

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 592 313**

51 Int. Cl.:

G06K 7/00 (2006.01)

G06K 7/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.03.2007 E 07251168 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.08.2016 EP 1837800**

54 Título: **Antena de lector de RFID autosintonizada**

30 Prioridad:

22.03.2006 US 387755

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

29.11.2016

73 Titular/es:

**ASSA ABLOY AB (100.0%)
P.O. Box 70340
107 23 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:

ANDRESKY, DAVID

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 592 313 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Antena de lector de RFID autosintonizada

Campo técnico

5 La presente invención generalmente está relacionada con lectores para sistemas de identificación por radiofrecuencia, y más particularmente pero no exclusivamente, con un circuito de autosintonización para uso con una antena de un lector.

Antecedentes de la invención

10 Los sistemas de identificación por radiofrecuencia (RFID) típicamente incluyen al menos un lector y una pluralidad de transpondedores, que comúnmente se denominan credenciales, tarjetas, etiquetas o algo semejante. El transpondedor puede ser un dispositivo de comunicación por radiofrecuencia activo o pasivo que se conecta directamente o se incrusta en un artículo a identificar o caracterizado de otro modo por el lector. Como alternativa, el transpondedor se puede incrustar en un sustrato portátil, tal como una tarjeta o etiqueta, llevado por una persona o un artículo a identificar o caracterizado de otro modo por el lector. Un transpondedor activo se alimenta por su propia fuente de alimentación interna, tal como una batería, que proporciona la energía de funcionamiento para los circuitos del transpondedor. En contraste, un transpondedor pasivo se caracteriza como dependiente del lector para su potencia. El lector "excita" o alimenta el transpondedor pasivo transmitiendo señales de excitación de una frecuencia dada al espacio circundante al lector, que son recibidas por el transpondedor y proporcionan la energía de funcionamiento para los circuitos del transpondedor receptor.

20 La comunicación entre lector y transpondedor se permite por circuitos resonantes cooperantes que se proporcionan en cada lector y transpondedor. El circuito resonante de un lector incluye un inductor, típicamente en forma de una antena, que se acopla magnéticamente al inductor en el circuito resonante de un transpondedor compatible a través de inductancia mutua. El circuito resonante del transpondedor incluye correspondientemente un inductor que se acopla magnéticamente al inductor en el circuito resonante del lector a través de inductancia mutua.

25 La comunicación se inicia cuando un transpondedor se coloca proximalmente respecto al lector. El lector tiene una fuente de alimentación que transporta una corriente al circuito resonante de lector provocando que la antena de lector produzca una señal de excitación en forma de un campo electromagnético. La señal de excitación se acopla a la antena del transpondedor colocado proximalmente a través de inductancia mutua y la señal de excitación alimenta y temporiza los circuitos de transpondedor iniciando el funcionamiento del transpondedor.

30 El funcionamiento del transpondedor comprende generación de una señal de respuesta a una frecuencia específica y transmisión de la señal de respuesta del transpondedor de vuelta al lector. En particular, el circuito resonante de transpondedor recibe una corriente en respuesta a la señal de excitación que provoca que la antena de transpondedor produzca una señal de respuesta en forma de un campo electromagnético. La señal de respuesta se acopla a la antena de lector a través de inductancia mutua sustancialmente de la misma manera que se ha descrito anteriormente con respecto al acoplamiento de la señal de excitación a la antena de transpondedor.

35 El transpondedor típicamente emplea modulación de frecuencia o amplitud de la señal de respuesta para codificar datos almacenados en la memoria de los circuitos de transpondedor en la señal de respuesta. Cuando la señal de respuesta se acopla a la antena de lector, se induce una corriente correspondiente en la antena de lector a la frecuencia específica. El lector procesa la corriente inducida para leer los datos codificados en la señal de respuesta. Los datos resultantes se pueden comunicar a un dispositivo de salida, tal como una pantalla, impresora, o dispositivo de almacenamiento, y simultáneamente, o como alternativa, comunicar a un ordenador anfitrión, si un ordenador anfitrión está en red en el sistema de RFID.

45 Un parámetro operativo importante del lector es el alcance del lector cuando se comunica con un transpondedor. El alcance del lector se ve afectado fuertemente, entre otras cosas, por la intensidad del campo electromagnético generado por el circuito resonante de lector. Con el fin de generar una intensidad de campo que proporcione al lector un alcance adecuado, el diseñador del lector debe especificar apropiadamente un circuito resonante que esté sintonizado apropiadamente a una frecuencia predeterminada para la aplicación deseada del sistema de RFID.

50 Otro parámetro operativo importante del lector es la impedancia de antena. Es deseable que la impedancia de la antena en el lector de un sistema de RFID sea especificada para que coincida con la impedancia del impulsor de antena. Sin embargo, la impedancia de la antena de lector se ve alterada a menudo por las características del ambiente operativo en el que reside el lector. En un caso típico en el que el lector se monta en una ubicación fija en una estructura de soporte, la impedancia de la antena de lector es susceptible a los materiales de la ubicación de montaje y otros objetos dentro del ambiente operativo. Por ejemplo, si la ubicación de montaje del lector es en un ambiente operativo que incluye metal cercano, el metal puede alterar la impedancia efectiva del circuito resonante, desintonizando de ese modo el circuito resonante de la frecuencia predeterminada y reduciendo drásticamente el

alcance del lector. Adicionalmente, la impedancia de la antena de lector se puede perturbar durante el proceso de fabricación de antena o lector dando como resultado un circuito resonante desintonizado.

5 Unos medios para vencer los problemas mencionados anteriormente es sintonizar específicamente cada antena individualmente para su ambiente operativo pretendido. Por ejemplo, la antena de lector se puede sintonizar individualmente utilizando procedimientos de selección de componentes durante el proceso de fabricación de lector de modo que la impedancia de la antena de lector coincida con la impedancia del impulsor de antena cuando se instala en el ambiente operativo pretendido. Sin embargo, selección de componentes específicos durante la producción supone una mano de obra intensiva y requiere un alto nivel de formación y supervisión, que muchas veces tiene un coste prohibitivo.

10 Como alternativa, antenas de lector se pueden sintonizar a una frecuencia entre extremos especificados para lograr prestaciones congruentes dentro de varios ambientes operativos diferentes. Por ejemplo, razonablemente se puede esperar que la ubicación de montaje del lector consista ya sea en un panel de yeso o una caja de empalmes de acero. En lugar de optimizar el lector para uno u otro de estas dos ubicaciones de montaje, la sintonización de antena busca un compromiso de modo que las prestaciones de antena sean consistentes (aunque subóptimas) en cualquier ambiente operativo. Aunque esta alternativa parece atractiva, en la práctica el abanico de ambientes operativos potenciales es típicamente tan variado que no es práctico optimizar la sintonización para un ambiente sobre otros. El alcance completo de posibles ambientes operativos puede tener un fuerte impacto en las prestaciones de antena, especialmente cuando se requiere que un lector soporte múltiples protocolos de radiofrecuencia (RF) y tipos de transpondedor. El compromiso de la sintonización de antena entre extremos tiene como resultado prestaciones reducidas y puede anular totalmente las prestaciones de algunos protocolos y tipos de transpondedor.

El documento US 2003/102960 describe un sistema de identificación electrónico que proporciona comunicaciones en doble sentido entre lector y etiquetas utilizando campos magnéticos alternos establecidos por el lector y la etiqueta.

25 El documento EP 1 387 313 describe una función relacional de prevención de colisiones llamada anticolidión. La etiqueta de RFID comprende un circuito de resonancia paralelo compuesto por una bobina, un condensador de resonancia, y un condensador de ajuste, un circuito de conmutación, un circuito rectificación, un condensador de suavizado, un circuito de tensión constante, un circuito de detección de tensión, un circuito de O exclusivo, un circuito temporizador, un circuito de detección de tensión, un circuito de control, un circuito O, un circuito de enganche, un dispositivo de almacenamiento UID, y un modulador/demodulador de datos, y cuando se obtiene una cierta tensión de fuente de alimentación/tensión operativa, la función de correspondencia anticolidión ciertamente puede identificar etiquetas de RFID individuales.

35 El documento US 6.427.065 describe un sistema de transmisión de energía, una tarjeta de CI, y un sistema de comunicación de información utilizando una tarjeta de CI. En el sistema de transmisión de energía, la energía se transmite por radio desde el dispositivo de transmisión de energía a la tarjeta de CI. En la tarjeta de CI, la energía inducida transmitida se convierte en una tensión de CC, se detecta la energía inducida transmitida o una tensión correspondiente a la energía inducida, y se obtiene una tensión deseada de CC a suministrar al circuito interno en una resistencia de control la energía inducida detectada o la tensión correspondiente a la energía inducida.

40 Ejemplos de la presente invención reconocen una necesidad de un lector de un sistema de RFID que sea adaptable a variaciones en sus prestaciones de antena provocadas por diferentes ambientes operativos y/o variaciones en valores de los parámetros de fabricación de antena. Por consiguiente, generalmente un objeto de al menos algunos ejemplos de la presente invención es proporcionar un sistema de RFID que tenga un lector que exhiba características de prestaciones satisfactorias mientras se ajusta a variaciones en un ambiente operativo de sistema dado. Más particularmente, un objeto de al menos algunos ejemplos de la presente invención es proporcionar un lector que logre un nivel uniformemente satisfactorio de prestaciones cuando el lector se emplea en diferentes ambientes operativos. Otro objeto de al menos algunos ejemplos de la presente invención es proporcionar un lector que se vuelva a sintonizar automáticamente por sí mismo para mantener un nivel de prestaciones deseado en respuesta a variaciones en el ambiente operativo del lector. Estos y otros objetos y se pueden conseguir mediante ejemplos según las realizaciones descritas en lo sucesivo.

50 **Compendio de la invención**

Visto desde un primer aspecto, la presente invención puede proporcionar un lector para un sistema de RFID. El lector comprende un conjunto de antena, un impulsor de señal y un controlador. El conjunto de antena incluye un circuito de sintonización de antena y una antena acoplada al circuito de sintonización de antena. La antena tiene una impedancia de antena y el impulsor de señal tiene una impedancia de impulsor de señal. El circuito de sintonización de antena incluye un circuito de capacitancia variable que tiene una capacitancia variable. El impulsor de señal se acopla al conjunto de antena para aplicar una señal de impulso a la antena. El controlador se acopla al conjunto de antena para determinar una diferencia entre la impedancia de antena y la impedancia de impulsor de señal y

establecer la capacitancia variable a un valor de capacitancia establecido que reduce la diferencia entre las impedancias.

5 Según una realización, el lector comprende además una fuente de tensión variable acoplada entre el controlador y el circuito de capacitancia variable para aplicar una señal de polarización de sintonización al circuito de capacitancia variable. La señal de polarización de sintonización tiene un valor de tensión de polarización seleccionado para reducir la diferencia entre las impedancias. Según otra realización, el circuito de sintonización de antena incluye además un circuito de capacitancia de valor fijo que tiene uno o más condensadores de valor fijo acoplados en paralelo a la antena y/o un circuito de capacitancia de valor fijo que tiene uno o más condensadores de valor fijo acoplados en serie a la antena. Según incluso otra realización, el circuito de capacitancia variable comprende uno o una pluralidad de elementos de capacitancia variable conectados en paralelo. El circuito de capacitancia variable comprende como alternativa un condensador de valor fijo conectado en serie a uno o una pluralidad de elementos de capacitancia variable conectados en paralelo.

15 En algunos ejemplos, el lector preferiblemente comprende además un alojamiento transmisor de radiofrecuencia que encierra al menos parcialmente el conjunto de antena y una placa base reflectante de radiofrecuencia acoplada al alojamiento para reducir la susceptibilidad de la antena a variaciones provocadas por objetos en un ambiente operativo de un lector. En algunos ejemplos, el alojamiento preferiblemente se fabrica de un plástico y la placa base preferiblemente se fabrica de un metal.

20 Visto desde otro aspecto, la presente invención puede proporcionar un método que comprende transportar una señal de impulso desde un impulsor de señal a un conjunto de antena. El conjunto de antena incluye un circuito de sintonización de antena acoplado a una antena. La antena tiene una impedancia de antena, el impulsor de señal tiene una impedancia de impulsor de señal, y el circuito de sintonización de antena tiene una capacitancia variable. Se determina una diferencia entre la impedancia de antena y la impedancia de impulsor de señal y se establece la capacitancia variable a un valor de capacitancia establecido para reducir la diferencia. En una realización, el método comprende además generar una señal de polarización de sintonización que tiene un valor de tensión de polarización. La señal de polarización de sintonización se aplica al circuito de sintonización de antena para establecer la capacitancia variable en el valor de capacitancia establecido.

30 Visto desde otro aspecto, la presente invención puede proporcionar un método que comprende seleccionar un valor de capacitancia establecido de un circuito de sintonización de antena que tiene capacitancia variable. El valor de capacitancia establecido se selecciona variando un parámetro operativo de antena correlacionado con la capacitancia variable a través una progresión de valores de parámetros operativos de antena. El valor de capacitancia establecido del circuito de sintonización de antena se establece para reducir un desequilibrio entre una impedancia de una antena acoplada al circuito de sintonización de antena y una impedancia de un impulsor de señal que aplica una señal de impulso a la antena. El desequilibrio puede ser debido a variaciones en un ambiente operativo de la antena o variaciones en valores de un parámetro de fabricación de antena de la antena.

35 Según una realización, el método comprende además determinar valores de un parámetro operativo de circuito de un circuito acoplado a la antena mientras se varían los valores del parámetro operativo de antena. Los valores del parámetro operativo de antena se pueden correlacionar con los valores del parámetro operativo de circuito.

40 Según otra realización, el método comprende además establecer el parámetro operativo de antena con un valor de antena correlacionado con el valor de capacitancia establecido utilizando una correlación entre los valores de parámetros operativos de antena y los valores de parámetros operativos de circuito.

Un parámetro operativo adecuado de antena es una tensión de polarización de una señal de polarización de sintonización aplicada al circuito de sintonización de antena. Parámetros operativos adecuados de circuito pueden incluir una magnitud de una señal de impulso aplicada a la antena, una fase a través de un inductor en el circuito, o una magnitud de tensión en un terminal de un inductor en el circuito.

45 La presente invención se entenderá aún más a partir de los dibujos y la siguiente descripción detallada. Aunque esta descripción presenta detalles específicos, se entiende que ciertas realizaciones de la invención se pueden poner en práctica sin estos detalles específicos. Se ha de entender también que en algunos casos, circuitos, componentes y técnicas bien conocidos no se han mostrado en detalle con el fin de evitar oscurecer el entendimiento de la invención.

50 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de RFID que incluye un transpondedor y un lector.

La figura 2 es una vista en perspectiva de despiece ordenado del lector de la figura 1 que tiene circuitos internos encerrados dentro de un alojamiento de lector y placa base.

La figura 3 es una vista esquemática de un circuito de sintonización de antena del conjunto de antena de lector de la figura 1.

Realizaciones de la invención se ilustran a modo de ejemplo y no a modo de limitación en las figuras nombradas anteriormente de los dibujos, en las que caracteres de referencia semejantes indican elementos iguales o similares. Cabe señalar que referencias comunes a "una realización", "una realización alternativa", "una realización preferida" o algo semejante en esta memoria no necesariamente se refieren a la misma realización.

Descripción específica

En la figura 1 se muestra un sistema de RFID y generalmente se designa como 10. El sistema de RFID 10 comprende un transpondedor 12 y un lector 14. En los presentes ejemplos, el transpondedor 12 es preferiblemente un transpondedor pasivo que no requiere una fuente de alimentación interna. La energía eléctrica necesaria para que funcione el transpondedor pasivo 12 se suministra al transpondedor 12 por energía electromagnética transmitida desde el lector 14, que es de una frecuencia específica y una intensidad suficiente para alimentar el transpondedor 12.

El transpondedor 12 comprende varios elementos funcionales, incluyendo un circuito integrado (CI) 16 de transpondedor y una antena 18 de transpondedor. El CI 16 de transpondedor incorpora las capacidades de procesamiento y memoria del transpondedor 12. La antena 18 de transpondedor se acopla al CI 16 de transpondedor y en el presente ejemplo es una bobina convencional denominada "antena de doble función" que realiza ambas funciones de recepción y transmisión del transpondedor 12. Como alternativa, dos antenas separadas de recepción y transmisión pueden sustituir a la "antena de doble función" en el transpondedor 12. El transpondedor 12 del presente ejemplo también incluye preferiblemente un condensador de transpondedor (no se muestra) acoplado al CI 16 de transpondedor y a la antena 18 de transpondedor. La antena 18 de transpondedor, en cooperación con el condensador de transpondedor, define un circuito LC de transpondedor que tiene una frecuencia resonante sintonizada que corresponde a la frecuencia portadora del transpondedor 12.

El transpondedor 12 mostrado y descrito en esta memoria solo es un ejemplo de un tipo de transpondedor que tiene utilidad en el sistema de RFID 10. Se entiende que la puesta en práctica de la presente invención no se limita a cualquier tipo de transpondedor específico, sino que es generalmente aplicable a la mayoría de tipos de transpondedores convencionales que tienen utilidad en sistemas de RFID. Así, por ejemplo, el transpondedor 12 se puede seleccionar de tarjetas de proximidad, etiquetas de proximidad, tarjetas inteligentes, o algo semejante.

El lector 14 comprende varios elementos funcionales que incluyen un conjunto de antena 20 de lector, un circuito excitador/lector (EL) 22, un controlador 24, una interfaz de entrada/salida (E/S) 26, y una fuente de alimentación 28. La fuente de alimentación 28 proporciona energía de funcionamiento eléctrica a los componentes de lector de una manera controlada. Según una realización, la fuente de alimentación 28 se acopla a una fuente de energía eléctrica finita que es autónoma (es decir, interna) dentro del lector 14, tal como una batería portátil relativamente pequeña que consiste en una o más celdas húmedas o secas desechables o recargables. Como alternativa, la fuente de alimentación 28 se cablea a una fuente de energía eléctrica remota esencialmente infinita, tal como un servicio público eléctrico.

El conjunto de antena 20 de lector del presente ejemplo incluye preferiblemente un circuito de sintonización 30 de antena y una antena 32 de lector. La antena 32 de lector es una "antena de doble función" que realiza ambas funciones de recepción y transmisión del lector 14. En particular, la antena 32 de lector recibe señales de datos de transpondedor del ambiente externo y transmite señales de excitación al ambiente externo. Aunque no se muestra, la presente invención abarca como alternativa un conjunto de antena que tiene dos antenas separadas de recepción y transmisión, respectivamente, que realizan por separado las funciones de recepción y transmisión del lector 14.

El circuito de sintonización 30 de antena incluye un circuito de capacitancia variable 34 acoplado a la antena 32 de lector. El circuito de capacitancia variable 34 y la antena 32 de lector definen en combinación un circuito LC de lector. El lector 14 comprende además una fuente de tensión variable 36 acoplada entre el circuito de sintonización 30 de antena y el controlador 24. La fuente de tensión variable 36 funciona para generar una pluralidad de señales de polarización de sintonización de una manera descrita más adelante. La fuente de tensión variable 36 del presente ejemplo preferiblemente comprende un potenciómetro digital o cualquier otro dispositivo adecuado de tensión variable, tal como un módulo de tensión de referencia de microprocesador, un convertidor digital a analógico o un regulador de tensión variable.

El circuito EL 22 comprende un circuito generador 38 de señal de excitación y un circuito receptor 40 de señal de transpondedor. El circuito generador 38 de señal de excitación incluye una fuente 38a de señal y un impulsor 38b de señal. El circuito generador 38 de señal de excitación generalmente funciona para generar una señal de excitación que el conjunto de antena 20 de lector transmite en forma de ondas electromagnéticas al espacio abierto del ambiente operativo que rodea al lector 14. En particular, el lector 14 consume energía eléctrica de la fuente de energía 28 para la fuente 38a de señal cuando el transpondedor 12 se coloca proximalmente respecto al lector 14. La fuente 38a de señal produce una señal, que es amplificada por el impulsor 38b de señal para suministrar una

señal de impulso de CA que tiene una alta tensión y alta corriente al conjunto de antena 20 de lector. El conjunto de antena 20 de lector resuena a su frecuencia resonante en respuesta a la señal de impulso de CA de alta tensión/alta corriente, generando de ese modo señales de excitación que son transmitidas por el conjunto de antena 20 de lector.

5 Las señales de excitación son recibidas por un transpondedor 12 en el espacio proximal del lector 14 (es decir, dentro de un alcance de lectura del lector) para alimentar el transpondedor 12. Con la activación, el CI 16 de transpondedor genera una señal de datos de transpondedor, que contiene información legible, es decir, datos de transpondedor, copiada o derivada de otro modo de la memoria del CI 16 de transpondedor. La señal de datos de transpondedor se transmite al espacio abierto del ambiente externo que rodea al transpondedor 12 por medio de la
10 antena 18 de transpondedor. Cuando se recibe una señal de datos de transpondedor en el conjunto de antena 20 de lector, el circuito receptor 40 de señal de transpondedor realiza diversas operaciones en la señal de datos de transpondedor para acondicionar la señal, produciendo de ese modo una señal acondicionada que es adecuada para que la lea el lector 14.

15 La señal acondicionada que contiene los datos de la señal de datos de transpondedor se transporta al controlador 24, que procesa la señal acondicionada para extraer los datos de transpondedor legibles contenidos en la misma. En particular, el controlador 24 desmodula la señal acondicionada según un tipo de modulación respectivo según firmware y/o software ejecutados por el controlador 24. Los datos de transpondedor extraídos se pueden enviar a un dispositivo externo tal como un ordenador anfitrión central (no se muestra) por medio de la interfaz de E/S 26.

20 Como se ha señalado anteriormente, el circuito generador 38 de señal de excitación y el circuito receptor 40 de señal de transpondedor en combinación se denominan el circuito EL 22. Expertos en la técnica pueden apreciar que el lector 14 se puede adaptar según la presente invención para incluir un circuito de escritura (no se muestra) que puede escribir instrucciones de programación u otra información a un transpondedor ya sea por medio de contacto o sin contacto. Circuito EL y circuito escritor en combinación se denominan circuito excitador/lector/escritor (ELE).

25 Haciendo referencia a la figura 2, los circuitos internos descritos anteriormente 42 del lector 14 en el presente ejemplo se encierran preferiblemente por un alojamiento 44 de lector y una placa base 46 que se acopla al alojamiento 44. El alojamiento 44 define la cara delantera y lados del lector 14 mientras la placa base 46 define la cara posterior del lector 14. Cuando el lector 14 se fija a una estructura de soporte 48 en una ubicación de montaje, la placa base 46 del presente ejemplo preferiblemente se coloca entre la estructura de soporte 48 y los circuitos
30 internos 42 del lector 14. La estructura de soporte 48 típicamente incluye cualquiera o más de los siguientes materiales: panel de yeso, ladrillo, madera, cajas de empalmes de metal, montantes de metal, o algo semejante. Los circuitos internos 42 del lector 14 del presente ejemplo preferiblemente se conectan a la cara interior de la placa base 46. La cara exterior de la placa base 46 del presente ejemplo preferiblemente se acopla fijamente a la estructura de soporte 48 por medio de un adhesivo y/o tornillos u otros sujetadores que montan con seguridad el lector 14 en la estructura de soporte 48. Cuando el lector 14 se monta en la estructura de soporte 48, la placa base
35 46 generalmente queda sustancialmente oculta a la vista mientras el alojamiento 44 de lector queda totalmente expuesto.

El alojamiento 44 del presente ejemplo preferiblemente se fabrica de un material que es relativamente transparente a señales de RF (es decir, relativamente transmisor de RF) tal como un plástico rígido de alta resistencia. El alojamiento 44 puede estar provisto de una ventana (no se muestra) que se abre o forma de un material más
40 transparente a RF que el resto del alojamiento 44 para aumentar además la transparencia a RF del alojamiento 44. La placa base 46 del presente ejemplo preferiblemente se forma de un material metálico rígido que es relativamente reflectante a señales de RF. Un ejemplo de un material de este tipo es chapa de aluminio. Como tal, la placa base 46 funciona para reducir la susceptibilidad del lector 14 a variaciones en la ubicación de montaje de lector y, más generalmente, a variaciones en el ambiente operativo de lector. Las variaciones de fabricación de antena, así como efectos restantes del ambiente operativo no compensados por la placa base 46, son gestionados por el circuito de
45 capacitancia variable 34 (mostrado en la figura 1) de una manera descrita más adelante. Una función auxiliar de la placa base 44 es proporcionar al lector 14 rigidez mecánica mientras es resistente a manipulación.

Haciendo referencia a la figura 3, se muestra una realización del conjunto de antena de lector incluido dentro del lector 14 de la figura 1 y generalmente se designa como 20. Como se ha señalado anteriormente, el conjunto de
50 antena 20 de lector incluye el circuito de sintonización 30 de antena y la antena 32 de lector. El circuito de sintonización 30 de antena generalmente comprende el circuito de capacitancia variable 34, un primer circuito de capacitancia de valor fijo 50, y un segundo circuito de capacitancia de valor fijo 52. El primer y segundo circuitos de capacitancia de valor fijo 50, 52 se acoplan en serie al circuito de capacitancia variable 34 y el circuito de capacitancia variable 34 se acopla a un circuito de recepción de tensión de polarización 54.

55 La antena 32 de lector es un inductor 32a y un reóstato 32b en combinación. La antena 32 de lector incluye además primer y segundo terminales 56, 58 de antena.

El primer terminal 56 de antena es un terminal de entrada/salida de antena y se conecta a un terminal de entrada 60 de señal de impulso por medio del circuito de capacitancia variable 34 y primer y segundo circuitos de capacitancia de valor fijo 50, 52. El terminal de entrada 60 de señal de impulso se conecta además al controlador 24 y a los circuitos 38, 40 generador de señal de excitación y receptor de señal de transpondedor del circuito EL 22 mostrado en la figura 1. El segundo terminal 58 de antena es un terminal de tierra de antena conectado a una tierra común 62 de sistema que se conecta a un terminal de tierra 64 de sistema.

Según el presente ejemplo realización, el primer circuito de capacitancia de valor fijo 50 incluye condensadores de valor fijo 66, 68, 70 acoplados en paralelo a la antena 32 entre el primer y segundo terminales 56, 58 de antena. El segundo circuito de capacitancia de valor fijo 52 incluye condensadores de valor fijo 71, 72, 74 acoplados en serie a la antena 32. Como tal, terminal de entrada 60 de señal de impulso, segundo circuito de capacitancia de valor fijo 52, primer circuito de capacitancia de valor fijo 50, y circuito de capacitancia de valor variable 34 definen una ruta de señal de impulso entre el impulsor 38b de señal y la antena 32.

Según realizaciones alternativas no mostradas, el primer circuito de capacitancia de valor fijo 50 tiene cualquier número de uno o más condensadores de valor fijo acoplados en paralelo a la antena 32 para lograr una capacitancia paralela de valor fijo deseado, mientras el segundo circuito de capacitancia de valor fijo 52 tiene cualquier número de uno o más condensadores de valor fijo conectados en serie a la antena 32 para lograr una capacitancia en serie de valor fijo deseado. Según incluso otra realización alternativa no mostrada, el primer circuito de capacitancia de valor fijo 50 se omite en su totalidad del circuito de sintonización 30 de antena, mientras el segundo circuito de capacitancia de valor fijo 52 se retiene teniendo al menos un condensador de valor fijo acoplado en serie a la antena 32 por medio del circuito de capacitancia variable 34.

El circuito de capacitancia variable 34 incluye al menos un elemento de circuito de capacitancia variable acoplado a la antena 32 de lector. Según la presente realización, el circuito de capacitancia variable 34 incluye un condensador de valor fijo 76 conectado en serie a una pluralidad de elementos de capacitancia variable 78, 80, 82, 84 que en el presente ejemplo son preferiblemente varactores, denominados como alternativa diodos de capacitancia variable. El circuito de capacitancia variable 34 se conecta en paralelo a la antena 32 de lector entre el primer y segundo terminales 56, 58 de antena.

El circuito de recepción de tensión de polarización 54 se acopla en serie entre la fuente de tensión variable 36 y el circuito de capacitancia variable 34. La fuente de tensión variable 36 se acopla al circuito de recepción de tensión de polarización 54 por medio de un terminal de entrada 86 de señal de polarización. Como tal, el terminal de entrada 86 de señal de polarización y circuito de recepción de tensión de polarización 54 definen una ruta de señal de polarización de sintonización desde la fuente de tensión variable 36 al circuito de capacitancia variable 34. En el presente ejemplo, cada señal de polarización de sintonización es preferiblemente una señal de tensión de CC que aplica una polarización inversa dentro de un intervalo de tensiones de polarización al circuito de capacitancia variable 34. El circuito de recepción de tensión de polarización 54 de la presente realización incluye reóstatos 88, 90 que se conectan en serie entre el terminal de entrada 86 de señal de polarización y un empalme A. La empalme A se forma entre el condensador de valor fijo 76 y los elementos de capacitancia variable conectados en paralelo 78, 80, 82, 84. El circuito de recepción de tensión de polarización 54 incluye opcionalmente un condensador 92 acoplado entre un empalme B y tierra.

El condensador de valor fijo 76 se combina con los elementos de capacitancia variable 78, 80, 82, 84 para proporcionar una capacitancia total que se puede añadir a los condensadores de valor fijo paralelos 66, 68, 70 y condensadores de valor fijo en serie 71, 72, 74. Los valores de capacitancia del primer circuito de capacitancia de valor fijo 50 y el segundo circuito de capacitancia de valor fijo 52 se seleccionan en la fabricación del conjunto de antena 20 de lector según varias realizaciones alternativas. En una realización, los valores de capacitancia del primer circuito de capacitancia de valor fijo 50 y segundo circuito de capacitancia de valor fijo 52 se seleccionan de manera que la impedancia de la antena 32 de lector coincida con la impedancia del circuito de impulsión la antena 32 (es decir, el impulsor 38b de señal) cuando una señal de polarización de sintonización de CC que tiene una tensión media se aplica al circuito de capacitancia variable 34. Un ejemplo de valor medio de la señal de polarización de sintonización de CC es 2,5 voltios, que es definido por un intervalo de valores de tensión de polarización (p. ej., un intervalo entre 0 y 5 voltios). Un valor medio alternativo de la señal de polarización de sintonización de CC es 4 voltios, es definida por un ejemplo de intervalo de valores de tensión entre 0 y 8 voltios.

En otra realización, los valores de capacitancia del primer circuito de capacitancia de valor fijo 50 y segundo circuito de capacitancia de valor fijo 52 se seleccionan de manera que la antena 32 de lector se sintoniza a aproximadamente 4 voltios cuando el circuito de capacitancia variable 34 tiene un valor nominal de capacitancia y no hay metal dentro del ambiente operativo del lector 14. Cuando se introduce metal en el ambiente operativo, es preferible aumentar la capacitancia del circuito de capacitancia variable 34 disminuyendo la tensión de la señal de polarización de sintonización aplicada al circuito 34, manteniendo de ese modo constante la tensión sintonizada de la antena 32 de lector. El intervalo disponible de señales de polarización de sintonización generadas por la fuente de tensión variable 36 y, correspondientemente, el intervalo de capacitancias disponibles del circuito de capacitancia variable 34 se determinan por aspectos particulares de fabricación de la antena 32 de lector y/o aspectos

particulares del ambiente operativo de lector. Como se ha señalado anteriormente, ejemplos de intervalos de valor de tensión para las señales de polarización de sintonización son 0 a 5 voltios y 0 a 8 voltios. Sin embargo, sustancialmente cualquier intervalo de valores de tensión para las señales de polarización de sintonización dentro de los límites prácticos del circuito de capacitancia variable 34 puede tener utilidad dentro del alcance de la presente invención.

El valor de capacitancia del condensador de valor fijo 76 del presente ejemplo se selecciona preferiblemente para prevenir una substancial polarización directa (es decir, para mantener polarización inversa) de los elementos de capacitancia variable 78, 80, 82, 84. Cuando se aplica una señal de impulso de CA al primer terminal 56 de antena, la señal de impulso de CA oscila igualmente en cada lado del segundo terminal 58 de antena creando el potencial de polarización directa de los elementos de capacitancia variable 78, 80, 82, 84, particularmente si la capacitancia del condensador de valor fijo 76 es demasiado grande y la señal de impulso de CA oscila demasiado por debajo de tierra. La polarización directa puede provocar que el circuito de capacitancia variable 34 descargue su tensión de polarización de CC y de manera no deseada altere la capacitancia del circuito de capacitancia variable 34.

Seleccionando un condensador de valor fijo 76 que tenga un valor reducido de capacitancia se crea eficazmente un divisor de tensión que reduce la magnitud de la señal de impulso de CA que se introduce al cátodo (el empalme A) de los elementos de capacitancia variable 78, 80, 82, 84. Por lo tanto, generalmente es deseable seleccionar un condensador de valor fijo 76 que tenga un valor de capacitancia que disminuya suficientemente la magnitud de la señal de impulso de CA en el empalme A para prevenir que la señal de impulso de CA oscile demasiado por debajo de tierra que significativamente polariza en directo los elementos de capacitancia variable 78, 80, 82, 84. Cabe señalar que un grado relativamente pequeño de polarización directa típicamente se puede tolerar antes de afectar a la capacitancia (p. ej., aproximadamente 500 mV). Así, en el presente ejemplo es preferible no superar las tolerancias de polarización directa de los elementos de capacitancia variable 78, 80, 82, 84.

La selección apropiada del condensador de valor fijo 76 mantiene los elementos de capacitancia variable 78, 80, 82, 84 polarizados en un nivel deseado y asegura una capacitancia constante. Sin embargo, seleccionar un condensador de valor fijo 76 que tenga un valor de capacitancia demasiado bajo puede limitar de manera importante el intervalo capacitivo del circuito de capacitancia variable 34. Por lo tanto, el valor de capacitancia del condensador de valor fijo 76 se selecciona en correspondencia con el intervalo de capacitancia deseado de los elementos de capacitancia variable 78, 80, 82, 84 para lograr un intervalo deseado de capacitancia de sintonización visto por la antena 32 de lector, mientras se mantienen los elementos de capacitancia variable 78, 80, 82, 84 polarizados en inverso.

Un método para sintonizar automáticamente el conjunto de antena 20 en respuesta a variaciones en el ambiente operativo del lector 14 y/o variaciones en valores de los parámetros de fabricación de antena (p. ej., variaciones en tolerancias de diseño de antena) se describe a continuación con referencia a las figuras 1 y 3. El método se realiza ya sea en un modo continuo o uno intermitente y utiliza controlador 24, circuito de sintonización 30 de antena y fuente de tensión variable 36. En términos generales, el controlador 24 realiza automáticamente el método de sintonización ajustando la capacitancia del circuito de sintonización 30 de antena a un valor de capacitancia preferido, que compensa eficazmente desequilibrios entre las impedancias de la antena 32 de lector e impulsor 38b de señal debidas a variaciones en el ambiente operativo del lector 14 y/o variaciones en valores de los parámetros de fabricación de antena.

El controlador 24 selecciona el valor de capacitancia preferido variando un parámetro operativo del conjunto de antena 20 de lector, que se correlaciona con la capacitancia del circuito de sintonización 30 de antena, a través una progresión de valores. El controlador 24 correlaciona los valores del parámetro operativo de conjunto de antena con valores de un parámetro operativo del lector 14, que son determinados por el controlador 24 mientras se varían los valores del parámetro operativo de conjunto de antena. El controlador 24 establece el valor del parámetro operativo de conjunto de antena que logra el valor de capacitancia preferido utilizando la correlación entre el parámetro operativo de conjunto de antena y el parámetro operativo de lector.

En términos específicos, el método mencionado anteriormente se inicia generando una señal de instrucción de polarización inicial en el controlador 24. El controlador 24 saca la señal de instrucción de polarización inicial a la fuente de tensión variable 36 que establece una señal de polarización de sintonización inicial a un valor de tensión inicial (preferiblemente nominal) en respuesta a la señal de instrucción de polarización inicial. La fuente de tensión variable 36 saca la señal de polarización de sintonización inicial al circuito de capacitancia variable 34 por medio del terminal de entrada 86 de señal de polarización y el circuito de recepción de tensión de polarización 54. El impulsor 38b de señal del circuito generador 38 de señal de excitación también saca una señal de impulso de CA a la antena 32 de lector por medio del terminal de entrada 60 de señal de impulso y el circuito de sintonización 30 de antena, mientras el controlador 24 mide la magnitud de la señal de impulso de CA en el terminal de entrada 60 de señal de impulso. Cabe señalar que si las impedancias de la antena 32 de lector y circuito impulsor 38b de señal no coinciden, que es una situación frecuente, la señal de impulso de CA se somete de manera no deseable a reflejos aditivos y sustractivos.

5 En el caso de un desequilibrio de impedancia entre la antena 32 de lector y el circuito impulsor 38b de señal, el controlador 24 envía señales adicionales de instrucción de polarización a la fuente de tensión variable 36, que dirige la fuente de tensión variable 36 para que saque una serie de señales de polarización de sintonización en una progresión secuencial de diferentes valores de tensión. En el presente ejemplo, una progresión preferida de valores de tensión es de manera escalonada entre lados opuestos del intervalo de valores disponibles de tensión de polarización. En cada valor de tensión diferente de la señal de polarización de sintonización en la progresión, el controlador 24 mide o determina de otro modo la magnitud de la señal de impulso de CA. El controlador 24 traza los valores resultantes de la magnitud de la señal de impulso de CA frente a los valores de tensión de las señales de polarización de sintonización. El controlador 24 utiliza este trazado en cooperación con un algoritmo de decisión para seleccionar un valor deseado de la señal de polarización de sintonización que corresponde a un punto en el trazado conocido por producir una coincidencia de impedancia deseada para la antena 32 de lector y el impulsor 38b de señal. El controlador 24 envía entonces el valor de tensión de la salida de señal de polarización de sintonización por la fuente de tensión variable 36 al valor deseado.

15 Cabe señalar que el término “coincidencia de impedancia deseada” como se emplea en esta memoria abarca el caso en el que valores de impedancia de la antena 32 de lector e impulsor 38b de señal son esencialmente idénticos entre sí así como casos en los que los valores de impedancia de la antena 32 de lector y el impulsor 38b de señal están sustancialmente más cercanos entre sí que antes de realizarse la progresión secuencial de señales de polarización de sintonización, mejorando de ese modo las prestaciones del lector.

20 Según realizaciones alternativas del método mencionado anteriormente, uno de cualquier número de parámetros operativos alternativos de lector puede sustituir a la magnitud de señal de impulso de CA. Ejemplos de parámetros operativos alternativos de lector incluyen la fase a través de un inductor en el circuito generador 38 de señal de excitación o la magnitud de tensión en cada terminal del inductor. En cualquier caso, el controlador 24 determina valores del parámetro operativo seleccionado alternativo de lector, traza los valores resultantes del parámetro alternativo frente a los valores de tensión de las señales de polarización de sintonización, y procede sustancialmente de la misma manera que se ha mencionado anteriormente para seleccionar un valor deseado de la señal de polarización de sintonización que corresponda a un punto en el trazado conocido por producir una coincidencia de impedancia deseada para la antena 32 de lector e impulsor 38b de señal.

30 Si bien se han descrito y mostrado las realizaciones anteriores de la invención, se entiende que a las mismas se pueden hacer alternativas y modificaciones, tales como las sugeridas y otras, y encontrarse dentro del alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un lector (14) para un sistema de RFID (10) que comprende:
 - 5 un conjunto de antena (20) que incluye un circuito de sintonización (30) de antena y una antena (32), dicho circuito de sintonización (30) de antena acoplado a dicha antena (32) y dicha antena (32) tiene una impedancia de antena en donde dicha antena se hace funcionar mediante una señal de CA;
 - un circuito de capacitancia variable (34) incluido en dicho circuito de sintonización (30) de antena, dicho circuito de capacitancia variable (34) tiene al menos un elemento de capacitancia variable (78, 80, 82, 84) que se polariza en invertido y comprende una tensión de polarización de CC que es más pequeña en magnitud que dicha señal de CA;
 - 10 en donde dicho al menos un circuito de capacitancia variable (34) se acopla a la antena (32) de lector,
 - en donde dicho circuito de capacitancia variable (34) incluye un condensador de valor fijo (76) conectado en serie a dicho al menos un elemento de capacitancia variable (78, 80, 82, 84),
 - 15 y en donde el valor de capacitancia del condensador de valor fijo (76) se selecciona para prevenir la polarización directa de los elementos de capacitancia variable, un circuito de recepción de tensión de polarización (54) que comprende: un terminal de entrada (86), dos reóstatos (88, 90) conectados en serie con el terminal de entrada, y un condensador (92) acoplado entre un punto de empalme (B) entre los dos reóstatos en serie y tierra, en donde el circuito de recepción de tensión de polarización (54) se acopla en serie con el circuito de capacitancia variable (34);
 - 20 un impulsor de señal (38b) acoplado a dicho conjunto de antena (20) para aplicar una señal de impulso a dicha antena, dicho impulsor de señal (38b) tiene una impedancia de impulsor de señal; y un controlador (24) acoplado a dicho conjunto de antena para establecer un valor de capacitancia que reduce la diferencia entre dicha impedancia de antena y dicha impedancia de impulsor de señal.
2. El lector (14) de la reivindicación 1 que comprende además una fuente de tensión variable (36) acoplada entre dicho controlador (24) y dicho circuito de capacitancia variable (34) para aplicar una señal de polarización de sintonización a dicho circuito de capacitancia variable (34), dicha señal de polarización de sintonización tiene un valor de tensión de polarización seleccionado para reducir dicha diferencia.
- 25 3. El lector de la reivindicación 1 o 2, en donde dicho circuito de sintonización (30) de antena incluye además un primer circuito de capacitancia de valor fijo (50) que tiene uno o más condensadores de valor fijo (66, 68, 70) acoplados en paralelo a dicha antena (32).
- 30 4. El lector de la reivindicación 1, 2 o 3, en donde dicho circuito de sintonización (30) de antena incluye además un segundo circuito de capacitancia de valor fijo (52) que tiene uno o más condensadores de valor fijo (71, 72, 74) acoplados en serie a dicha antena (32).
5. El lector de cualquier reivindicación anterior, en donde dicho circuito de capacitancia variable (50, 52) comprende uno o una pluralidad de elementos de capacitancia variable conectados en paralelo (78, 80, 82, 84).
- 35 6. El lector de cualquier reivindicación anterior, en donde dicho circuito de capacitancia variable (50, 52) comprende un condensador de valor fijo (76) conectado en serie a uno o una pluralidad de elementos de capacitancia variable conectados en paralelo (78, 80, 82, 84).
7. El lector de cualquier reivindicación anterior que comprende además un alojamiento transmisor de radiofrecuencia (44) que encierra al menos parcialmente dicho conjunto de antena y una placa base reflectante de radiofrecuencia (46) acoplada a dicho alojamiento para reducir la susceptibilidad de dicha antena a variaciones provocadas por objetos en un ambiente operativo de un lector (14).
- 40 8. El lector de la reivindicación 7, en donde dicho alojamiento (44) se fabrica de un plástico.
9. El lector de la reivindicación 7 o 8, en donde dicha placa base (46) se fabrica de un metal.
10. Un método que comprende:
 - 45 transportar una señal de impulso de CA desde un impulsor de señal a un conjunto de antena, en donde dicho conjunto de antena incluye un circuito de sintonización de antena acoplado a una antena, dicha antena tiene una impedancia de antena, dicho impulsor de señal tiene una impedancia de impulsor de señal, y dicho circuito de sintonización de antena tiene al menos un elemento de capacitancia variable que comprende una tensión de polarización de CC que es sustancialmente inferior a una tensión de dicha señal de impulso de CA;
 - 50

en donde dicho al menos un circuito de capacitancia variable (34) se acopla a la antena de lector,

5 en donde dicho circuito de capacitancia variable incluye un condensador de valor variable conectado en serie a dicho al menos un elemento de capacitancia variable (78, 80, 82, 84), y en donde el valor de capacitancia del condensador de valor fijo se selecciona para prevenir la polarización directa de los elementos de capacitancia variable, un circuito de recepción de tensión de polarización que comprende: un terminal de entrada, dos reóstatos conectados en serie con el terminal de entrada, y un condensador acoplado entre un punto de empalme entre los dos reóstatos en serie y tierra, en donde el circuito de recepción de tensión de polarización se acopla en serie con el circuito de capacitancia variable; determinar una diferencia entre dicha impedancia de antena y dicha impedancia de impulsor de señal; y

10 establecer dicha capacitancia variable en un valor de capacitancia establecido para reducir dicha diferencia.

11. Un método según la reivindicación 10, que comprende:

15 seleccionar un valor de capacitancia establecido de un circuito de sintonización de antena que tiene capacitancia variable, en donde dicho valor de capacitancia establecido se selecciona variando dicha impedancia de antena correlacionada con dicha capacitancia variable a través una progresión de los valores de parámetros operativos de antena; y

establecer dicho valor de capacitancia establecido de dicho circuito de sintonización de antena para reducir un desequilibrio entre una impedancia de una antena acoplada a dicho circuito de sintonización de antena y una impedancia de un impulsor de señal que aplica una señal de impulso a dicha antena.

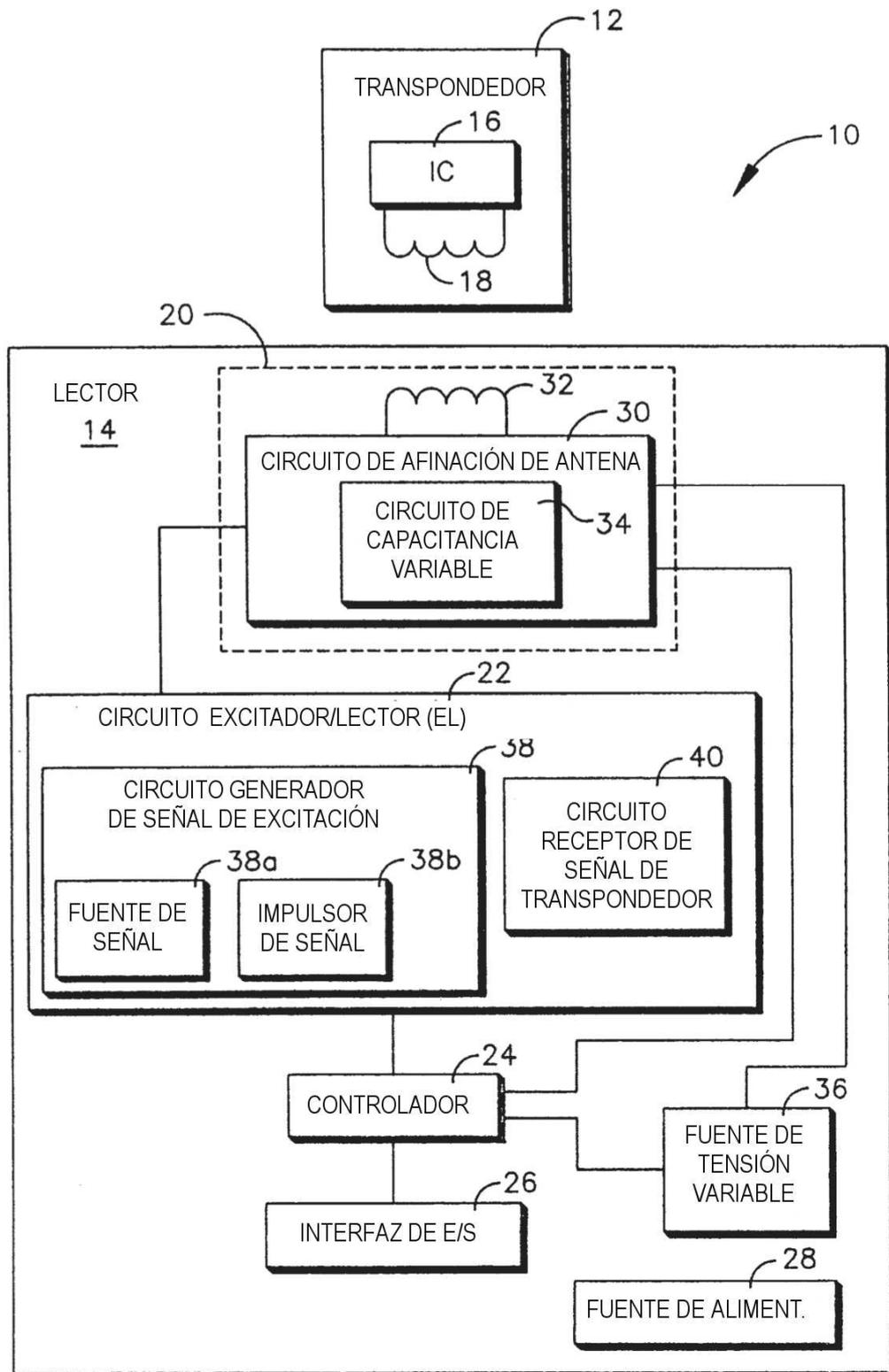


Fig. 1

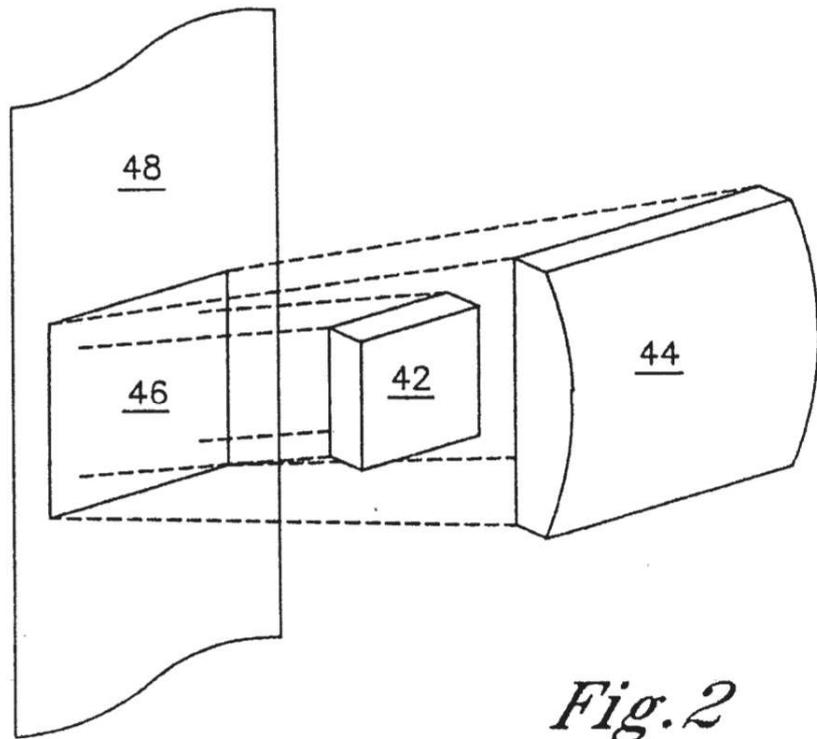


Fig. 2

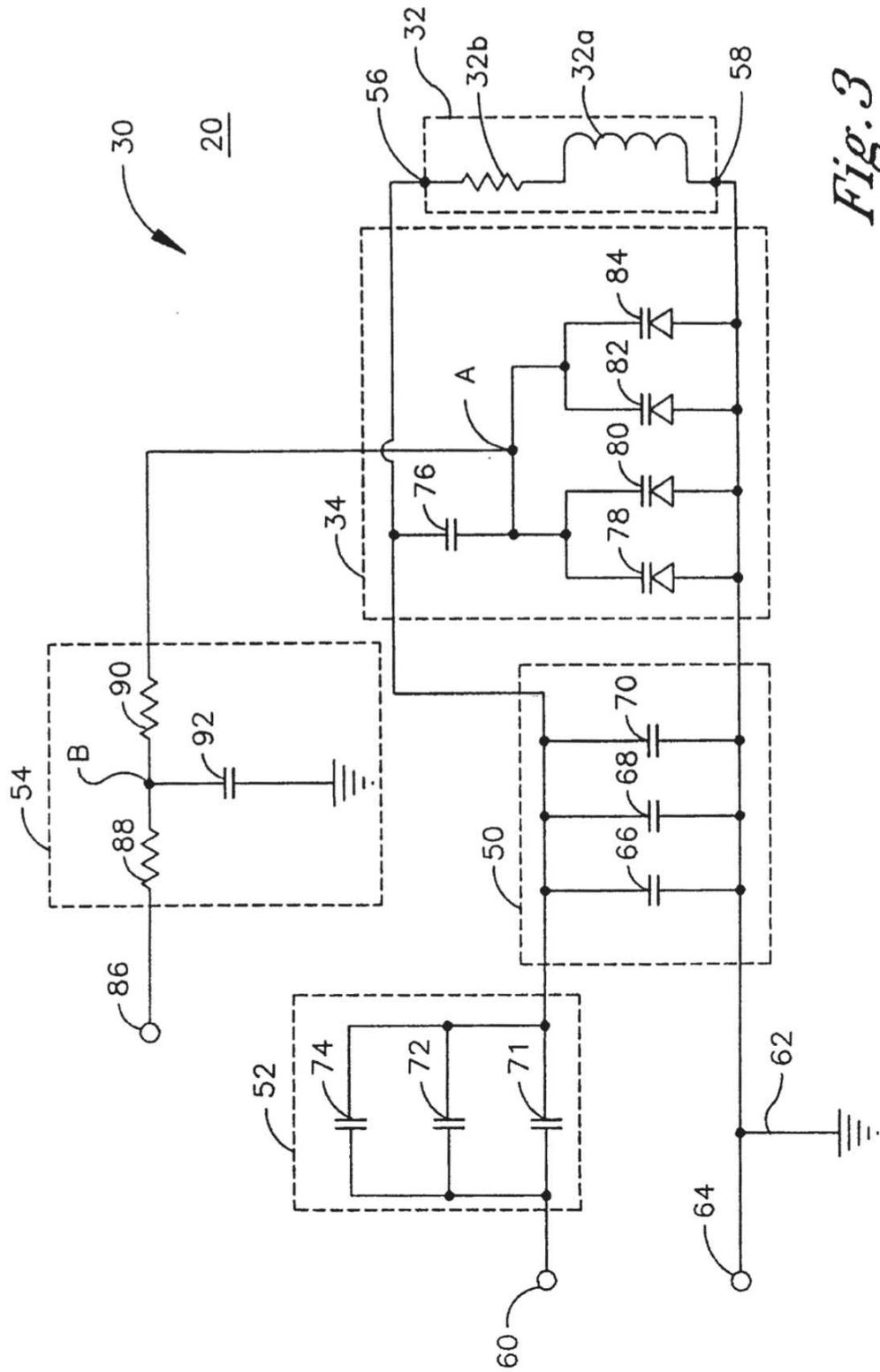


Fig. 3