

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 746 449**

51 Int. Cl.:

G08B 13/24 (2006.01)

G08B 29/18 (2006.01)

G01S 13/56 (2006.01)

G01S 7/285 (2006.01)

G01S 13/04 (2006.01)

G01S 7/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.10.2015** **E 15188431 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2019** **EP 3007145**

54 Título: **Detector de intrusión y método para mejorar la sensibilidad**

30 Prioridad:

09.10.2014 US 201414510394

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

06.03.2020

73 Titular/es:

HONEYWELL INTERNATIONAL INC. (100.0%)
115 Tabor Road
Morris Plains, NJ 07950, US

72 Inventor/es:

DING, DAVID

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 746 449 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

Detector de intrusión y método para mejorar la sensibilidad

Campo

- 5 La solicitud se refiere a detectores de intrusión usados en la supervisión de regiones de interés. Más particularmente, la solicitud se refiere a dichos detectores y métodos asociados que proporcionan relaciones señal-a-ruido mejoradas y amplían el área de detección en una región de interés sin un mayor consumo de energía.

Antecedentes

- 10 Los detectores de movimiento que incorporan tecnología de microondas se usan ampliamente en el campo de la seguridad. Hay dos módulos en este tipo de detector. Uno es un módulo de detección de microondas que irradia microondas a un área de espacio supervisado y recibe las ondas reflejadas. Si hay objetos en movimiento, la frecuencia de las microondas reflejadas es diferente de las microondas irradiadas. Mezclando las microondas recibidas y radiadas, puede obtenerse la diferencia de frecuencia (denominada también frecuencia intermedia, IF). El otro módulo es el módulo de procesamiento de señal de IF que amplificará, digitalizará y extraerá la señal de IF.

- 15 Si hay una persona caminando en la zona supervisada, entonces el módulo de detección detecta la diferencia de frecuencia entre las microondas transmitidas y recibidas, y emite la frecuencia IF correspondiente. Las señales de IF son amplificadas, muestreadas y procesadas por el circuito de hardware y los algoritmos del módulo de procesamiento de IF para determinar si ha habido o no una intrusión. A continuación, puede generarse una salida de control correspondiente.

- 20 Típicamente, el detector de movimiento de la técnica anterior que usa tecnología de microondas, ilustrado en la Fig. 1, incluye un módulo 110 de sensor de microondas, y un módulo 120 de procesamiento de señal de IF. Tal como se ilustra en el diagrama de la Fig. 1, el módulo 110 de sensor emite una señal de IF eléctrica al detectar el movimiento de un cuerpo humano. A continuación, la señal de IF es procesada por el módulo 120 de IF. Esa señal es identificada a continuación por el procesamiento en el procesador de señal digital (DSP). A continuación, puede generarse una señal de salida de control correspondiente.

- 25 El circuito de la Fig. 1 presenta diversos problemas. El módulo 120 de procesamiento de IF añade ruido a la señal de IF emitida por el módulo 110 de sensor de microondas. Por lo tanto, es muy fácil que se pierdan alarmas debido a señales débiles, tales como las señales generadas por objetivos a gran distancia o que tienen un área de sección transversal de baja dispersión. Además, si el módulo de sensor es alimentado por batería, la potencia de microondas irradiada sólo puede tener una intensidad de señal limitada. Por lo tanto, algunas veces, la sensibilidad del detector es un problema.

- 30 El documento de patente número GB2081545A describe un sistema de detector de proximidad de microondas que tiene una fuente de ruido de microondas que suministra señales a una antena de transmisión y a una unidad de retardo. La energía de microondas reflejada por los objetos externos es recibida por una segunda antena que suministra las señales directamente a un correlacionador. El correlacionador recibe también señales desde la unidad de retardo y produce señales de salida que son dependientes del grado de correlación entre las dos señales de entrada y la amplitud de la energía recibida. Esto proporciona una respuesta que disminuye bruscamente más allá de una distancia predeterminada, en función del retardo introducido por la unidad.

- 35 El documento de patente número GB2401500A describe un sensor de microondas que transmite múltiples microondas que tienen frecuencias diferentes para un área de detección y realiza una operación de detección de objetos en base a las microondas reflejadas desde un objeto presente en el área de detección. Unos medios de determinación de objeto determinan si el objeto presente en la zona de detección es o no un objeto a detectar, en base a la dirección de movimiento del objeto en el área de detección. Los medios de determinación de objeto pueden determinar además si el objeto presente en la zona de detección es un objeto a ser detectado en base a: los movimientos del objeto superiores a una cantidad predeterminada que se detectan simultáneamente en al menos dos direcciones diferentes; al movimiento del objeto en una única dirección dentro del área de detección; y la cantidad de movimiento del objeto en el área de detección, en el que la cantidad de movimiento no es mayor que un segundo valor predeterminado. El sensor de microondas divulgado es adecuado para la detección de intrusos y puede estar configurado para distinguir los intrusos a ser detectados con relación al ruido externo causado por las plantas, lámparas fluorescentes y el movimiento de los objetos por encima de una velocidad predeterminada.

- 40 El documento de patente número CN103684464A describe un método de sub-muestreo y de procesamiento para señales de frecuencia intermedia de radiómetros de autocorrelación de microondas. El método de sub-muestreo y de procesamiento incluye las etapas de recibir señales de polarización de los radiómetros de autocorrelación de microondas; realizar una transformación IQ; realizar una adquisición AD (analógico/digital); realizar una correlación de redundancia. El método de sub-muestreo y de procesamiento incluye particularmente la recepción de las señales de

polarización de los radiómetros de autocorrelación de microondas. En otras palabras, las señales de radiofrecuencia recibidas por las antenas se alimentan a través de acopladores de modo ortogonal y, a continuación, se dividen en señales de polarización V y H. Las señales de polarización V y H se someten a amplificación de bajo ruido, filtrado, mezclado de frecuencias, filtrado y amplificación y, a continuación, se emiten las señales de frecuencia intermedia. Las señales de frecuencia intermedia recibidas son divididas en señales de frecuencia intermedia de 0 grados y señales de frecuencia intermedia de 90 grados por divisores de potencia de 90 grados y son ortogonales entre sí. Las señales de frecuencia intermedia de 0 grados y las señales de frecuencia intermedia de 90 grados se someten a una adquisición AD y se muestrean digitalmente a tasas de muestreo de más de dos veces los anchos de banda de las señales recibidas. La correlación de redundancia se realiza por medio de una operación de cálculo promedio sobre dos grupos de resultados de la operación de correlación de redundancia y, finalmente, pueden adquirirse los resultados de la multi-correlación.

El documento de patente número EP1826732A describe un detector de movimiento que comprende un módulo para detectar el movimiento, circuitería de procesamiento intermedio y circuitería de correlación cruzada.

La presente invención, en sus diversos aspectos, es tal como se expone en las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 ilustra un diagrama de bloques de un sistema de la técnica anterior;

La Fig. 2 es un diagrama de bloques de una realización del mismo; y

La Fig. 3 es un esquema de un circuito amplificador ejemplar.

Descripción detallada

Aunque las realizaciones divulgadas pueden adoptar muchas formas diferentes, las realizaciones específicas de las mismas se muestran en los dibujos y se describirán en detalle en la presente memoria, entendiéndose que la presente divulgación debe considerarse como una ejemplificación de los principios de la misma, así como del mejor modo de llevar a la práctica la misma, y no está destinada a limitar la solicitud o las reivindicaciones a la realización específica ilustrada.

En un aspecto, las realizaciones de la presente memoria se refieren a los sistemas de vigilancia para detectar un intruso en un área de espacio supervisado. Más particularmente, las realizaciones divulgan mejoras para el método de procesamiento de señales para los sensores de intrusión. Más específicamente, se divulga un método para el procesamiento de amplificación de señal intermedia. De manera ventajosa, este método puede mejorar efectivamente la relación señal-a-ruido de los sistemas de detección de tipo microondas, y puede ampliar el área de detección sin aumentar el consumo de energía para la unidad de microondas.

Las realizaciones divulgadas incorporan métodos de correlación cruzada para procesar una señal de IF procedente de un sensor de intrusión de tipo microondas. Este procesamiento producirá señales indicadoras de movimiento con ruido sustancialmente reducido en comparación con las generadas por el sensor y los subsiguientes amplificadores del módulo de procesamiento de IF.

En otro aspecto, la señal de IF generada por el sensor de intrusión de microondas se divide en dos señales en un nodo. Las dos señales se procesan por separado y de manera idéntica. Cada una de las señales se amplifica y a continuación se muestrea. Esto produce dos secuencias de tiempo digital, $S1(n)$ y $S2(n)$. El procesamiento de correlación cruzada de las señales puede realizarse usando un procesador de señal digital (DSP).

La Fig. 2 ilustra un detector 20 según la presente memoria. El detector 20 está alojado en una carcasa 22. El detector 20 incluye un sensor de intrusión de tipo microondas, módulo 26, que genera una señal de salida de IF, denotada S0 en la Fig. 2.

A su vez, la señal S0 se acopla al módulo 28 de procesamiento de IF. El módulo 28 incluye cadenas 28-1 y 28-2 amplificador/convertidor analógico-a-digital, primera y segunda, sustancialmente idénticas. Se entenderá que el uso de dos cadenas es solamente ejemplar. Podrían usarse tres o más cadenas sin apartarse del espíritu y del alcance de la presente memoria

Las dos cadenas 28-1, 28-2 están acopladas a un DSP 30. Las salidas del DSP 30 pueden estar acopladas a los circuitos 32 de control. Se entenderá que el DSP 30 podría incorporarse a, y formar parte de, los circuitos 32 de control sin apartarse del espíritu y del alcance de la presente memoria.

Los circuitos 32 de control pueden implementarse con circuitos cableados junto con uno o más procesadores programados, y software de control asociado. El DSP 30 puede implementarse, si se desea, como una unidad cableada.

5 Los circuitos 32 de control están acoplados a una fuente 34 de alimentación de amplificador, que puede ser energizado por una batería B, que energiza también otros circuitos del detector 20. Los circuitos 32 de control pueden estar en comunicación por cable o de manera inalámbrica con un sistema 36 de control desplazado. El detector 20 puede ser uno de entre múltiples detectores que se comunican con el sistema 36 de supervisión.

10 Hay al menos dos enfoques para mejorar la sensibilidad de los detectores de movimiento de tipo microondas. Una manera es colocar un amplificador de bajo ruido (LNA) entre la antena de recepción y un mezclador, del módulo de detección, tal como el módulo 26. Otra manera es reducir el ruido que añadirán a la señal los circuitos de procesamiento posteriores. Debido a que la antena Rx del receptor está muy cerca de la antena Tx del transmisor, su acoplamiento es muy fuerte. Por lo tanto, si se coloca un LNA después de la antena Rx del receptor, el LNA puede saturarse. Por lo tanto, la forma práctica para mejorar la sensibilidad es reducir el ruido de la señal.

15 Las fuentes de ruido de la señal incluyen componentes de circuito, así como la manera en la que se hacen funcionar diversos módulos o componentes. De manera sorprendente, a pesar del hecho de que el detector 20 incorpora dos rutas 28-1, -2 de señal, los efectos globales del ruido pueden reducirse en la realización 20. Tal como se ilustra en la Fig. 2, N1 y N2 designan el ruido generado por las rutas primera y segunda, respectivamente. Debido a la independencia de las dos rutas, los dos componentes de ruido son independientes y estocásticos. Como resultado del uso del procesamiento de correlación cruzada, pueden cancelarse las dos componentes N1, N2 de ruido.

20 En una explicación adicional, supóngase que S1 y S2 son la salida de las rutas primera y segunda, respectivamente, su función de correlación cruzada es:

$$\begin{aligned}
 R_{S_1 S_2}(\tau) &= \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T S_1(t) S_2(t - \tau) dt \\
 &= \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T [S_0(t) + N_1(t)][S_0(t - \tau) + N_2(t - \tau)] dt \\
 25 \quad &= \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T [S_0(t)S_0(t - \tau) + S_0(t)N_2(t - \tau) + N_1(t)S_0(t - \tau) + N_1(t)N_2(t - \tau)] dt \\
 &= R_{S_0 S_0}(\tau) + R_{S_0 N_2}(\tau) + R_{N_1 S_0}(\tau) + R_{N_1 N_2}(\tau)
 \end{aligned}$$

En la que, N1 y N2 son ruidos gaussianos blancos de promedio cero, en la señal S0, N1 y N2 no están correlacionados entre sí, por lo que $R_{S_0 N_2}(\tau)$, $R_{N_1 S_0}(\tau)$ y $R_{N_1 N_2}(\tau)$ son iguales a cero.

30 En resumen, además de reducir el ruido generado por los componentes 28-1, -2 de circuito, con la aplicación del método de correlación cruzada para procesar señal de IF, tal como se ha descrito anteriormente, los detectores divulgados tendrán una sensibilidad de detección mejorada, lo que hace que el rango/área de detección del sensor sea más grande. Además, con la aplicación de la correlación cruzada para procesar las señales de IF, y para un rango/área de detección determinado, puede esperarse que dichos detectores tengan menos falsas alarmas. Como resultado de
35 aplicar el método de correlación cruzada para procesar señales de IF, para un rango/área de detección determinado, el detector requiere menos potencia radiada, y menos disipación de potencia.

La Fig. 3 ilustra un circuito 40 amplificador ejemplar que puede usarse en el detector 20. El amplificador 40 incluye un amplificador 42 operacional, por ejemplo, un LM324A, así como una combinación de resistencias 42a, b, y c. Los condensadores 44a, b, c, d completan el circuito 40.

40 Debido a que los sensores, tales como el sensor 26, funcionan en base a un principio de desplazamiento Doppler, y debido a los objetos de movimiento lento, en el campo de visión, la frecuencia Doppler es muy baja, del orden de decenas de hercios. Por lo tanto, la implementación del circuito 42 con un amplificador operacional es una solución deseable.

45 Sin embargo, las resistencias del amplificador 40 introducen, de hecho, ruido adicional en las señales de cada una de las cadenas 28-1, -2. De manera sorprendente, el ruido introducido por los amplificadores en cada una de las rutas 28-1, -2 no correlacionadas puede cancelarse por el procesamiento de correlación cruzada descrito anteriormente realizado por el DSP 30.

Usando una fuente de alimentación de amplificador controlable, tal como la fuente 34, para reducir la potencia requerida por el detector 20, los amplificadores, tales como el amplificador 40, pueden operarse en un modo pulsado.

En este modo, los amplificadores, tales como el amplificador 40, inyectan ruido adicional a cada una de las señales asociadas, tales como S1, S2. El módulo 26 puede hacerse funcionar también de manera intermitente por razones similares.

5 Puede esperarse que el procesamiento de correlación cruzada descrito anteriormente cancele dicho ruido generado por el amplificador.

10 A partir de lo anterior, se observará que pueden realizarse numerosas variaciones y modificaciones sin apartarse del alcance de la invención, tal como se define en las reivindicaciones. Debe entenderse que no se pretende ni debe inferirse ninguna limitación con respecto al aparato específico ilustrado en la presente memoria. Por supuesto, se pretende que las reivindicaciones adjuntas cubran la totalidad de dichas modificaciones que caen dentro del alcance de las reivindicaciones. Además, los flujos lógicos representados en las figuras no requieren el orden particular mostrado, o un orden secuencial, para conseguir resultados deseables. Pueden proporcionarse otras etapas, o pueden eliminarse etapas, de los flujos descritos, y pueden añadirse otros componentes a, o eliminarse de, las realizaciones descritas.

REIVINDICACIONES

1. Detector (20) de movimiento que comprende:

un (26) módulo de detección de movimiento;

circuitería (28) de procesamiento intermedio acoplado a una salida del módulo

5 primeros componentes (28-1) de circuito amplificador/convertidor analógico-a-digital de la circuitería (28) de procesamiento intermedio que recibe una señal de salida de módulo desde la salida del módulo y se activan de manera intermitente para producir una primera señal de salida,

10 segundos componentes (28-2) de circuito amplificador/convertidor analógico-a-digital de la circuitería (28) de procesamiento intermedio que, simultáneamente con los primeros componentes (28-1) de circuito amplificador/convertidor analógico-a-digital, reciben la señal de salida de módulo y se activan de manera intermitente para producir una segunda señal de salida, en el que los segundos componentes (28-2) de circuito amplificador/convertidor analógico-a-digital son sustancialmente idénticos a los primeros componentes (28-1) de circuito amplificador/convertidor analógico-a-digital; y

15 circuitería (30) de correlación cruzada para procesar las señales de salida primera y segunda para producir una señal de salida indicadora de movimiento con ruido cancelado,

en el que los primeros componentes (28-1) de circuito amplificador/convertidor analógico-a-digital y los segundos componentes (28-2) de circuito amplificador/convertidor analógico-a-digital procesan de manera idéntica la señal de salida del módulo.

20 2. Detector según la reivindicación 1 en el que los primeros componentes (28-1) de circuito amplificador/convertidor analógico-a-digital incluyen un primer amplificador (30) operacional para amplificar la señal de salida del módulo, y en el que los segundos componentes de circuito amplificador/convertidor analógico-a-digital incluyen un segundo amplificador (30) operacional para amplificar la señal de salida del módulo.

3. Detector según la reivindicación 1 en el que la circuitería de correlación cruzada incluye un procesador (30) de señal digital.

25 4. Detector según la reivindicación 1 que comprende además circuitos de control para ordenar a al menos los circuitos de procesamiento intermedio que operen en uno de entre un primer estado operativo y un segundo estado operativo.

5. Detector según la reivindicación 4, en el que uno de entre los estados operativos primero y segundo comprende un estado de no alimentación.

30 6. Detector según la reivindicación 4 que comprende además circuitos de fuente de alimentación conmutables.

7. Detector según la reivindicación 1, que comprende además una carcasa que aloja el módulo, la circuitería de tratamiento intermedio y la circuitería de correlación cruzada.

35 8. Detector según la reivindicación 7, que comprende además circuitos de control para conmutar al menos la circuitería de procesamiento intermedio entre los estados operativos primero y segundo, en el que uno de los estados operativos primero y segundo es un estado de no alimentación.

9. Detector según la reivindicación 8 que comprende además circuitos de transmisión acoplados a los circuitos de control para comunicarse con una ubicación desplazada mediante uno de entre un medio cableado o inalámbrico.

10. Detector según la reivindicación 9, que comprende además una batería acoplada al menos a los circuitos de control.

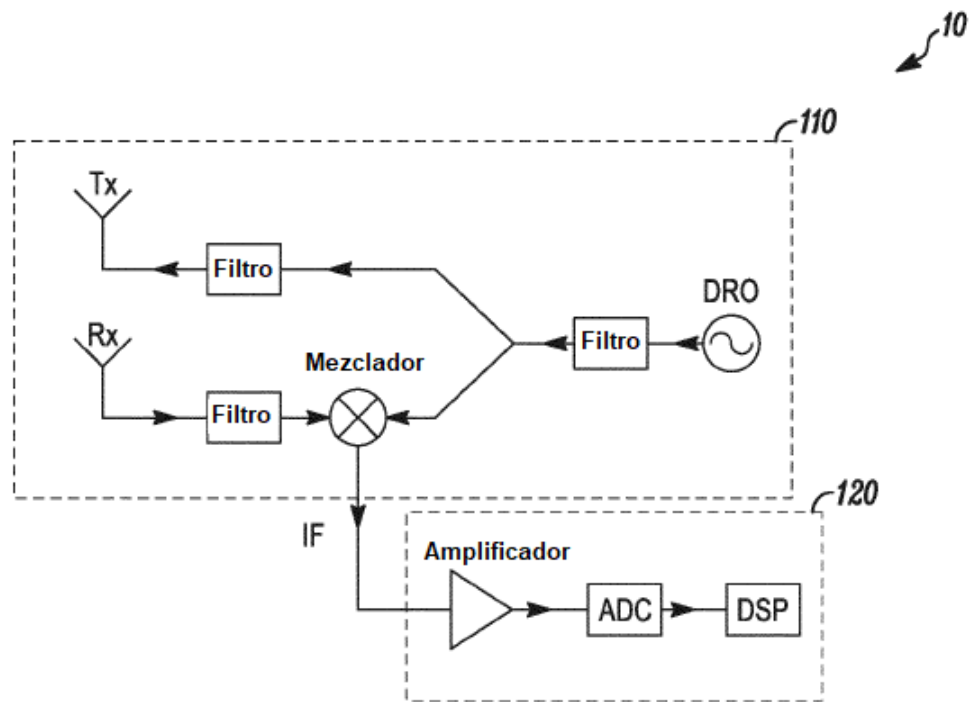
40 11. Método para detectar el movimiento que comprende:

generar una señal de salida indicativa de movimiento por parte de un módulo (26) para detectar el movimiento;

recibir la señal de salida desde el módulo por parte de la circuitería (26, 28) de procesamiento intermedio acoplada a una salida del módulo;

45 los primeros componentes de circuito (28-1) amplificador/convertidor analógico-a-digital de la circuitería (28) de procesamiento intermedio reciben una señal de salida de módulo y se activan de manera intermitente para producir una primera señal de salida,

- los segundos componentes de circuito (28-2) amplificador/convertidor analógico-a-digital de la circuitería (28) de procesamiento intermedio, simultáneamente con los primeros componentes de circuito (28-1) amplificador/convertidor analógico-a-digital, reciben la señal de salida de módulo y se activan de manera intermitente para producir una segunda señal de salida, en el que los segundos componentes de circuito (28-2) amplificador/convertidor analógico-a-digital son sustancialmente idénticos a los primeros componentes de circuito amplificador/convertidor analógico-a-digital; y en el que los primeros componentes de circuito (28-1) amplificador/convertidor analógico-a-digital y los segundos componentes de circuito (28-2) amplificador/convertidor de analógico-a-digital procesan de manera idéntica la señal de salida del módulo;
- 5
- 10 procesar la primera señal de salida y la segunda señal de salida con circuitería (30) de correlación cruzada para producir una señal de salida con ruido cancelado; y determinar una presencia del movimiento en base a la señal de salida con ruido cancelado.



(Técnica anterior)

FIG. 1

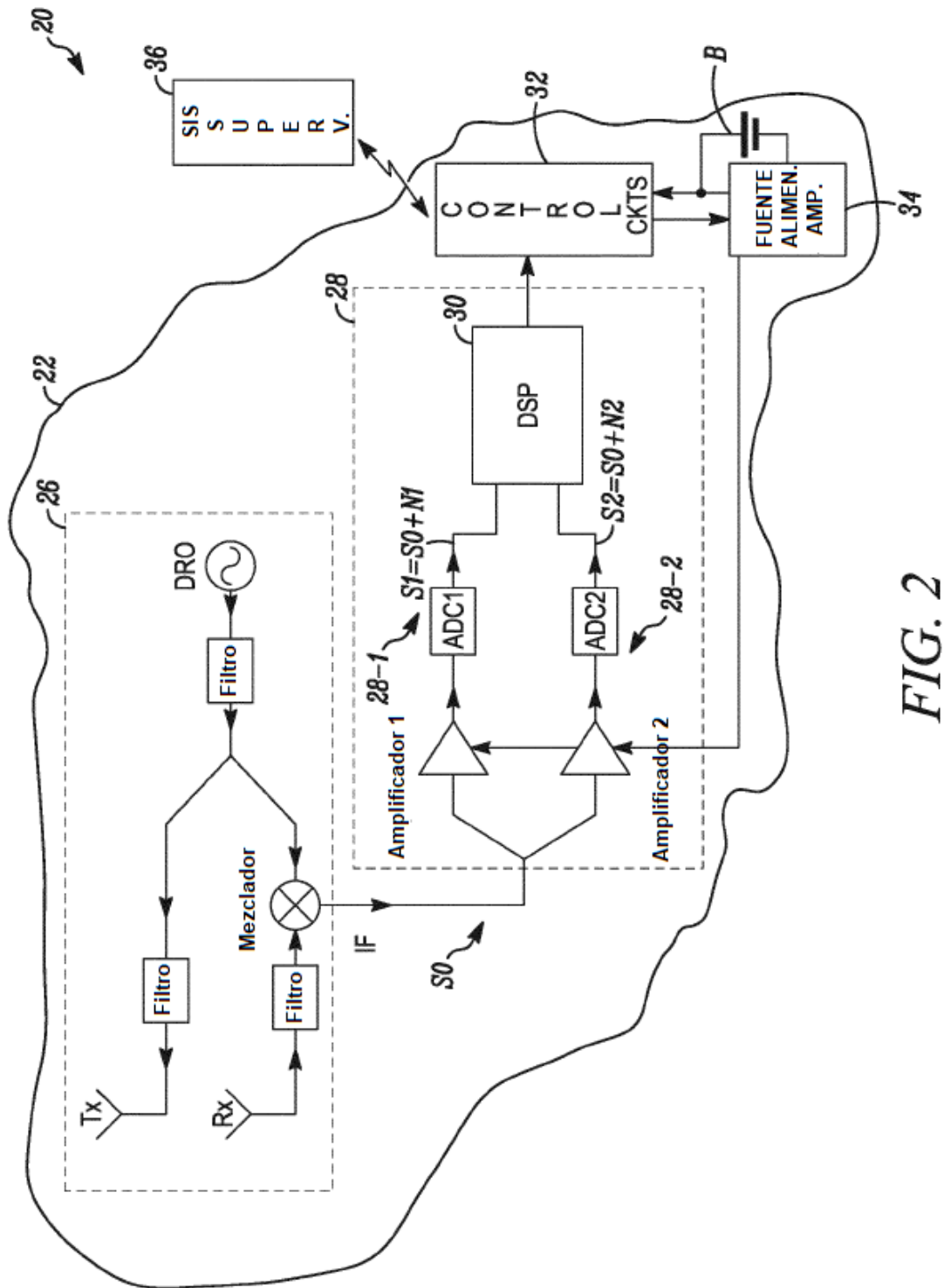


FIG. 2

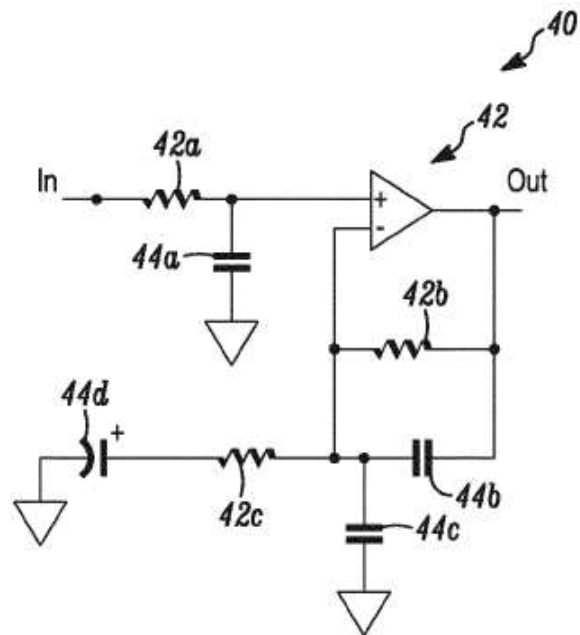


FIG. 3