



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 360 392**

51 Int. Cl.:
G01S 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08799737 .5**

96 Fecha de presentación : **26.03.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2140282**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **06.01.2010**

54 Título: **Dispositivo de anulación CW temporal.**

30 Prioridad: **29.03.2007 US 693066**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
03.06.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
03.06.2011

73 Titular/es: **RAYTHEON COMPANY**
870 Winter Street
Waltham, Massachusetts 02451-1449, US

72 Inventor/es: **Dixon, William, F.;**
Fuchser, Troy, D. y
Craig, Abraham, L.

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 360 392 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

Datos de la solicitud relacionada

La presente solicitud es una continuación de la solicitud n.º 11/693,066 presentada el 29 de marzo de 2007.

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a sistemas de posicionamiento global y, más particularmente, a un dispositivo y procedimiento para reducir y/o eliminar la potencia de perturbación/interferencia de banda estrecha de la entrada de un receptor de sistema de posicionamiento global.

Antecedentes de la invención

10 A medida que más sistemas de control de armamento y de disparo dependen del GPS (sistema de posicionamiento global) para su precisión y efectividad, se vuelve importante que los receptores GPS puedan soportar interferencias de señal RF (radiofrecuencia), especialmente en un escenario de combate muy dinámico. La interferencia RF puede afectar de manera adversa al código del receptor GPS y al seguimiento de la portadora, lo que da como resultado un rendimiento de navegación degradado e insatisfactorio.

15 Básicamente, un receptor de sistema GPS determina su ubicación terrestre mediante triangulación de su posición respecto a satélites GPS en órbita alrededor de la Tierra, mediante la recepción de señales transmitidas desde los satélites, mediante la medición de los tiempos de recorrido de las señales desde los satélites al receptor, y a continuación mediante el cálculo de las distancias de los satélites desde el receptor basándose en el tiempo de recorrido. Para medir el tiempo de recorrido, es necesario un sincronismo muy preciso y, por tanto, los satélites GPS llevan relojes atómicos. El receptor también necesita conocer las posiciones exactas de los satélites GPS. Además, para una precisión adicional el receptor compensa los efectos atmosféricos sobre el tiempo de recorrido de las señales de satélite hasta el receptor.

20 Una función básica de un receptor GPS es generar señales réplica que pueden correlacionarse con las señales de satélite recibidas. Cada satélite GPS puede tener una secuencia de código digital única (por ejemplo, un código pseudoaleatorio) que es por analogía similar a una melodía musical, de modo que el receptor GPS pueda distinguir las señales de diferentes satélites GPS. El receptor GPS conoce las "melodías" o secuencias de código de los diferentes satélites GPS, conoce cuándo van a transmitirse las "melodías", y conoce dónde deberían estar los satélites GPS.

25 Tras recibir una señal de código, el receptor GPS identifica la señal, genera una réplica de la señal de código, e intenta "tararear a la vez" o sincronizar la señal réplica con el código recibido, y de ese modo seguir la señal recibida. Este seguimiento de señal incluye dos funciones fundamentales: seguimiento de fase de código para seguir códigos digitales de señales de satélite recibidas, y seguimiento de fase de portadora para seguir las señales portadoras que transportan los códigos digitales. Cuando el receptor recibe una señal de código de un satélite GPS y el reloj del receptor está sincronizado con el reloj a bordo del satélite, entonces la cantidad de tiempo que el receptor debe retardar la señal réplica de código para sincronizarla o correlacionarla con la señal recibida de código es la cantidad de tiempo que tarda la señal recibida en recorrer la distancia desde el satélite hasta el receptor. El receptor puede usar este intervalo de tiempo para determinar una distancia geográfica entre el satélite y el receptor. Las señales desde cuatro o más satélites GPS diferentes permiten al receptor sincronizar su reloj con los relojes a bordo de los satélites.

30 Los satélites GPS operados por el ejército de los EE.UU. transmiten dos señales diferentes en dos frecuencias portadoras diferentes. La primera frecuencia portadora, L1, tiene una frecuencia de 1575,42 MHz y transporta dos códigos digitales pseudoaleatorios así como un mensaje de estado (que contiene, por ejemplo, información suplementaria relativa a la órbita del satélite, la precisión de su reloj, etc.). El primer código digital en L1 se denomina código C/A (adquisición aproximada). El ejército de los EE.UU. da a conocer el código C/A para cada satélite GPS estadounidense y lo pone a disposición del sector público. El código C/A se repite cada 1023 bits, y modula la frecuencia portadora L1 a una tasa de 1 MHz. La segunda frecuencia portadora, L2, tiene una frecuencia de 1227,60 MHz. Además de los códigos C/A transmitidos sobre la frecuencia portadora L1 de los satélites GPS estadounidenses, también se difunde un código P(Y) ("P" por preciso, e "Y" cuando el código está cifrado) desde cada satélite en ambas frecuencias portadoras L1 y L2. Los códigos P(Y) están previstos para uso exclusivo del ejército. Cada código P(Y) se repite en un ciclo de 7 días y modula ambas frecuencias portadoras L1 y L2 a una tasa de 10 MHz. La transmisión de códigos en dos frecuencias portadoras diferentes también permite a los receptores militares estimar los efectos atmosféricos basándose en los diferentes efectos refractivos que tiene la atmósfera sobre las dos frecuencias portadoras diferentes.

35 Un problema de los receptores GPS convencionales es que si están situados físicamente cerca o de otro modo están en presencia de interferencia (por ejemplo, potencia de perturbación/interferencia banda estrecha), puede no ser posible un seguimiento de GPS con éxito o puede reducirse la precisión. Los intentos anteriores de abordar este problema incluían la conversión descendente de la señal GPS de banda L a una frecuencia (FI) adecuada para la digitalización y a continuación la conversión de la señal de entrada GPS al dominio digital. A continuación, mientras se está en el dominio digital, se elimina la interferencia de banda estrecha usando transformaciones de Fourier u otra

técnica igualmente compleja. Para aplicaciones GPS antiperturbaciones, una vez eliminada la interferencia de banda estrecha, la señal se convierte de vuelta a una frecuencia FI, y a continuación se convierte de manera ascendente a la banda L. Algunos sistemas se saltan el esquema de conversión FI y se conectan directamente en los chips de procesamiento de banda base del receptor.

5 Como es evidente, un inconveniente del enfoque anterior es que añade una complejidad significativa. En primer lugar, la señal debe convertirse al dominio digital, que en sí mismo no es significativamente complejo. Sin embargo, la aplicación de transformaciones de Fourier añade una complejidad significativa, puesto que los cálculos pueden ser muy arduos. Tales cálculos complejos pueden consumir una potencia de procesamiento significativa y/o requerir sistemas de circuitos complejos para su implementación.

10 Por consiguiente, existe la necesidad en la técnica de un dispositivo y procedimiento para eliminar o minimizar de manera sencilla el efecto de la potencia de perturbación/interferencia de banda estrecha. Esto permitiría a un receptor GPS determinar con precisión una posición mientras que el receptor está en presencia de señales de perturbación y/o interferencia de banda estrecha. El documento WO-A-2005/050896 da a conocer un procedimiento para suprimir diafonía de una antena de transmisión usando una estimación desplazada en fase de la señal de interferencia recibida en una segunda antena.

15

Sumario de la invención

20 Un dispositivo y procedimiento según la presente invención permite eliminar de manera fácil y eficaz la potencia de perturbación/interferencia de banda estrecha de una señal GPS, mejorando de ese modo el seguimiento de GPS mientras se está en presencia de tal potencia de perturbación/interferencia. La potencia de perturbación/interferencia puede eliminarse formando un nulo de banda estrecha en la señal GPS recibida. El nulo puede formarse dividiendo una señal de entrada en múltiples trayectos e insertando un retardo (preferiblemente un retardo fijo) en un trayecto. Además, puede insertarse un desplazamiento de fase ajustable en el trayecto retardado para ajustar la frecuencia a la que aparece el nulo. La señal procesada por el trayecto retardado puede recombinarse entonces con una señal procesada por un trayecto no retardado, formando de ese modo el nulo de banda estrecha. Como resultado, la parte de la señal que pasó a través del trayecto no retardado se pasa sin obstáculos al receptor GPS, mientras que la parte de la señal que pasó a través del trayecto retardado es rechazada por el receptor GPS.

25

30 El retardo fijo puede ajustarse de modo que no interfiera con la capacidad del receptor GPS para recuperar la señal GPS total sin degradación. Esto sucede porque si el retardo es mayor que un elemento de código (por ejemplo, 97 nanosegundos en el caso de modulación de código P(Y) de GPS), el espectro ensanchado de GPS no se correlacionará con la versión retardada. Además, la señal retardada también puede desplazarse en fase, permitiendo de ese modo afinar el nulo para rangos de frecuencia específicos, así como ajustar la salida de potencia del dispositivo de anulación.

30

35 Según un aspecto de la invención, un dispositivo de anulación temporal para eliminar o minimizar la potencia de perturbación/interferencia de banda estrecha de la entrada de un receptor de sistema de posicionamiento global (GPS) incluye un primer trayecto de señal que incluye un primer nodo de entrada y un primer nodo de salida; estando al menos un dispositivo de retardo de tiempo situado dentro del primer trayecto de señal, siendo dicho al menos un dispositivo de retardo de tiempo operativo para introducir un retardo de tiempo entre una señal en una salida del al menos un dispositivo de retardo de tiempo respecto a una señal en una entrada del al menos un dispositivo de retardo de tiempo; un segundo trayecto de señal que incluye un segundo nodo de entrada y un segundo nodo de salida, en el que el primer nodo de entrada de señal está conectado al segundo nodo de entrada de señal, y el primer nodo de salida de señal está conectado al segundo nodo de salida de señal. El dispositivo de anulación temporal también puede incluir un dispositivo de desplazamiento de fase ajustable en el primer trayecto de señal. El dispositivo de desplazamiento de fase permite ajustar una frecuencia a la que aparece el nulo.

35

40

45 Según otro aspecto de la invención, un procedimiento para eliminar o minimizar la potencia de perturbación/interferencia de banda estrecha de la señal de entrada de un receptor de sistema de posicionamiento global (GPS) incluye formar un nulo de banda estrecha en al menos una parte de la señal de entrada. El nulo de banda estrecha puede formarse dividiendo una señal GPS en un primer trayecto de señal y un segundo trayecto de señal, introduciendo un retardo de tiempo, que preferiblemente es un retardo de tiempo fijo, en el primer trayecto de señal y, recombinando los trayectos de señal primero y segundo. Además, puede introducirse un desplazamiento de fase ajustable en el primer trayecto de señal.

45

50

Breve descripción de los dibujos

55 Muchos aspectos de la invención pueden entenderse mejor en referencia a los siguientes dibujos. Los componentes de los dibujos no están necesariamente a escala, poniendo énfasis en cambio en ilustrar claramente los principios de la presente invención. Asimismo, los elementos y características representados en un dibujo pueden combinarse con elementos y características representados en dibujos adicionales. Además, en los dibujos, números de referencia similares designan partes correspondientes a lo largo de las diversas vistas.

55

La figura 1 es un diagrama esquemático de un dispositivo de anulación temporal ejemplar según la invención.

La figura 2 es un diagrama esquemático que ilustra una pluralidad de elementos de retardo dispuestos en una configuración paralela según la invención.

La figura 3 es un diagrama esquemático de un dispositivo de anulación ejemplar que incluye tanto un dispositivo de anulación espacial como un dispositivo de anulación temporal según la invención.

5 La figura 4 es un gráfico que muestra profundidad de nulo medida frente a potencia de entrada para un dispositivo de anulación temporal ejemplar según la invención.

La figura 5 es un trazado de analizador de espectro ejemplar de un nulo a un nivel concreto de potencia de entrada para un receptor GPS según la invención.

10 La figura 6 es un gráfico que muestra una respuesta de magnitud para dos modos operacionales diferentes de un receptor GPS según la invención.

La figura 7 es un gráfico que muestra el rendimiento C/NO de receptor de referencia respecto a la potencia de entrada para un receptor GPS según la invención.

La figura 8 es un gráfico que muestra el seguimiento del bucle de enganche de fase de la señal GPS.

Descripción de la invención

15 La siguiente es una descripción detallada de la presente invención en referencia a los dibujos adjuntos, en los que números de referencia similares se referirán a elementos similares en todos ellos.

20 En referencia inicialmente a la figura 1, se muestra un diagrama de bloques de un dispositivo 10 de anulación temporal ejemplar según la invención, en el que el dispositivo 10 de anulación proporciona una señal a un receptor 11 GPS. El dispositivo 10 de anulación temporal GPS puede reducir la amplitud de interferencia de banda estrecha en el receptor 11 GPS formando nulos en la señal GPS recibida. Además, el nulo puede estar desplazado en fase para alterar la frecuencia o frecuencias a las que aparecen los nulos y/o para ajustar la salida de potencia del dispositivo 10 de anulación. Más específicamente, mediante el desplazamiento de fase de la señal, la ubicación del nulo puede ajustarse a medida que se desplaza la frecuencia en la banda de paso de GPS. Como resultado, el receptor 11 GPS puede operar en áreas en las que están presentes potencia de perturbación y/o interferencia de banda estrecha.

25 Todavía en referencia a la figura 1, una entrada 12 RF (radio frecuencia) al dispositivo 10 de anulación se divide en al menos dos trayectos. Un primer trayecto 14 o primario (el trayecto retardado) se encamina a una entrada 16a de un elemento 16 de retardo. El elemento 16 de retardo puede ser cualquier circuito, procesador, dispositivo, etc. que introduzca un retardo de tiempo entre una señal presentada en la entrada 16a respecto a una señal en la salida 16b (por ejemplo, datos proporcionados en la entrada del elemento de retardo se ven en la salida del elemento de retardo tras un periodo de retardo predeterminado).

30 Un ejemplo de un elemento de retardo es un dispositivo de onda acústica de superficie (SAW) (por ejemplo, un filtro SAW). Como se conoce ampliamente, un dispositivo SAW es un dispositivo electromecánico en el que se convierten señales eléctricas en ondas acústicas mecánicas en un cristal piezoeléctrico. Esta onda se retarda a medida que se propaga a través del cristal antes de convertirse de nuevo en una señal eléctrica mediante electrodos adicionales. Aunque el elemento de retardo preferiblemente es un dispositivo SAW, pueden utilizarse otros elementos de retardo sin alejarse del alcance de la invención. Por ejemplo, pueden usarse líneas de retardo digital, retardos ópticos, o similares en lugar del dispositivo SAW.

35 El elemento 16 de retardo puede ser ajustable (es decir, el tiempo de retardo puede variarse) para no interferir con la capacidad del receptor GPS de recuperar la señal GPS total sin degradación o distorsión. Esto sucede porque el espectro ensanchado de GPS no se correlacionará con una versión retardada de la señal si el retardo es mayor que el periodo para un elemento de código (97 nanosegundos en el caso de modulación de código P(Y) de GPS). El retardo puede calcularse (por ejemplo, en 1 o más retardos de elemento de código P(Y) del receptor GPS, y preferiblemente 2 retardos de elemento de código P(Y)) y el valor calculado puede usarse para seleccionar o configurar el elemento 16 de retardo. Un retardo ejemplar que puede usarse en el dispositivo 10 de anulación temporal ejemplar es un filtro SAW con un retardo ajustado para aproximadamente 225 nanosegundos.

40 Se observa que aunque sólo se muestra un único elemento 16 de retardo en la figura 1, pueden utilizarse múltiples elementos de retardo para la operación en múltiples bandas (por ejemplo, la banda L1 (1575 MHz) y la banda L2 (1227 MHz)). Por ejemplo, y brevemente en referencia a la figura 2, pueden utilizarse dos elementos de retardo diferentes en el primer trayecto 14, estando configurado un primer elemento 16' de retardo para la banda de frecuencia L1, y estando configurado un segundo elemento 16'' de retardo para la banda de frecuencia L2. Los dos elementos 16' y 16'' de retardo pueden conectarse en paralelo, y puede acoplarse un conmutador 17 a las salidas de los respectivos elementos de retardo (el conmutador puede configurarse o controlarse por el controlador, lo que se comenta posteriormente). Basándose en una posición del conmutador 17, el dispositivo 10 de anulación puede operar en dos bandas de frecuencia diferentes (por ejemplo, L1 y L2). Como se apreciará, pueden añadirse elementos de retardo adicionales para aumentar adicionalmente el número de nulos o perturbaciones de banda estrecha que el dispositivo de

anulación puede manejar.

En referencia de nuevo a la figura 1, la salida 16b del elemento de retardo puede proporcionarse a una entrada 18a del dispositivo 18 de desplazamiento de fase, que puede introducir un desplazamiento de fase en la señal retardada. Como se conoce ampliamente, los dispositivos de desplazamiento de fase cambian el ángulo de fase de transmisión de una señal. El dispositivo 18 de desplazamiento de fase permite ajustar las frecuencias a las que aparecen los nulos o variarlas de otro modo (por ejemplo, mover los nulos a rangos de frecuencia más altos o más bajos). Dicho de otro modo, los nulos pueden afinarse para "eliminar" la frecuencia interferente en la banda GPS. El dispositivo 18 de desplazamiento de fase puede ser un dispositivo de desplazamiento de fase controlado digitalmente, o un ajuste de fase analógico (por ejemplo, a través de diodos PIN o a través de conmutación digital de diodos PIN). También puede implementarse un desplazamiento de fase a través de líneas de retardo, o cualquier otro medio de introducción de un desplazamiento de fase. Una salida 18b del dispositivo 18 de desplazamiento de fase puede acoplarse a una entrada 20a del conmutador 20.

El conmutador 20 incluye un terminal 20b de selección o similar que controla el funcionamiento del conmutador 20 (el terminal 20b de selección puede acoplarse a una salida 26a del controlador 26, lo que se comenta con más detalle posteriormente). Por ejemplo, si una señal (por ejemplo, lógico 1, VERDADERO, 3 voltios, etc.) está presente en el terminal 20b de selección, el conmutador se cerrará, acoplando de ese modo el terminal 20a de entrada al terminal 20c de salida. Si la señal no está presente en el terminal 20b de selección (por ejemplo, lógico 0, FALSO, 0 voltios, etc.), entonces el conmutador 20 se abrirá y el terminal 20a de entrada se desacoplará del terminal 20c de salida. Como se apreciará, otras formas de señales pueden utilizarse para operar el conmutador 20. Por ejemplo, el conmutador 20 puede recibir órdenes a través de un enlace de comunicación serie o similar (no mostrado), pudiendo procesarse tales señales por el conmutador 20 y a continuación llevarse a cabo. Además, el conmutador 20 puede ser un conmutador electromecánico (por ejemplo, un conmutador de sistema microelectromecánico, microrrelé, o similar) o un dispositivo eléctrico (por ejemplo, uno o más transistores o similares).

Volviendo a la entrada 12, un trayecto 22 secundario (el trayecto no retardado) puede encaminarse a una primera entrada 24a de un atenuador 24. El atenuador puede usarse para ajustar una amplitud de la señal GPS primaria, que puede compensar pérdidas en el trayecto 14 primario (es decir, retardado) (por ejemplo, para compensar pérdidas creadas por el elemento 16 de retardo y el dispositivo 18 de desplazamiento de fase) y/o equilibrar los trayectos 14 y 22 primario y secundario (por ejemplo, equilibrar las amplitudes de las señales en los trayectos primario y secundario). Esto permite obtener un nulo más profundo, más efectivo. Como se apreciará, puede usarse cualquier tipo de atenuador de señal como atenuador 24.

Puede proporcionarse control de atenuación a través de una segunda entrada 24b del atenuador 24. Esta segunda entrada 24b puede acoplarse a una salida 26a del controlador 26 y se comenta con más detalle posteriormente. Aunque sólo se muestra una única salida 26a en el controlador 26, se apreciará que pueden existir múltiples salidas dependiendo de los medios de comunicación utilizados por el controlador. Por ejemplo, puede bastar una única salida para parámetros comunicados a través de un enlace de comunicación serie, mientras que pueden ser necesarias múltiples salidas cuando se usan salidas y/o entradas discretas.

Basándose en la señal presentada en el segundo terminal 24b de entrada, puede ajustarse la atenuación del atenuador 24 (por ejemplo, para una señal de 0-10 V, 0 V pueden corresponder a la atenuación mínima, y 10V pueden corresponder a la atenuación máxima). Puede proporcionarse una señal 24c de salida del atenuador 24 a un terminal 28a de entrada del conmutador 28. Como el conmutador 20 anterior, el conmutador 28 también incluye un terminal 28b de selección que controla el funcionamiento del conmutador 28 (es decir, el acoplamiento o desacoplamiento del terminal 28a de entrada del terminal 28c de salida). El terminal 28b de selección también puede acoplarse a la salida 26a de controlador 26.

La salida 20c, 28c de los conmutadores 20, 28, respectivamente, se combinan en la unión 30 de suma para formar un trayecto recombinado. El trayecto recombinado puede dividirse entonces para ir a la sección 32 de salida del dispositivo de anulación (que proporciona la señal anulada al receptor 11 GPS) y a un circuito 34 de detección de potencia. La sección 32 de salida puede incluir un atenuador 32a y un filtro 32b para acondicionar la señal anulada antes de alimentar la señal al receptor 11 GPS.

El circuito 34 de detección de potencia mide la potencia de salida del dispositivo 10 de anulación, y la potencia medida en forma digital se proporciona en la entrada 26b del controlador 26 (el controlador ajusta los parámetros del dispositivo de anulación para minimizar la salida de potencia como se comenta posteriormente). Preferiblemente, el circuito 34 de detección de potencia implementa una función de detección logarítmica con un rango dinámico lineal de 60 dB, aunque pueden implementarse otros tipos de detección de potencia y/o rangos dinámicos. Además, el circuito 34 de detección de potencia puede comprender componentes convencionales y puede incluir, por ejemplo, un filtro 36 (por ejemplo, un filtro paso bajo o similar), un circuito 38 de adaptación de impedancias, un circuito 40 detector para determinar el nivel de potencia, y un convertidor 42 analógico a digital para convertir los datos a forma digital para su uso por el controlador 26.

Puede implementarse un algoritmo para controlar el atenuador 24, el dispositivo 18 de desplazamiento de fase y los conmutadores 20 y 28 en el controlador 26 como una disposición programable en campo (FPGA), a través de

código ejecutado por un procesador, o similar. Al implementar el algoritmo de control, puede evaluarse la profundidad del nulo y pueden determinarse y establecerse las configuraciones óptimas para el dispositivo 18 de desplazamiento de fase y el atenuador 24.

Más específicamente, el controlador 26 ejecuta el algoritmo almacenado en el mismo para ajustar los parámetros del dispositivo 10 de anulación que afectan a la salida de potencia. Al variar una cantidad de desplazamiento de fase introducida por el dispositivo 18 de desplazamiento de fase y al monitorizar la salida de potencia real por el dispositivo 10 de anulación, el controlador 26 puede encontrar un desplazamiento de fase óptimo que produce una salida de potencia mínima. Además, el controlador 24 puede ajustar la atenuación del atenuador 24 para equilibrar los trayectos 14 y 22 primario y secundario para obtener la misma amplitud en ambos trayectos.

Además, el controlador puede configurar los conmutadores 20 y 28 para habilitar y/o deshabilitar el funcionamiento del dispositivo 10 de anulación. Por ejemplo, al abrir el conmutador 20 y cerrar el conmutador 28, el dispositivo 10 de anulación opera en modo pasa todo de referencia, en el que todas las señales se pasan a través del segundo trayecto 22. En este modo, el dispositivo 10 de anulación se deshabilita de manera efectiva.

Pasando a la figura 3, se muestra una implementación ejemplar del dispositivo de anulación temporal GPS con un dispositivo de anulación espacial. El dispositivo 50 de anulación temporal y espacial combinado puede incluir una pluralidad de trayectos 52 de múltiples antenas para recibir la señal GPS, en el que cada trayecto puede incluir una antena 54a-54d acoplada a unidades 56a-56d de control de antena. Cada unidad 56a-56d de control de antena puede incluir un respectivo filtro 58a-58d, limitador 60a-60d, conmutador 62a-62d de habilitación, amplificador 64a-64d de bajo ruido, chip 66a-66d de interfaz de antena (AIC3) (por ejemplo, un amplificador) y controlador 68a-68d de vector (VCON) (por ejemplo, una red de ponderación). Estos trayectos de extremo frontal independientes pueden ponderarse individualmente para formar nulos espaciales en el diagrama de antena total. La salida de estos trayectos puede combinarse entonces y proporcionarse a un acondicionador 70 de señal en el que pueden filtrarse paso banda, y a continuación enviarse al dispositivo 10 de anulación temporal. El acondicionador 70 de señal también puede recibir una entrada RF de vehículo anfitrión (HVRF).

La salida del dispositivo 10 de anulación temporal puede proporcionarse entonces al receptor 11 GPS como se comentó en la figura 1, y el receptor puede procesar la señal GPS con fines de navegación. Los valores de fase y atenuación del dispositivo 10 de anulación temporal pueden ajustarse a través del controlador 26 (por ejemplo, una unidad de procesamiento de algoritmo (APU) o similar que incluye o de otro modo implementa el algoritmo de control). El controlador 26 puede incluir memoria (tanto volátil como no volátil) y un puerto 72 de programación (por ejemplo, un puerto serie o similar para cargar el algoritmo). Además, el controlador 26 puede proporcionar señales de control al dispositivo 16 de retardo de tiempo, al dispositivo 18 de desplazamiento de fase, a las unidades 56a-56d de control de antena, al acondicionador 70 de señal, y a la fuente 74 de ruido de evaluación incorporada (BIT NS).

En referencia a la figura 4, se muestra un gráfico ejemplar del rendimiento del dispositivo de anulación. Los datos de la figura 4 se obtuvieron en una configuración de bucle cerrado, de modo que las etapas atenuación y fase del dispositivo 10 de anulación CW estaban bajo el control del controlador 26 (por ejemplo, el algoritmo de anulación ejecutado por el controlador 26 establece los valores de fase y atenuación). Específicamente, la figura 4 ilustra el rendimiento de anulación del dispositivo 10 de anulación temporal frente a una señal CW de 1575 MHz (banda L1). Como puede verse, a medida que aumenta la potencia de entrada, la profundidad de nulo medida también aumenta. Tal como es evidente a partir de la figura 4, el dispositivo 10 de anulación puede proporcionar al menos 20 dB de mejora de rendimiento frente a interferencia CW de GPS. La figura 5 es un trazado de analizador de espectro del nulo en la entrada CW de -50 dB.

La figura 6 representa la respuesta de frecuencia medida en la entrada de GPS para dos modos; modo 80 de anulación CW solo (es decir, señales que pasan a través de ambos trayectos 14 y 22 primero y segundo) y modo 82 pasa todo de referencia (es decir, todas las señales pasan sólo a través del segundo trayecto 22). El receptor GPS 8, debido a las propiedades de correlación de la señal de espectro ensanchado dentro del receptor, responderá a la respuesta plana del modo 82 pasa todo de referencia y no a la respuesta con banda eliminada del modo 80 de anulación CW. Como resultado, la señal GPS pasará sin degradación.

Además, observando la respuesta 80 del modo de anulación CW respecto a la respuesta 82 del modo pasa todo de referencia, es evidente que la diferencia entre estas dos respuestas en cada punto 84 de banda eliminada es mayor de 20 dB. El algoritmo dentro del controlador 26 buscará estas bandas eliminadas y seleccionará una basándose en las condiciones de entrada actuales. Puesto que puede seleccionarse cualquiera de las bandas 84 eliminadas, la mínima anulación ofrecida por el dispositivo 10 de anulación es 20 dB.

Se observa que en los datos ejemplares proporcionados en la figura 6, el rendimiento del dispositivo de anulación estaba limitado por un tamaño de paso relativamente grande (es decir, 5,6 grados) para el dispositivo 18 de desplazamiento de fase. El aumento de la resolución del tamaño de paso (es decir, disminución del tamaño de paso) permitirá un afinamiento más preciso y un rendimiento mejorado probable del dispositivo 10 de anulación.

En referencia ahora a las figuras 7 y 8, se muestra la diferencia de rendimiento entre un elemento de interferencia de banda estrecha con y sin el sistema de circuitos del dispositivo de anulación CW. La figura 7 ilustra la

5 relación señal a ruido dentro de un receptor 11 GPS que sigue al dispositivo 10 de anulación CW. El eje vertical es C/NO (relación portadora a ruido en ancho de banda de 1 Hz) en dB/Hz, mientras que el eje horizontal es la amplitud de la señal CW en la entrada del receptor 11 en dBm. La curva 90 de receptor sólo es la operación normal sin el dispositivo 10 de anulación CW, en la que la relación señal a ruido empieza a degradarse para potencias de interferencia por encima de -98 dBm. La curva 92 de banda eliminada CW muestra el mismo rendimiento, poniendo el dispositivo 10 de anulación CW un nulo sobre la interferencia. Sin embargo, la curva 92 de banda eliminada CW se desplaza hacia la derecha aproximadamente 25 dB, que es la cantidad de potencia de interferencia adicional que puede tolerarse cuando el dispositivo 10 de anulación CW precede al receptor 11 GPS.

10 La figura 8 muestra el seguimiento de bucle de enganche de fase (PLL) de la señal GPS. De nuevo, la mejora del seguimiento frente a la interferencia se mejora del orden de 25 dB o más.

15 Por consiguiente, puede usarse un simple dispositivo de desplazamiento de fase y línea de retardo de tiempo para introducir un nulo que cancela la interferencia de banda estrecha, mejorando de ese modo la capacidad de un receptor GPS de seguir sus señales. Al variar la cantidad de retardo y desplazamiento de fase, el nulo puede afinarse para cumplir con las características de la aplicación. Además, el dispositivo de anulación temporal descrito en el presente documento puede implementarse usando componentes baratos y sencillos, proporcionando de ese modo una solución de bajo coste y fiable para contrarrestar la interferencia GPS CW.

20 El código real para realizar las funciones descritas en el presente documento puede programarse fácilmente por un experto en la técnica de programación informática en cualquiera de varios lenguajes de programación convencionales basándose en la descripción del presente documento. Por consiguiente, se han omitido detalles adicionales en cuanto al código concreto en sí mismo para mayor brevedad.

Los elementos de programa informático de la invención pueden realizarse en hardware y/o en software (incluyendo *firmware*, software residente, microcódigo, etc.).

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo (10) de anulación temporal para eliminar o minimizar la potencia de perturbación/interferencia de banda estrecha de la entrada de un receptor de sistema de posicionamiento global (GPS), que comprende:
- un primer trayecto (14) de señal que incluye un primer nodo de entrada y un primer nodo de salida;
- 5 al menos un dispositivo (16) de retardo de tiempo situado dentro del primer trayecto (14) de señal, siendo dicho al menos un dispositivo (16) de retardo de tiempo operativo para introducir un retardo de tiempo entre una señal en una salida del al menos un dispositivo de retardo de tiempo respecto a una señal en una entrada del al menos un dispositivo de retardo de tiempo;
- 10 un dispositivo (18) de desplazamiento de fase en el primer trayecto (14) de señal operativo para introducir un desplazamiento de fase entre una señal presentada en una entrada del dispositivo de desplazamiento de fase y una salida del dispositivo de desplazamiento de fase; y
- un segundo trayecto (22) de señal que incluye un segundo nodo de entrada y un segundo nodo de salida, en el que el primer nodo de entrada de señal está conectado eléctricamente al segundo nodo de entrada de señal, y el primer nodo de salida de señal está conectado eléctricamente al segundo nodo de salida de señal.
- 15 2. El dispositivo de anulación temporal según la reivindicación 1, en el que el dispositivo (18) de desplazamiento de fase es ajustable para variar una cantidad de desplazamiento de fase introducida por el dispositivo (18) de desplazamiento de fase.
3. El dispositivo de anulación temporal según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, que comprende además un atenuador (24) situado en el segundo trayecto (22) de señal, siendo dicho atenuador operativo para atenuar una señal en el segundo trayecto de señal.
- 20 4. El dispositivo de anulación temporal según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende además:
- un controlador (26) acoplado operativamente al dispositivo (18) de desplazamiento de fase; y
- 25 un dispositivo (40) de detección de potencia acoplado operativamente a los nodos de salida de señal primero y segundo y al controlador (26), en el que dicho dispositivo (40) de detección de potencia proporciona datos relativos a una salida de potencia en los nodos de salida de señal primero y segundo al controlador (26), y el controlador es operativo para ajustar el desplazamiento de fase del dispositivo (18) de desplazamiento de fase para conseguir una salida de potencia mínima en los nodos de salida primero y segundo.
- 30 5. El dispositivo de anulación temporal según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el dispositivo (16) de retardo de tiempo es un dispositivo de onda acústica de superficie.
6. El dispositivo de anulación temporal según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el dispositivo (16) de retardo de tiempo es ajustable para variar una cantidad de retardo de tiempo introducida por el dispositivo de retardo de tiempo.
- 35 7. El dispositivo de anulación temporal según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende además un receptor (11) GPS acoplado operativamente a una salida del dispositivo de anulación temporal.
8. El dispositivo de anulación temporal según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el al menos un dispositivo (16) de retardo de tiempo incluye un primer dispositivo (16') de retardo de tiempo y un segundo dispositivo (16'') de retardo de tiempo, comprendiendo el dispositivo de anulación temporal además un conmutador (17) acoplado operativamente a los dispositivos (16', 16'') de retardo de tiempo primero y segundo, siendo dicho conmutador operativo para conectar el primer o el segundo dispositivo de retardo de tiempo en el primer trayecto de señal.
- 40 9. El dispositivo de anulación temporal según la reivindicación 8, en el que el primer dispositivo (16') de retardo de tiempo introduce un retardo de tiempo correspondiente a la banda de frecuencia L1, y el segundo dispositivo (16'') de retardo de tiempo introduce un retardo de tiempo correspondiente a la banda de frecuencia L2.
- 45 10. Un procedimiento para eliminar o minimizar la potencia de perturbación/interferencia de banda estrecha de la señal de entrada de un receptor de sistema de posicionamiento global (GPS), que comprende formar un nulo de banda estrecha en al menos una parte de la señal de entrada, en el que la formación del nulo de banda estrecha incluye:
- dividir una señal GPS en un primer trayecto de señal y un segundo trayecto de señal;
- introducir un retardo de tiempo en el primer trayecto de señal para formar el nulo;
- introducir un desplazamiento de fase en el primer trayecto de señal para mover el nulo a una frecuencia en la que aparece la potencia de perturbación/interferencia; y

recombinar los trayectos de señal primero y segundo.

11. El procedimiento según la reivindicación 10, que comprende además atenuar una señal en el segundo trayecto de señal para equilibrar una amplitud de señales en el trayecto de señal primero y segundo.

12. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 11, que comprende además:

5

medir una salida de potencia en los trayectos de señal primero y segundo recombinados; y

ajustar el desplazamiento de fase para conseguir una salida de potencia mínima en los trayectos de señal primero y segundo recombinados.

13. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, que comprende además proporcionar las señales primera y segunda recombinadas a un receptor GPS.

10

14. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, que comprende además introducir múltiples retardos de tiempo, en el que cada retardo de tiempo corresponde a una banda de frecuencia de la señal GPS recibida.

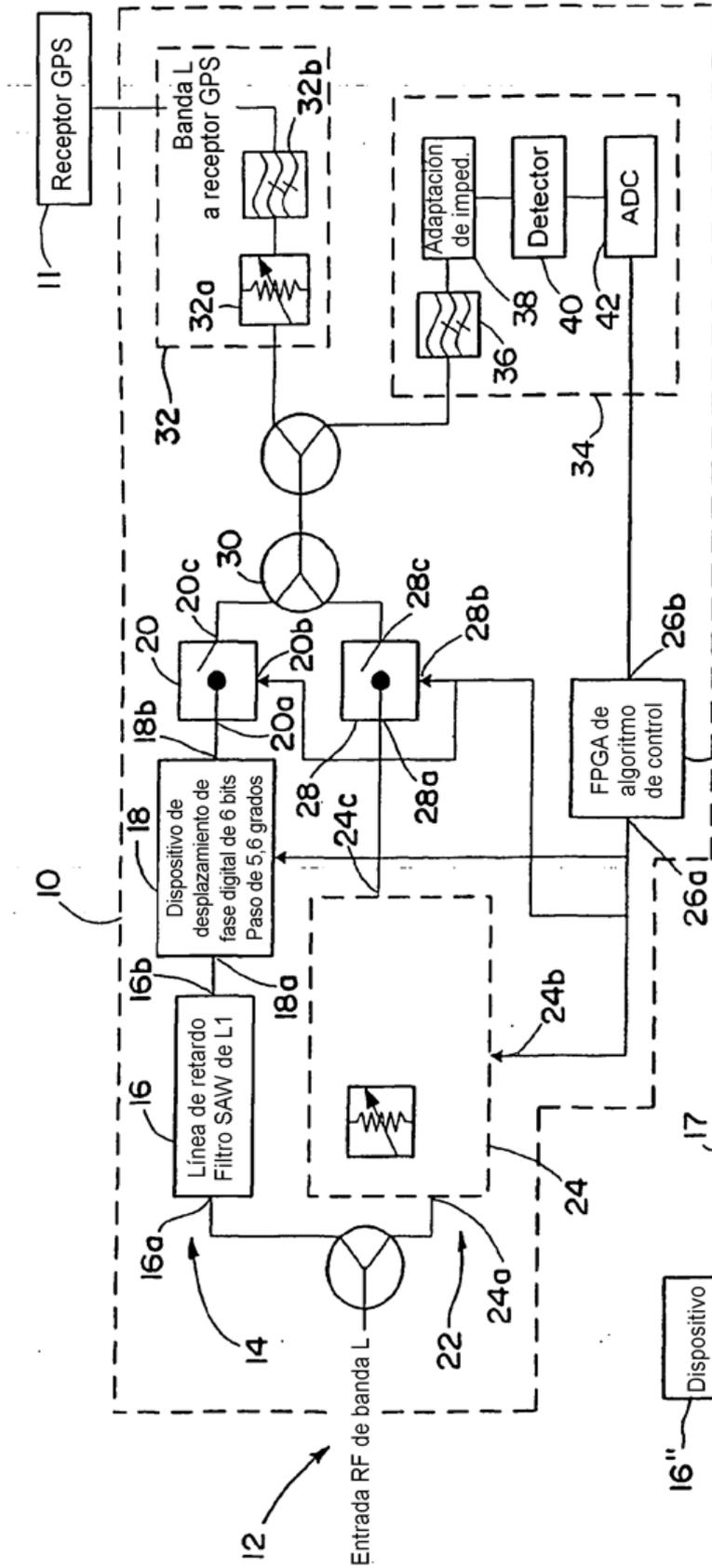


FIG. 1

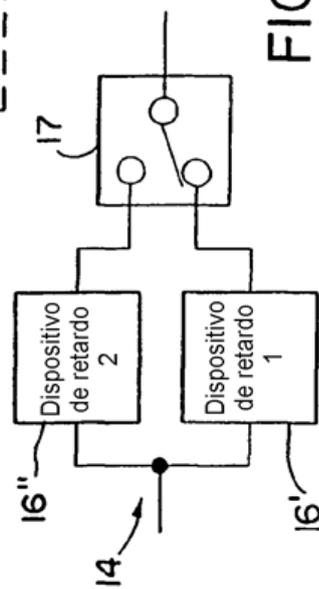


FIG. 2

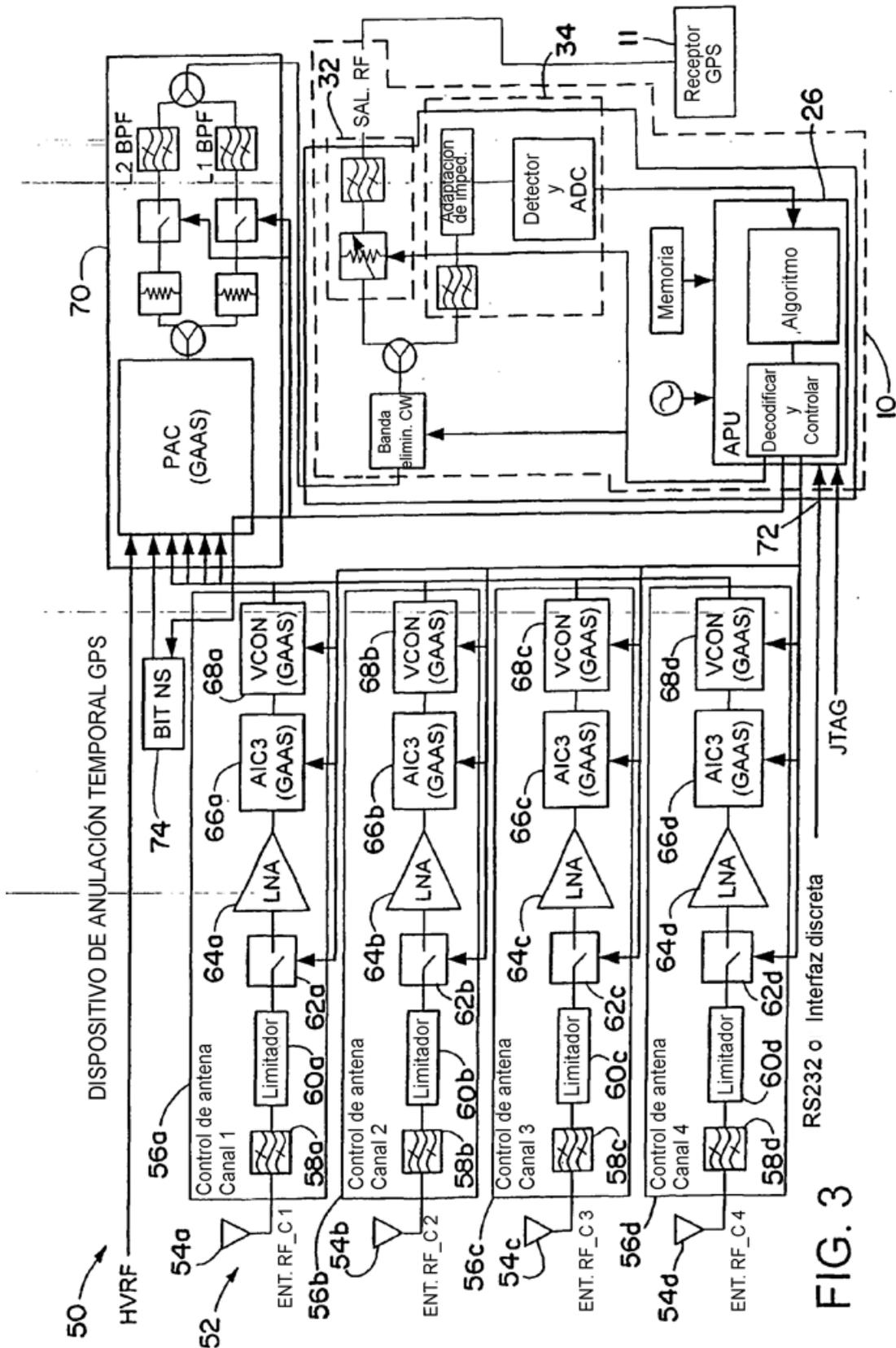
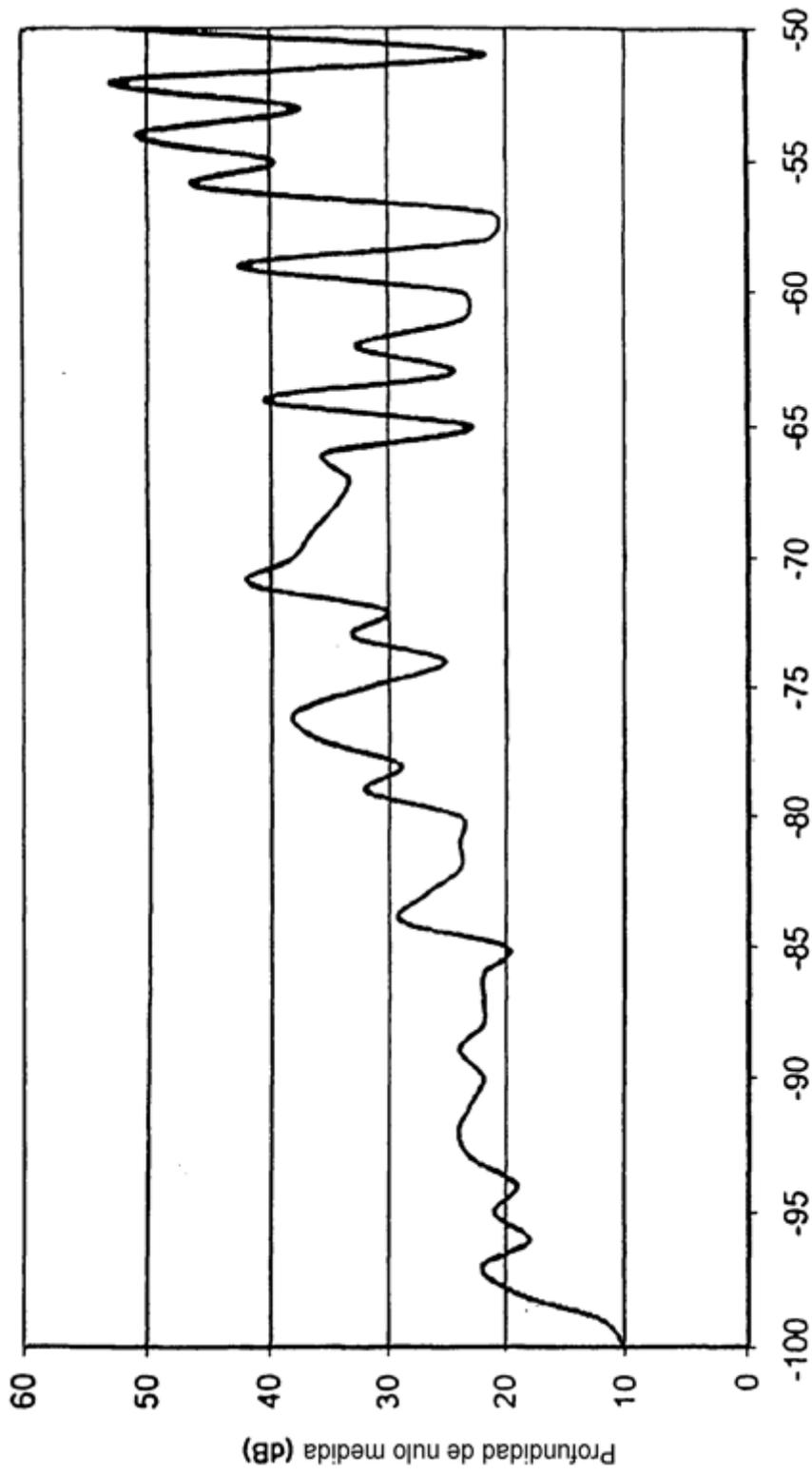


FIG. 3



Potencia de entrada (dBm) **FIG. 4**

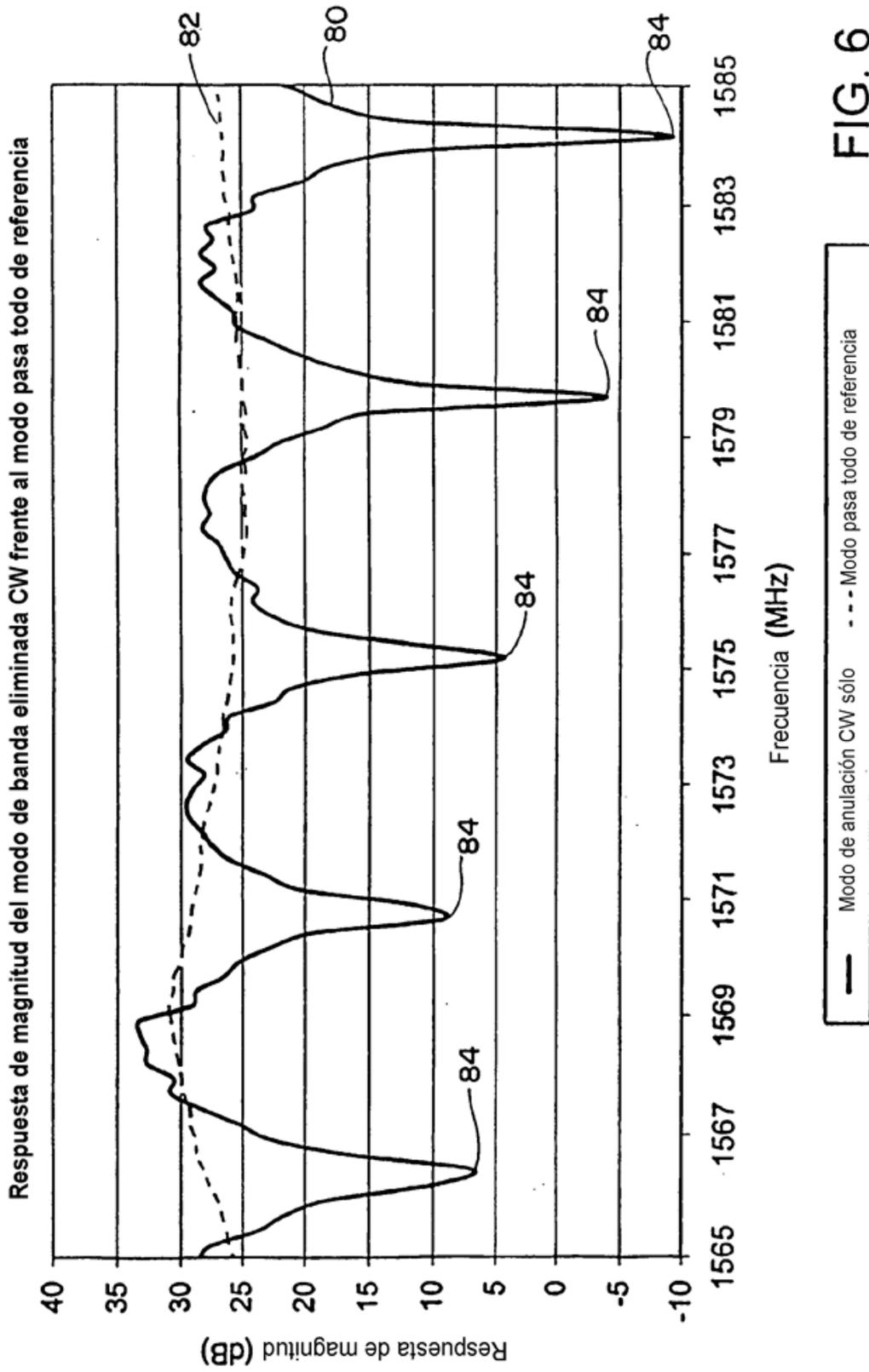


FIG. 6

Rendimiento de receptor C/No de referencia (dB-Hz)
 que demuestra una ventaja de 26 dB con banda eliminada CW funcionando

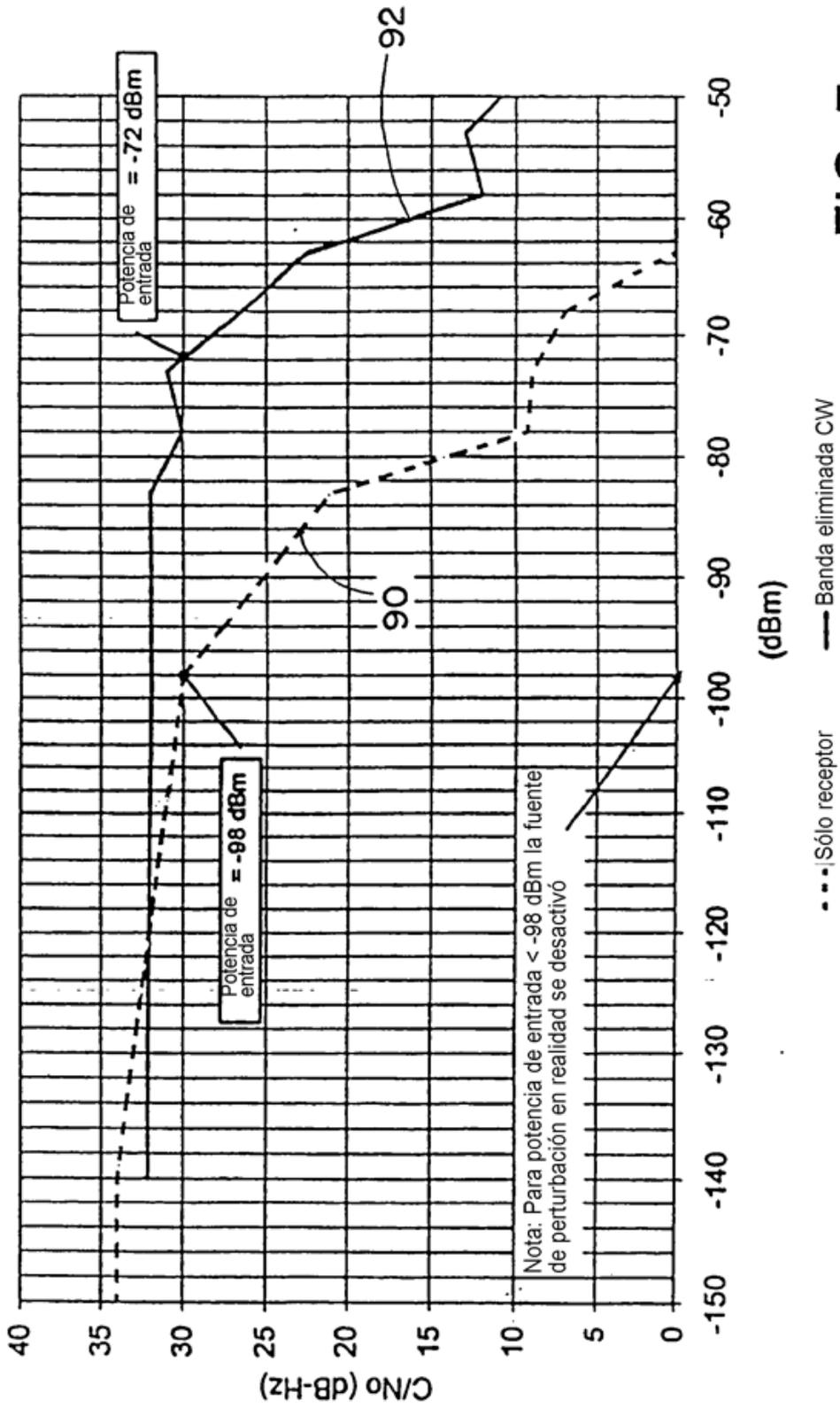


FIG. 7

DISPOSITIVO DE ANULACIÓN TEMPORAL GPS
 Estado de seguidor de receptor de referencia
 0=seguimiento de portadora+código, 1=sólo seguimiento de código
 que demuestra una ventaja de 25 dB con banda eliminada CW funcionando

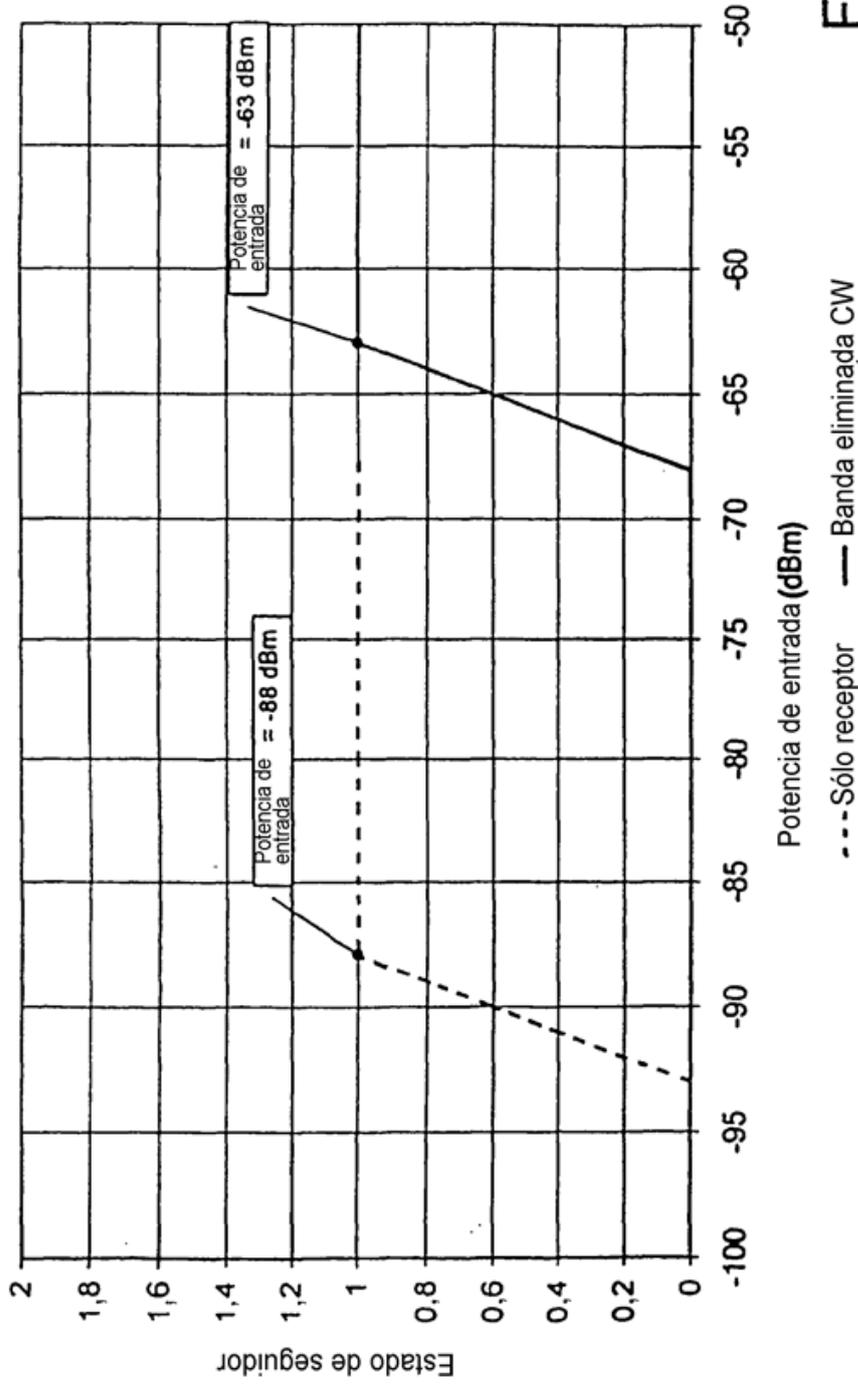


FIG. 8