estado de transacción de datos de alta potencia.

La figura 2 muestra un ejemplo del circuito generador de señales de detección 36 en asociación con el circuito de detección y de medición de señales de respuesta 38, el controlador 40 del circuito de detección, el circuito ER 22 y el controlador principal 24. El circuito generador de señales de detección 36 es un sistema es un sistema de oscilador acoplado que comprende un primer par LC 50 (al que se denomina alternativamente oscilador) y un segundo par LC 52. Como tal, el primer par LC 50 tiene un primer condensador de sintonía 54 y una primera bobina

de inducción 56 (a la que se denomina alternativamente inductor). El segundo par LC 52, de forma similar, tiene un segundo condensador de sintonía 58 y una segunda bobina de inducción 60. Tanto el primer como el segundo par LC 50, 52 están acoplados a tierra 62 y están acoplados entre sí a través de un condensador de acoplamiento 64. El primer par LC 50 está provisto de unos primeros circuitos de excitación CMOS 66 y el segundo par LC 52 está provisto, de manera similar, de unos segundos circuitos de excitación CMOS 68. Los circuitos de excitación CMOS 66, 68 se pueden materializar en uno o más chips de circuito integral.

El circuito generador de señales de detección 36 está acoplado al controlador 40 del circuito de detección a través de un nodo de señales/impulsos 70, una puerta lógica de modo 72 (que puede ser una puerta XOR), y una puerta lógica de habilitación 74 (que puede ser una puerta NAND), los cuales están posicionados en serie. En particular, el controlador 40 del circuito de detección está acoplado a una línea de salida SEÑAL/IMPULSO 76, una línea de salida MODO 78, y una línea de salida HABILITACIÓN 80. Las líneas de salida SEÑAL y MODO 76, 78 son las entradas a la puerta XOR 72. La puerta XOR 72 tiene una línea de salida XOR 82, que, junto a la línea de salida HABILITACIÓN 80, son las entradas a la puerta NAND 74. La puerta NAND 74 tiene una línea de salida NAND 84 que proporciona un impulso de entrada a los segundos circuitos de excitación CMOS 68. La línea de salida SEÑAL/IMPULSO 76 proporciona de manera correspondiente un impulso de entrada a los primeros circuitos de excitación CMOS 66. La función de estos impulsos se describe de forma más detallada posteriormente.

El circuito generador de señales de detección 36 permite que el lector 14 detecte dos o más de los transpondedores 12-1 a 12-N, cada uno de los cuales está sintonizado a una frecuencia de resonancia diferente y cada uno de los cuales transmite, de manera correspondiente, una señal de datos de transpondedor que tiene una frecuencia portadora diferente, cuando el transpondedor respectivo está posicionado dentro del alcance de lectura del lector 14. Más particularmente, el circuito generador de señales de detección 36 permite múltiples capacidades de detección de transpondedores al generar múltiples señales de detección con frecuencias diferentes, mientras se encuentra en el estado de detección de baja potencia. Todavía más particularmente, el circuito generador de señales de detección 36 permite la generación secuencial de múltiples señales de detección a configurar el circuito 36 como un sistema oscilador acoplado.

Los sistemas de oscilador acoplado se caracterizan por tener múltiples "modos normales" de oscilación, denominados alternativamente autofunciones, autovectores, y similares. En el límite ideal de un sistema sin pérdidas, las oscilaciones resultantes de los modos normales de un sistema de oscilador acoplado son ortogonales entre sí. Además, cada modo normal del sistema de oscilador acoplado define una única frecuencia de oscilación, que, con frecuencia, es exclusiva del modo normal respectivo. Todas las oscilaciones posibles de un sistema de oscilador acoplado son combinaciones lineales de oscilaciones resultantes de los modos normales del sistema. El conjunto de comportamientos posibles de un sistema de oscilador acoplado incluye combinaciones lineales en las que solamente está activo un modo normal de oscilación del sistema. La activación de solamente un único modo normal se logra excitando el sistema de oscilador acoplado de acuerdo con condiciones iniciales adecuadas, determinadas fácilmente por los expertos.

Las oscilaciones resultantes de los diferentes modos normales de un sistema de oscilador acoplado no intercambian energía con el paso del tiempo debido a su naturaleza ortogonal. Por lo tanto, un sistema de oscilador acoplado que comienza con toda su energía en un modo normal típicamente permanece en ese mismo modo normal mientras dura el funcionamiento del sistema en ausencia de cualquier influencia externa. Por consiguiente, cada modo normal de un sistema de oscilador acoplado se puede iniciar por separado y se puede mantener discretamente mediante la selección apropiada de las condiciones iniciales. La selección apropiada de las condiciones iniciales también permite una selección de la frecuencia particular para un modo normal dado, según desee el profesional.

El circuito generador de señales de detección 36 mostrado y descrito en el presente documento es un tipo particular del sistema de oscilador acoplado, denominado circuito resonante LC "sintonizado doble" debido a que el circuito 36 contiene dos pares LC 50, 52. El circuito generador de señales de detección 36 tiene dos modos normales diferenciados de oscilación, a un modo normal se le denomina modo simétrico de oscilación y al otro modo normal se le denomina modo antisimétrico de oscilación. De acuerdo con la presente forma de realización, el circuito generador de señales de detección 36 es un circuito configurado simétricamente, en el que los inductores respectivos L de los pares LC 50, 52 tienen valores esencialmente iguales entre sí y los condensadores respectivos C de los pares LC 50, 52 de modo similar tienen valores esencialmente iguales entre sí. No obstante, se entiende que la presente invención no se limita a sistemas de osciladores acoplados, configurados simétricamente, sino que de forma alternativa incluye sistemas de osciladores acoplados, configurados asimétricamente, que, sin embargo, tienen modos normales de oscilación.

Haciendo referencia a las figuras 3a y 3b, se muestra la topología correspondiente a un sistema de oscilador acoplado idealizado, el cual es representativo conceptualmente del circuito generador de señales de detección 36 de la figura 2. Cuando en las figuras 3a y 3b se usan los mismos caracteres de referencia que la figura 2, los caracteres de referencia iguales designan los mismos elementos o elementos similares. El sistema de oscilador acoplado idealizado, que en general se designa con la referencia 86, se muestra funcionando en cada uno de sus dos modos normales de oscilación, es decir, el modo simétrico de oscilación se muestra en la figura 3a y el modo antisimétrico de oscilación se muestra en la figura 3b. Las condiciones iniciales apropiadas para cada modo de oscilación del

sistema 86 se logran aplicando simultáneamente una combinación de dos impulsos en dos puntos del sistema 86, en donde la combinación de impulsos es exclusiva para el modo respectivo de oscilación. En particular, la aplicación de una combinación asimétrica de impulsos logra el modo simétrico de oscilación, mientras que la aplicación de una combinación antisimétrica de impulsos logra el modo antisimétrico de oscilación.

Las oscilaciones resultantes del modo simétrico (S) mostrado en la figura 3a se caracterizan por la siguiente ecuación (1):

$$(1) \quad 2B f_s = 1 / (LC)^{1/2}$$

Las oscilaciones resultantes del modo antisimétrico (A) mostrado en la figura 3b se caracterizan por la siguiente ecuación (2):

$$(2) \quad 2B f_A = 1 / (L(C+2C'))^{1/2}$$

Haciendo referencia nuevamente a la figura 2, en la práctica, el funcionamiento del lector 14 en el estado de detección de baja potencia, y específicamente el funcionamiento del circuito generador de señales de detección 36, se inicia fijando al nivel alto una señal lógica de habilitación en la línea de salida HABILITACIÓN 80 y llevando impulsos de entrada al primer y el segundo circuitos de excitación CMOS 66, 68 bajo la dirección del controlador 40 del circuito de detección. El impulso de entrada para los primeros circuitos de excitación CMOS 66 es el impulso en la línea de salida NAND 84 y el impulso de entrada para los segundos circuitos de excitación CMOS 68 es el impulso en la línea de salida SEÑAL/IMPULSO 76. Cada uno de los circuitos de excitación CMOS 66, 68 aplica simultáneamente un impulso cuadrado a su par LC asociado 50, 52 en respuesta a cada impulso de entrada que recibe. La aplicación simultánea del impulso a cada par LC 50, 52 provoca que ambos pares LC 50, 52 resuenen simultáneamente a una frecuencia que es una función del impulso aplicado. La resonancia simultánea del primer y el segundo pares LC 50, 52 en respuesta a un impulso en cada par LC genera una única señal de llamada (a la que se denomina alternativamente en el presente documento señal de detección) ya que el primer y el segundo pares LC 50, 52 están acoplados a través del condensador de acoplamiento 64. La aplicación periódica de múltiples impulsos simultáneamente en cada par LC 50, 52 da como resultado una secuencia de señales de detección, que se transmiten en el conjunto de antena 20 al espacio circundante próximo al lector 14.

El circuito generador de señales de detección 36 establece la frecuencia de detección de cada señal de detección fijando selectivamente la señal lógica de modo en la línea de salida MODO 80. En particular, una frecuencia de detección f_s , que es característica del modo simétrico de oscilación, se logra fijando en nivel bajo la señal lógica de modo en la línea de salida MODO 80 (es decir, el nivel de control de la línea de salida MODO 78 es un 0 lógico). Esta fijación provoca que los primeros circuitos de excitación CMOS 66 apliquen al primer par LC 50 un impulso que tiene un sentido de accionamiento determinado, al mismo tiempo que provoca que los segundos circuitos de accionamiento CMOS 68 apliquen simultáneamente un impulso que tiene el mismo sentido de accionamiento al segundo par LC 50 (por ejemplo, el sentido de accionamiento de ambos impulsos es positivo). Se logra una frecuencia de detección f_A , que es característica del modo antisimétrico de oscilación, fijando en nivel alto la señal lógica de modo en la línea de salida MODO 80 (es decir, el nivel de control de la línea de salida MODO 78 es un 1 lógico). Esta fijación provoca que los primeros circuitos de excitación CMOS 66 apliquen al primer par LC 50 un impulso que tiene un sentido de accionamiento determinado, al mismo tiempo que provoca que los segundos circuitos de accionamiento CMOS 68 apliquen simultáneamente un impulso que tiene un sentido de accionamiento opuesto al segundo par LC 50 (por ejemplo, el sentido de accionamiento de un impulso es positivo mientras que el sentido de accionamiento del otro impulso es negativo).

La transmisión de una señal de detección al espacio próximo del lector 14 provoca una señal de respuesta en el conjunto de antena 20 del lector, la cual tiene esencialmente la misma frecuencia de detección que la señal de detección correspondiente. Todas las señales de detección y las señales de respuesta resultantes se llevan al circuito de detección y de medición de señales de respuesta 38, el cual está acoplado al conjunto de antena 20 del lector. El circuito de detección y de medición de señales de respuesta 38, evalúa estas señales para determinar si un transpondedor 12 que tiene una frecuencia de transpondedor determinada está en el alcance de la lectura del lector 14.

De acuerdo con la presente forma de realización de la figura 2, la primera bobina de inducción 56 del primer par LC 50 funciona como el conjunto de antena 20 del lector, mostrado en la figura 1. Como tales, las señales de detección generadas por el circuito generador de señales de detección 36 son transmitidas sobre la primera bobina de inducción 56, y en la misma bobina 56 se producen las señales de respuesta resultantes. No obstante, dentro del alcance de la presente invención se incluye que la segunda bobina de inducción 60 funcione alternativamente como el conjunto de antena 20 del lector. Todavía en otras alternativas, ambas bobinas de inducción 56, 60 pueden funcionar como el conjunto de antena 20 del lector, o ninguna de ellas puede funcionar como el conjunto de antena 20 del lector. En el caso en el que ninguna bobina 56, 60 funciona como el conjunto de antena 20 del lector, se proporciona una bobina de antena aparte (no mostrada) acoplada al circuito de detección 26 para transmitir las señales de detección y provocar las señales de respuesta resultantes.

5 Cuando se detecta un transpondedor 12 en el alcance de lectura del lector 14, es deseable conmutar el funcionamiento del lector 14 al estado de transacción de datos de alta potencia configurando el circuito generador de señales de detección 36 de modo que el lector 14 pueda funcionar de una manera convencional. Se realiza un transacción del lector 14 al estado de transacción de datos fijando la señal lógica de habilitación en la línea de salida HABILITACIÓN 80 en el nivel bajo. La señal en la línea de salida SEÑAL/IMPULSO 76 es una señal digital generada por el circuito ER 22 en forma de una señal portadora de onda cuadrada CW para transpondedores simplex o una señal portadora modulada para transpondedores dúplex. En esta configuración, la señal de salida de los primeros circuitos de excitación CMOS 66 se convierte en una señal de sumidero a tierra DC para la señal portadora en la primera bobina de inducción 56, y el segundo par LC 52 se comporta como un filtro paso bajo.

10 El funcionamiento de baja potencia del circuito generador de señales de detección 36 se ha descrito anteriormente en un único modo de oscilación. No obstante, el circuito generador de señales de detección 36 también se puede hacer funcionar a baja potencia en un modo mixto de oscilación. La señal lógica de habilitación en la línea de salida HABILITACIÓN 80 se fija a nivel bajo de la misma manera que el funcionamiento de alta potencia, pero, en lugar de una señal portadora, se transmite un impulso cuadrado sobre la línea de salida SEÑAL/IMPULSO 76 para lograr un modo mixto de oscilación.

15 El circuito generador de señales de detección 36 se ha descrito en el presente documento de manera que tiene dos pares LC acoplados 50, 52 únicamente a título de ejemplo, y sin ningún sentido limitativo. Se entiende que la presente invención materializa circuitos generadores de señales de detección alternativos, configurados como sistemas de osciladores acoplados que tienen tres o más pares LC acoplados los cuales permiten la detección de tres o más de los transpondedores 12-1 a 12-N, cada uno de los cuales está sintonizado en una frecuencia de resonancia diferente. La construcción y el funcionamiento de dichos circuitos generadores de señales de detección alternativos se sitúa fácilmente dentro de las capacidades de los expertos aplicando las enseñanzas que se van a conocer en el presente documento. Dichos circuitos generadores de señales de detección alternativos se fijan en un modo normal de oscilación usando condiciones iniciales apropiadas seleccionadas mediante la elección correcta de la fase y/o amplitud de los impulsos en diversos puntos del circuito.

20 Se entiende además que la presente invención materializa circuitos generadores de señales de detección que tienen dos pares LC acoplados, a la manera del circuito de la figura 2, aunque con topologías alternativas. Por ejemplo, en las figuras 4a y 4b se muestra la topología correspondiente a un sistema de oscilador acoplado idealizado de una forma de realización alternativa, con dos pares LC acoplados, y la misma se designa generalmente con la referencia 88. Cuando, en las figuras 4a y 4b se usan los mismos caracteres de referencia que en la figura 2, los caracteres de referencia iguales designan los mismos elementos o elementos similares. El sistema de oscilador acoplado idealizado 88 se muestra funcionando en cada uno de sus dos modos de oscilación, es decir, en la figura 4a se muestra el modo simétrico de oscilación y en la figura 4b se muestra el modo antisimétrico de oscilación. La figura 5 es una representación conceptualizada del sistema de oscilador acoplado idealizado de las figuras 4a y 4b, que muestra los circuitos de excitación correspondientes al sistema. La lógica para crear impulsos en el sistema 88 de las figuras 4a, 4b y 5 es esencialmente la misma que la lógica del circuito generador de señales de detección 36 de la figura 2.

30 Se puede proporcionar también un método para procesar una secuencia de mediciones de un parámetro de detección predeterminado para las señales de detección y las señales de respuesta, en donde cada señal de detección y de respuesta presenta o bien la frecuencia asociada al modo simétrico de oscilación o bien la frecuencia asociada al modo antisimétrico de oscilación. De acuerdo con el método de procesado de señales, el circuito generador de señales de detección 36 del lector 14 genera selectivamente una secuencia específica de primeras y segundas señales de detección mientras se encuentra en el estado de detección de baja potencia, en donde las primeras señales de detección presentan una primera frecuencia asociada al modo simétrico y la segunda señales de detección presentan una segunda frecuencia asociada al modo antisimétrico. El circuito generador de señales de detección 36 aplica la secuencia de señales de detección al conjunto de antena 20 del lector, lo cual da como resultado una secuencia correspondiente de señales de respuesta en el conjunto de antena 20 del lector.

35 Una secuencia ejemplificativa de señales de detección generadas por el circuito generador de señales de detección 36 se representa mediante una secuencia de mediciones multiplexadas. La secuencia de mediciones tiene el siguiente aspecto: ...SASASASASASASASASASASA...

40 "S" representa una medición de la primera señal de detección que tiene una forma característica correspondiente al caso en el que no hay ningún transpondedor 12 residiendo en el espacio circundante próximo al lector 14. Tal como se ha descrito anteriormente, la primera señal de detección presenta la primera frecuencia asociada al modo simétrico y se produce aplicando simultáneamente una combinación simétrica de impulsos a ambos pares LC 50, 52 del circuito generador de señales de detección 36. "A" representa de forma similar una medición de la segunda señal de detección que presenta una forma característica del caso en el que no hay ningún transpondedor 12 residiendo en el espacio circundante próximo al lector 14. Tal como se ha descrito anteriormente, la segunda señal de detección presenta la segunda frecuencia asociada al modo antisimétrico y se produce aplicando simultáneamente una combinación antisimétrica de impulsos a ambos pares LC 50, 52 del circuito generador de señales de detección 36.

Puesto que el controlador 40 del circuito de detección selecciona las combinaciones de impulsos para generar las señales de detección, el microprograma o hardware del lector proporciona al lector 14, y más preferentemente al controlador 40 del circuito de detección, medios para demultiplexar y procesar por separado mediciones, las cuales se obtienen a partir de la secuencia multiplexada antes mencionada de mediciones, en forma de dos subsecuencias de mediciones, respectivamente. Las dos subsecuencias de mediciones tienen el siguiente aspecto: ...SSSSSSSSSSSS... y ...AAAAAAAAAAAAA...

El lector 14, y más preferentemente el controlador 40 del circuito de detección, está provisto además de medios para diferenciar entre mediciones de las señales de detección y las señales de respuesta. "s" representa una medición de una primera señal de respuesta que se obtiene como resultado del caso en el que un transpondedor 12, que está sintonizado en o cerca de la primera frecuencia f_s asociada al modo simétrico de oscilación, está residiendo en el espacio circundante próximo al lector 14. "a" de forma similar representa una medición de una segunda señal de respuesta que se obtiene como resultado del caso en el que un transpondedor 12, que está sintonizado en o cerca de la segunda frecuencia f_A asociada al modo antisimétrico de oscilación, está residiendo en el espacio circundante próximo al lector 14. De este modo, el lector 14, y más preferentemente el controlador 40 del circuito de detección, está provisto de medios para diferenciar entre mediciones de "S" y "s", y entre mediciones de "A" y "a". Unos medios diferenciadores ejemplificativos consisten en una técnica en la que valores medidos se comparan con niveles de umbral predeterminados. El lector 14 puede seguir estando provisto además de medios para aplicar técnicas de filtrado digital u otras técnicas de filtrado a cada subsecuencia de mediciones de forma que el nivel de umbral para cada subsecuencia de mediciones se pueda ajustar lentamente con el tiempo, en respuesta a una deriva provocada por el envejecimiento de los componentes o factores medioambientales no relacionados con la presencia de un transpondedor 12 próximo al lector 14.

Cuando un transpondedor 12, que tiene una frecuencia de resonancia más cerca de f_s que f_A , se posiciona próximo al lector 14, la secuencia resultante de mediciones para las señales de detección y respuesta en el conjunto de antena 20 del lector tiene el siguiente aspecto: ...SASASASAsAsAsAsAsAsAsA...

De forma similar, cuando un transpondedor 12, que tiene una frecuencia de resonancia más cerca de f_A que de f_s , se posiciona próximo al lector 14, la secuencia resultante de mediciones para las señales de detección y respuesta en el conjunto de antena del lector tiene el siguiente aspecto: ...SASASASASaSaSaSaSaSaSaSa...

En cualquiera de los casos, el lector 14 puede detectar un transpondedor 12 posicionado dentro del espacio próximo al lector 14, mediante la detección de un cambio de "S" a "s" o de "A" a "a" dentro de la subsecuencia apropiada de mediciones. Se observa que si un transpondedor 12 se posiciona suficientemente cerca del lector 14, el acoplamiento resultante puede habilitar ambos modos de señales de respuesta, en cuyo caso el lector 14 puede detectar el transpondedor 12 mediante la detección de un cambio dentro de una de las dos subsecuencias de mediciones.

Una vez que el lector 14, que está funcionando en el estado de detección de baja potencia, detecta un transpondedor 12 según la manera antes descrita, el lector 14 se conmuta al estado de detección de alta potencia. El lector 14 se conmuta automáticamente de vuelta al estado de detección de baja potencia cuando se ha completado el estado de transacción de datos de alta potencia, esperando a la detección de otro transpondedor 12.

A la secuencia ejemplificativa antes mencionada de mediciones para señales de detección y de respuesta se le denomina secuencia alternativa en la medida en que cada medición alterna entre S (o s) y A (o a). Resulta evidente para los expertos que, dentro del alcance de la presente invención, se puede utilizar un número cualquiera de otros tipos de secuencias. Por ejemplo, según la presente invención se pueden generar secuencias equilibradas, no alternativas, las cuales se obtienen a partir de frecuencias de impulsos equilibradas, no alternativas (por ejemplo, ...SSAASSAA- SSaaSSaa...). Una secuencia equilibrada, no alternativa, se define como una secuencia de mediciones, en la que la secuencia completa está distribuida de manera aproximadamente equitativa entre S (o s) y A (o a), pero cada medición de la secuencia no alterna entre S (o s) y A (o a). De forma similar, de acuerdo con la presente invención se pueden generar secuencias no equilibradas, no alternativas, las cuales se obtienen a partir de frecuencias de impulsos no equilibradas, no alternativas (por ejemplo, ...SASSSASAAASaSSSSaSa...).

En referencia a la figura 6, se muestra una construcción alternativa del circuito de detección, y la misma se designa en general con la referencia 100. El circuito de detección 100 difiere con respecto al circuito de detección 26 en que el circuito de detección 100 se ha constituido para funcionar como un detector de transpondedores autónomo aparte del lector 14. Cuando en la figura 6 se usan los mismos caracteres de referencia que en la figura 2, los caracteres de referencia iguales designan los mismos elementos o elementos similares, los cuales son comunes para ambas formas de realización de los circuitos de detección 26 y 100 mostrados respectivamente en las figuras 2 y 6.

El circuito de detección 100 comprende un circuito generador de señales de detección 102, el circuito de detección y de medición de señales de respuesta 38, y el controlador 40 del circuito de detección. El circuito de detección y de medición de señales de respuesta 38 y controlador 40 del circuito de detección son esencialmente iguales a los correspondientes al circuito de detección 26, y el circuito generador de señales de detección 102 es esencialmente

5 igual que el circuito generador de señales de detección 36 excepto por la exclusión de la puerta NAND 74, la línea de salida HABILITACIÓN 80, y la línea de salida NAND 84 del circuito generador de señales de detección 102. Como tal, el circuito generador de señales de detección 102 es un sistema de oscilador acoplado que comprende el primer y segundo pares LC 50, 52. Tanto el primer como el segundo pares LC 50, 52 están acoplados a tierra 62 y están acoplados entre sí a través del condensador de acoplamiento 64. El primer y el segundo pares LC 50, 52 están provistos del primer y el segundo circuitos de excitación CMOS 66, 68, respectivamente.

10 El circuito generador de señales de detección 102 está acoplado al controlador 40 del circuito de detección a través del modo de señales/impulsos 70 y la puerta XOR 72, que están posicionados en serie. En particular, el controlador 40 del circuito de detección está acoplado a la línea de salida SEÑAL/IMPULSO 76 y a la línea de salida MODO 78. Las líneas de salida SEÑAL/IMPULSO y MODO 76, 78 son las entradas a la puerta XOR 72. La línea de salida XOR 82 proporciona el impulso de entrada a los segundos circuitos de excitación CMOS 68. De forma correspondiente, la línea de salida SEÑAL/IMPULSO 76 proporciona el impulso de entrada a los primeros circuitos de excitación CMOS 66. La función de estas señales es esencialmente la misma que la descrita anteriormente con respecto al circuito generador de señales de detección 36. Por consiguiente, el circuito generador de señales de detección 102 posibilita la detección de dos o más de los transpondedores 12-1 a 12-N, cada uno de los cuales está sintonizado a una frecuencia de resonancia diferente y cada uno de los cuales, de forma correspondiente, transmite una señal de datos de transpondedor que tiene una frecuencia portadora diferente, cuando los transpondedores respectivos están posicionados próximos al circuito 102.

20 Así, se han descrito varias disposiciones.

25 Por lo tanto, en resumen, en relación con un aspecto, se ha descrito un detector de transpondedores de RFID que tiene un sistema de oscilador acoplado. El primer y el segundo pares LC acoplados del sistema producen una señal de detección cada vez que se aplica una combinación de impulsos a los pares LC. La aplicación de los impulsos se repite periódicamente para producir una secuencia de señales de detección que presentan dos frecuencias de detección diferentes, una primera y una segunda. La transmisión de la secuencia de señales de detección da como resultado una primera y una segunda señales de respuesta correspondientes que presentan la primera y la segunda frecuencias de detección en los pares LC. Valores de un parámetro de detección preseleccionado correspondientes a las señales de detección se comparan con los valores del parámetro de detección correspondientes a las señales de respuesta para determinar si, en un espacio próximo del detector de transpondedores, está presente un transpondedor que tiene una frecuencia de resonancia de transpondedor correspondiente a la primera o la segunda frecuencia de detección.

35 Aunque se han descrito y mostrado las formas de realizaciones anteriores, se entiende que, de acuerdo con el alcance de las reivindicaciones, se pueden realizar alternativas y modificaciones, tales como las sugeridas y otras. Por ejemplo, aunque el circuito generador de señales de detección y el circuito de detección y de medición de señales de respuesta se han mostrado y descrito anteriormente de manera que eran independientes con respecto al circuito ER, dentro de las capacidades de los expertos se incluye la incorporación parcial o completa, en el circuito ER, de los circuitos generador de señales de detección y de detección y medición de señales de respuesta. Existe también la posibilidad de compartir ciertos componentes especificados entre los circuitos. Se sitúa además dentro de las capacidades de los expertos integrar alternativamente algunas o la totalidad de las funciones y/o la estructura del controlador del circuito de detección en el controlador principal o viceversa. Se sitúa todavía adicionalmente dentro de las capacidades de los expertos integrar algunas o la totalidad de las funciones y/o la estructura del circuito de detección y de medición de señales de respuesta en el controlador del circuito de detección.

REIVINDICACIONES

1. Detector de transpondedores de RFID, que comprende:

5 un primer par LC (50) que incluye una primera bobina de inducción (56) y un primer condensador de sintonía (54);
un segundo par LC (52) que incluye una segunda bobina de inducción (60) y un segundo condensador de sintonía (58), estando acoplado dicho primer par LC a dicho segundo par LC;

10 una antena (20) acoplada a dicho primer y segundo pares LC;

un controlador (24) acoplado a dicho primer y segundo pares LC para aplicar unos primeros impulsos y unos segundos impulsos a dicho primer y segundo pares LC, resonando de este modo dicho primer y segundo pares LC para producir una secuencia de primera y segunda señales de detección,

15 en el que dicha primera señal de detección tiene una primera frecuencia de detección y dicha segunda señal de detección tiene una segunda frecuencia de detección diferente de dicha primera frecuencia de detección, dando como resultado además la transmisión de dicha secuencia de señales de detección desde dicha antena una primera y segunda señales de respuesta correspondientes que tienen respectivamente dicha primera y segunda frecuencias de detección, en dicha antena; y

20 un circuito de detección y de medición de señales de respuesta (38) acoplado tanto a dicha antena como a dicho controlador configurado para recibir dicha primera y segunda señales de detección y dicha primera y segunda señales de respuesta correspondientes, y dicho circuito de medición (38) mide valores de un parámetro de detección preseleccionado, para cada una de dichas señales de detección y cada una de dichas señales de respuesta, estando configurado dicho controlador o circuito de detección y de medición de señales de respuesta para comparar dichos valores medidos para dichas señales de detección con dichos valores medidos para dichas señales de respuesta, y determinar si, en un espacio próximo de dicho detector de transpondedores, está presente un transpondedor (12) que tiene una frecuencia de resonancia de transpondedor correspondiente a dicha primera o

25 segunda frecuencia de detección basándose en la comparación de dichos valores medidos para dichas señales de detección y de respuesta,
30 caracterizado porque el detector de transpondedores de RFID comprende además un conmutador de modo x (70) en comunicación con dicho controlador, dicho controlador está configurado para dirigir la transición de dicho conmutador de modo entre una primera posición y una segunda posición, determinando dicha primera posición un modo simétrico de oscilación de dichos primer y segundo pares LC y determinando dicha segunda posición un modo antisimétrico de oscilación de dicho primer y segundo pares LC.

35 2. Detector de transpondedores de RFID según la reivindicación 1, que comprende además un conmutador de habilitación (80) en comunicación con dicho controlador (24), estando configurado dicho controlador para dirigir la transición de dicho conmutador de habilitación entre dos posiciones, determinando dichas dos posiciones si en dicha antena se aplica una de dichas señales de detección o una señal de excitación.

40 3. Detector de transpondedores de RFID según la reivindicación 1 ó 2, en el que dicha primera y/o segunda bobina de inducción (56, 60) funciona como dicha antena (20).

45 4. Detector de transpondedores de RFID según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un tercer par LC que incluye una tercera bobina de inducción y un tercer condensador de sintonía, estando acoplado dicho tercer par LC a dicho controlador (24) para aplicar unos terceros impulsos a dicho tercer par LC, produciendo de este modo dicha secuencia de señales de detección transmitidas por dicha antena (20), incluyendo dicha secuencia de señales de detección unas señales de detección que tienen por lo menos tres frecuencias diferentes, definiendo de este modo una tercera frecuencia de detección además de dicha primera y segunda frecuencias de detección, estando acoplado dicho circuito de detección y de medición de señales de respuesta (38) a dicho tercer par LC para determinar si, en dicho espacio próximo de dicho detector de transpondedores, está presente un transpondedor (12) que tiene una frecuencia de resonancia de transpondedor correspondiente a dicha

50 tercera frecuencia de detección.
55

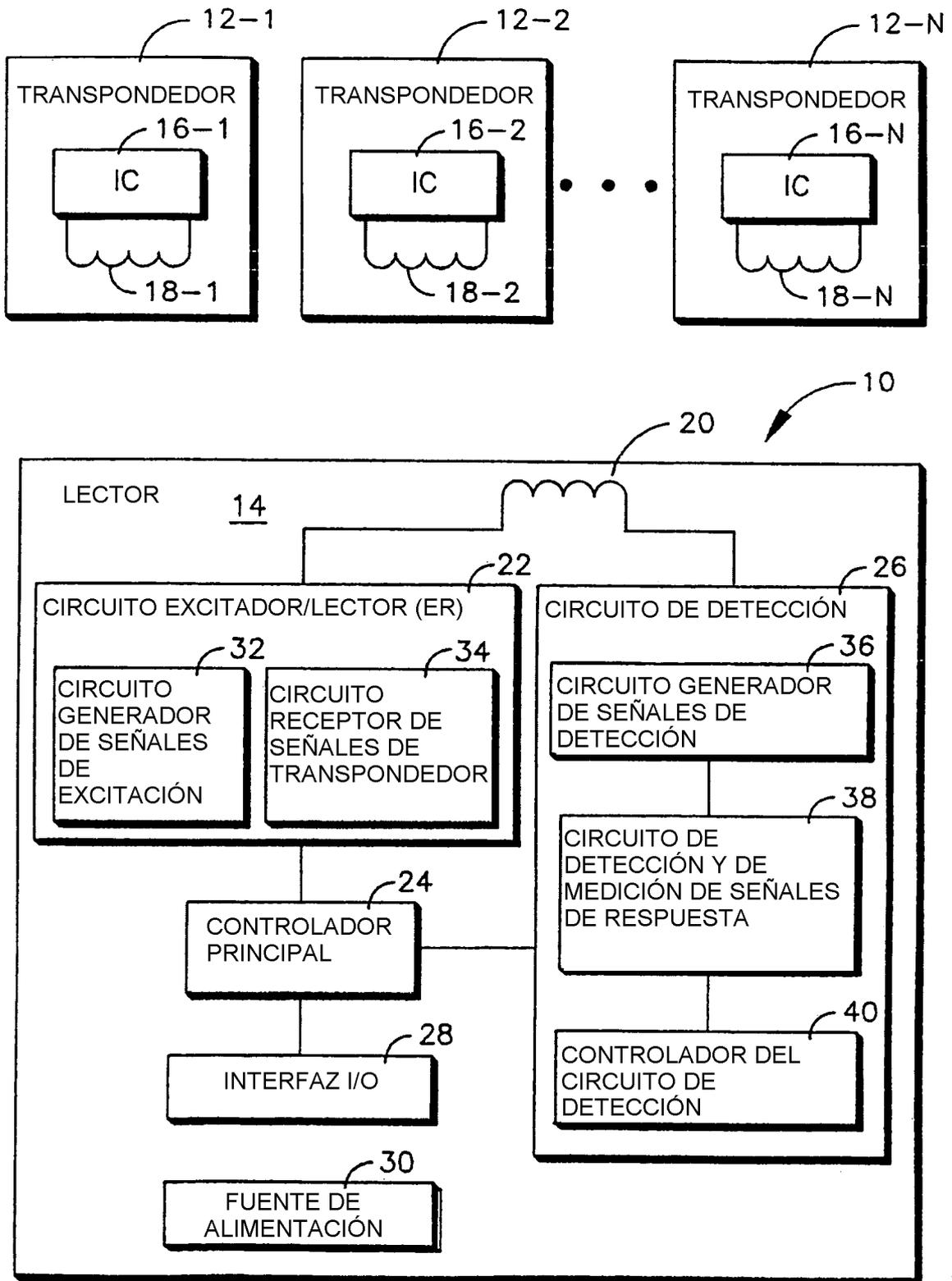
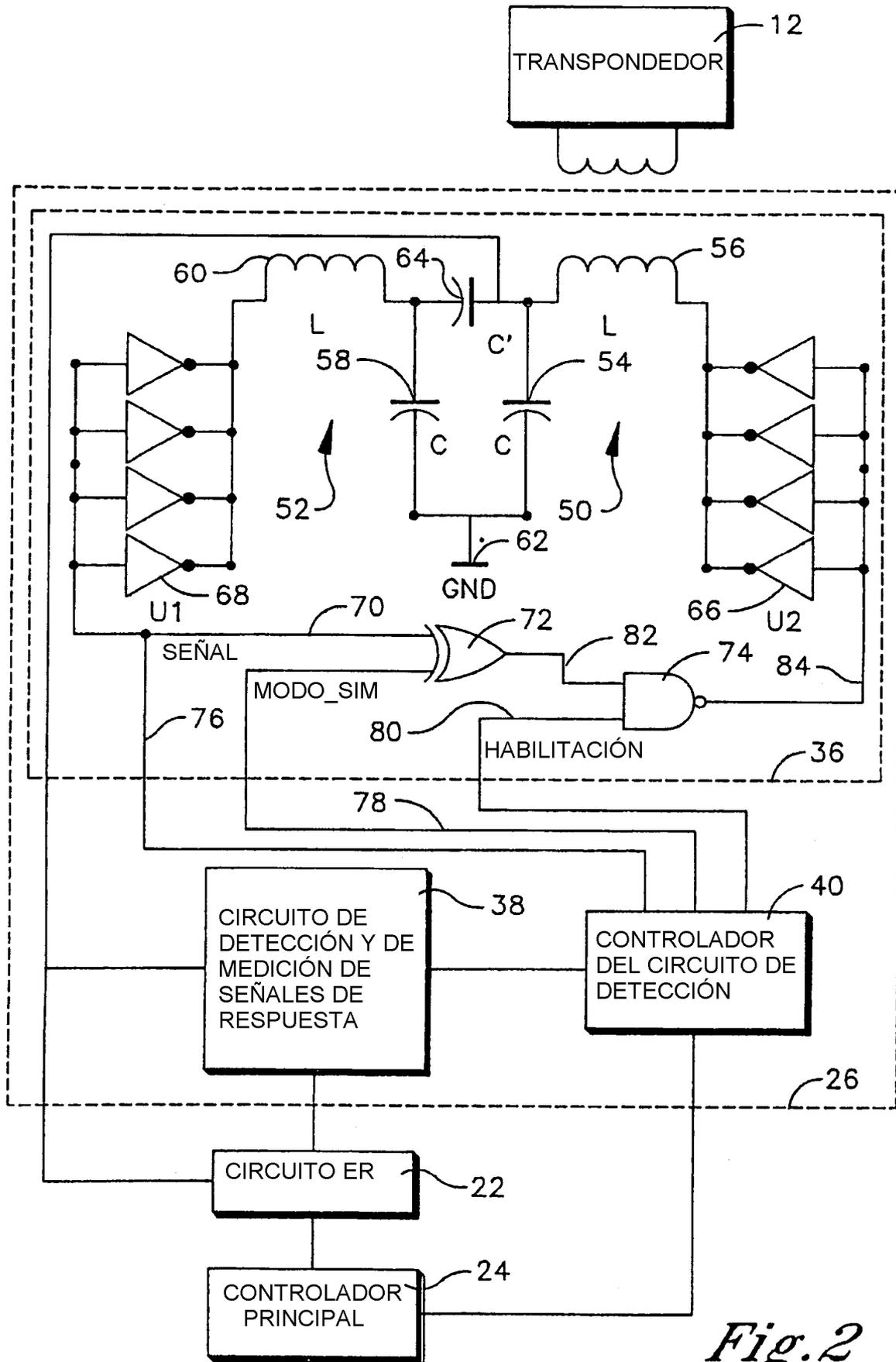
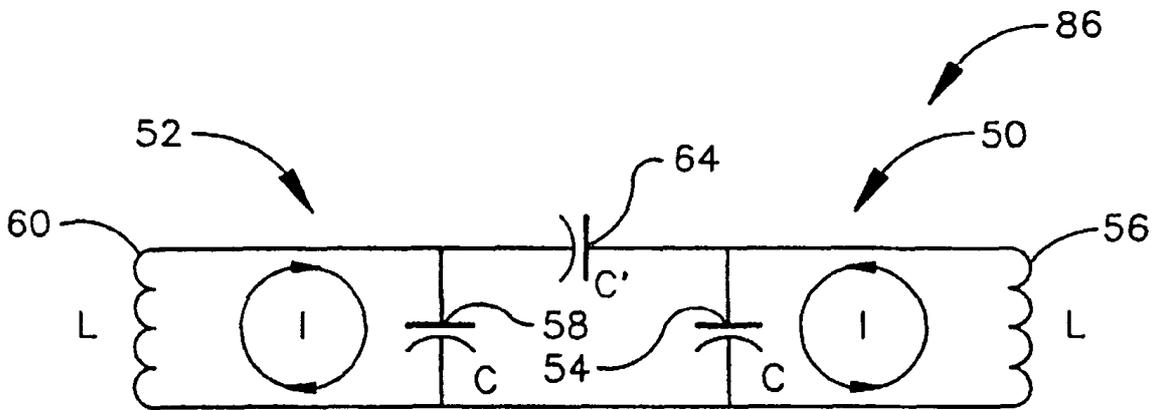


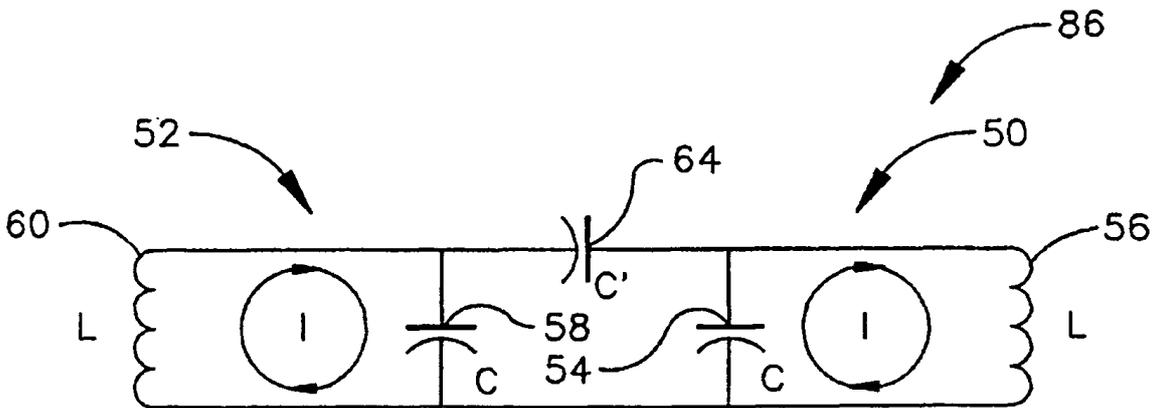
Fig. 1





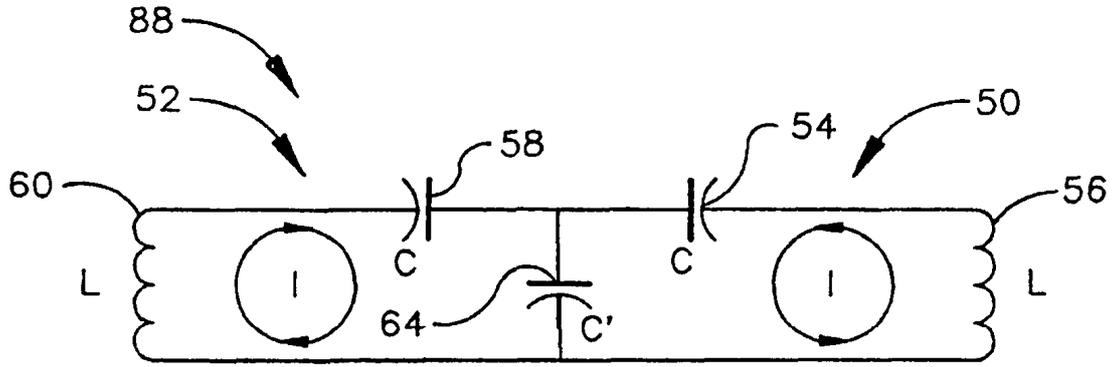
MODO DE OSCILACIÓN SIMÉTRICO

Fig. 3a



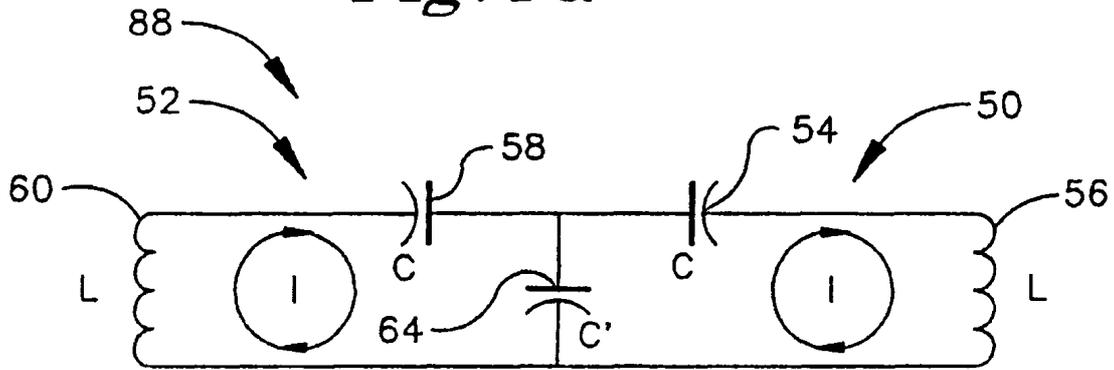
MODO DE OSCILACIÓN ANTISIMÉTRICO

Fig. 3b



MODO DE OSCILACIÓN SIMÉTRICO

Fig. 4a



MODO DE OSCILACIÓN ANTISIMÉTRICO

Fig. 4b

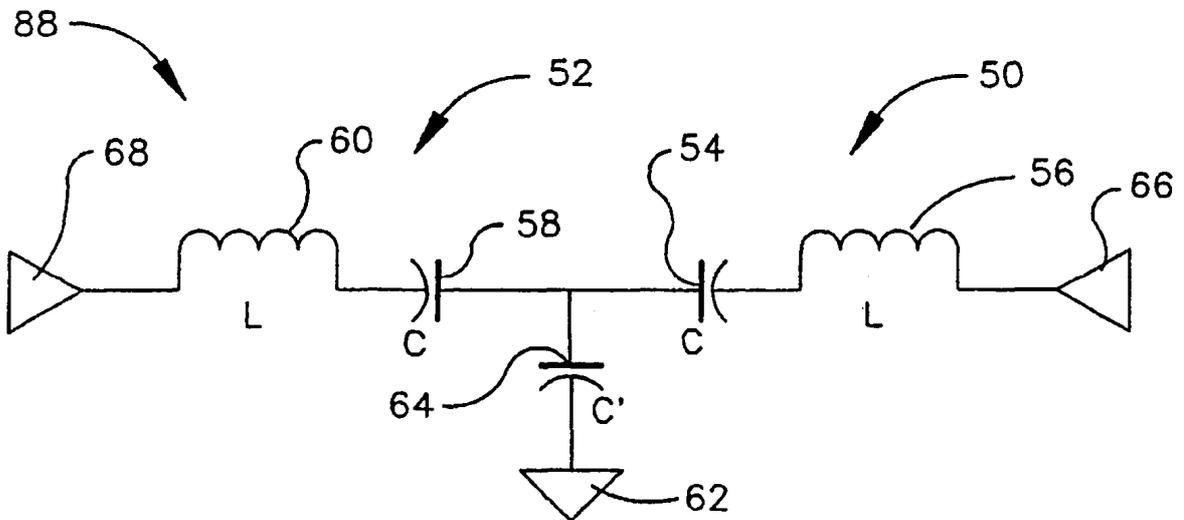


Fig. 5

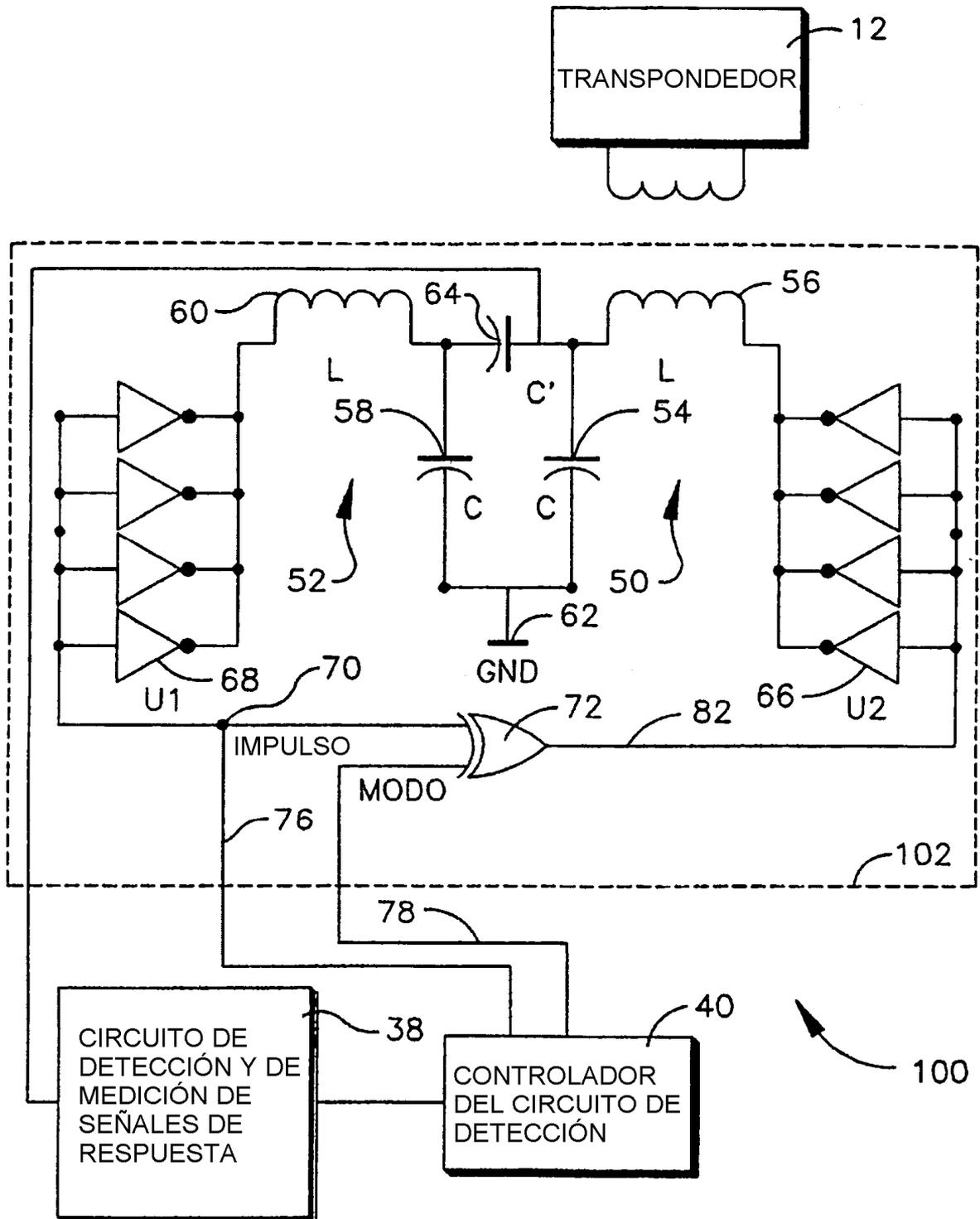


Fig. 6