

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 985 103**

51 Int. Cl.:

G01S 7/41 (2006.01)

G01S 13/56 (2006.01)

G01S 13/88 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.05.2017 PCT/EP2017/062981**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.12.2017 WO17220294**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.05.2017 E 17730406 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.02.2024 EP 3472639**

54 Título: **Radar de banda ultra ancha con sensibilidad normalizada**

30 Prioridad:

21.06.2016 US 201615187882

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

04.11.2024

73 Titular/es:

**ROBERT BOSCH GMBH (100.0%)
Postfach 30 02 20
70442 Stuttgart, DE**

72 Inventor/es:

DIPOALA, WILLIAM

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 985 103 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

Radar de banda ultra ancha con sensibilidad normalizada

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un detector de movimiento y a un método para detectar movimiento con un detector de movimiento.

10 Antecedentes de la invención

Los sistemas de vigilancia modernos incorporan varios tipos de sensores para detectar personas dentro de un área bajo vigilancia. En algunos casos, los sistemas de vigilancia incluyen un detector de movimiento que utiliza ondas de radiofrecuencia (RF) para detectar el movimiento de objetos dentro del área bajo vigilancia. En tales casos, el detector de movimiento transmite una onda de RF y recibe una onda de RF reflejada del objeto. En función de cuándo se reciben las ondas reflejadas, se puede determinar una distancia entre el objeto y el detector de movimiento. El detector de movimiento puede monitorear la distancia entre el objeto y el detector de movimiento a lo largo del tiempo y activar una notificación o alarma cuando se detecta movimiento. De esta manera, el detector de movimiento puede detectar la presencia de una persona, por ejemplo, un intruso, en el área bajo vigilancia.

Sin embargo, en algunos casos, el detector de movimiento puede detectar el movimiento de otros objetos además de las personas. Por ejemplo, el detector de movimiento puede detectar el movimiento de insectos, roedores, aves y similares. Como consecuencia, el detector de movimiento puede activar falsas alarmas. Debido a la naturaleza del uso de ondas de RF reflejadas, los detectores de movimiento son altamente sensibles al movimiento causado por objetos cercanos y menos sensibles a objetos más lejanos. Además, para detectar personas a grandes distancias, el detector de movimiento debe ser sensible a las reflexiones de baja amplitud. Como consecuencia, los detectores de movimiento, como se conoce actualmente en la técnica, equilibran los rangos de detección largos con una cantidad de falsas alarmas.

La Fig. 1 ilustra una gráfica de la intensidad de la señal de la onda de RF reflejada en función de la distancia a un objeto para un detector de movimiento conocido en la técnica. La gráfica incluye ejemplos de intensidad de señal para varios objetos detectados por el detector de movimiento en un rango de detección. En este ejemplo, los objetos detectados incluyen una persona, un roedor y un insecto. Un umbral 120 determina cuándo un controlador activa una alarma en función de la intensidad de la señal. Por ejemplo, cuando la intensidad de la señal es mayor en amplitud que el umbral 120, un controlador activa una alarma. Como se ilustra, cuando los objetos detectados están cerca del detector de movimiento (por ejemplo, a menos de 1,2192 metros (4 pies)), las ondas de RF reflejadas y las intensidades de señal asociadas son de gran amplitud. Como consecuencia, la persona, el roedor y el insecto activan la alarma a corta distancia. Esto da lugar a falsas alarmas cuando los objetos están a corta distancia.

US 2010/0026550 A1 describe un aparato que consiste en un radar de micropotencia (MPR), un elemento de adquisición de datos (DAQ) y un PDA. El radar envía una señal corta de baja amplitud de energía de radiofrecuencia (RF) hacia la escena objetivo. Esta señal se refleja desde el objetivo y se recibe como un cambio Doppler. Este cambio Doppler en la amplitud de la señal se filtra, amplifica y presenta al DAQ. El DAQ convierte la señal Doppler analógica en un flujo de bits digital y se pasa al procesador.

US 4.600.924 A describe un control de frecuencia automático digital para un receptor de radar de tipo pulso que tiene un oscilador local controlado por voltaje. Se genera un primer número digital y se convierte en un primer voltaje analógico para el control aproximado de la frecuencia del oscilador local.

US 6.087.977 A describe un receptor de rendimiento asociado con un sistema de radar para detectar objetivos en un área de alcance especificada.

Breve descripción de la Invención

Las realizaciones de la presente invención proporcionan un detector de movimiento y un método de detección de movimiento, como se define en el conjunto de reivindicaciones adjunto, que proporcionan una solución a los problemas enumerados anteriormente. En estas realizaciones, el detector de movimiento ajusta automáticamente su sensibilidad a las ondas de RF reflejadas.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es una gráfica de la intensidad de la señal frente a la distancia para varios objetos detectados en detectores de movimiento como se conoce actualmente en la técnica.

La Fig. 2 es un diagrama de un detector de movimiento con sensibilidad normalizada de acuerdo con una realización.

La Fig. 3A es un diagrama esquemático de un circuito resistivo-capacitivo para generar una forma de onda de control para

el detector de movimiento de la Fig. 2 de acuerdo con una realización.

La Fig. 3B es un diagrama de una forma de onda de entrada para el circuito resistivo-capacitivo de la Fig. 2 y la forma de onda de control para el detector de movimiento de la Fig. 2 de acuerdo con una realización.

La Fig. 4 es un diagrama de un detector de movimiento con sensibilidad normalizada de acuerdo con otra realización.

La Fig. 5 es un diagrama de un controlador para los detectores de movimiento en las Figs. 2 y 4 de acuerdo con una realización.

La Fig. 6 es un diagrama de una secuencia de tiempo para el control operativo de los detectores de movimiento de las Figs. 2 y 4 que es iniciado por el controlador de la Fig. 5 de acuerdo con una realización.

La Fig. 7 es un diagrama de una parte de la secuencia de temporización de la Fig. 6.

La Fig. 8 es un diagrama de una ráfaga de transmisión de radiofrecuencia de los detectores de movimiento de las Figs. 2 y 4 de acuerdo con una realización.

La Fig. 9 es un diagrama de flujo de un método de funcionamiento de los detectores de movimiento en las Figs. 2 y 4 de acuerdo con una realización.

La Fig. 10 es una gráfica de la intensidad de la señal en función de la distancia para varios objetos detectados en los detectores de movimiento de las Figs. 2 y 4.

Descripción detallada de la invención

Se puede utilizar una pluralidad de dispositivos basados en hardware y software, así como una pluralidad de diferentes componentes estructurales para implementar la invención. Además, las realizaciones de la invención pueden incluir hardware, software y componentes electrónicos que, con fines de discusión, pueden ilustrarse y describirse como si la mayoría de los componentes se implementaran únicamente en hardware. Sin embargo, un experto en la técnica, y basándose en una lectura de esta descripción detallada, reconocería que, en al menos una realización, los aspectos basados en electrónica de la invención pueden implementarse en software (por ejemplo, almacenado en un medio legible por ordenador no transitorio) ejecutable por uno o más procesadores. Como tal, se puede utilizar una pluralidad de dispositivos basados en hardware y software, así como una pluralidad de diferentes componentes estructurales para implementar realizaciones de la invención. Por ejemplo, los "controladores" descritos en la especificación pueden incluir uno o más procesadores, uno o más módulos de memoria que incluyen un medio legible por ordenador no transitorio, una o más interfaces de entrada/salida y varias conexiones (por ejemplo, un bus del sistema) que conectan los componentes.

La Fig. 2 ilustra un detector de movimiento 200 con sensibilidad normalizada de acuerdo con una realización. En el ejemplo ilustrado, el detector de movimiento 200 incluye un circuito de transmisión 205, un circuito de recepción 210 y un controlador 215. El circuito de transmisión 205 incluye un generador de forma de radiofrecuencia (RF) 220 (por ejemplo, un generador de ráfagas de RF) y una antena de transmisión 225. El circuito de recepción 210 incluye una antena de recepción 230, un amplificador de bajo ruido 233, un amplificador 235 (por ejemplo, un amplificador de control de ganancia), un mezclador 240, un circuito de muestreo y retención 245, un amplificador operacional 250, un controlador 255 y un indicador 260. La Fig. 2 proporciona un ejemplo del detector de movimiento 200 con sensibilidad normalizada. Sin embargo, son posibles configuraciones y construcciones que ajustan la sensibilidad para el detector de movimiento 200 distintas de las ilustradas y descritas en la presente.

En el ejemplo ilustrado, una salida del controlador 215 está acoplada eléctricamente al generador de formas de RF 220, y el generador de formas de RF 220 está acoplado eléctricamente a la antena de transmisión 225. Las salidas del controlador 215 están acopladas eléctricamente al amplificador de bajo ruido 233 y al amplificador 235. Otra salida del controlador 215 está acoplada eléctricamente al mezclador 240, y otra salida más del controlador 215 está acoplada eléctricamente al circuito de muestreo y retención 245. La antena de recepción 230 está acoplada eléctricamente a una entrada del amplificador de bajo ruido 233 y una salida del amplificador de bajo ruido 233 está acoplada eléctricamente a una entrada del amplificador 235. Una salida del amplificador 235 está acoplada eléctricamente al mezclador 240. Una salida del mezclador 240 está acoplada eléctricamente a una entrada del circuito de muestreo y retención 245. Una salida del circuito de muestreo y retención 245 está acoplada eléctricamente al op-amp 250. Una salida del amplificador operacional 250 está acoplada eléctricamente al controlador 255, y una salida del controlador 255 está acoplada eléctricamente al indicador 260.

En algunas realizaciones, el controlador 215 incluye un oscilador de RF 265 y una puerta de tiempo y un circuito generador de impulsos 270. Una combinación de estos componentes proporciona al controlador 215 la capacidad de generar las señales de control ilustradas en las Figs. 6 y 7. Las señales de control incluyen una señal de control 275, una señal de control 277, una señal de control 280, una señal de control 285 y una señal de control 290. En algunas realizaciones, el controlador 215 genera las señales de control usando una combinación de diversos componentes de hardware y software. En un ejemplo, el controlador 215 se implementa mediante un microcontrolador como se ilustra en la Fig. 5 y se describe

a continuación. De manera similar, el controlador 255 puede implementarse con una combinación de componentes de hardware. En un ejemplo, el controlador 255 se implementa en la misma configuración de hardware que el controlador 215. En otras realizaciones, el controlador 255 se implementa con un perfil de hardware particular dependiendo de las necesidades de la aplicación particular. En un ejemplo, el detector de movimiento 200 puede tener una única antena para transmitir y recibir señales de RF. En esta realización, el circuito de transmisión 205 y el circuito de recepción 210 pueden incorporarse en un transceptor para transmisión y recepción mientras se siguen utilizando los conceptos descritos en la presente.

El detector de movimiento 200 puede utilizar múltiples formas de transmisión y recepción de RF. Por ejemplo, los detectores de movimiento 200, 300 pueden usar infrarrojos, microondas o ambos para la transmisión y recepción de ondas de RF. En algunas realizaciones, el detector de movimiento 200 activa el indicador basándose únicamente en una magnitud de la señal Doppler, como se describe a continuación. En otras realizaciones, el detector de movimiento 200 activa el indicador 260 en función, al menos en parte, de la magnitud de la señal Doppler y otra condición. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el detector de movimiento 200 establece una condición dentro del controlador 255 indicativa de un evento de movimiento en función de la magnitud de la señal Doppler y activa el indicador 260 solo después de la confirmación del evento de movimiento por otro sensor ubicado interna o externamente del detector de movimiento 200. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el indicador 260 se activa parcialmente en función de la información almacenada dentro del controlador 255 que indica si se detectó el evento de movimiento. En particular, el indicador 260 puede activarse basándose, al menos en parte, en la activación de un bit en un registro del controlador 255 indicativo de la detección del evento de movimiento. En este caso, el indicador 260 puede no activarse inmediatamente tras la detección de un evento de movimiento. Por el contrario, el indicador 260 puede activarse solo cuando el bit indica que se ha producido la detección del evento de movimiento y cuando otro detector confirma el evento de movimiento (por ejemplo, el detector de infrarrojos).

El indicador 260 puede ser de diversas formas y construcciones. Por ejemplo, el indicador 260 puede incluir un dispositivo visual (por ejemplo, un diodo emisor de luz (LED), un icono o luz en una pantalla gráfica), un dispositivo de audio (por ejemplo, un altavoz, una sirena y similares), un dispositivo háptico (por ejemplo, un dispositivo de alerta de vibración) o una combinación de los anteriores. En algunas realizaciones, el indicador 260 puede incluir un relé de alarma, un interruptor electrónico u otro disparador que active el indicador 260 en función de una señal del controlador 255.

La Fig. 3A ilustra un ejemplo de un circuito resistivo-capacitivo 291 configurado para generar la señal de control 280. En este ejemplo, una entrada al circuito resistivo-capacitivo 291 está acoplada eléctricamente a una resistencia 292 y un diodo 294. Un condensador 296 está acoplado eléctricamente a otro lado de la resistencia 292 y el diodo 294. El condensador 296 también está acoplado eléctricamente a la salida. Se aplica una entrada de pulso 298 al circuito resistivo-capacitivo 291 para generar la señal de control 280 en la salida. El circuito resistivo-capacitivo 291 puede construirse interna o externamente al controlador 215. Por ejemplo, cuando el circuito resistivo-capacitivo 291 se ubica externamente desde el controlador 215, la entrada de pulso 298 puede ser generada por el controlador 215 y enviada al circuito resistivo-capacitivo 291. En otro ejemplo, la entrada de pulso 298 puede ser generada internamente por el controlador 215 y recibida en el circuito resistivo-capacitivo 291 internamente dentro del controlador 215. La Fig. 3B ilustra una forma de onda de la entrada de pulso 298 y una forma de onda de la señal de control 280 (también ilustrada en las Figs. 6 y 7).

La Fig. 4 ilustra un detector de movimiento 300 con sensibilidad normalizada de acuerdo con otra realización. En el ejemplo ilustrado, el detector de movimiento 200 puede incluir el mismo hardware que el detector de movimiento 200. Sin embargo, el detector de movimiento 300 también incluye un atenuador variable 305. Debido a la presencia del atenuador variable 305, el controlador 215 proporciona una señal de control directamente al atenuador variable 305, en lugar del amplificador 235 como en el detector de movimiento 200. En este ejemplo, el amplificador 235 puede ser un amplificador de bajo ruido. El detector de movimiento 300 puede funcionar igual que el detector de movimiento 200 con la excepción de ajustar la intensidad de la señal de las señales de RF con el atenuador variable 305. En la realización ilustrada, una entrada del atenuador variable 305 está acoplada eléctricamente a la antena de recepción 230 y una salida del atenuador variable 305 está acoplada eléctricamente al amplificador 235. En otra realización (no ilustrada), la entrada del atenuador variable 305 está acoplada eléctricamente a la salida del amplificador 235 y la salida del atenuador variable 305 está acoplada eléctricamente al mezclador 240. En otras palabras, el atenuador variable 305 puede colocarse entre la antena de recepción 203 y el amplificador 235 o colocarse entre el amplificador 235 y el mezclador 240. En cualquiera de estas realizaciones descritas, el atenuador variable 305 proporciona al controlador 215 la funcionalidad de ajustar automática y variablemente la atenuación de cualquier señal de RF recibida.

La Fig. 5 ilustra componentes del controlador 215 y el controlador 255 (en lo sucesivo etiquetados como controladores 215, 255) de acuerdo con una realización. En el ejemplo ilustrado, los controladores 215, 255 incluyen una pluralidad de componentes eléctricos y electrónicos que proporcionan energía, control de operación y protección a los componentes y módulos dentro de los controladores 215, 255. Los controladores 215, 255 incluyen, entre otras cosas, un procesador electrónico 405 (tal como un microprocesador electrónico programable, microcontrolador o dispositivo similar), una memoria 410 (por ejemplo, memoria no transitoria legible por máquina) y una interfaz de entrada/salida 415. Los controladores 215, 255 pueden incluir procesadores electrónicos o memoria adicionales. Los controladores 215, 255 pueden incluir, además o en lugar del procesador electrónico 405, circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC), matrices de puertas programables en campo (FPGA) o ambos. Los controladores 215, 255 están configurados para implementar, entre otras cosas, los procesos y métodos descritos en la presente. En otras realizaciones, los controladores 215, 255 incluyen componentes adicionales, menores o diferentes.

El procesador electrónico 405 está acoplado comunicativamente a la memoria 410 y ejecuta instrucciones que pueden almacenarse en la memoria 410. El procesador electrónico 405 está configurado para recuperar de la memoria 410 y ejecutar instrucciones relacionadas con los métodos de funcionamiento del detector de movimiento 200 o el detector de movimiento 300. El procesador electrónico 405 está acoplado comunicativamente a la interfaz de entrada/salida 415. La interfaz de entrada/salida 415 está acoplada comunicativamente al hardware externo a los controladores 215, 255. Por ejemplo, la interfaz de entrada/salida 415 está acoplada comunicativamente al indicador 260 y al oscilador de RF 265. En algunas realizaciones, la interfaz de entrada/salida 415 puede generar las señales de control 275, 277, 280, 285, 290. En algunas realizaciones, la interfaz de entrada/salida 415 activa directa o indirectamente una indicación de movimiento (por ejemplo, una alarma) por medio de un sistema de seguridad central, un sistema de mensajería, una red de seguridad, una alarma local (por ejemplo, una luz de alarma o sirena) y similares.

Las Figs. 6 y 7 ilustran diagramas de una secuencia de temporización para las señales de control 275, 280, 285, 290 generadas por el controlador 215 de acuerdo con una realización. Los diagramas de las Figs. 6 y 7 ilustran las mismas señales de control 275, 280, 285, 290 a diferentes niveles de detalle. En particular, la Fig. 6 ilustra que un ciclo de transmisión y recepción puede volver a ocurrir cada 1000 nanosegundos. La Fig. 7 ilustra un solo ciclo de transmisión y recepción (por ejemplo, que ocurre durante 100 nanosegundos). Las secuencias de temporización y las señales de control 275, 280, 285, 290 ilustradas en las Figs. 6 y 7 se hará referencia en la discusión del método a continuación. La señal de control 277 no se ilustra; sin embargo, la señal de control 277 puede tener la misma forma de onda y temporización que la ilustrada por la señal de control 290.

La señal de control 275 se envía desde el controlador 215 al generador de formas de RF 220. En función de la señal de control 275, el generador de formas de RF 220 genera una ráfaga de RF de acuerdo con una frecuencia y un período de tiempo de activación en función de la señal de control 275. La Fig. 8 ilustra un ejemplo de una ráfaga de RF. En un ejemplo, la ráfaga de RF puede ser una transmisión de energía de RF a aproximadamente 7,5 Gigahercios. El generador de forma de RF 220 puede generar la ráfaga de RF en un intervalo de tiempo de 0 a 2 nanosegundos mientras la señal de control 275 está activa. La ráfaga de RF puede ser una forma de onda de ráfaga de 500 Megahercios de ancho de banda para el funcionamiento de banda ultra ancha. La ráfaga de RF puede ser generada por el generador de forma de RF 220 de acuerdo con diversas regulaciones de RF para las ondas de RF transmitidas. Por ejemplo, la RF puede configurarse para cumplir con las partes 15.517 y 15.521 de la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) y los requisitos técnicos del Comité Europeo de Comunicaciones (ECC) (CEPTREP034.pdf), incluidos los armónicos (-41,3dBm/MHz EIRP, 0dBm Peak EIRP, ancho de banda > 500MHz).

La Fig. 9 ilustra un método 700 para operar el detector de movimiento 200, 300 de acuerdo con una realización. En la realización ilustrada, el controlador 215 genera la señal de control 275 (bloque 705). La señal de control 275 se envía desde el controlador 215 al generador de formas de RF 220. Después de transmitir las ondas de RF, el controlador 215 genera y emite la señal de control 280 al amplificador 235 o al atenuador variable 305 (bloque 710). La señal de control 280, como se ilustra en las Figs. 6 y 7, puede ser un pulso que aumenta en magnitud con el tiempo mientras se aplica al atenuador variable 305 o al amplificador 235. Sin embargo, cada configuración particular puede requerir una señal particular para lograr el ajuste adecuado del circuito de recepción 210, tal como una señal invertida o invertida a la ilustrada. La señal de control 280 puede activarse después de que se complete la señal de control 275 para evitar la recepción y amplificación inmediatas de la transmisión de RF saliente. En algunas realizaciones, la señal de control 280 se activa tan pronto como se completa la señal de control 275. En otras realizaciones, la señal de control 280 se activa después de un breve retraso (por ejemplo, 3 nanosegundos) después de que la señal de control 275 está activa 505. El retraso sirve para varios propósitos. Por ejemplo, el retraso evita la saturación del amplificador 235 durante el período de transmisión de RF e ignora los reflejos causados por objetos en las inmediaciones del detector de movimiento 200, 300.

El controlador 215 ajusta la señal de control 280 para aumentar la ganancia del amplificador 235 o disminuir la atenuación del atenuador variable 305 durante el período de tiempo en que está activo (bloque 715). Por ejemplo, la señal de control 280 puede estar activa durante aproximadamente 100 nanosegundos dependiendo del rango deseado del detector de movimiento 200, 300. Como consecuencia, la señal de RF recibida se ajusta para compensar las reflexiones de RF recibidas a varias amplitudes correspondientes a varias distancias. En particular, las reflexiones de RF que se reciben más adelante en el ciclo de recepción se atenúan naturalmente debido a que se recorre una mayor distancia (por ejemplo, debido a la dispersión) y, por lo tanto, dan como resultado señales recibidas de menor amplitud. El ajuste, por parte del controlador 215, a la señal de control 280, aumenta la amplitud de estas señales recibidas de menor amplitud.

El controlador 215 también genera una señal de control 285 (por ejemplo, una señal de oscilador local) después de que se genera la señal de control 275 (bloque 720). El controlador 215 emite la señal de control 285 al mezclador 240. El mezclador 240 proporciona una señal Doppler basada en una combinación de la señal de control 285 y la señal de RF recibida. Por ejemplo, la señal Doppler puede representar una diferencia entre la señal de control 285 y la señal de RF recibida. La señal Doppler puede tener una frecuencia baja (por ejemplo, de 0,1 a 100 Hercios). La señal de control 285 establece un rango de detección para el detector de movimiento 200, 300. Por ejemplo, la señal de control 285 puede estar activa durante 100 nanosegundos para proporcionar un rango de detección particular para el detector de movimiento 200, 300. Dado que la onda de RF transmitida tarda aproximadamente 2 nanosegundos en reflejarse en el circuito de recepción 210 por cada 0,3048 metros (cada pie) de rango de detección, una señal de control de 100 nanosegundos limita el rango de detección a 15,24 metros (50 pies). Como consecuencia, las ondas de RF reflejadas recibidas después de

100 nanosegundos no crean la señal Doppler debido a la falta de la señal de control 285 después de 100 nanosegundos.

El controlador 215 también genera una señal de control 290 y envía la señal de control 290 al circuito de muestreo y retención 245 (bloque 725). Como se ilustra, la señal de control 290 puede ser un pulso de 100 nanosegundos para activar el circuito de muestreo y retención 245 durante la recepción de la señal reflejada. Dado que la onda de RF transmitida puede transmitirse como una ráfaga, el circuito de muestreo y retención 245 convierte la señal Doppler, que también puede recibirse como una ráfaga, en una señal de onda continua (bloque 730). En algunas realizaciones, una señal de la salida del circuito de muestreo y retención 245 es amplificada por el op-amp 250 antes de ser enviada al controlador 255. El controlador 255 compara la señal de onda continua con un umbral predeterminado (bloque 735) y activa el indicador 260 cuando la señal de onda continua está por encima del umbral predeterminado (bloque 740).

La Fig. 10 ilustra una gráfica de la intensidad de la señal en función de la distancia para el detector de movimiento 200, 300. La gráfica incluye ejemplos de intensidad de señal Doppler para diversos objetos detectados por el detector de movimiento 200, 300. En el ejemplo ilustrativo, los objetos detectados incluyen una persona, un roedor y un insecto. Debido al ajuste realizado por el amplificador 235 o el atenuador variable 305, la señal Doppler se normaliza a lo largo de la distancia para los objetos detectados. Por ejemplo, la amplitud de la señal Doppler permanece plana en el rango de detección de 15,24 metros (50 pies) para cada uno de los objetos detectados. Un umbral 805 (es decir, el umbral predeterminado descrito anteriormente) se indica mediante una línea discontinua. Debido a la normalización de la señal Doppler, la persona es el único objeto detectado que está por encima del umbral 805 en cualquier rango de distancia. Como consecuencia, solo la persona activa el indicador 260. Esto puede reducir o eliminar las falsas alarmas causadas por objetos cercanos al detector de movimiento 200, 300. Compare esto con la Fig. 1, donde a distancias cercanas todas las señales Doppler de los objetos detectados exceden el umbral.

Por lo tanto, las realizaciones de la invención proporcionan, entre otras cosas, un detector de movimiento con detección normalizada y un método para realizar la detección de movimiento mediante la normalización de una señal Doppler. Varias características y ventajas de la invención se establecen en las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un detector de movimiento (200, 300) que comprende:
 - 5 un circuito de transmisión de radiofrecuencia (RF) (205);
un circuito de recepción de RF (210);
un controlador (215) que está acoplado eléctricamente al circuito de transmisión de RF (205) y al circuito de recepción de RF (210), el controlador (215) configurado para
 - 10 enviar una primera señal de control (275) al circuito de transmisión de RF (205) para controlar el circuito de transmisión de RF (205) para generar una señal de RF,
controlar el circuito de recepción de RF (210) para recibir una señal de RF reflejada desde un objeto objetivo en un tiempo predeterminado para la recepción después de la transmisión de la señal de RF;
controlar el circuito de recepción de RF (210) para proporcionar una señal Doppler basada en la mezcla de la señal de RF recibida y una segunda señal de control (285) en un mezclador (240) y, por lo tanto, establecer un rango de detección para el detector de movimiento (200, 300);
ajustar una sensibilidad del circuito de recepción de RF (210) durante el tiempo predeterminado para la recepción; y
activar un indicador (260) basado, al menos en parte, en una magnitud de la señal Doppler,
 - 20 en donde el circuito de recepción de RF (210) incluye un amplificador (235),
caracterizado porque el circuito de recepción de RF (210) incluye además el mezclador (240) acoplado eléctricamente al amplificador (235); un circuito de muestreo y retención (245) acoplado eléctricamente al mezclador (240); y un amplificador operacional (250) acoplado eléctricamente al circuito de muestreo y retención (245),
en donde el circuito de recepción de RF (210) incluye además un atenuador variable (305) colocado entre una antena de recepción (230) y el amplificador (235) o entre el amplificador (235) y el mezclador (240),
25 en donde el controlador (215) está configurado además para ajustar la sensibilidad del circuito de recepción de RF (210) ajustando el atenuador variable (305),
en donde el controlador (215) está configurado además para ajustar la sensibilidad del circuito de recepción de RF (210) normalizando la señal Doppler con el amplificador (235) o el atenuador variable (305), y
30 en donde el controlador (215) está configurado además para, después de un retardo predefinido después de que el controlador (215) envía la primera señal de control (275) al circuito de transmisión de RF (205) para controlar el circuito de transmisión de RF (205) para generar la señal de RF, enviar una tercera señal de control (280) al amplificador (235) o al atenuador variable (305) para ajustar la sensibilidad del circuito de recepción de RF (210).
 - 35 2. El detector de movimiento de la reivindicación 1, en donde el controlador está configurado para ajustar la sensibilidad del circuito de recepción de RF ajustando una magnitud de la señal de RF reflejada recibida.
 3. El detector de movimiento de la reivindicación 1, en donde el controlador está configurado además para aumentar una ganancia del amplificador durante el tiempo predeterminado para la recepción.
 - 40 4. El detector de movimiento de la reivindicación 1, en donde el circuito de recepción de RF incluye además un amplificador de bajo ruido (233) acoplado eléctricamente al amplificador.
 5. El detector de movimiento de la reivindicación 1, en donde el controlador está configurado además para aplicar un pulso al atenuador variable para controlar la atenuación del atenuador variable.
 - 45 6. El detector de movimiento de la reivindicación 1, en donde el controlador está configurado para activar el indicador cuando la magnitud de la señal Doppler es mayor que un umbral predeterminado.
 - 50 7. Un método para detectar movimiento con un detector de movimiento, el método comprende:
 - generar una señal de RF con un circuito de transmisión de radiofrecuencia (RF) (205) enviando una primera señal de control (275) al circuito de transmisión de RF (205),
recibir una señal de RF reflejada con un circuito de recepción de RF (210) desde un objeto objetivo en un tiempo predeterminado para la recepción después de la transmisión de la señal de RF;
55 proporcionar una señal Doppler con el circuito de recepción de RF (210) basado en mezclar la señal de RF recibida y una segunda señal de control (285) en un mezclador (240) y establecer así un rango de detección para el detector de movimiento;
ajustar una sensibilidad del circuito de recepción de RF (210) durante el tiempo predeterminado para la recepción; y
60 activar un indicador (260) basado, al menos en parte, en una magnitud de la señal Doppler,
caracterizado porque el método comprende, además:
recibir la señal de RF reflejada en un amplificador (235) y amplificar la señal de RF reflejada para crear una señal amplificada;
recibir la señal amplificada en el mezclador (240);
65 recibir la señal Doppler en un circuito de muestreo y retención (245); y
amplificar la señal Doppler en un op-amp (250) después de recibir la señal Doppler en el circuito de muestreo y retención

- (245),
 en donde el método comprende además recibir la señal de RF reflejada en un atenuador variable (305) colocado entre una antena de recepción (230) y el amplificador (235) o entre el amplificador (235) y el mezclador (240), y ajustar la sensibilidad del circuito de recepción de RF (210) ajustando el atenuador variable (305),
 5 en donde ajustar la sensibilidad del circuito de recepción de RF (210) incluye normalizar la señal Doppler con el amplificador (235) o el atenuador variable (305), y
 en donde el método comprende, además, enviar, después de un retardo predefinido después de que la primera señal de control (275) se envía al circuito de transmisión de RF (205) para controlar el circuito de transmisión de RF (205) para generar la señal de RF, una tercera señal de control (280) al amplificador (235) o al atenuador variable (305) para ajustar
 10 la sensibilidad del circuito de recepción de RF (210).
8. El método de detección de movimiento de la reivindicación 7, en donde ajustar la sensibilidad del circuito de recepción de RF incluye ajustar una magnitud de la señal de RF reflejada recibida.
- 15 9. El método de detección de movimiento de la reivindicación 7, en donde el método comprende además aumentar una ganancia del amplificador durante el tiempo predeterminado para la recepción.
10. El método de detección de movimiento de la reivindicación 7, en donde el método comprende además aplicar un pulso al atenuador variable para controlar la atenuación del atenuador variable.
- 20 11. El método de detección de movimiento de la reivindicación 7, en donde el método comprende activar el indicador cuando la magnitud de la señal Doppler es mayor que un umbral predeterminado.

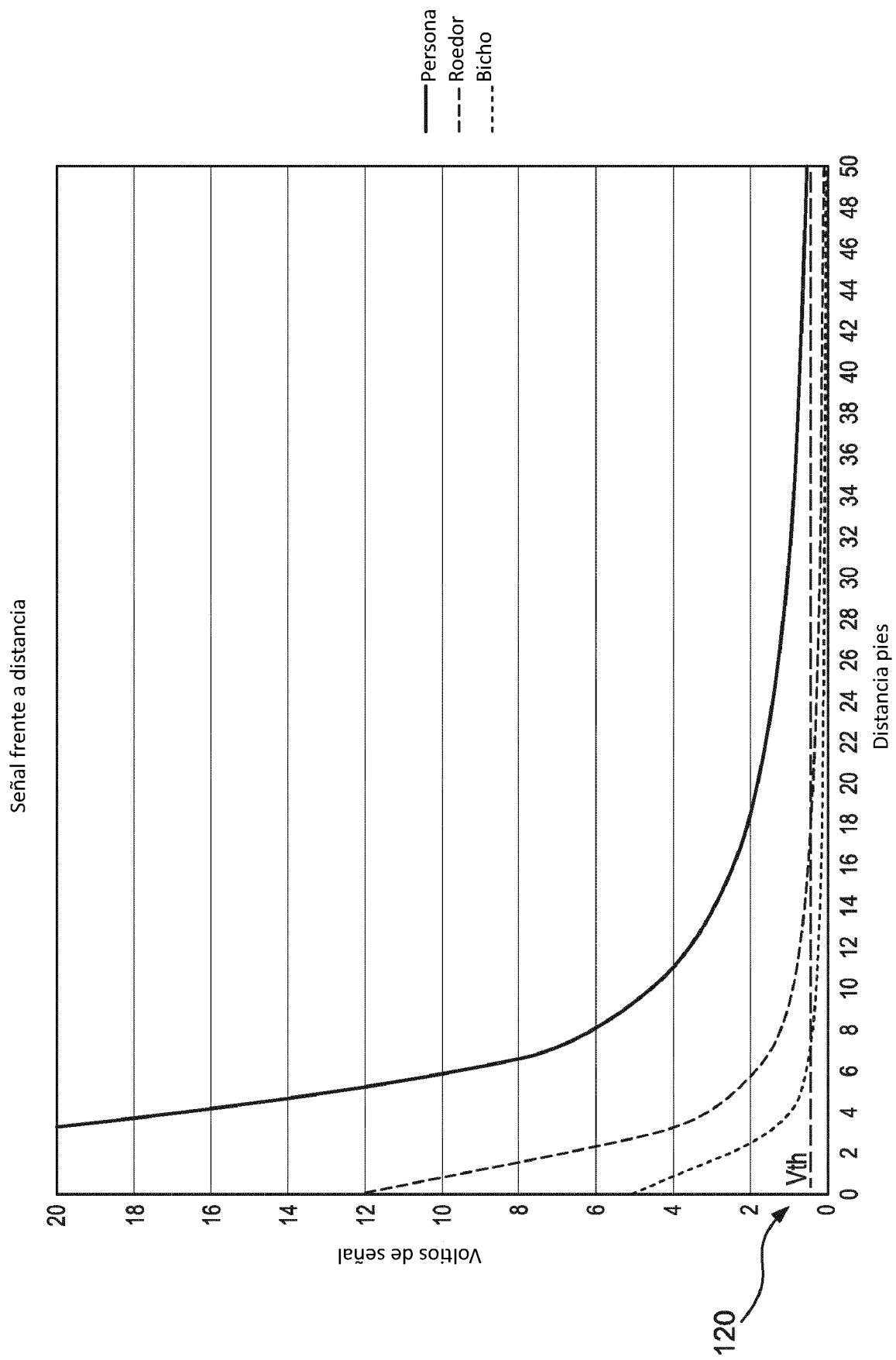


FIG. 1

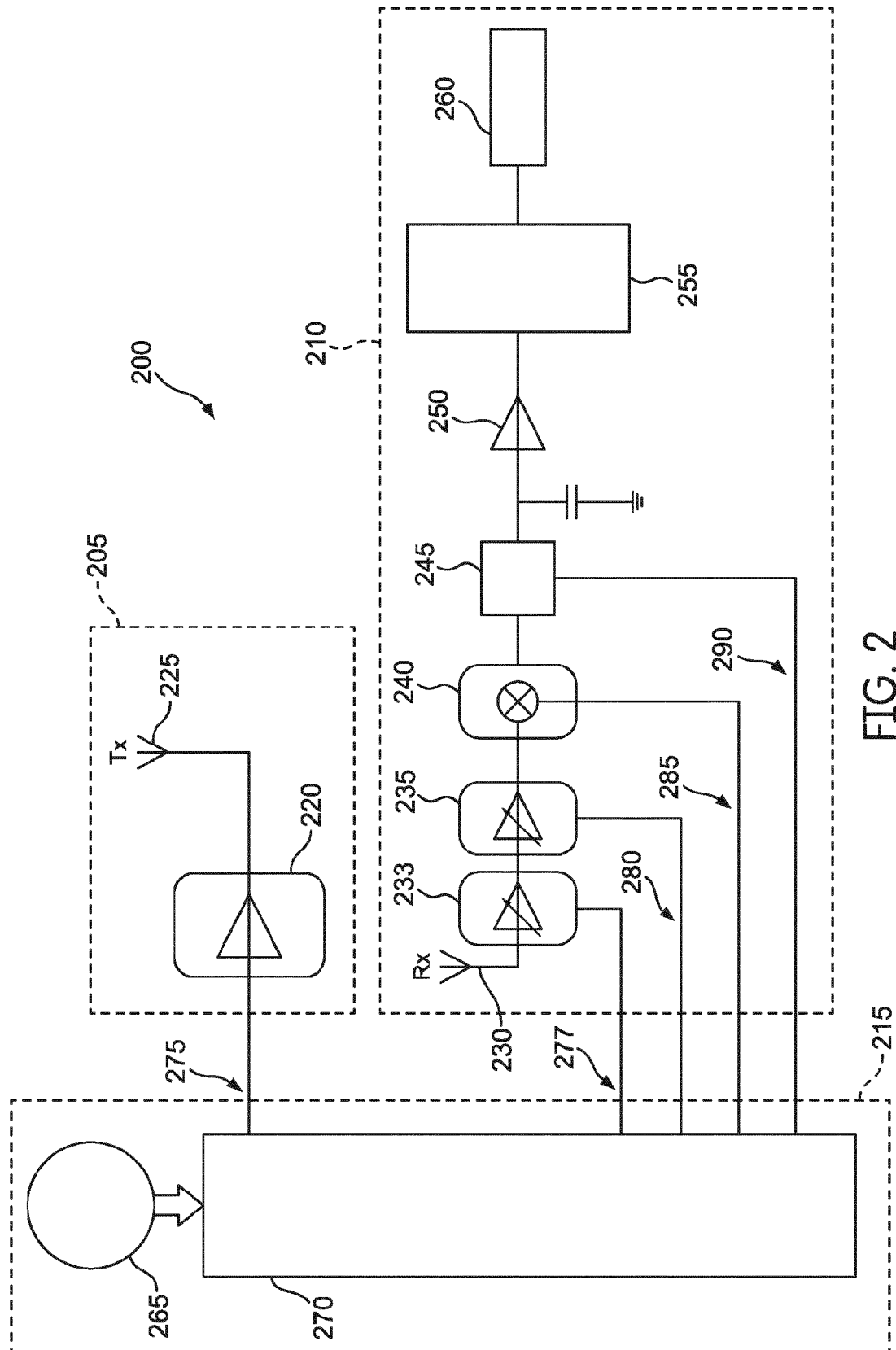


FIG. 2

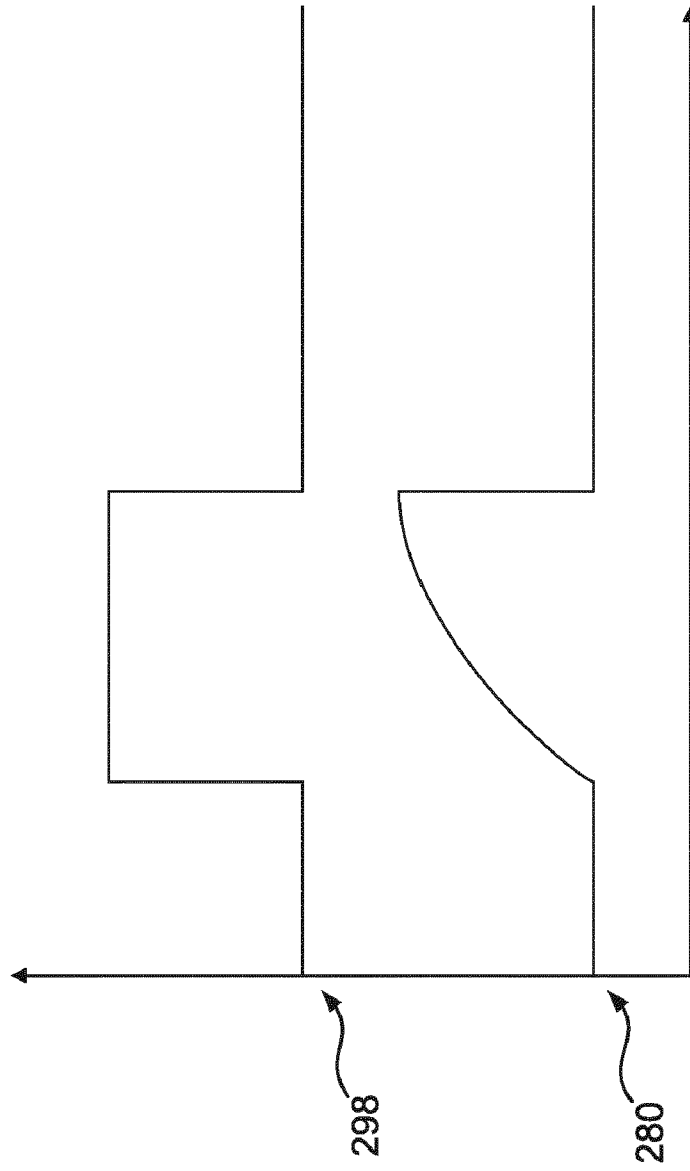


FIG. 3B

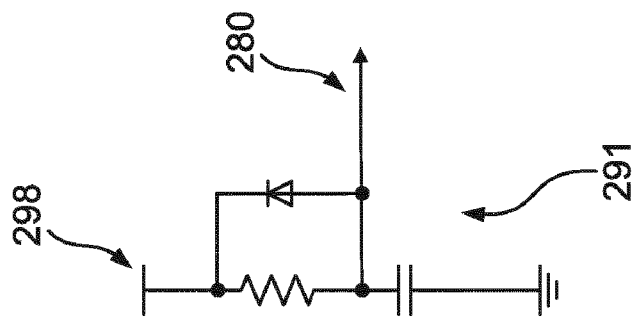


FIG. 3A

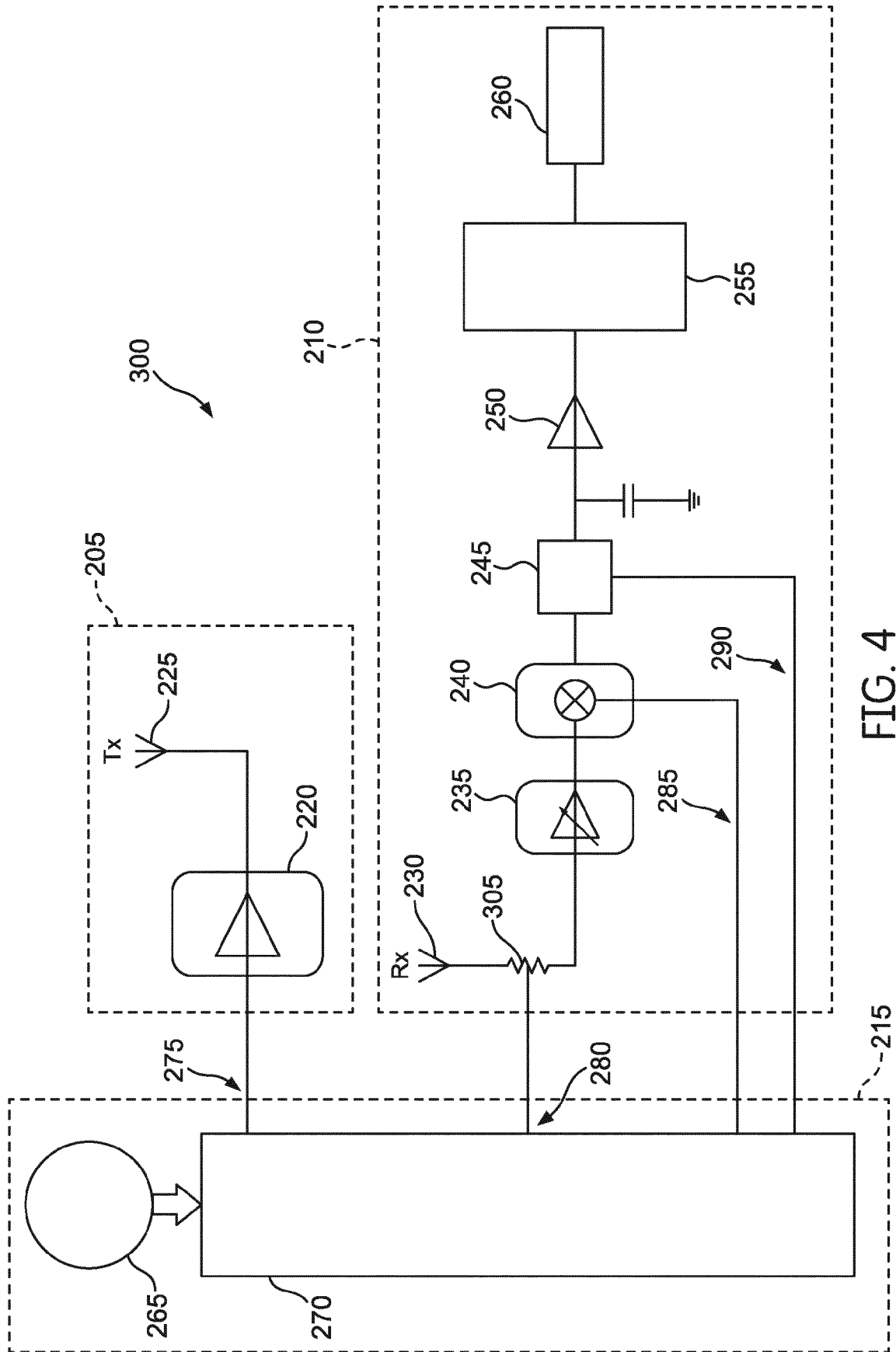


FIG. 4

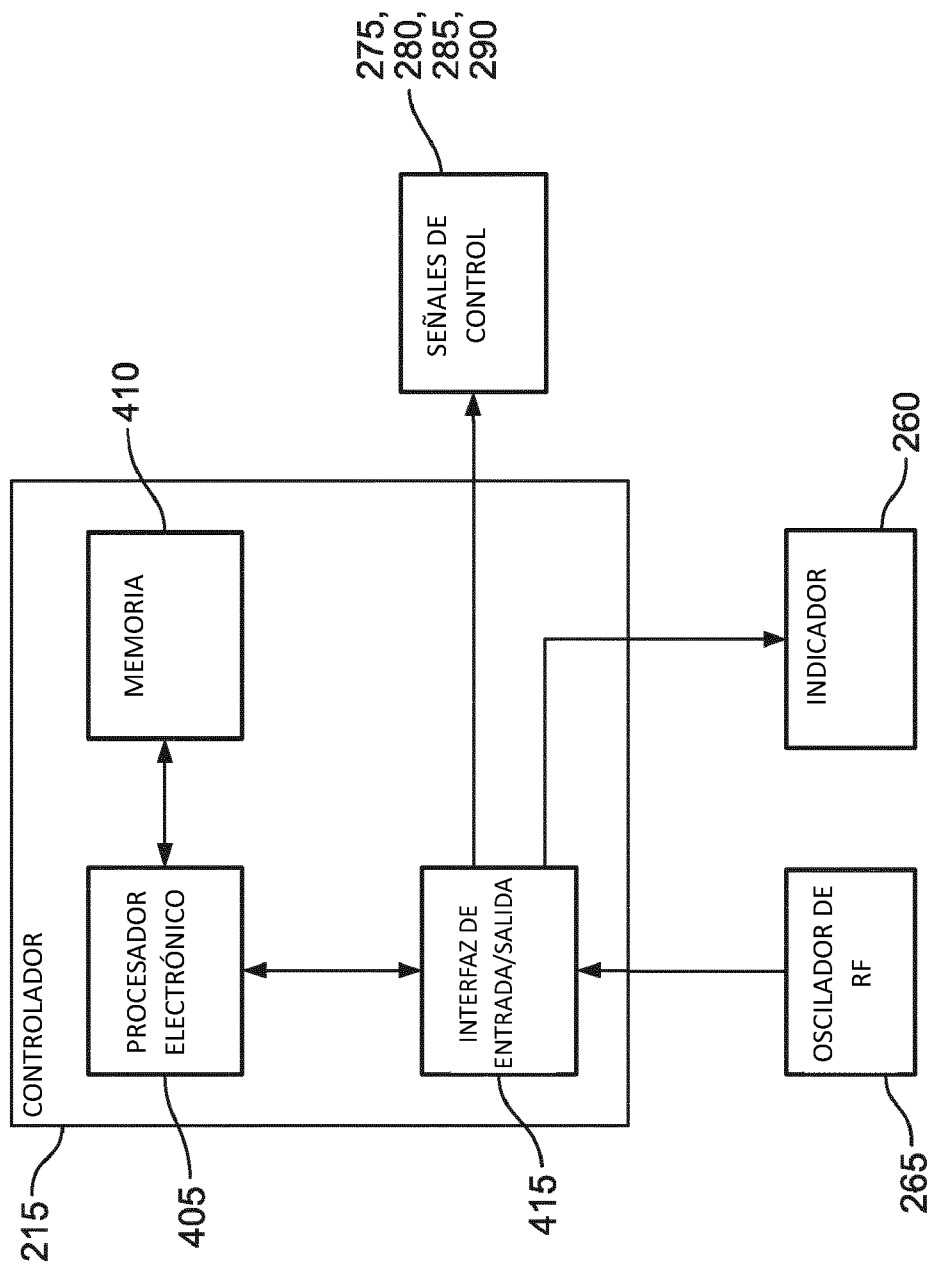


FIG. 5

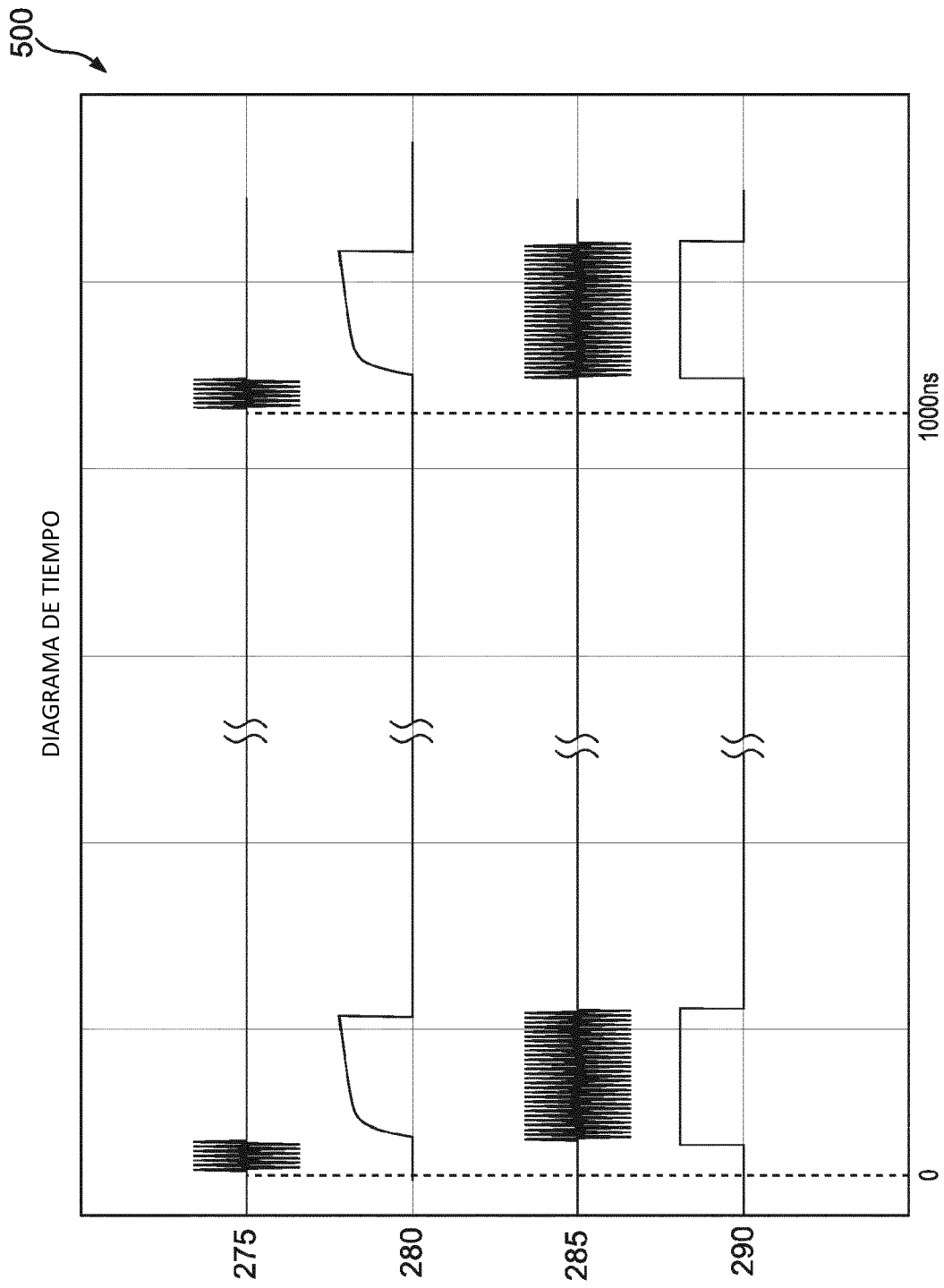


FIG. 6

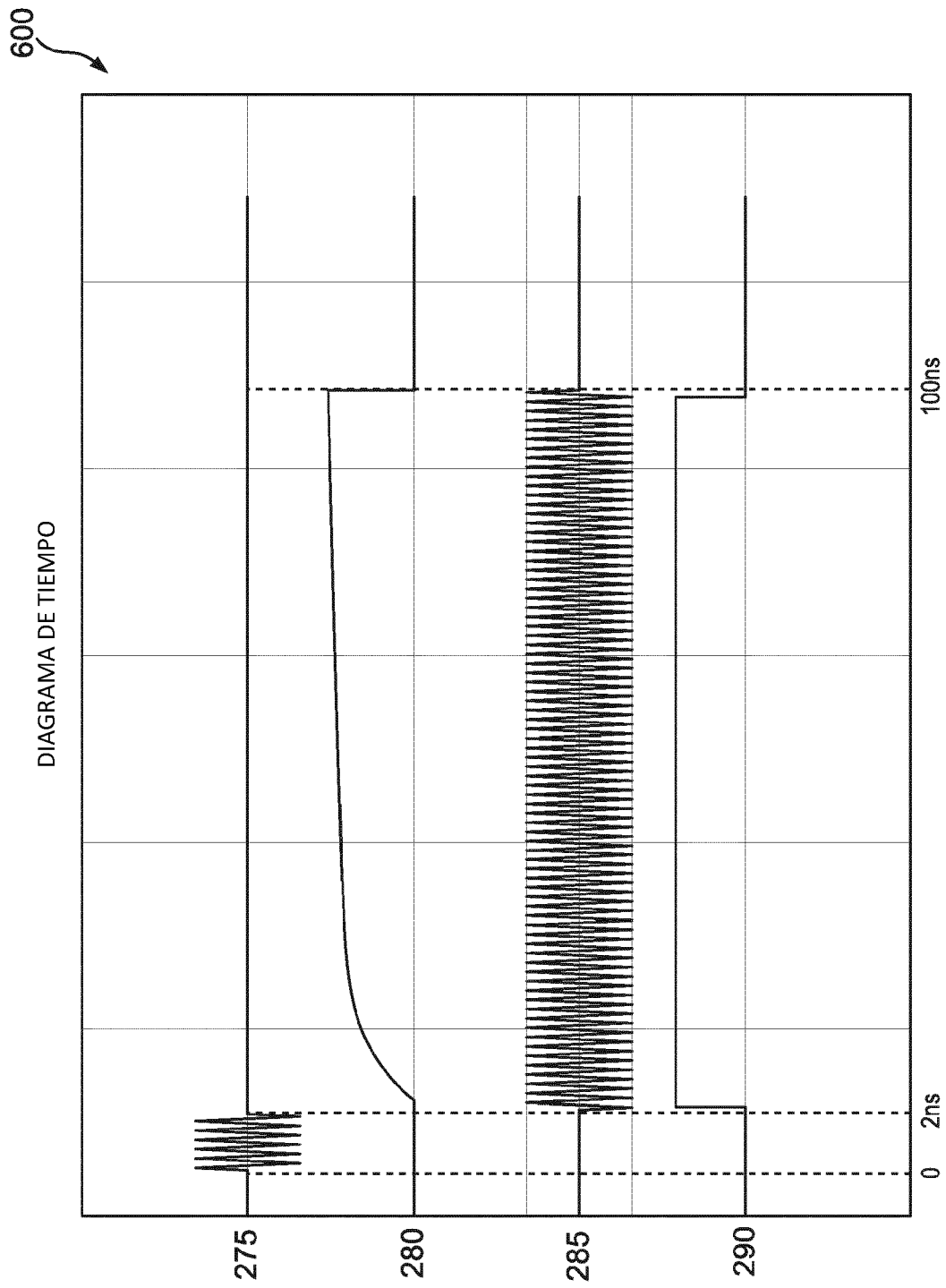


FIG. 7

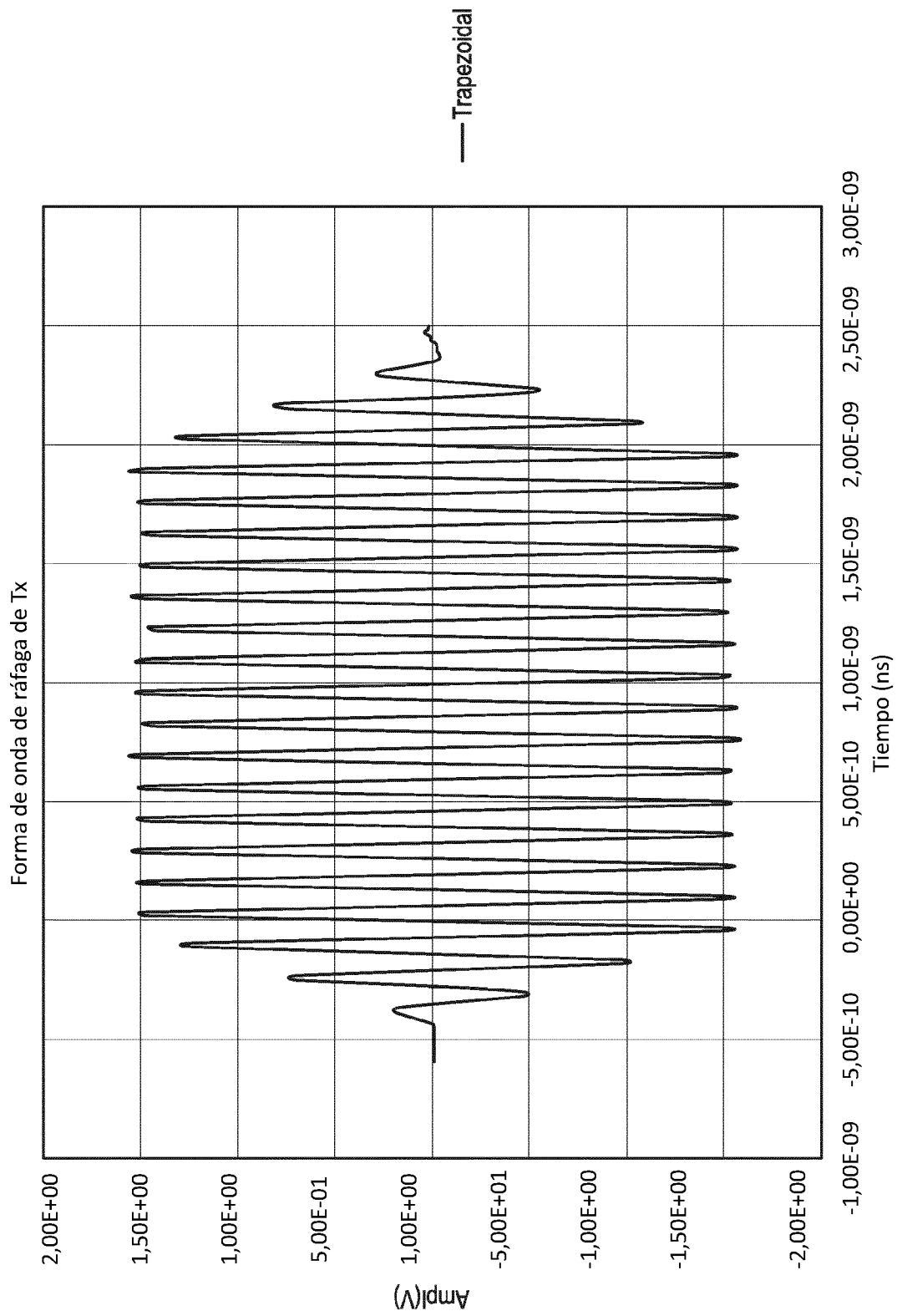


FIG. 8

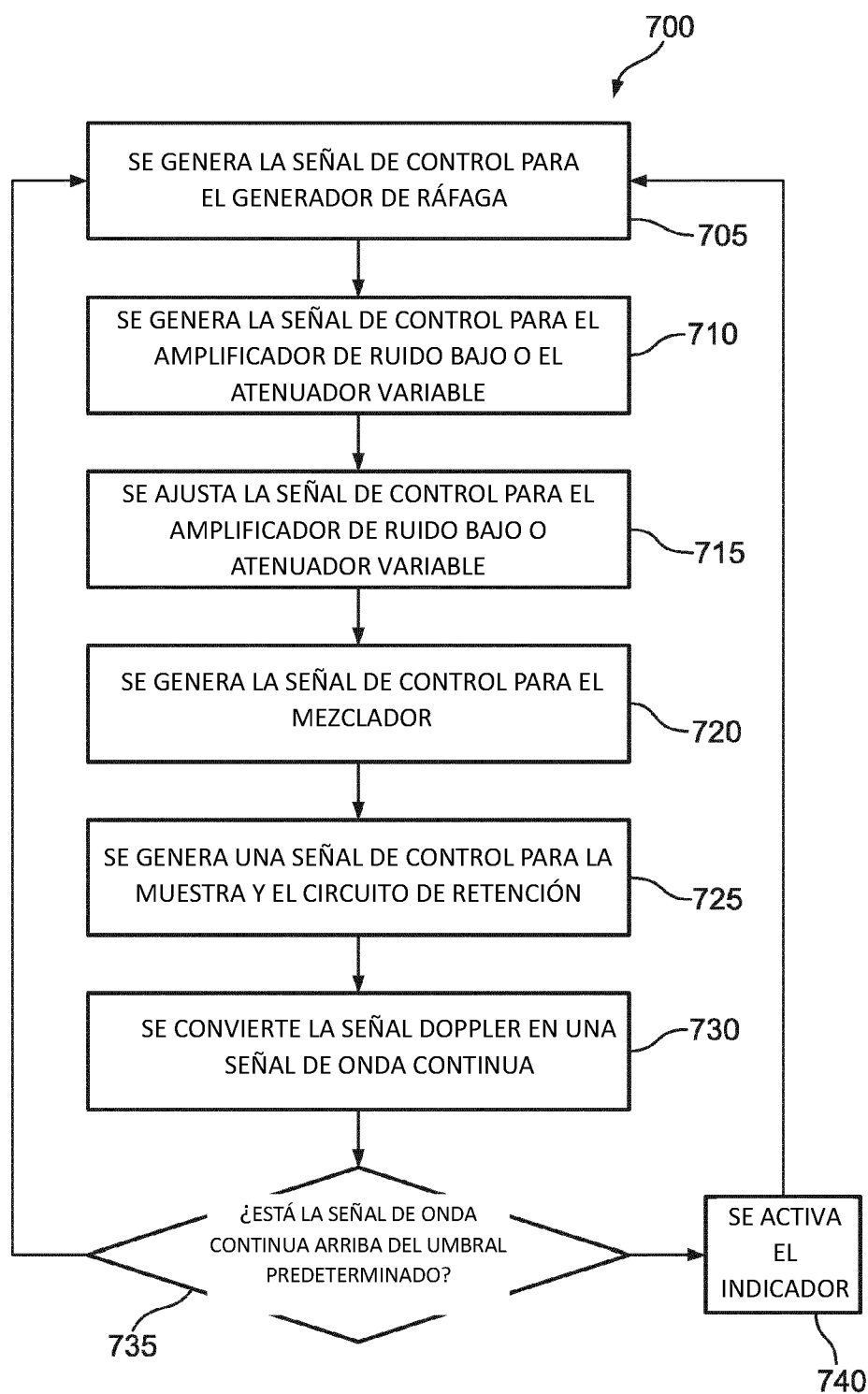


FIG. 9

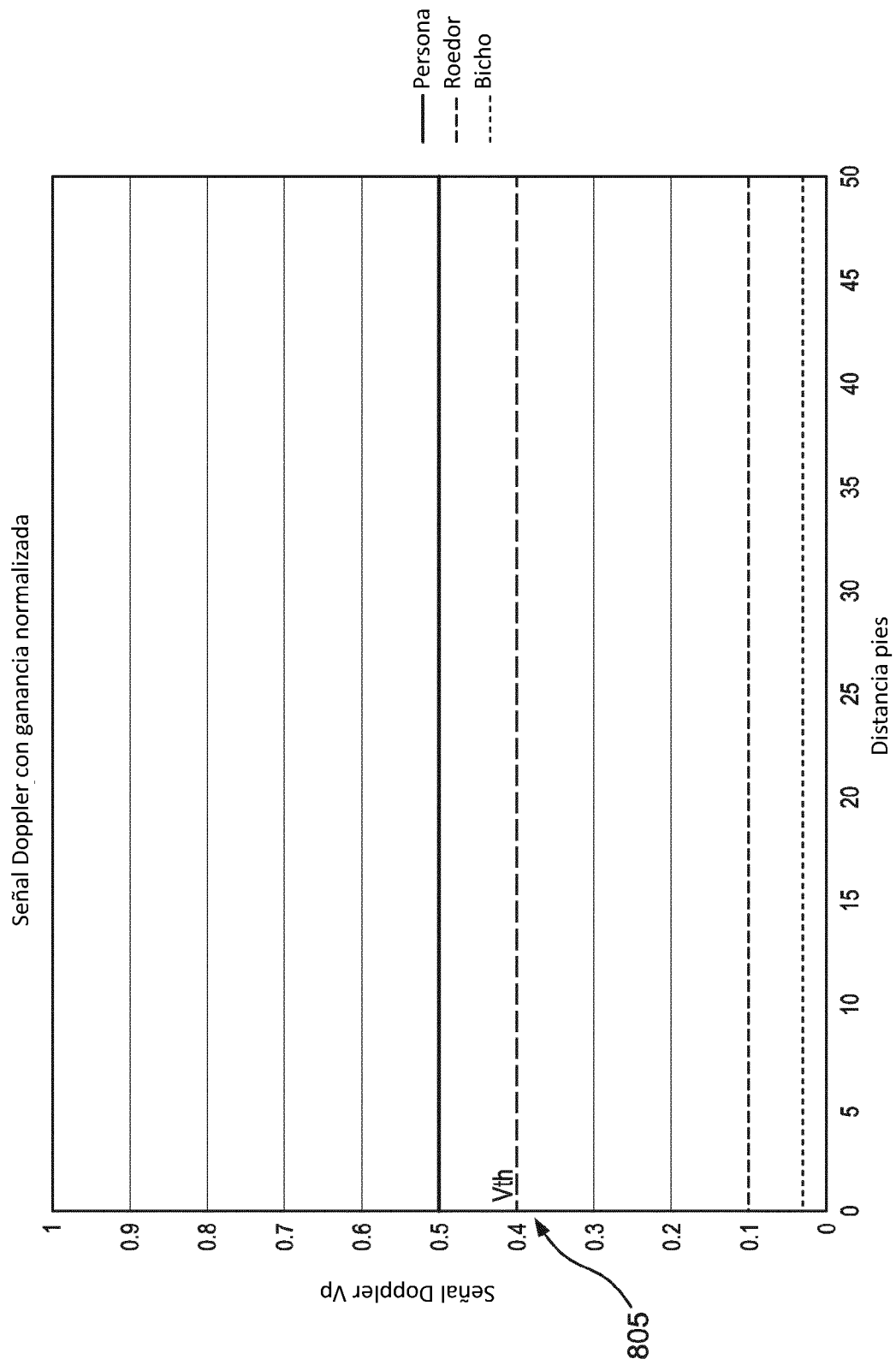


FIG. 10