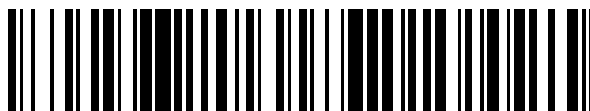


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 673 399**

51 Int. Cl.:

H01Q 3/24 (2006.01)

H01Q 25/00 (2006.01)

G06K 19/07 (2006.01)

H01Q 1/24 (2006.01)

H01Q 1/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.02.2015 PCT/EP2015/052657**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.08.2015 WO15121204**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.02.2015 E 15705934 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.03.2018 EP 3108540**

54 Título: **Dispositivo de antena y procedimiento para su funcionamiento**

30 Prioridad:

17.02.2014 DE 102014202865

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

21.06.2018

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. (100.0%)
Hansastraße 27c
80686 München, DE**

72 Inventor/es:

**STRAUSS, WOLFRAM;
MAYORDOMO, IKER y
WEISGERBER, LARS**

74 Agente/Representante:

SALVA FERRER, Joan

ES 2 673 399 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de antena y procedimiento para su funcionamiento

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[0001] La invención se refiere a un dispositivo de antena, por ejemplo, en un entorno de identificación por radiofrecuencia (en inglés, *Radio Frequency Identification* o RFID), a un procedimiento para el funcionamiento de dicho dispositivo de antena y a un sistema de identificación por radiofrecuencia. Se conocen dispositivos de antena, por ejemplo, por los documentos KR 2004 0053931 A y WO 2008/016527 A2.

[0002] La tecnología de identificación pasiva por radiofrecuencia (en inglés, *Radio Frequency Identification* o RFID) se conoce suficientemente por las aplicaciones de reconocimiento de objetos, por ejemplo, en la logística. Básicamente, un transpondedor de identificación por radiofrecuencia (etiqueta RFID) devuelve su número de identificación, almacenado en su memoria, cuando la etiqueta RFID se escanea con un lector RFID. Las etiquetas RFID pasivas no presentan una fuente de alimentación interna, ya que el campo electromagnético emitido por el lector proporciona toda la energía que necesitan.

[0003] Una aplicación típica incluye una puerta (*RFID gate*) con un lector RFID y una o más antenas. Los objetos provistos de etiquetas o *tags* (p. ej., agrupados en palés) pasan a través de la puerta y el lector lee sus respectivas etiquetas identificativas. En esta situación, un problema típico radica en que muchos transpondedores no identifican todos los objetos (es decir, la tasa de detección es inferior al 100 %). Por ejemplo, en condiciones óptimas, los lectores actuales solo detectan entre el 80 % y el 98 % de las etiquetas RFID situadas en un palé. E incluso un porcentaje del 98 % no es suficiente para determinadas aplicaciones.

[0004] Para aumentar la tasa de detección del sistema, pueden utilizarse técnicas especiales como la formación de haces (*beam forming*). Este procedimiento requiere un sistema electrónico (por ejemplo, un microcontrolador, conmutadores de alta frecuencia, etc.) que controle las características de la antena, con lo que las antenas se vuelven «activas».

[0005] Por lo general, los lectores RFID no disponen de un puerto de alimentación para este tipo de antena, por lo que la alimentación debe suministrarse externamente; es decir, mediante una fuente de alimentación o una batería. El hecho de que estas antenas «inteligentes» requieran una fuente de alimentación externa o una batería puede constituir un motivo de rechazo para los posibles clientes y usuarios, ya que puede conllevar, por ejemplo, la modificación o compra de nuevos lectores, con los gastos que esto implica, o la existencia de costes de mantenimiento (por ejemplo, cambio de la batería).

[0006] La fig. 8 muestra un diagrama de bloques esquemático de un lector RFID con una antena activa de identificación por radiofrecuencia 80 según el estado de la técnica. La antena RFID activa 80 está conectada a un lector RFID 122 y está diseñada para recibir la señal RFID a transmitir 124 del lector RFID 122. La antena activa 80 presenta una estructura de antena controlada (inteligente) (en inglés, *smart antenna*) que se alimenta de una batería o una fuente de alimentación externa 128. La antena RFID activa 80 está diseñada para transmitir la señal de salida RFID, es decir, la señal de radio 132.

[0007] Por lo tanto, el objetivo de la presente invención es crear un dispositivo de antena activo y un procedimiento para su funcionamiento que permitan un funcionamiento independiente de una fuente de alimentación externa y con menores gastos de mantenimiento.

[0008] Este objetivo se consigue mediante el objeto de las reivindicaciones independientes.

[0009] La idea central de la presente invención, por lo tanto, radica en obtener la energía necesaria para el funcionamiento de los componentes activos de un dispositivo de antena activo de la señal a transmitir. La señal a transmitir se suministra al dispositivo de antena activo por medio de un conector. De dicha señal a transmitir se desacopla un porcentaje de señal, de forma que la energía obtenida del porcentaje de señal desacoplado permite el funcionamiento independiente de los componentes activos, sin conexión a una red externa ni batería. Esto elimina la necesidad de cambiar la batería y prolonga los ciclos de mantenimiento del dispositivo de antena activo.

[0010] Los ejemplos de realización de la presente invención crean un dispositivo de antena activo con un conector de recepción de una señal a transmitir y una antena para generar una señal de radio basada en la señal a transmitir. El dispositivo de antena activo presenta un controlador que está configurado para controlar la antena en función de las características de la señal de radio. El dispositivo de antena activo presenta, además, un acoplador situado entre el conector y la antena y diseñado para desacoplar un porcentaje de señal de la señal a transmitir. El

dispositivo de antena activo presenta, asimismo, un convertidor de energía conectado entre el acoplador y el controlador y diseñado para suministrar una señal de potencia basada en el porcentaje de señal desacoplado que permita el funcionamiento del controlador.

5 **[0011]** La ventaja de este ejemplo de realización radica en que la señal de potencia puede desacoplarse de la señal a transmitir de forma energéticamente eficiente, de modo que la posible atenuación de la señal a transmitir causada por el desacoplamiento resulta despreciable o compensable, con lo que la señal de potencia permite un funcionamiento con autonomía energética del controlador. De esta manera, se consigue un funcionamiento continuo del dispositivo de antena activo, sobre todo en entornos en los que una fuente de señal suministre una señal
10 portadora (por ejemplo, una señal portadora RFID) de forma continua o durante períodos de tiempo prolongados.

[0012] Otros ejemplos de realización de la presente invención crean un dispositivo de antena activo en el que el controlador está diseñado para controlar la antena de forma que la señal de radio presente uno o varios lóbulos de radiación con una amplitud y ángulo de radiación diferentes entre sí. Esto puede conseguirse mediante un campo de
15 antena con varios elementos de antena.

[0013] La ventaja de este ejemplo de realización radica en que los lóbulos de radiación de la señal de radio pueden variarse para alcanzar un mayor número de transpondedores. Además, parte de la energía de la señal a transmitir se desacopla para alimentar el funcionamiento de los elementos de control del campo de antena y del
20 controlador.

[0014] Otros ejemplos de realización crean un dispositivo de antena activo que se puede conectar mediante un elemento de fijación a una fuente de señal que suministra la señal a transmitir. El elemento de fijación se puede disponer, por ejemplo, en el dispositivo de antena activo o en la fuente de señal.

25 **[0015]** La ventaja de este ejemplo de realización es la posibilidad de acoplar fuentes de señal disponibles en el mercado o que ya estén en uso al dispositivo de antena activo.

[0016] Otros ejemplos de realización de la presente invención crean un dispositivo de antena activo con una
30 antena receptora diseñada para recibir la señal de recepción y transmitirla a un puerto de recepción, por ejemplo la fuente de señal.

La ventaja de este ejemplo de realización radica en que las señales de recepción pueden recibirse con una antena receptora, incluso durante el funcionamiento de emisión del dispositivo de antena activo, sin que la señal de recepción sufra pérdidas por inserción del acoplador.

35 **[0017]** Otros ejemplos de realización de la presente invención crean un dispositivo de antena activo con un dispositivo de almacenamiento de energía, por ejemplo, un condensador o acumulador, situado entre el convertidor de energía y la antena. El acumulador de energía está diseñado para cargarse mediante la señal de potencia y para suministrar la señal de potencia a la antena.

40 **[0018]** La ventaja de este ejemplo de realización es la posibilidad de utilizar el acumulador de energía como tampón y de cargarlo, por ejemplo, durante los intervalos de tiempo en los que el controlador presente un consumo reducido de energía, mientras que durante los intervalos de tiempo en los que el controlador presente un mayor consumo de energía, posiblemente superior al contenido energético de la señal de potencia, el acumulador de
45 energía puede suministrar energía eléctrica adicional para permitir el funcionamiento del controlador durante dichos intervalos de tiempo de mayor consumo.

[0019] Otros ejemplos de realización de la presente invención crean sistemas de identificación por radiofrecuencia con un lector de identificación por radiofrecuencia y al menos un dispositivo de antena activo.

50 **[0020]** La ventaja de estos ejemplos de realización radica en la posibilidad de acoplar un lector de identificación por radiofrecuencia a varios dispositivos de antena, por ejemplo, mediante una conexión inalámbrica, lo que permite analizar un área extensa para detectar la presencia de transpondedores de identificación por radiofrecuencia (etiquetas RFID) con un solo lector de identificación por radiofrecuencia.

55 **[0021]** Otros ejemplos de realización de la presente invención crean un sistema de identificación por radiofrecuencia con dispositivos de antena activos y un procedimiento para el funcionamiento de un dispositivo de antena activo.

60 **[0022]** Otros ejemplos de realización ventajosos son objeto de las reivindicaciones dependientes.

[0023] Los ejemplos preferidos de la presente invención se explican a continuación con referencia a los

dibujos adjuntos. Muestran:

Fig. 1 un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo de antena activo según un ejemplo de realización de la presente invención, conectado a una fuente de señal;

5

Fig. 2 un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo de antena activo según otro ejemplo de realización de la presente invención, conectado a un conector de un lector RFID mediante un elemento de fijación y que presenta un dispositivo de almacenamiento de energía;

10 Fig. 3 un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo de antena activo según otro ejemplo de realización de la presente invención, que presenta una antena transmisora y una antena receptora;

Fig. 4 un diagrama de bloques esquemático de un sistema de identificación por radiofrecuencia con un lector de identificación por radiofrecuencia y tres dispositivos de antena activos según un ejemplo de realización de la presente invención;

15

Fig. 5 un diagrama de bloques esquemático de una antena inteligente;

Fig. 6 una tabla en la que se comparan a modo de ejemplo los factores de acoplamiento y las pérdidas por inserción de un acoplador de AF, la potencia restante de la señal a transmitir y la potencia de una señal de potencia correspondiente que puede ser suministrada por convertidores de AF;

20

Fig. 7 un diagrama de flujo esquemático de un procedimiento para el funcionamiento de un dispositivo de antena activo según un ejemplo de realización de la presente invención; y

25

Fig. 8 un diagrama de bloques esquemático de un lector RFID con una antena activa de identificación por radiofrecuencia 80 según el estado de la técnica.

[0024] Antes de explicar con mayor detalle los siguientes ejemplos de realización de la presente invención mediante los dibujos, debe señalarse que los elementos, objetos y/o estructuras idénticos o con idéntica función o efecto aparecen marcados con la misma referencia en las distintas figuras, de modo que la descripción de dichos elementos incluida en los distintos ejemplos de realización es intercambiable o puede aplicarse a otros ejemplos.

30

[0025] La fig. 1 muestra un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo de antena activo 10 conectado a una fuente de señal 12. El dispositivo de antena activo 10 presenta un conector 14 diseñado para recibir una señal a transmitir 16 suministrada por la fuente de señal 12. El conector 14 puede ser una conexión coaxial u otra conexión por cable.

35

[0026] El dispositivo de antena activo 10 presenta, además, una antena 18 diseñada para generar una señal de radio 22 basada en la señal a transmitir 16. La antena 18 puede presentar una característica de radiación omnidireccional y/o dependiente de la dirección, de forma que la señal de radio 22 puede emitirse omnidireccionalmente y/o dependiendo de la dirección desde la antena 18. La característica de radiación puede ser constante o variar dependiendo del momento. La antena 18, por ejemplo, presenta una característica direccional con al menos una dirección preferida, un lóbulo de radiación.

40

[0027] El dispositivo de antena activo 10 incluye un acoplador 24 situado entre el conector 14 y la antena 18. El acoplador 24 está diseñado para recibir la señal a transmitir 16 y para desacoplar un porcentaje de señal 16a de la señal a transmitir 16. El acoplador 24 está diseñado para suministrar a la antena 18 el porcentaje de señal restante 16b de la señal a transmitir 16. El acoplador 24 puede diseñarse para captar la señal a transmitir 16 con una alta impedancia y para desacoplar, por ejemplo, un 10 % u otro porcentaje de la energía de la señal a transmitir 16. Alternativamente, el acoplador 24 puede diseñarse para desacoplar el porcentaje de señal 16a basándose en un principio de *microstrip* y/o de guía de onda.

50

[0028] El dispositivo de antena activo 10 presenta un controlador 26 diseñado para controlar la antena 18 o las características de la antena 18 en función de las características deseadas o requeridas de la señal de radio 22. Las características de la antena 18 pueden ser una característica de radiación de la antena 18, que se controla en función de una característica direccional deseada o requerida de la señal de radio. Las características de la señal de radio 22 pueden ser una fase y/o polarización y/o una frecuencia, un grado de modulación o una forma de modulación de la señal de radio 22. La característica de radiación de la antena 18 puede presentar uno o varios lóbulos de radiación, es decir, direcciones de radiación preferidas. La polarización puede ser lineal, por ejemplo horizontal o vertical, o circular.

60

[0029] El dispositivo de antena activo 10 presenta un convertidor de energía 28 conectado entre el acoplador 24 y el controlador 26 y diseñado para suministrar una señal de potencia 32 basada en el porcentaje de señal desacoplado 16a que permita el funcionamiento del controlador 26.

5 **[0030]** Si la señal a transmitir 16 presenta una frecuencia, el porcentaje de señal desacoplado 16a puede presentar asimismo dicha frecuencia. El convertidor de energía 28 puede diseñarse para modificar una frecuencia y/o una forma de señal del porcentaje de señal desacoplado 16a y/o para suministrar a la señal de potencia 32 una frecuencia y/o una forma de señal modificada distinta de la frecuencia del porcentaje de señal desacoplado 16a. La señal de potencia 32 puede ser una señal de corriente continua (corriente continua = *Direct Current* o DC) o una
10 señal de corriente alterna, por ejemplo, a 50 Hz o 60 Hz (corriente alterna = *Alternating Current* o CA). De forma alternativa o adicional, el convertidor de energía 28 puede diseñarse para transformar el porcentaje de señal 16a de forma que la señal de potencia 32 presente una forma rectificada (en inglés, *rectification*). Alternativamente, la señal de potencia puede presentar una forma de señal distinta, por ejemplo, un patrón de dientes de sierra. En otras palabras, el convertidor de energía puede ser un convertidor CA/CA o un convertidor CA/CC.

15 **[0031]** El dispositivo de antena activo 10 puede conectarse a fuentes de señal existentes, por ejemplo, a lectores RFID. Por lo tanto, el funcionamiento de los componentes activos (controlador 26) puede conseguirse basándose en la señal de potencia y, por tanto, en la señal a transmitir, independientemente de una fuente de alimentación externa, como una conexión a la red o una batería.

20 **[0032]** La fig. 2 muestra un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo de antena activo 20 según otro ejemplo de realización de la presente invención, diseñado para emitir señales RFID y utilizable en el entorno de RFID.

25 **[0033]** El conector 14 del dispositivo de antena activo 20 se conecta mediante un elemento de fijación 34 a un puerto 36 del lector RFID 12 (fuente de señal) de un sistema RFID. El lector RFID 12 puede ser idéntico o similar al lector RFID 122 de la fig. 8. La señal a transmitir es una señal RFID. El elemento de fijación 34 puede conectarse al conector 14. Alternativamente, el elemento de fijación 34 puede conectarse al lector RFID 12 y/o al puerto 36 de este. De forma alternativa o adicional, puede disponerse el elemento de fijación 34 o un elemento de unión entre el
30 conector 14 del dispositivo de antena activo 20 y el conector 36 del lector RFID 12.

[0034] Las señales RFID pueden presentar frecuencias de varios kilohercios a varios megahercios o incluso gigahercios. El acoplador 24 es un acoplador de alta frecuencia (AF) que se basa en las altas frecuencias de la señal a transmitir 16. El acoplador de AF 24 puede ser el modelo BDCN-20-13+ de la marca Mini-Cir-cuits®. El
35 convertidor 28 es un convertidor de AF que se basa en las altas frecuencias del porcentaje de señal desacoplado 16a. El convertidor de AF 28 puede ser el modelo PCC110 de la marca Power Cast®. La señal de potencia 32 puede ser una señal de corriente continua.

[0035] El dispositivo de antena activo 20 presenta una batería (de tampón) opcional 38 situada entre el
40 convertidor de AF 28 y la antena 18, diseñada para recibir la señal de potencia 32 y para permitir que la batería 38 puede cargarse mediante la señal de potencia 32.

[0036] La antena 18 presenta el controlador 26. Esta puede definirse, también, como una antena inteligente (en inglés, *Smart Antenna*).

45 **[0037]** El consumo energético de los componentes activos, como el sistema electrónico o una unidad de cálculo del controlador, puede variar dependiendo del momento. Por ejemplo, el controlador 26 puede presentar un microcontrolador. Los microcontroladores pueden disponer de un modo de reposo (en inglés, *Sleep Mode*) y un modo activo (en inglés, *Active Mode*) y alternar entre ambos modos de funcionamiento. El consumo energético en modo de reposo es menor que en modo activo. La potencia requerida por el controlador 26 en promedio durante un intervalo tiempo representa un consumo energético promedio. Dicho intervalo de tiempo puede ser, por ejemplo, de 1 minuto, una hora o un día. La energía de la señal de corriente continua 32 puede almacenarse en la batería 38, con lo que se consigue que la alimentación eléctrica del controlador 26 quede estabilizada. De esta manera, puede almacenarse energía eléctrica cuando el consumo de energía del controlador 26 sea menor que el consumo
50 energético promedio (es decir, inferior a la demanda energética promedio) o menor que la energía eléctrica de la señal de potencia 32, de forma que la energía almacenada puede utilizarse cuando el consumo energético del controlador 26 o de otros componentes activos sea mayor que el consumo energético promedio (es decir, cuando se eleva por encima de la demanda energética promedio).

60 **[0038]** Por lo tanto, la medida del porcentaje de señal que debe desacoplarse de la señal a transmitir 16 para formar el porcentaje de señal desacoplado 16a puede basarse en el consumo energético promedio del controlador 26, la eficiencia de la batería 38, la eficiencia del convertidor de AF 28 y, en su caso, la eficiencia del acoplador de

AF 24.

[0039] La batería 38 está diseñada para suministrar una señal de potencia 32' basada en la señal de alimentación 32 a la antena 18. Esto significa que la batería 38 se carga, por ejemplo, durante los intervalos de tiempo en los que el controlador 26 de la antena 18 presenta un consumo energético inferior a la potencia de la señal de potencia 32. La batería 38 se descarga durante los intervalos de tiempo en los que el consumo energético del controlador 26 es superior a la potencia de la señal de potencia 32. En otras palabras, la señal de potencia 32' puede presentar una potencia menor o mayor que la señal de potencia 32 y la batería 38 puede actuar como también energético.

[0040] Se puede compensar una potencia del porcentaje de señal desacoplado 16a, es decir, la medida en la que se reduce (atenúa) el porcentaje 16b en relación a la señal a transmitir 16, aumentando la potencia de señal de la señal a transmitir 16 con la fuente de la señal, por ejemplo, el lector RFID 12. Alternativa o adicionalmente, un elemento de antena o una estructura de antena de la antena 18 puede presentar una ganancia de antena (en inglés, *Antenna Gain*) mayor que las antenas pasivas o convencionales. Esto significa que la reducción de potencia de la señal a transmitir 16 debido al desacoplamiento del porcentaje de señal 16a puede compensarse con un aumento de la potencia de la señal en la fuente de señal 12 y/o un aumento de la ganancia de antena en la antena 18.

[0041] La potencia de salida de los lectores RFID puede estar limitada por la normativa regional. En Europa, por ejemplo, la potencia actual de salida de los lectores RFID está limitada a $2 W_{ERP}$ ($ERP = \text{Effective Radiated Power}$ o potencia radiada efectiva), lo que equivale a 35,15 dBi. Por ejemplo, las ganancias de antena pueden presentar valores de 7 dBi aprox., lo que puede ocasionar una potencia de salida típica de los lectores RFID en un rango de unos 28 dBm, lo que equivale a un valor de unos 630 mW.

[0042] En otras palabras, se bifurca una pequeña parte de la potencia de transmisión de la señal a transmitir 16 de la ruta de señal del acoplador de AF 24 para suministrar potencia a los circuitos activos de la antena 18. El porcentaje de esta señal 16a puede ser tan bajo que el rendimiento del sistema RFID no se vea afectado o se vea solo ligeramente afectado. Para garantizarlo, el lector 12 debe disponer de una reserva de potencia. Para la mayoría de los lectores disponibles en el mercado, dicha reserva es de unos 2 dB. Esta puede utilizarse para aumentar la potencia de la señal a transmitir 16 y para respetar las posibles limitaciones de la potencia de salida (aproximadamente $2 W_{ERP}$). Aunque el lector no disponga de una reserva, puede utilizarse un aumento de la ganancia de la antena para suministrar la potencia necesaria.

[0043] El dispositivo de acoplamiento (acoplador) 24 utiliza una parte de la señal a transmitir 16 en una de las salidas del lector RFID 12 para alimentar la antena 18 o su controlador 26. Los factores de acoplamiento posibles o típicos son, por ejemplo, de 10 dB, 20 dB o 30 dB, es decir, que se desacoplan el 10 % (la proporción de señal 16a:16b es de 1:9), 1 % (la proporción de señal 16a:16b es de 1:99) o 0,1% (la proporción de señal 16a:16b es de 1:999) de la potencia de señal. La señal restante pasa a través del elemento de acoplamiento 24 con pérdidas reducidas y llega a la antena 18, donde se convierte en una señal de radio y se transmite. El porcentaje de señal 16a utilizado para la alimentación eléctrica puede convertirse con el convertidor de AF 28 de alta frecuencia (AF) a corriente continua (CC) tras el desacoplamiento. Para ello, puede utilizarse un convertidor de AF/CC 28.

[0044] La eficiencia y eficacia de estos convertidores puede depender de una potencia de entrada, es decir, de la potencia del porcentaje de señal desacoplado 16a, y puede encontrarse en un rango de, por ejemplo, entre el 30 % y el 60 %, el 35 % y el 55 % o el 37 % y el 45 %.

[0045] La antena 18 está diseñada para recibir una señal de recepción 42 y para transmitir dicha señal de recepción 42 mediante un cable 44. El dispositivo de antena activo 20 está diseñado para transmitir la señal de recepción mediante un cable 44, a través del acoplador de AF 24, a la salida 14 en forma de una señal de recepción 44' atenuada por el acoplador de AF 24. Los dispositivos de antena diseñados para utilizar una antena para transmitir y recibir una señal de radio 22 o 42 pueden describirse como monoestáticos. En este caso, una pérdida por inserción producida, por ejemplo, por el acoplador de AF 24, puede atenuar tanto la señal a transmitir 16 como la señal de recepción 42. El conector 36 puede describirse como conector de transmisión y conector de recepción. Alternativamente, el lector RFID 12 puede presentar, asimismo, un segundo conector (de recepción) diseñado para recibir la señal de recepción 42'.

[0046] En el enlace de ida (en inglés, *Forward Link*), es decir, desde la fuente de señal 12 en dirección a la antena 18, la influencia del acoplador de AF 24 puede ser prácticamente despreciable, ya que la influencia puede compensarse aumentando la potencia de salida del lector, es decir, de la fuente de señal 12, o con una mayor ganancia de antena de la antena 18. En dispositivos monoestáticos, en los que se utiliza una sola antena para recibir y transmitir la señal, puede producirse una disminución del rendimiento del sistema RFID debido a pérdidas o atenuaciones por inserción (en inglés, *insertion loss*) en dirección al receptor, es decir, desde la antena 18, a través

del acoplador RF 24, hacia la fuente de la señal 12. Dicha disminución puede compensarse con una ganancia de antena adicional. Una ganancia de antena adicional puede aumentar la relación señal/ruido en la entrada de recepción de la fuente de señal. Por consiguiente, el objetivo del diseño del sistema de un dispositivo activo de antena, como la antena activa 10 o 20, puede ser reducir al mínimo el porcentaje de energía utilizado para alimentar los circuitos de la antena, es decir, una medida del porcentaje de señal desacoplado.

[0047] Otros ejemplos de realización muestran dispositivos de antena activos con otro dispositivo de almacenamiento de energía en lugar de la batería opcional 38. Dicho dispositivo puede ser un condensador o un elemento de bobina.

10

[0048] La fig. 3 muestra un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo de antena activo 30 según otro ejemplo de la presente invención. El dispositivo de antena activo 30 presenta una antena (transmisora) 18 y una antena receptora 46. La antena 18 está diseñada para transmitir una señal a transmitir 16 o un porcentaje 16b de la señal a transmitir 16 en forma de una señal de radio 22.

15

[0049] La antena receptora 46 está diseñada para recibir la señal de radio 42 y convertirla en una señal por cable 48. El dispositivo de antena activo 30 está diseñado para emitir la señal por cable 48 a otra conexión 52. La conexión 52 está acoplada a un puerto de recepción 54 de una fuente de señal 56. La fuente de señal 56 está diseñada para emitir la señal a transmitir 16 y para recibir la señal por cable 48 en el puerto de recepción 54.

20

[0050] El controlador 26 está diseñado para controlar la antena transmisora 18 y la antena receptora 46 y puede formar parte de la antena 18 en ejemplos de realización alternativos.

25

[0051] La ventaja de este ejemplo de realización es que las pérdidas por inserción del acoplador de AF 24 en dirección de recepción, a través de la antena receptora 46 hacia la fuente de la señal, es decir, el lector RFID 56, pueden ser despreciables.

30

[0052] En dispositivos biestáticos, en los que se utilizan distintas antenas para transmitir y recibir la señal, el objetivo de reducir al mínimo el porcentaje de potencia utilizado para alimentar los circuitos de la antena puede ser despreciable.

35

[0053] La fuente de señal 56 presenta un dispositivo de recepción 58 diseñado para recibir una señal inalámbrica 62 y para suministrar la señal a transmitir, por ejemplo, mediante un generador de señal de alta frecuencia. La fuente de señal 56 puede acoplarse a un lector RFID y diseñarse para recibir información del lector por medio de la señal inalámbrica 62, información que influirá, al menos en parte, en la señal a transmitir 16. La información de la señal inalámbrica puede influir, al menos en parte, en la frecuencia, la dirección de transmisión (dirección preferida) o la información contenida en la señal de radio 22.

40

[0054] Alternativamente, puede acoplarse otro dispositivo al dispositivo de antena activo 30 o a la otra conexión 52. De este modo, la señal por cable 48 puede suministrarse al otro dispositivo.

45

[0055] La fig. 4 muestra un diagrama de bloques esquemático de un sistema de identificación por radiofrecuencia 40 con un lector de identificación por radiofrecuencia 12 y tres dispositivos de antena activos 10a, 10b y 10c. El dispositivo de antena 10a está conectado al lector de identificación por radiofrecuencia 12 mediante un cable. En otras palabras, el lector de identificación por radiofrecuencia puede funcionar como maestro del sistema.

50

[0056] Las fuentes de señal 56a y 56b están acopladas a los dispositivos de antena activos 10b y 10c y están diseñadas para recibir la señal inalámbrica 62 del lector de identificación por radiofrecuencia 12 y para suministrar señales a transmitir a los dispositivos de antena activos 10b y 10c. Las fuentes de señal 56a y 56b están diseñadas para transmitir información al lector de identificación por radiofrecuencia 12 mediante una señal inalámbrica 63a o 63b. La información contenida en la señal inalámbrica 63a del dispositivo de antena activo 10b o de la señal inalámbrica 63b del dispositivo de antena activo 10c puede ser, por ejemplo, información sobre las etiquetas RFID detectadas.

55

[0057] La conexión de los dispositivos de antena activos o de los lectores a los dispositivos de antena activos 10b y 10c permite el análisis de una zona más amplia mediante varios lectores, posiblemente distribuidos por un área extensa, conectados de forma inalámbrica a dispositivos de antena activos.

60

[0058] Otros ejemplos de realización presentan un lector de identificación por radiofrecuencia 12 acoplado a al menos un dispositivo de antena activo 10, 20 o 30.

[0059] La fig. 5 muestra un diagrama de bloques esquemático de una antena inteligente 50, por ejemplo, la

antena 18 en la fig. 2.

- [0060]** La señal de entrada de alta frecuencia (alta frecuencia = Radio *Frecuency* o RF; entrada = *Input*) 16b se aplica a un conmutador 64a. El conmutador 64a está diseñado para aplicar la señal de entrada de alta frecuencia 5 16b a al menos una de varias salidas, por ejemplo dos, las salidas 68a y 68b, en su totalidad o en parte, basándose en una señal del controlador 66a (controlador 1) Esto significa que la señal de entrada de alta frecuencia 16b puede aplicarse, en su totalidad o en parte, a la salida 68a y/o, en su totalidad o en parte, a la salida 68, basándose en la señal del controlador 66a.
- 10 **[0061]** La salida 68a presenta un conmutador 64b acoplado al lado de entrada del conmutador 64a. La salida 68b presenta un conmutador 64c acoplado al lado de entrada del conmutador 64a.
- [0062]** Los conmutadores 64b y 64c disponen de las salidas 68c y 68d o 68e y 68f, y pueden presentar la misma configuración que el conmutador 64a. El conmutador 64b está diseñado para ser controlado por una señal de control 66b (controlador 2) y para suministrar una señal de entrada aplicada, en su totalidad o en parte, al lado de salida del conmutador 28b, a al menos una de sus salidas. El conmutador 64c está diseñado para ser controlado por una señal de control 66c (controlador 3). El controlador 26 está configurado como un microcontrolador y está diseñado para suministrar las señales de control 66a-c.
- 15 **[0063]** En otras palabras, la señal de entrada de alta frecuencia 16b se transmite a o distribuye entre las cuatro salidas 68c-f mediante las señales de control 66a-c. La antena 74 está diseñada para transmitir la señal de radio 22a-d en varias direcciones preferidas distintas. Una dirección preferida puede describirse como un haz, lóbulo de radiación o mediante el término inglés *beam*. La antena 74, por ejemplo, está diseñada para transmitir una de las señales de radio 22a-d en al menos uno de cuatro haces distintos (haces 1-4). Puede influirse, al menos en parte, en el haz o haces 1-4 en los que la antena 74 transmite la señal de radio 22a-d basándose en la señal de entrada de AF 16b, en función de a qué entrada 76a-d de la antena 74 se aplique la señal de AF 16b. Por ejemplo, cada entrada 76a-d puede conectarse a varios elementos de antena de la antena 74, de forma que con la radiación de la señal de radio 22a-d en los elementos de antena se consiga la formación de una dirección preferida, por ejemplo, mediante superposición.
- 20 **[0064]** La antena 74 y/o los conmutadores 64a-c pueden presentar osciladores de cambio de fase diseñados para cambiar una fase de una señal aplicada a una entrada, por ejemplo, para conseguir una dirección preferida o una característica de radiación mediante la superposición de distintas fases o posiciones de fase de la señal a transmitir en distintos elementos de antena. Alternativa o adicionalmente, la antena 74 puede presentar osciladores de cambio de fase acoplados a esta misma, de forma que se puede seleccionar una dirección preferida aplicando la señal a transmitir 16b a una de las entradas 76a- d.
- 25 **[0065]** La antena 74 está diseñada para presentar distintas direcciones preferidas mediante los haces 1-4 y puede describirse como una antena multihaz. La antena multihaz 74 dispone, por ejemplo, de un conjunto de antenas en fase, es decir un campo de antena de 2x2, o 4 elementos de antena. Una matriz de Butler con N elementos de antena puede utilizarse para generar una serie de N haces distintos, dependiendo de a cuál de las N entradas de la antena multihaz se aplique la señal de entrada, es decir, dependiendo de a qué entrada se acceda. Si la antena inteligente 50 o la antena multihaz 74 presenta cuatro canales de entrada (puertos de entrada) 76a-d y cuatro elementos de antena, puede seleccionarse o controlarse uno de los cuatro haces ortogonales disponibles (haces 1-4) en función de a qué puerto 76a-d o a qué canal se acceda. La dirección de radiación puede cambiarse de forma dinámica durante el funcionamiento de la antena 74 mediante el control dinámico que permite el microcontrolador 26.
- 30 **[0066]** La selección del haz puede automatizarse utilizando los conmutadores 64a-c y el microcontrolador 26. El microcontrolador 26 y los conmutadores 64a-c forman un circuito de conmutación. En lugar de una fuente de alimentación externa, por ejemplo, un cable USB, puede realizarse una alimentación energética autosuficiente de la antena inteligente 50 desacoplando parte de la potencia de la señal a transmitir. Esta autonomía energética permite superar una desventaja prevalente en el estado actual de la técnica, que exige una fuente de alimentación, por ejemplo, un cable o batería. Esto permitiría ampliar el círculo de usuarios potenciales que hasta el momento, utilizaban las antenas pasivas habituales.
- 35 **[0067]** Además, la compensación de las reducciones de potencia (por ejemplo, debidas a las pérdidas por inserción o al desacoplamiento de porcentajes de señal), también permite superar los obstáculos tecnológicos que suele producir una señal de radio atenuada, por ejemplo, una disminución del alcance de la señal de radio o de la tasa de detección del lector RFID.
- 40 **[0068]** La antena inteligente 50 puede diseñarse para recibir señales de entrada mediante la antena multihaz
- 45
- 50
- 55

74. De forma alternativa o adicional, la antena inteligente 50 puede presentar una antena receptora adicional. En este caso, la antena multihaz 74 puede diseñarse para transmitir una señal a transmitir 16b en forma de una señal de radio. La antena adicional puede diseñarse para recibir señales de radio y para suministrarlas a la fuente de señal que transmite la señal a transmitir o a otro dispositivo. El controlador 26 puede diseñarse para controlar la antena 74 de forma que la señal de radio 22a-d presente uno o más lóbulos de radiación. El controlador 26 puede diseñarse para ajustar o seleccionar un ángulo de radiación de un lóbulo de radiación. Los lóbulos de radiación pueden estar dispuestos ortogonalmente entre sí en el espacio. En otras palabras, la dirección de la señal de transmisión de radio 22a-d puede ajustarse o limitarse con un lóbulo de radiación.
- 10 **[0069]** En otras palabras, se puede prescindir de una fuente de alimentación externa o de baterías, lo que elimina la necesidad de cambiarlas. Se puede desacoplar un porcentaje de la señal de AF de alta potencia a transmitir suministrada por el lector RFID. Este porcentaje de señal permite suministrar la potencia suficiente al sistema electrónico de la antena. De esta manera, la antena puede diseñarse de forma autosuficiente, es decir, con autonomía energética, ya que no necesita ni una fuente de alimentación adicional ni cambios de batería adicionales,
- 15 con lo que no pierde su atractivo para los usuarios y clientes potenciales.
- [0070]** La fig. 6 muestra una tabla en la que se comparan a modo de ejemplo los factores de acoplamiento y las pérdidas de un acoplador de AF, la potencia restante de la señal a transmitir (P_{OUTPUT}) y la potencia de una señal de potencia correspondiente ($P_{\text{harvested}}$) que puede suministrarse mediante convertidores de AF. Para la señal a
- 20 transmitir, se supone una potencia de 28 dBm, es decir, de 630 mW aproximadamente. Para el acoplador, se supone una pérdida por inserción (en inglés, *insertion loss*) de 0,3 dB, que puede estar causada en parte por pérdidas óhmicas en los contactos eléctricos, por ejemplo. Para el convertidor, se supone una eficiencia energética del 50 %. P_{OUTPUT} denota la potencia de salida de la señal a transmitir después de desacoplar un porcentaje para la alimentación eléctrica (*output* = salida). $P_{\text{harvested}}$ (*harvested* = cosechado) denota la potencia que puede
- 25 suministrarse (cosecharse) del porcentaje de señal desacoplado mediante el convertidor. Las pérdidas denotan la proporción en la que se reduce la potencia de la señal a transmitir y están compuestas, según se recoge en la tabla anterior, por el componente constante de pérdidas por inserción (0,3 dB) y el componente variable de pérdidas por acoplamiento (en inglés, *coupling losses*).
- 30 **[0071]** Estos valores deben considerarse únicamente valores de muestra para ilustrar la relación entre el factor de acoplamiento y las pérdidas de la señal RFID. Cuanto mayor sea el factor de acoplamiento y las pérdidas por acoplamiento resultantes (y la potencia útil para la alimentación eléctrica), mayores serán las pérdidas. Para el rango mostrado, es evidente que pueden alcanzarse o cosecharse potencias de entre 0,3 mW y 31 mW (líneas 3 y 1 respectivamente), con pérdidas de entre 0,3 dB (línea 3) y 0,75 dB (=0,3 dB de pérdida por inserción + 0,45 dB de
- 35 pérdida por acoplamiento; línea 1). Un valor de acoplamiento de 30 dB significa que se ha desacoplado un porcentaje del 0,1 % de la potencia de la señal a transmitir, lo que conlleva una pérdida por acoplamiento correspondiente de 0,0044 dB. En porcentajes más altos, por ejemplo, del 1 % con un valor de acoplamiento de 20 dB, las pérdidas por acoplamiento también aumentan hasta el 0,044 dB.
- 40 **[0072]** En otras palabras, la fig. 6 muestra un cálculo de potencia para una potencia de salida del lector de 28 dBm, con unas pérdidas por inserción del elemento de acoplamiento del 0,3 dB y una eficiencia de conversión de RF/CC del 50 %.
- [0073]** La fig. 7 muestra un diagrama de flujo esquemático de un procedimiento 200 para el funcionamiento
- 45 de un dispositivo de antena activo. Una primera etapa 202 consiste en la recepción de una señal a transmitir. Una segunda etapa 204 consiste en la generación de una señal de radio basada en la señal a transmitir, por ejemplo, mediante la aplicación del porcentaje de señal restante 16b a una estructura de antena. Una tercera etapa 206 consiste en el control de una antena en función de las características (pretendidas o deseadas) de la señal de radio. Una cuarta etapa 208 consiste en el desacoplamiento de un porcentaje de la señal a transmitir entre una conexión y
- 50 la antena. Una cuarta etapa 212 consiste en el suministro de una señal de potencia para el funcionamiento de un controlador basado en el porcentaje de señal desacoplado.
- [0074]** El procedimiento 200 permite la alimentación energética de antenas RFID activas sin necesidad de utilizar una fuente de alimentación externa. Además, permite prescindir del uso de baterías, lo que elimina la
- 55 necesidad de cambiarlas. Por ejemplo, los condensadores o acumuladores pueden utilizarse como tampones energéticos sin mantenimiento, es decir, sin necesidad de cambiarlos ni sustituirlos, lo que prolonga los intervalos de mantenimiento. El procedimiento permite alimentar las antenas activas utilizando la señal RFID ya existente. El procedimiento es prácticamente transparente para los lectores RFID y requiere únicamente y en caso necesario, el ajuste de la potencia de salida del lector para compensar las pérdidas por inserción del dispositivo de antena activo.
- 60 Además, es posible extender el concepto a otros sectores tecnológicos, como la telefonía móvil o las redes inalámbricas. En principio, el concepto puede aplicarse a todos los sectores tecnológicos en los que se utilice un dispositivo de antena activo para transmitir señales de radio. Para los sistemas RFID, el procedimiento 200 es

interesante porque en este tipo de sistemas, el elemento portador de RFID debe estar activado en todo momento para suministrar energía a las etiquetas RFID que se desea detectar. Por lo tanto, la señal a transmitir debe aplicarse siempre a una antena activa. Asimismo, el procedimiento 200 es apto para su combinación con los lectores estándar existentes, lo que permite ahorrar inversiones en infraestructura existente.

5

[0075] En otras palabras, los ejemplos de realización muestran sistemas y procedimientos para la alimentación de antenas RFID autónomas o autosuficientes desde el punto de vista energético sin una fuente de alimentación externa adicional.

- 10 **[0076]** Aunque se han descrito algunos aspectos en relación con un dispositivo, se entiende que dichos aspectos también representan una descripción del procedimiento correspondiente, de modo que un bloque o un componente de un dispositivo debe entenderse también como la etapa correspondiente del procedimiento o como una característica de una etapa de dicho procedimiento. Del mismo modo, los aspectos descritos como una etapa del procedimiento o en relación con una etapa del procedimiento también representan una descripción de un bloque,
15 detalle o característica del dispositivo correspondiente.

- [0077]** Los ejemplos de realización descritos anteriormente representan únicamente una ilustración de los principios de la presente invención. Se entiende que las modificaciones y variaciones de las disposiciones y detalles aquí descritos resultarán familiares a otros especialistas. Por lo tanto, se pretende que la presente invención esté
20 limitada únicamente por el alcance de protección de las siguientes reivindicaciones y no por los detalles específicos presentados en la descripción y explicación de los ejemplos de realización.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de antena activo para emitir señales RFID con las siguientes características, **caracterizado por:**
 - 5 un conector (14) de recepción de una señal RFID a transmitir (16); una antena (18; 50) para generar una señal de radio (22) basada en la señal RFID a transmitir (16); un controlador (26) configurado para controlar las características de dicha antena (18; 50); un acoplador (24) situado entre el conector (14) y la antena (18; 50), diseñado para desacoplar un porcentaje de señal (16a) de la señal RFID a transmitir (16); y un convertidor de
 - 10 energía (28) conectado entre el acoplador (24) y el controlador (26) y diseñado para suministrar una señal de potencia (32) que permita el funcionamiento del controlador (26) basándose en el porcentaje de señal desacoplado (16a); en el que el dispositivo de antena activo funciona con autonomía energética.
 2. Dispositivo de antena activo según la reivindicación 1, en el que el controlador (26) está diseñado para
 - 15 controlar la antena (18; 50) de forma que la señal de radio (22) presente uno o más lóbulos de radiación (22a-d) y/o está diseñado para ajustar un ángulo de radiación de uno o varios lóbulos de radiación (22a-d) de la señal de radio (22).
 3. Dispositivo de antena activo según la reivindicación 1 o 2, en el que la antena (18; 50) presenta varios
 - 20 elementos de antena y al menos un conmutador (64a-c) conectado a un elemento de antena, en el que el controlador (26) está diseñado para controlar al menos un conmutador (64a-c), de forma que la señal RFID a transmitir (16) puede aplicarse a al menos uno de los elementos de antena dependiendo de las características de la señal de radio (22) o de la antena (18; 50).
 - 25 4. Dispositivo de antena activo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el conector (14) puede conectarse a un puerto de antena de una fuente de señal (12; 56) que transmite la señal RFID a transmitir.
 5. Dispositivo de antena activo según la reivindicación 4, con un elemento de fijación (34) conectado a un conector (14) que puede conectarse a un puerto de antena de la fuente de señal (12; 56) que transmite la señal
 - 30 RFID a transmitir (16).
 6. Dispositivo de antena activo según una de las reivindicaciones anteriores, con un elemento de unión que puede conectarse a la fuente de señal (12; 56) que transmite la señal RFID a transmitir (16),
 - 35 7. Dispositivo de antena activo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la antena (18; 50) es una antena emisora-receptora diseñada para emitir la señal de radio (22), para recibir una señal de recepción (42) y para suministrarla al conector (14).
 8. Dispositivo de antena activo según una de las reivindicaciones anteriores, con una antena receptora
 - 40 (46) para recibir una señal de recepción (42) y para suministrarla al puerto de recepción (52).
 9. Dispositivo de antena activo según la reivindicación 8, en el que el controlador (26) esté diseñado para controlar la antena de recepción (46).
 - 45 10. Dispositivo de antena activo según una de las reivindicaciones anteriores, acoplado a una fuente de señal (12; 56) que presente un generador de señales de alta frecuencia y diseñado para suministrar la señal RFID a transmitir (16) basándose en una señal recibida (62) mediante una interfaz de comunicación inalámbrica (58).
 11. Dispositivo de antena activo según una de las reivindicaciones anteriores, con un dispositivo de
 - 50 almacenamiento de energía (38) situado entre el convertidor de energía (28) y el controlador (26), diseñado para recibir, al menos en parte, la energía eléctrica del convertidor de energía (28) y para suministrársela al controlador (26).
 12. Dispositivo de antena activo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el convertidor de
 - 55 energía (28) es un convertidor de alta frecuencia/corriente continua.
 13. Dispositivo de antena activo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el acoplador (24) está diseñado para desacoplar al menos un 0,1 % de la potencia de la señal RFID a transmitir (16).
 - 60 14. Sistema de identificación por radiofrecuencia con las siguientes características:
 - un lector de identificación por radiofrecuencia (12) y al menos un dispositivo de antena activo (10; 10a; 10b; 20, 30)

según una de las reivindicaciones 1-13.

15. Procedimiento para el funcionamiento con autonomía energética de un dispositivo de antena activo para enviar señales RFID, **caracterizado por** las etapas siguientes:

5

Recepción (202) de una señal RFID a transmitir;

Generación (204) de una señal de radio basada en la señal RFID a transmitir;

Control (206) de las características de la antena;

Desacoplamiento (208) de un porcentaje de la señal RFID a transmitir entre un conector y la antena; y

10 Suministro (212) de una señal de potencia basada en el porcentaje de señal desacoplado para el funcionamiento con autonomía energética de un controlador.

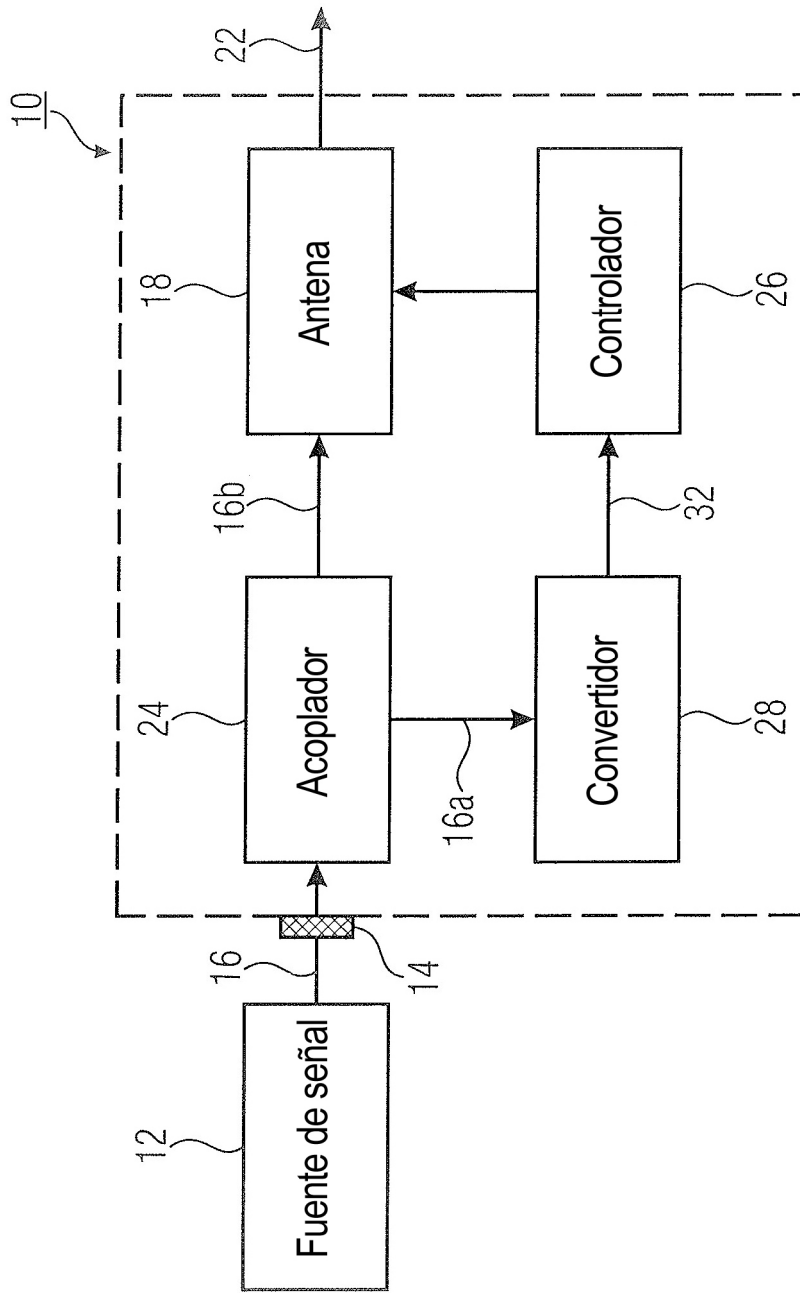


FIGURA 1

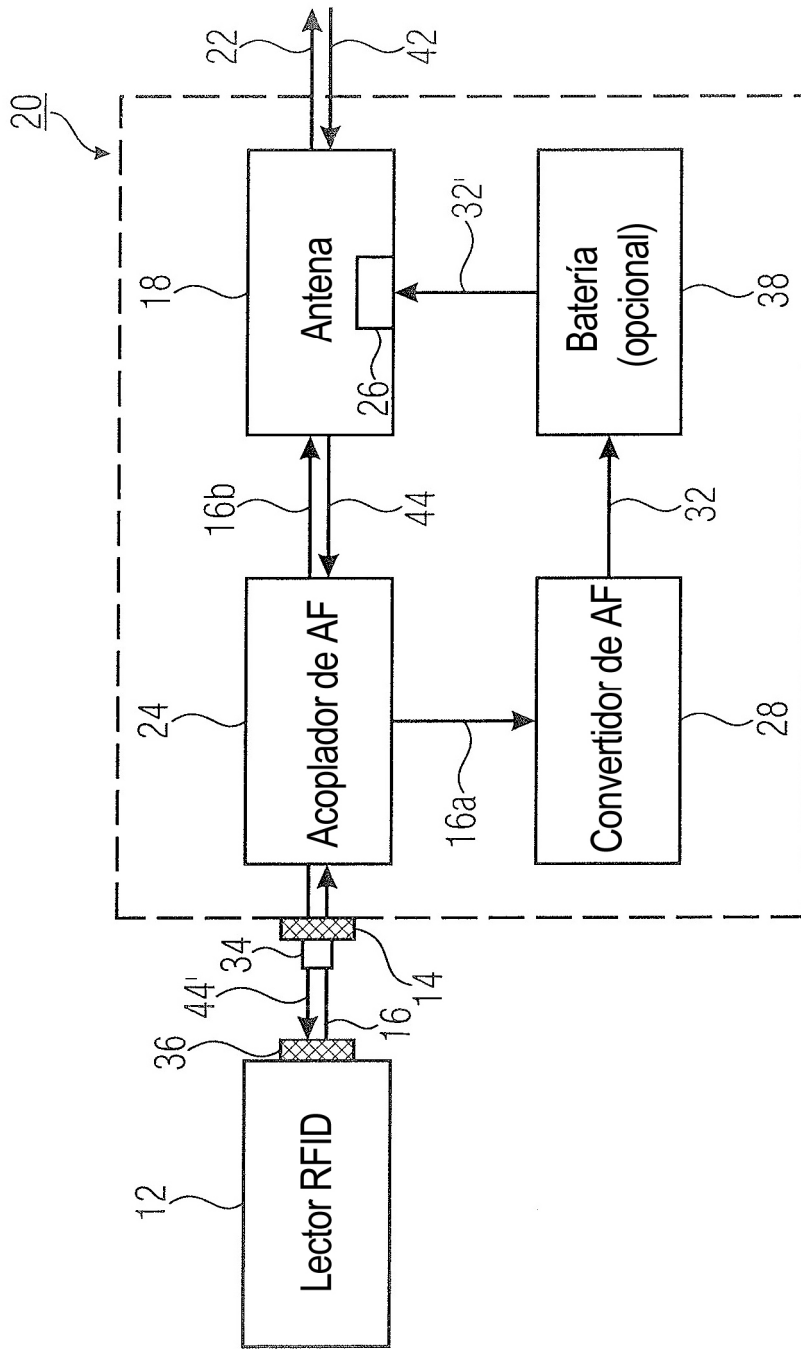


FIGURA 2

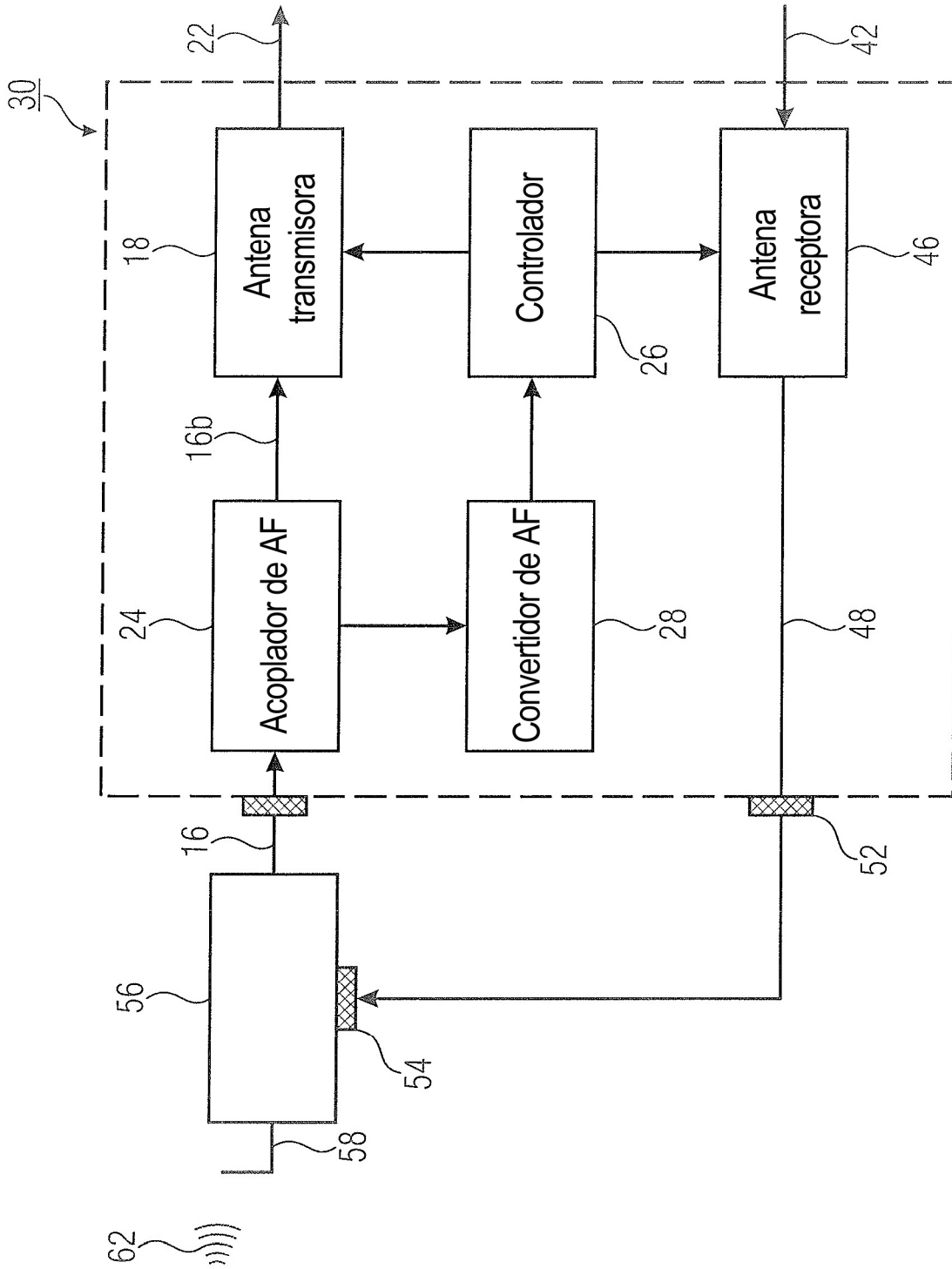


FIGURA 3

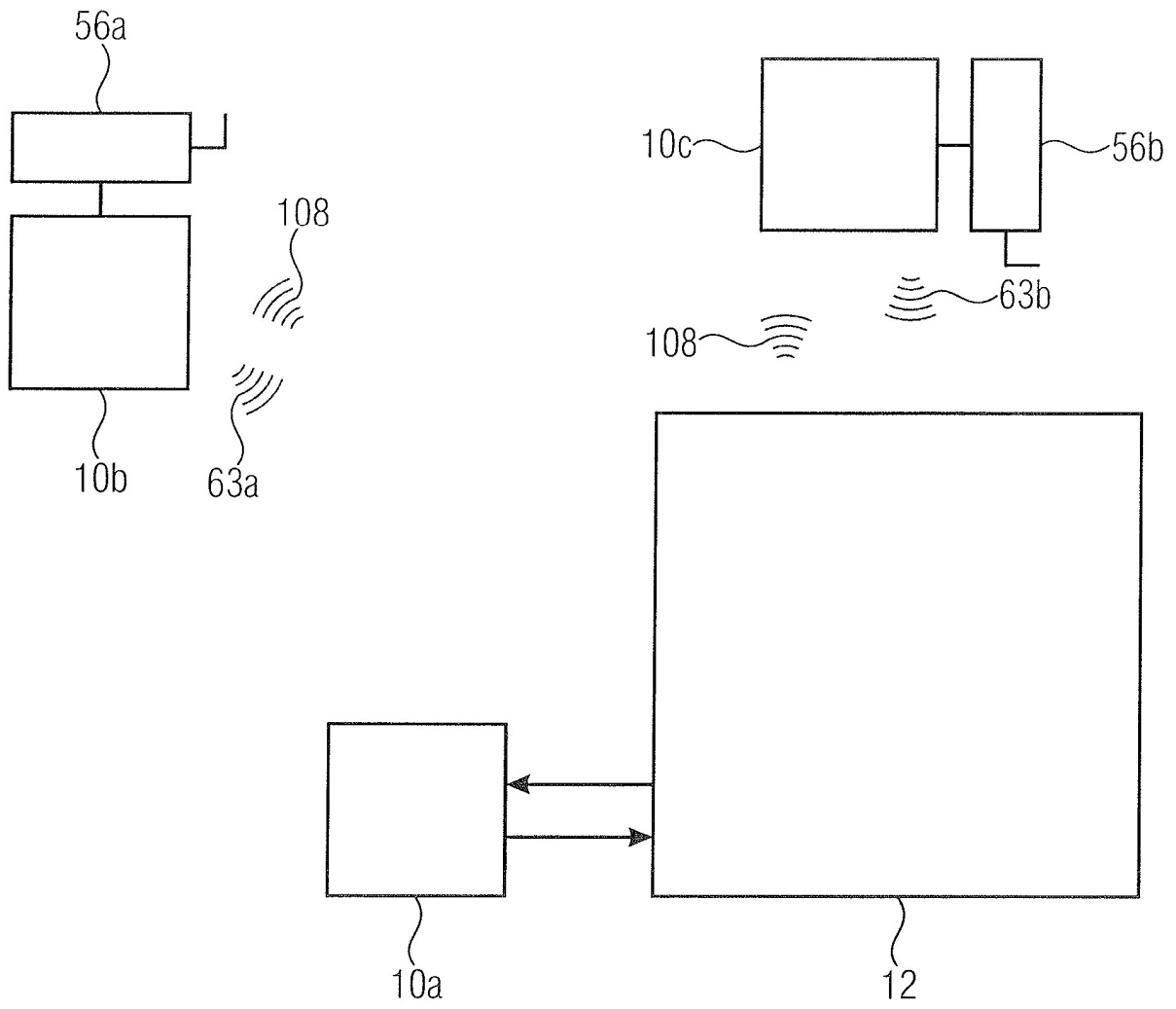


FIGURA 4

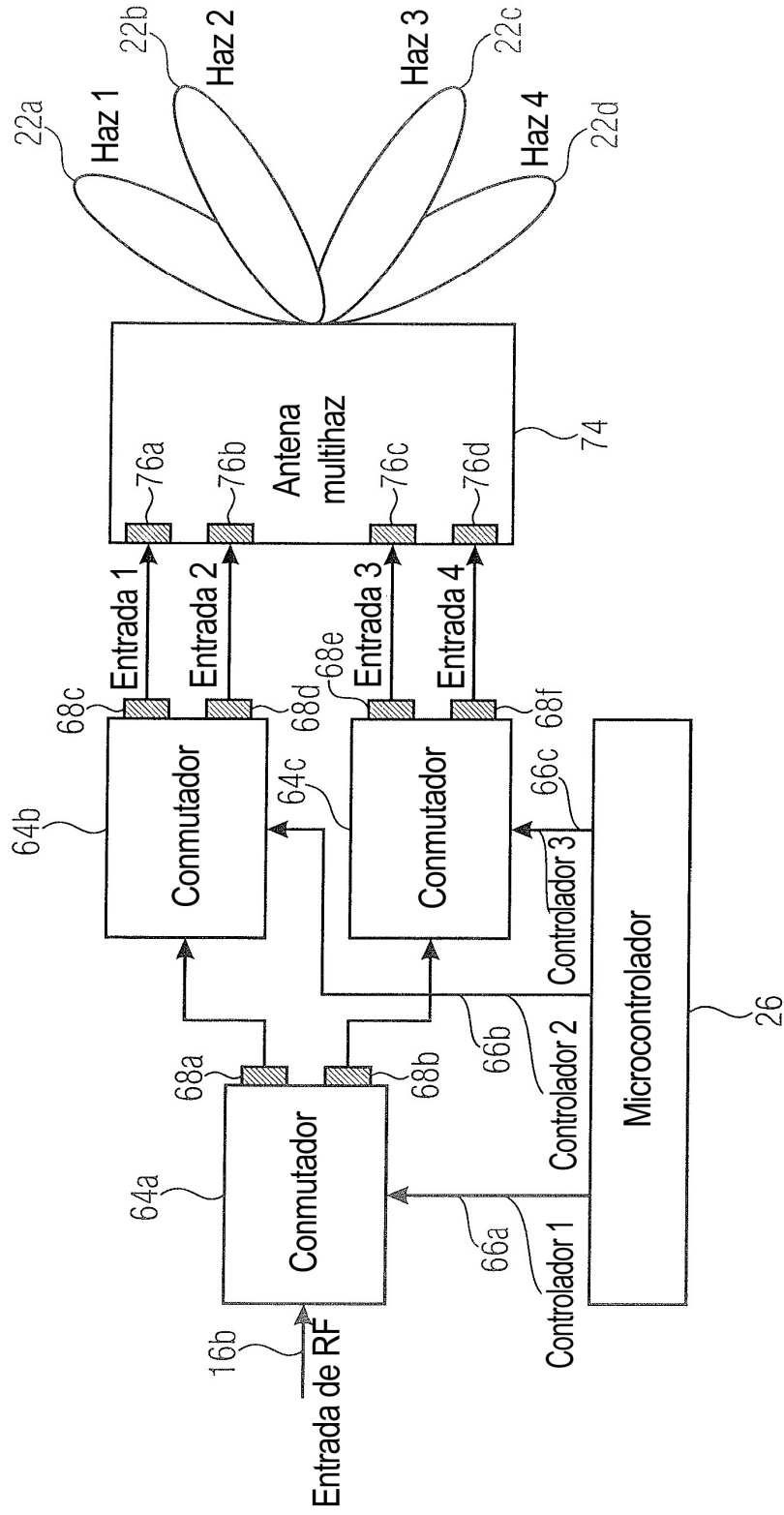


FIGURA 5

Acoplamiento	Pérdidas	P_{OUTPUT}	$P_{\text{harvested}}$
10 dB	0,75 dB	27,25 dBm	31,5 mW
20 dB	0,34 dB	27,65 dBm	3,1 mW
30 dB	0,3 dB	27,7 dBm	0,3 mW

FIGURA 6

200

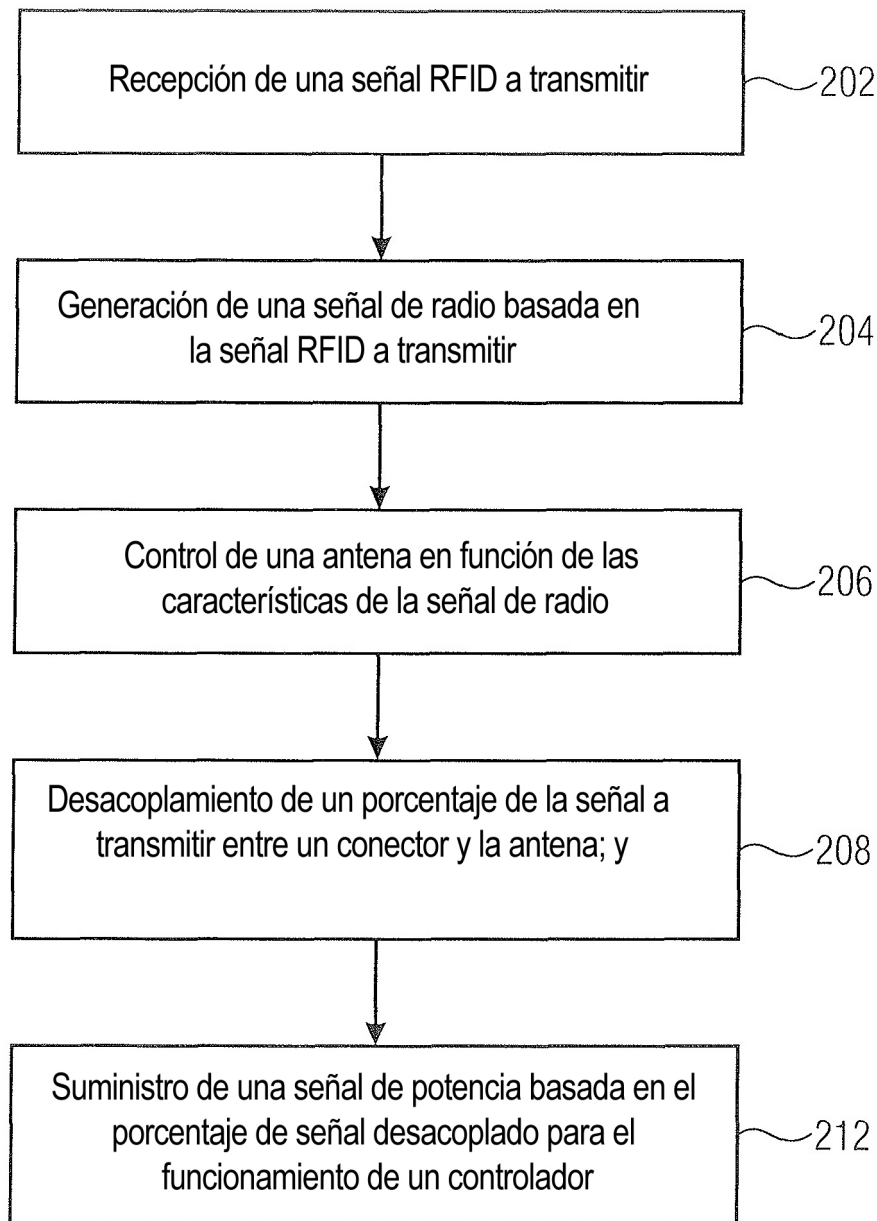


FIGURA 7

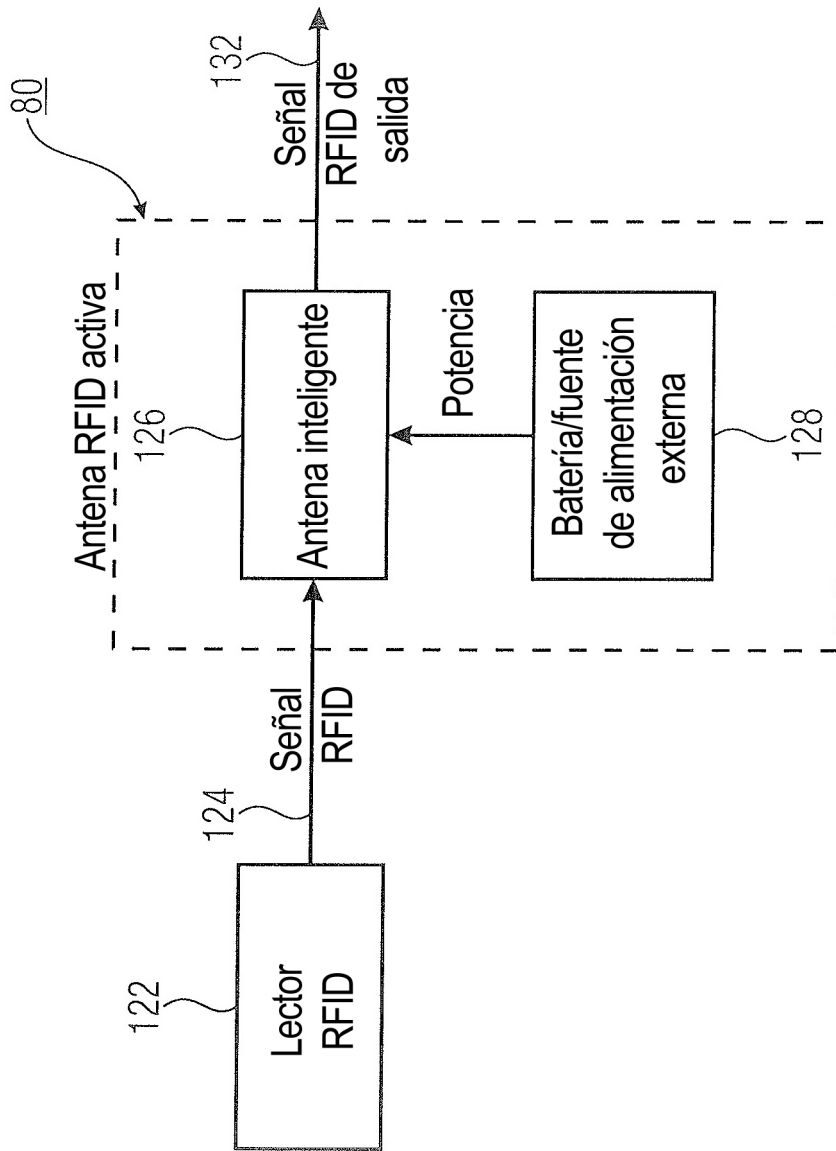


FIGURA 8