

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 369 862**

51 Int. Cl.:
G01S 13/524 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07872195 .8**
96 Fecha de presentación: **01.11.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2078213**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **15.07.2009**

54 Título: **DETECTOR DE BLANCOS MÓVILES PARA SISTEMAS DE RADAR.**

30 Prioridad:
02.11.2006 US 864019 P

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
07.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
07.12.2011

73 Titular/es:
RAYTHEON CANADA LIMITED
360 ALBERT STREET, SUITE 1640
OTTAWA, ON K1R 7X7, CA

72 Inventor/es:
WANG, Jian y
BROOKNER, Eli

74 Agente: **Jorda Petersen, Santiago**

ES 2 369 862 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 blancos móviles para sistemas de radar.

5 **Campo**

En la presente memoria se dan a conocer varias formas de realización que se refieren a un Detector de Blancos Móviles (MTD) para su uso en un sistema de radar con el fin de detectar blancos en presencia de ecos parásitos y ruido.

10

Antecedentes

Los sistemas de radar usados para el control del tráfico aéreo, así como otros fines, necesitan hacer frente a algo más que el ruido del receptor ya que reciben también ecos (es decir, ecos parásitos) de condiciones medioambientales naturales tales como la tierra, el mar y condiciones meteorológicas. Cuando aparecen en la misma celda de radar que los blancos, los retornos de ecos parásitos pueden bloquear la detección de los blancos ya que el retorno del eco parásito puede ser mayor que los blancos en varios órdenes de magnitud. Una opción para detectar blancos móviles en medio de un eco parásito de gran tamaño es aprovechar los diferentes desplazamientos Doppler entre los blancos y el eco parásito. Un Indicador de Blancos Móviles (MTI) es un ejemplo de una técnica que aprovecha esta propiedad, y se ha estado explotando en este campo durante décadas. Un Detector de Blancos Móviles (MTD) es un sucesor más avanzado del MTI, y representa un avance significativo en la detección de blancos con ecos parásitos. El MTD tiene además la capacidad de detectar blancos tangenciales grandes con la ayuda de mapas de ecos parásitos. Puesto que el mismo fue desarrollado originalmente por el MIT Lincoln Laboratory en la década de los setenta, el MTD ha evolucionado a través de varias generaciones.

25

En un MTD convencional de la generación actual, se transmite una ráfaga de impulsos a una frecuencia de repetición de impulsos (PRF) constante, a cuyos retornos se les denomina intervalo de procesamiento coherente (CPI) en la recepción. En general, la PRF se escalona de un CPI a otro con el fin de eliminar la velocidad de escape a la detección. Se aplica un banco de filtros Doppler recorriendo los impulsos recibidos en cada CPI para separar los blancos móviles del eco parásito. La salida de cada filtro Doppler es procesada por un detector de Tasa Constante de Falsas Alarmas (CFAR) que usa un mapa dinámico de ecos parásitos. El mapa dinámico de ecos parásitos permite la detección de grandes blancos tangenciales que, de otro modo, serían cancelados por un MTI común, y ayuda también a controlar la irrupción de falsas alarmas de los filtros de Doppler diferente de cero. O bien durante la fase de detección o bien durante la fase de postedición de las representaciones gráficas también se pueden utilizar otros mapas tales como un mapa de Control Temporal de Sensibilidad (STC) digital y un mapa geo-censor, con el fin de controlar los ecos parásitos y/u otras interferencias geográficas, tal como es sabido comúnmente por los expertos en la materia. Las detecciones de los detectores de CFAR se fusionan, y las detecciones finales se integran adicionalmente en un integrador binario antes de ser enviadas a un extractor de representaciones gráficas para el cálculo de los centroides en azimut y distancia. El integrador binario establece correlaciones de las detecciones de varios CPIs consecutivos para controlar alarmas falsas debidas a ecos parásitos o blancos cuyos ecos se reciben un periodo de escucha tarde. No obstante, en el integrador binario se produce una pérdida de información ya que sus entradas son resultados de detección (0 ó 1), lo cual da como resultado una pérdida de la ganancia de procesamiento.

30

35

40

El documento EP 0 132 232 da a conocer un procesador de MTD para un radar de vigilancia con un banco de filtros Doppler y un sistema de umbrales tanto seleccionables como dependientes de la interfaz. La patente US nº 5.798.728 da a conocer un aparato de procesamiento de señales de radar. La patente US nº 5.644.315 da a conocer un radar de detección de relaciones Doppler con CFAR de distancia.

45

Sumario

50

La invención se define en las reivindicaciones, a las cuales se hace referencia a continuación.

La vía de ecos parásitos no terrestres puede comprender además un módulo lógico de activación del cancelador de ecos parásitos meteorológicos para comprobar un mapa meteorológico dinámico en relación con los ecos parásitos meteorológicos y activar el cancelador de ecos parásitos meteorológicos cuando se halla el eco parásito meteorológico, y un módulo de mapa meteorológico acoplado al módulo lógico de activación del cancelador de ecos parásitos meteorológicos para generar y actualizar el mapa meteorológico dinámico.

55

La información de ecos parásitos puede comprender una tabla de valores de distancia de transición que incluye por lo menos un valor de distancia de transición para cada segmento de azimut de los datos del radar.

60

El módulo lógico de conmutación se puede configurar para seleccionar la vía de ecos parásitos no terrestres cuando la celda de distancia actual se encuentra a una distancia mayor que un valor de distancia de transición máximo con un segmento de azimut correspondiente en la tabla de valores de distancia de transición.

65

Alternativamente, el módulo lógico de conmutación se puede configurar para seleccionar la vía de ecos parásitos no terrestres cuando la celda de distancia actual se encuentra a una distancia mayor que un número impar de valores de distancia de transición con un segmento de azimut correspondiente en la tabla de valores de distancia de transición.

5 Se puede obtener por lo menos un valor de distancia de transición para uno de los segmentos de azimut a partir de valores de distancia correspondientes a células con un segmento de azimut correspondiente en un mapa de ecos parásitos que tiene un nivel de ecos parásitos menor que un umbral de ecos parásitos.

10 El mapa de ecos parásitos puede ser un mapa dinámico de ecos parásitos cuando se detecta una propagación anómala, y un mapa de ecos parásitos de día despejado en cualquier otro caso.

15 Alternativamente, se puede obtener por lo menos un valor de transición para uno de los segmentos de azimut a partir de un máximo de: un primer valor de distancia máximo para una celda del mapa de ecos parásitos de día despejado con un segmento de azimut correspondiente que tiene un primer nivel de ecos parásitos mayor que un primer umbral, un segundo valor de distancia máximo para una celda del mapa dinámico de ecos parásitos con el segmento de azimut correspondiente que tiene un nivel de ecos parásitos mayor que un segundo umbral más el primer nivel de ecos parásitos, y un tercer valor de distancia máximo para una celda del mapa meteorológico dinámico con el segmento de azimut correspondiente que tiene un nivel de ecos parásitos mayor que un tercer umbral.

El mapa de ecos parásitos puede ser un mapa dinámico de ecos parásitos cuando se detecta una propagación anómala, y un mapa de ecos parásitos de día despejado en cualquier otro caso.

25 En este caso, el módulo lógico de conmutación se puede configurar para seleccionar la vía de ecos parásitos no terrestres cuando un primer nivel de ecos parásitos en una celda del mapa de ecos parásitos de día despejado correspondiente a la celda de distancia actual es menor que un primer umbral, un segundo nivel de ecos parásitos en una celda del mapa dinámico de ecos parásitos de día correspondiente a la celda de distancia actual es menor que un segundo umbral más el primer nivel de ecos parásitos, y un tercer nivel de ecos parásitos en una celda del mapa meteorológico dinámico correspondiente a la celda de distancia actual es menor que un tercer umbral.

30 Alternativamente, el módulo lógico de conmutación se puede configurar para seleccionar la vía de ecos parásitos no terrestres cuando un primer nivel de ecos parásitos en una celda del mapa de ecos parásitos de día despejado correspondiente a la celda de distancia actual es menor que un primer umbral, un segundo nivel de ecos parásitos en una celda del mapa dinámico de ecos parásitos de día correspondiente a la celda de distancia actual es mayor que un segundo umbral más el primer nivel de ecos parásitos, y un tercer nivel de ecos parásitos en una celda del mapa meteorológico dinámico correspondiente a la celda de distancia actual es mayor que un tercer umbral y menor que un cuarto umbral.

40 La vía de ecos parásitos terrestres puede comprender un módulo de detección de CFAR para procesar los diversos conjuntos de datos de entrada con el fin de proporcionar varias salidas de CFAR, un módulo de fusión Doppler para procesar las diversas salidas de CFAR con el fin de seleccionar la salida de CFAR más grande, y un integrador binario para proporcionar los primeros resultados de detección procesando diversas salidas de CFAR más grandes seleccionadas con el fin de indicar una detección cuando una proporción mínima de las diversas salidas de CFAR más grandes seleccionadas indica un blanco detectado.

45 El módulo de detección de CFAR se puede configurar para utilizar la técnica de la CFAR de mayor valor sobre la base de un umbral de primera distancia con picos editados, un umbral de promedio de última distancia con picos editados, un umbral de valor escalado del mapa dinámico de ecos parásitos para el píxel, un umbral de mapa de control temporal de sensibilidad digital basado en la sección transversal mínima, y un umbral del mapa geo-censor.

50 El detector de blancos móviles puede comprender además uno de entre un conversor de magnitud y un conversor de potencia para generar los diversos conjuntos de datos de entrada sobre la base de las diversas salidas de los filtros Doppler.

55 El método puede comprender usar la vía de ecos parásitos no terrestres cuando la celda de distancia actual se encuentra a una distancia mayor que un umbral de distancia de transición máximo con un segmento de azimut correspondiente en la tabla de valores de distancia de transición.

60 Alternativamente, el método puede comprender además usar la vía de ecos parásitos no terrestres cuando la celda de distancia actual se encuentra a una distancia mayor que un número impar de valores de distancia de transición con un segmento de azimut correspondiente en la tabla de valores de distancia de transición.

65 El método puede comprender además obtener dicho por lo menos un valor de distancia de transición para uno de los segmentos de azimut a partir de valores de distancia correspondientes a células con un segmento de azimut

correspondiente en un mapa de ecos parásitos que tiene un nivel de ecos parásitos menor que un umbral de ecos parásitos.

5 El método puede comprender además usar un mapa dinámico de ecos parásitos para el mapa de ecos parásitos cuando se detecta una propagación anómala, y usar un mapa de ecos parásitos de día despejado para el mapa de ecos parásitos en cualquier otro caso.

10 Alternativamente, dicho por lo menos un valor de transición para uno de los segmentos de azimuth se puede obtener seleccionando un máximo de entre: un primer valor de distancia máximo para una celda del mapa de ecos parásitos de día despejado con un segmento de azimuth correspondiente que tiene un primer nivel de ecos parásitos mayor que un primer umbral, un segundo valor de distancia máximo para una celda del mapa dinámico de ecos parásitos con el segmento de azimuth correspondiente que tiene un nivel de ecos parásitos mayor que un segundo umbral más el primer nivel de ecos parásitos, y un tercer valor de distancia máximo para una celda del mapa meteorológico dinámico con el segmento de azimuth correspondiente que tiene un nivel de ecos parásitos mayor que un tercer umbral.

15 La información de ecos parásitos puede comprender un mapa de ecos parásitos y el método puede comprender usar la vía de ecos parásitos terrestres cuando el nivel de ecos parásitos en una celda del mapa de ecos parásitos que se corresponde con la celda de distancia actual es mayor que un umbral de ecos parásitos y seleccionar la vía de ecos parásitos no terrestres en cualquier otro caso.

20 El método puede comprender además usar un mapa dinámico de ecos parásitos para el mapa de ecos parásitos cuando se detecta una propagación anómala, y usar un mapa de ecos parásitos de día despejado para el mapa de ecos parásitos en cualquier otro caso.

25 El método puede comprender usar la vía de ecos parásitos no terrestres cuando un primer nivel de ecos parásitos en una celda del mapa de ecos parásitos de día despejado correspondiente a la celda de distancia actual es menor que un primer umbral, un segundo nivel de ecos parásitos en una celda del mapa dinámico de ecos parásitos de día correspondiente a la celda de distancia actual es menor que un segundo umbral más el primer nivel de ecos parásitos, y un tercer nivel de ecos parásitos en una celda del mapa meteorológico dinámico correspondiente a la celda de distancia actual es menor que un tercer umbral.

30 Alternativamente, el método puede comprender usar la vía de ecos parásitos no terrestres cuando un primer nivel de ecos parásitos en una celda del mapa de ecos parásitos de día despejado correspondiente a la celda de distancia actual es menor que un primer umbral, un segundo nivel de ecos parásitos en una celda del mapa dinámico de ecos parásitos de día correspondiente a la celda de distancia actual es mayor que un segundo umbral más el primer nivel de ecos parásitos, y un tercer nivel de ecos parásitos en una celda del mapa meteorológico dinámico correspondiente a la celda de distancia actual es mayor que un tercer umbral y menor que un cuarto umbral.

35 La detección de CFAR puede comprender utilizar la técnica de la CFAR de mayor valor sobre la base de un umbral de primera distancia con pico editado, un umbral de promedio de última distancia con pico editado, un umbral de valor escalado del mapa dinámico de ecos parásitos para el píxel, un umbral de mapa de control temporal de sensibilidad digital basado en la sección transversal mínima, y un umbral del mapa geo-censor.

40 El método puede comprender además realizar una de entre una conversión de magnitud y una conversión de potencia para generar los diversos conjuntos de datos de entrada sobre la base de las diversas salidas de los filtros Doppler.

45 El método comprende procesar datos sobre la base de la salida de mayor intensidad de las diversas salidas Doppler antes de realizar una detección cuando se usa la vía de ecos parásitos no terrestres.

50 Se puede proporcionar un soporte legible por ordenador para procesar datos de radar de entrada con el fin de proporcionar datos de detección, comprendiendo el soporte legible por ordenador código de programa ejecutable por un procesador para implementar el método antes descrito.

55 El detector de blancos móviles puede procesar datos de entrada para realizar una detección para una celda de distancia actual. La vía de ecos parásitos no terrestres para procesar varios conjuntos de datos de entrada en relación con las diversas salidas Doppler con el fin de proporcionar unos segundos datos de detección puede ejecutar una selección de picos sobre cada uno de los diversos conjuntos de datos de entrada y ejecutar una detección sobre los resultados de la selección de picos. La vía de ecos parásitos terrestres para procesar los diversos conjuntos de datos de entrada con el fin de proporcionar unos primeros datos de detección puede ejecutar una detección de Tasa Constante de Falsas Alarmas (CFAR) sobre cada uno de los diversos conjuntos de datos de entrada y fusionar los resultados de detección. Se puede proporcionar un módulo lógico de conmutación para seleccionar una de entre la vía de ecos parásitos terrestres y la vía de ecos parásitos no terrestres basándose en la información de los ecos parásitos.

Breve descripción de los dibujos

Para entender mejor las formas de realización descritas en la presente memoria y para mostrar más claramente cómo se pueden llevar a la práctica las mismas, a continuación se hará referencia, únicamente a título de ejemplo, a los dibujos adjuntos que muestran por lo menos una forma de realización ejemplificativa, y en los que:

las FIGS. 1A y 1B son diagramas de bloques que ilustran una parte de un sistema de radar con formas de realización ejemplificativas de detectores de blancos móviles;

las FIGS. 1C es un diagrama de bloques de diferentes bancos de filtros Doppler que se pueden usar en los detectores de blancos móviles de las FIGS. 1A y 1B;

las FIGS. 2A, 2B y 2C ilustran formas de onda ejemplificativas que se pueden usar para los impulsos de radar que son transmitidos por el sistema de radar de las FIGS. 1A y 1B;

la FIG. 3A es un diagrama de flujo que ilustra una forma de realización ejemplificativa de un método que puede ser utilizado por los MTDs de las FIGS. 1A y 1B para generar una tabla de valores de distancia de transición que se puede usar con varios fines;

la FIG. 3B es un diagrama de flujo que ilustra una forma de realización ejemplificativa de un método que puede ser utilizado por los MTDs de las FIGS. 1A y 1B cuando se determina qué banco de filtros Doppler usar;

la FIG. 4A es un diagrama de bloques que ilustra una forma de realización ejemplificativa de un módulo lógico de conmutación que puede ser usado por los MTDs de las FIGS. 1A y 1B para seleccionar una vía de procesamiento de la señal;

las FIGS. 4A a 4C son diagramas de flujo que ilustran formas de realización ejemplificativas de métodos que pueden ser usados por los MTDs de las FIGS. 1A y 1B para seleccionar una vía de procesamiento de la señal;

la FIG. 5 es un diagrama de flujo que ilustra una forma de realización ejemplificativa alternativa para seleccionar un valor de transición de distancia para su uso en la selección de una vía de procesamiento de la señal o el método de selección de la FIG. 3B; y

la FIG. 6 es un diagrama de una ilustración ejemplificativa del procesamiento que puede ser realizado por un cancelador de ecos parásitos meteorológicos que puede ser usado por los MTDs de las FIGS. 1A y 1B.

Descripción detallada

Se apreciará que, para simplificar y clarificar la ilustración, cuando se considere apropiado, se pueden repetir numerales de referencia entre las figuras para indicar elementos correspondientes o análogos. Adicionalmente, se exponen numerosos detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión exhaustiva de las formas de realización descritas en la presente memoria. No obstante, los expertos en la materia entenderán que las formas de realización descritas en la presente memoria se pueden llevar a la práctica sin estos detalles específicos. En otros casos, no se han descrito detalladamente métodos, procedimientos y componentes bien conocidos, para no complicar las formas de realización descritas en la presente memoria. Además, la descripción no debe considerarse como limitativa del alcance de las formas de realización descritas en la presente memoria.

Un aspecto de las diversas formas de realización para un MTD descrito en la presente memoria es, para ciertas situaciones, la combinación de datos Doppler antes de la detección de CFAR. En la práctica, esto puede incluir el uso de un integrador de vídeo, en lugar de un integrador binario, puesto que un integrador de vídeo puede proporcionar una ganancia de procesamiento mayor en comparación con un integrador binario (un integrador binario procesa datos cuantificados, y es sencillo pero posee una ganancia de procesamiento menor debido a la pérdida de información de amplitud para posibles blancos). En algunos casos, la ganancia de procesamiento puede dar como resultado un incremento de la cobertura o sensibilidad del radar del orden de 1,5 dB por término medio, mientras que las otras ventajas de un MTD convencional conocido por los expertos en la materia se mantienen. Para lograr esta ganancia de procesamiento, para ciertas situaciones, el integrador de vídeo se aplica antes que la detección de CFAR, permitiendo de este modo que el integrador de vídeo utilice la información de amplitud de los blancos. En las diversas formas de realización descritas en la presente memoria, se ha determinado que en regiones sin eco parásito terrestre, lo cual se cumple en general para las distancias lejanas, es viable cambiar la estructura de procesamiento de la señal y sustituir el integrador binario por un integrador de vídeo más eficaz. En las diversas formas de realización descritas en la presente memoria, se puede hacer frente a la totalidad o por lo menos uno de los siguientes escenarios, tales como: eco parásito solamente terrestre, eco parásito solamente meteorológico, despejado (es decir, sin ecos parásitos terrestres ni meteorológicos), ecos parásitos combinados, escalamiento de PRF, Propagación Anómala (AP) y supresión de retornos recibidos un periodo de escucha tarde.

A continuación se hace referencia a la FIG. 1A, que ilustra una parte de un sistema de radar 100 con una forma de realización ejemplificativa de un detector de blancos móviles (MTD) 108. El MTD 108 procesa señales de eco de radar de diferentes distancias de manera adaptativa. El sistema de radar 100 comprende una antena 102, una etapa frontal de RF 104, un receptor 106, y el MTD 108. El sistema de radar 100 incluye además otros elementos de procesamiento de aguas abajo que son conocidos comúnmente para los expertos en la materia, tales como un extractor de representaciones gráficas (no mostrado) y similares.

El MTD 108 comprende un módulo de banco de filtros Doppler 110, un conversor de potencia 112, un módulo lógico de conmutación 114, un módulo de mapa de ecos parásitos 116, una vía de procesamiento de señales de ecos parásitos terrestres 118, y una vía de procesamiento de la señal de ecos no terrestres 120. La vía de ecos parásitos terrestres 118 comprende un módulo detector de CFAR 122, un módulo de fusión Doppler 124, y un integrador binario 126. La vía de ecos parásitos no terrestres 120 comprende un cancelador de ecos parásitos meteorológicos 128, un selector de picos 130, un integrador de video 132, un detector de CFAR 134, y un módulo de supresión de blancos cuyos ecos se reciben un periodo de escucha tarde 136. El MTD 108 comprende además un módulo lógico de activación del cancelador de ecos parásitos meteorológicos 138, un módulo de mapa meteorológico 140, y un multiplexor de líneas de distancia 142. El MTD 108 puede acceder a unos medios de almacenamiento de datos 144 que almacenan información relacionada con mapas de ecos parásitos y valores de transición. En esta forma de realización ejemplificativa, los medios de almacenamiento de datos 144 incluyen un mapa dinámico de ecos parásitos 146, un mapa de ecos parásitos de día despejado 148, un mapa meteorológico dinámico 150, una tabla de valores de distancia de transición 152, y un mapa dinámico de ecos parásitos no terrestres 158, que se describirán de forma más detallada posteriormente.

En formas de realización alternativas algunos de estos bloques son opcionales. Por ejemplo, el módulo de supresión de blancos cuyos ecos se reciben un periodo de escucha tarde 136 puede ser opcional. Además, en algunas circunstancias, el cancelador de ecos parásitos meteorológicos 128, el módulo lógico de activación del cancelador de ecos parásitos 138 y el módulo de mapa meteorológico 140 pueden ser opcionales, aunque sin estos elementos, el rendimiento del MTD 108 puede deteriorarse en presencia de un eco parásito meteorológico de gran intensidad. Además, dependiendo de la implementación de algunas de las formas de realización descritas en la presente memoria, también puede resultar opcional un mapa o tabla en los medios de almacenamiento de datos 144. Adicionalmente, el conversor de potencia 112 se puede sustituir por un conversor de amplitud (no mostrado).

El MTD 108 no queda limitado por el tipo de transmisor (no mostrado) y la antena 102 que se utiliza. El MTD 108 se puede combinar o bien con un transmisor de estado sólido o bien con un transmisor de válvulas, junto con o bien una antena de exploración o bien un sistema de antenas en fase. Si se usa la misma antena tanto para la transmisión como para la recepción, entonces se puede usar un duplexor (no mostrado). Se pueden usar varias formas de onda para generar los impulsos de radar transmitidos tales como formas de onda no moduladas simples y formas de onda complejas moduladas, tales como formas de onda FM no lineales así como otras formas de onda tal como es conocido comúnmente por los expertos en la materia. No obstante, con fines ejemplificativos, el MTD 108 se describe en la presente memoria de manera que usa un funcionamiento de frecuencia dual simultáneo (véase por ejemplo la FIG. 2A), lo cual significa que, dentro de cada intervalo de repetición de impulsos (PRI), se transmiten dos impulsos respectivamente a las frecuencias portadoras F_1 y F_2 . Se supone que el PRI es constante para n impulsos consecutivos que forman un intervalo de procesamiento coherente (CPI). Puede haber m CPIs disponibles dentro de cada ancho de haz de azimut unidireccional de 3 dB, los cuales se integran para mejorar la detección de los blancos. Además, el PRI de cada frecuencia portadora se puede cambiar después de cada CPI para combatir el problema de la velocidad de escape a la detección. No obstante, el MTD 108 no se limita a esta forma de onda particular, y puede trabajar con un funcionamiento de frecuencia simplex (véase por ejemplo la FIG. 2B), un funcionamiento de frecuencia dual secuencial (véase por ejemplo la FIG. 2C) así como otras formas de onda adecuadas. El MTD 108 también puede trabajar con un PRI constante que recorra los CPIs.

Después de que los impulsos de radar sean transmitidos por el transmisor (no mostrado), la antena 102 recibe reflexiones de estos impulsos de radar y los mismos son procesados por la etapa frontal de RF 104 y el receptor 106. La etapa frontal de RF 104 incluye típicamente una circuitería de protección, un control temporal de sensibilidad (STC), uno o más filtros y amplificadores para pre-procesar los datos de radar tal como es sabido comúnmente por los expertos en la materia. La etapa frontal de RF 104 proporciona los datos de radar pre-procesados al receptor 106, el cual proporciona un procesamiento adicional para producir datos de radar de distancia-azimut. El receptor 106 incluye típicamente componentes para mezcla, muestreo, filtrado y submuestreo tales como un mezclador heterodino bietapa, un conversor analógico a digital, y filtros digitales y analógicos, tal como es sabido comúnmente por los expertos en la materia. El receptor 106 también puede incluir un compresor de impulsos o filtro adaptado que tenga una función de transferencia o respuesta impulsional que esté adaptada a los impulsos de radar transmitidos. A continuación, los datos del filtro adaptado se separan en CPIs para el análisis, en el cual los datos se alinean en distancia con el fin de proporcionar los datos (de impulsos) de distancia-azimut. La información de distancia en los datos de distancia-azimut proporciona una estimación de la distancia de un posible blanco con respecto a la antena 102. La información de azimut en los datos de distancia-azimut proporciona una estimación del ángulo de la ubicación del posible blanco con respecto al centro de la antena 102. Los expertos en la materia están familiarizados con este procesamiento realizado por los diversos elementos del receptor mencionados anteriormente y con el orden de este procesamiento.

Los datos de distancia-azimut se proporcionan como datos de entrada al módulo de banco de filtros Doppler 110, el cual procesa los datos de entrada para proporcionar varias salidas Doppler que incluyen cada una de ellas datos de distancia-Doppler-azimut. La información Doppler en los datos de distancia-Doppler-azimut proporciona una estimación de la velocidad radial de un posible blanco midiendo el desplazamiento Doppler del posible blanco, el cual está relacionado con el cambio del contenido de frecuencia de un impulso de radar dado que es reflejado por el posible blanco con respecto al contenido de frecuencia original del impulso de radar dado. Las diversas salidas Doppler pueden ser procesadas por el resto del MTD 108 basándose en cada celda de distancia, es decir, la celda de distancia-Doppler-azimut correspondiente a la celda de distancia actual que está siendo procesada por el MTD 108. Una celda de distancia es una celda en una representación gráfica de distancia-azimut entre ciertos valores de azimut y distancia, por ejemplo, es decir, entre 0 y 5 grados y 10 y 11 millas náuticas.

En esta forma de realización ejemplificativa, se pueden usar diferentes bancos de filtros Doppler para procesar datos dependiendo de si hay un fondo con ecos parásitos o un fondo despejado. El detector MTD 108 se puede adaptar al nivel de ecos parásitos local seleccionando automáticamente entre dos bancos disponibles de filtros Doppler: un banco de filtros Doppler de ecos parásitos 172 y un banco de filtros Doppler para condiciones despejadas 174 (véase la FIG. 1C). El banco de filtros Doppler de ecos parásitos 172 se puede usar para maximizar el rechazo de ecos parásitos y la visibilidad por debajo de los ecos parásitos (SCV), mientras que el banco de filtros Doppler para condiciones despejadas 174 se puede usar para maximizar la sensibilidad al reducir la desadaptación y las pérdidas por superposición de respuestas individuales. La conmutación al banco de filtros Doppler para condiciones despejadas 174 puede proporcionar unos 1,8 dB adicionales de sensibilidad a distancias más allá de las correspondientes en las que exista cualquier eco parásito. Se puede usar un módulo de selección de bancos de filtros 170 para seleccionar uno de los bancos de filtros Doppler 172 y 174 mediante el uso de varios métodos diferentes, uno de los cuales implica el acceso a información en la tabla de valores de distancia de transición 152. En una forma de realización alternativa, el módulo de bancos de filtros Doppler 110 puede incluir un único banco de filtros Doppler.

Para cada segmento de azimut, el MTD 108 puede mantener uno o más valores de distancia de transición en la tabla de valores de distancia de transición 152, que, en un aspecto, se puede usar para seleccionar uno de los bancos de filtros Doppler 172 y 174. Un segmento de azimut es un sector de un barrido de radar (es decir, todas las celdas de distancia para un segmento de azimut dado tal como entre 0 y 1,5 grados, por ejemplo). Cuando se usa un valor de distancia de transición para un segmento de azimut en la tabla de valores de distancia de transición 152, el banco de filtros Doppler de ecos parásitos 172 se puede usar por debajo de este valor de distancia de transición, y el banco de filtros Doppler para condiciones despejadas 174 se puede utilizar por encima de este valor de distancia de transición (es decir, el valor de distancia de transición para realizar la transición entre los bancos de filtros 172 y 174 se puede fijar al valor de distancia más grande en el que el eco parásito supera un valor de referencia o umbral). No obstante, en una forma de realización alternativa, puede haber varios valores de distancia de transición para un segmento de azimut dado de manera que la transición entre los bancos de filtros Doppler 172 y 174 se puede producir más de una vez.

Los valores de distancia de transición en la tabla de valores de distancia de transición 152 se pueden actualizar dinámicamente para adaptarse al eco parásito de forma independiente para cada segmento de azimut sobre la base de los valores de ecos parásitos actualizados que se almacenan en el mapa dinámico de ecos parásitos 146. El módulo de mapa de ecos parásitos 116, u otro elemento del MTD 108, puede realizar esta actualización. Por ejemplo, cuando cambia el eco parásito, el módulo de mapa de ecos parásitos 116 puede actualizar el mapa dinámico de ecos parásitos 146, y puede reajustar los valores en la tabla de valores de distancia de transición 152 para tener en cuenta los cambios del eco parásito. Esta actualización se puede realizar en cada barrido del radar, o de una manera periódica basándose en el tiempo (es decir, cada hora, día, semana, etcétera) o según algunos otros criterios adecuados. Los datos nuevos en la salida de los filtros de Doppler cero se pueden usar para actualizar el mapa dinámico de ecos parásitos 146 a través de un filtro recursivo que promedia los datos con respecto a varios barridos. En una forma de realización alternativa, puede haber más de un mapa dinámico de ecos parásitos, los cuales se actualizan basándose también en las salidas de los filtros de Doppler diferente de cero. Por ejemplo, en algunos casos, si hay suficiente memoria, puede haber un mapa dinámico de ecos parásitos para cada filtro Doppler, lo cual puede hacer que aumente significativamente el rendimiento de detección de CFAR para cada salida de un filtro. En cada caso, los datos para actualizar el mapa dinámico de ecos parásitos 146 los puede proporcionar la salida del conversor de potencia 112.

En lugar de usar el módulo de selección de bancos de filtros 170 para comprobar la tabla de valores de distancia de transición 152 con el fin de seleccionar uno de los bancos de filtros Doppler de ecos parásitos y para condiciones despejadas 172 y 174, otro elemento del MTD 108 puede proporcionar esta funcionalidad, tal como el módulo lógico de conmutación 114 (esta conexión no se muestra), en cuyo caso el módulo de selección de bancos de filtros 170 no es necesario. En una forma de realización alternativa, se puede usar un número mayor de bancos de filtros Doppler, cada uno para una condición particular. Adicionalmente, en una forma de realización alternativa, se pueden usar otros criterios diferentes a los descritos en el presente caso para conmutar entre los diversos bancos de filtros Doppler proporcionados en el módulo de bancos de filtros Doppler 110.

Haciendo referencia a continuación a la FIG. 3A, en la misma se muestra un diagrama de flujo que ilustra una forma de realización ejemplificativa de un método 200 que puede ser utilizado por el MTD 108 para generar la tabla de valores de distancia de transición 152. El método 200 comienza con la selección del segmento de azimut actual. Cuando el método 200 comienza por primera vez, el segmento de azimut actual se puede inicializar a algún segmento de azimut inicial, en cualquier otro caso el segmento de azimut actual se actualiza de una manera adecuada; por ejemplo, los segmentos de azimut se pueden procesar en una manera según el sentido de las agujas del reloj o contraria al sentido de las agujas del reloj. En la etapa 204, se analiza el mapa dinámico de ecos parásitos 146 para hallar un valor de distancia de transición según ciertos criterios de transición. Por ejemplo, los valores de distancia en los cuales se produce una transición a un valor por debajo de un valor umbral para el segmento de azimut actual se pueden procesar adicionalmente y pueden ser seleccionados para su almacenamiento en la tabla de valores de distancia de transición 152. Por ejemplo, se puede seleccionar el mayor de estos valores de distancia (es decir, el valor de distancia de transición máximo que está más lejos del sistema de radar 100) para su almacenamiento en la tabla de valores de distancia de transición 152. Alternativamente, se pueden seleccionar todos estos valores de distancia de transición para su almacenamiento en la tabla de valores de distancia de transición 152. Se pueden usar otros criterios adecuados para seleccionar estos valores de distancia de transición para su almacenamiento en la tabla de valores de distancia de transición 152. En la etapa 206, el(los) valor(es) de distancia de transición seleccionado(s) se almacena(n) en la tabla de valores de distancia de transición 152 para el segmento de azimut actual. Si la etapa 208 determina que se ha analizado el último segmento de azimut (es decir, la tabla 152 está completamente poblada), entonces el método 200 finaliza, si no el método 200 prosigue hacia la etapa 202.

Haciendo referencia a continuación a la FIG. 3B, en la misma se muestra un diagrama de flujo que ilustra una forma de realización ejemplificativa de un método 250 que puede ser utilizado por el MTD 108 para seleccionar uno de los bancos de filtros Doppler 172 y 174 durante el funcionamiento. En la etapa 252, se selecciona la celda de distancia actual a procesar. Si el método 250 acaba de comenzar, entonces se puede inicializar la celda de distancia actual y, después de esto, en iteraciones sucesivas del método 250, se puede seleccionar la siguiente celda de distancia de una manera apropiada tal como incrementando progresivamente la distancia para un segmento de azimut dado hasta la celda de distancia más alejada, a continuación incrementando el segmento de azimut y comenzando en la celda de distancia más próxima y continuando de una manera similar. En la etapa 254, se determina el valor de distancia de transición para el azimut actual a partir de la tabla de valores de distancia de transición 152. En la etapa 256, el método 250 determina si el valor de distancia de la celda de distancia actual es mayor que (es decir, está más allá de) el valor de distancia de transición. En caso afirmativo, entonces se selecciona el banco de filtros Doppler para condiciones despejadas 174 con el fin de procesar los datos de radar para la celda de distancia actual. En caso negativo, entonces se selecciona el banco de filtros Doppler de ecos parásitos 172 para procesar los datos de radar para la celda de distancia actual.

En una forma de realización alternativa, si hay varios valores de distancia de transición para un segmento de azimut dado, entonces la etapa 256 del método 250 se puede modificar para determinar dónde está la celda de distancia actual (su distancia con respecto a los valores de distancia de transición). El primer valor de distancia de transición significa una transición de usar el banco de filtros Doppler de ecos parásitos 172 al banco de filtros Doppler para condiciones despejadas 174, mientras que el segundo valor de distancia de transición significa una transición de usar el banco de filtros Doppler para condiciones despejadas 174 a usar el banco de filtros Doppler de ecos parásitos 172, y así sucesivamente. Por consiguiente, en esta forma de realización alternativa, si el valor de distancia de la celda de distancia actual es mayor que un número impar de valores de transición, entonces se selecciona el banco de filtros Doppler para condiciones despejadas 174. Alternativamente, si el valor de distancia de la celda de distancia actual es mayor que un número par de valores de transición, entonces se selecciona el banco de filtros Doppler de ecos parásitos 172.

El mapa dinámico de ecos parásitos 146 se puede crear suavizando las salidas del módulo de bancos de filtros Doppler 110 con el fin de estimar el eco parásito promedio para cada celda de distancia-azimut según se ha descrito previamente. El mapa dinámico de ecos parásitos 146 se puede actualizar de un barrido a otro o a una velocidad menor. En general, el mapa dinámico de ecos parásitos 146 puede utilizar un tamaño de celda individual de una celda de resolución de distancia por un ancho de haz o menos. Su cobertura global se extiende típicamente a la distancia total y 360 grados. El mapa dinámico de ecos parásitos 146 se puede usar con varios fines:

- 1) posibilitar la detección de blancos tangenciales con grandes secciones transversales y evitar que, en la detección de CFAR, se detecten residuos de ecos parásitos en la salida del módulo de bancos de filtros Doppler 110;
- 2) seleccionar o bien el banco de filtros Doppler de ecos parásitos 172 ó bien el banco de filtros Doppler para condiciones despejadas 174; y
- 3) escoger uno de entre la vía de ecos parásitos no terrestres 120 y la vía de ecos parásitos terrestres 118 tal como se describe de forma adicional posteriormente.

La Propagación Anómala (AP) es un fenómeno debido a la conducción atmosférica que provoca la aparición de ecos parásitos desde distancias más allá de la distancia no ambigua máxima del sistema de radar 100. En sistemas de radar EnRuta o de radar de Larga Distancia, este fenómeno es menos común en comparación con el correspondiente en sistemas de radar de vigilancia en aeropuertos. Bajo una situación de AP, los retornos de radar de ecos parásitos terrestres se pierden para uno o más de los primeros impulsos de un CPI dado, lo cual reduce la sensibilidad del sistema de radar 100. La combinación de detección de CFAR, integración binaria y PRF variable reduce las falsas alarmas debidas a la AP. No obstante, la sensibilidad del sistema de radar 100 se reduce cuando el eco parásito no aparece en la totalidad de los retornos de radar procesados, debido a los residuos que se producen en todos los filtros Doppler en el módulo de bancos de filtros Doppler 110.

Para mitigar los efectos de la AP, en una forma de realización alternativa, el módulo de bancos de filtros Doppler 110 puede incluir un tercer banco de filtros Doppler (no mostrado) que se puede aplicar cuando se detecta la AP. Alternativamente, en otra forma de realización, el MTD 108 puede incluir un módulo de procesamiento de AP (no mostrado) para personalizar la ventana de procesamiento en el tercer banco de filtros Doppler en cada región de AP (cada región que se ve afectada por la AP). Cuando la AP provoca ecos parásitos que se reciben un período de escucha tarde, de gran intensidad, la ventana de procesamiento se puede configurar para usar menos retornos de impulsos en cada CPI de los que se usarían normalmente. El tipo de procesamiento de AP se puede ajustar adicionalmente dependiendo del segmento de azimut. En el funcionamiento, para ambas formas de realización mencionadas, se puede utilizar o bien una lógica de detección de AP automática o bien una activación manual para determinar cuándo se requiere que el procesamiento de AP adicional haga frente a la AP. No obstante, las formas de realización descritas en el presente caso pueden trabajar con o sin este procesamiento de AP, aunque el rendimiento se podría deteriorar en una región de AP cuando no existe el procesamiento de AP.

Los filtros Doppler en el módulo de bancos de filtros Doppler 110 pueden funcionar sobre un CPI de n impulsos a una frecuencia de repetición de impulsos (PRF) común. El valor seleccionado para n es un compromiso entre la ganancia de procesamiento coherente y la diversidad de PRFs o velocidad débil. Además, para el banco de filtros Doppler para condiciones despejadas 174, la desadaptación y la pérdida por superposición de respuestas individuales se pueden minimizar con el fin de lograr la máxima ganancia de integración posible. Los lóbulos laterales en la respuesta de frecuencia no representan una preocupación debido a la falta de ecos parásitos. El banco de filtros Doppler para condiciones despejadas 174 se puede configurar de manera que la pérdida pueda ser insignificante. Por ejemplo, en el banco de filtros Doppler para condiciones despejadas 174 se pueden utilizar filtros interpolados. Como ejemplo, si hay 5 impulsos dentro de cada CPI ($n=5$), la desadaptación y la pérdida por superposición de respuestas individuales se pueden reducir a casi 0 dB usando 25 filtros en el banco de filtros Doppler para condiciones despejadas 174.

Después del procesamiento de los filtros Doppler proporcionado por el módulo de bancos de filtros Doppler 110, el MTD 108 tiene dos cadenas o vías de procesamiento de la señal, la vía de ecos parásitos no terrestres 120 y la vía de ecos parásitos terrestres 118 que se seleccionan basándose en información proporcionada por al menos un mapa de ecos parásitos. El módulo lógico de conmutación 114 se configura para escoger entre estas dos vías 118 y 120 basándose en si existen o no ecos parásitos terrestres para la celda de distancia actual que está siendo procesada sobre la base de información de ecos parásitos. La información de ecos parásitos se puede basar en por lo menos uno de los mapas de ecos parásitos 146, 148 y 150 ó indirectamente a partir de la tabla de valores de distancia de transición (que se calculó usando información de ecos parásitos). Por ejemplo, la decisión se puede tomar de manera adaptativa basándose en el mapa de ecos parásitos de día despejado 148, el mapa dinámico de ecos parásito 146, la combinación de estos dos mapas de ecos parásitos 146 y 148 así como posiblemente otro mapa de ecos parásitos, según se describe posteriormente. Alternativamente, se puede usar cualquier otra técnica apropiada basada en información de ecos parásitos, que sirva para este fin: por consiguiente, debería entenderse que las formas de realización descritas en la presente memoria no quedan limitadas por el tipo de lógica de conmutación utilizada por el módulo lógico de conmutación 114.

Haciendo referencia a continuación a la FIG. 4A, en la misma se muestra un diagrama de bloques que ilustra una forma de realización ejemplificativa de un módulo lógico de conmutación 114. El módulo lógico de conmutación 114 incluye un umbral de eco parásito 502, un módulo lógico de AP 504, un conmutador 506, y un comparador 508. El mapa de ecos parásitos de día despejado 148, y el mapa dinámico de ecos parásitos 146 se usan como entradas para el conmutador 506. El mapa dinámico de ecos parásitos 146 puede ser generado por el módulo de mapa de ecos parásitos 116 registrando los datos de radar de distancia-azimut que son proporcionados por el receptor 106 para cada celda de distancia. El mapa de ecos parásitos de día despejado 148 se puede generar a partir del mapa dinámico de ecos parásitos 146 periódicamente (tal como mensual o estacionalmente) descargando el mapa dinámico de ecos parásitos 146 en un día despejado conocido cuando no hay ningún eco parásito meteorológico significativo dentro del mapa dinámico de ecos parásitos 146. El valor para el umbral de ecos parásitos 502 se selecciona para un segmento de azimut dado. Por consiguiente, el umbral de ecos parásitos 502 se puede usar para adaptarse al eco parásito independientemente para cada segmento de azimut. El umbral de ecos parásitos 502 puede ser un valor fijo para un azimut dado, que se puede fijar a unos pocos dB por encima del nivel de ecos parásitos que se espera para el caso de ecos parásitos no terrestres. Un umbral ejemplificativo puede ser el nivel de ruido térmico más 10 dB.

La selección de la vía se basa en el mapa de ecos parásitos de día despejado 148 cuando el módulo lógico de AP 504 no detecta la aparición de AP o cuando el módulo lógico de AP 504 es desactivado manualmente por un operario del sistema de radar 100. La selección de la vía se puede basar en el mapa dinámico de ecos parásitos 146 cuando el módulo lógico de AP 504 detecta la AP. El nivel de ecos parásitos en una celda del mapa de ecos parásitos escogido que se corresponde con la celda de distancia actual que está siendo procesada se compara con el umbral de ecos parásitos 502. Si este nivel de ecos parásitos es mayor que el umbral de ecos parásitos 502, entonces se selecciona la vía de ecos parásitos terrestres 118. Si el nivel de ecos parásitos es menor que el umbral de ecos parásitos 502, entonces se selecciona la vía de ecos parásitos no terrestres 120. Los expertos en la materia tienen conocimiento de que el módulo lógico de AP 504 se puede implementar de varias maneras.

Típicamente, el mapa de ecos parásitos de día despejado 148 se escoge bajo circunstancias normales para evitar cualquier efecto colateral de los ecos parásitos meteorológicos. Específicamente, el mapa dinámico de ecos parásitos 146 puede tener un eco parásito meteorológico de gran intensidad que se manifieste a distancias lejanas para algunos segmentos de azimut. Este eco parásito meteorológico de gran intensidad puede ser confundido con un eco parásito terrestre por el MTD 108. Esto, a su vez, puede provocar que el MTD 108 procese los datos de radar para la celda de distancia actual usando la vía de ecos parásitos terrestres 118, cuando resultaría más apropiado procesar los datos de radar usando la vía de ecos parásitos no terrestres 120. Por consiguiente, resulta más apropiado usar el mapa de ecos parásitos de día despejado 148 bajo tales circunstancias puesto que la vía de ecos parásitos no terrestres 120 puede proporcionar una ganancia mayor de procesamiento de la señal que la vía de ecos parásitos terrestres 118 en estas circunstancias. El módulo lógico de AP 504 se puede configurar para ser inmune a ecos parásitos debidos a condiciones meteorológicas usando métodos conocidos por los expertos en la materia, de tal manera que el módulo lógico de AP 504 escoja correctamente el mapa de ecos parásitos de día despejado 148 cuando no exista AP incluso en presencia de ecos parásitos meteorológicos.

Cuando se produce la AP, se escoge el mapa dinámico de ecos parásitos 146 puesto que los ecos parásitos terrestres podrían manifestarse a valores de distancia alejada debido a la conducción. Bajo tales circunstancias, el módulo de mapa de ecos parásitos 116 puede reconocer la existencia del eco parásito terrestre anómalo, y generar el mapa dinámico de ecos parásitos 146 de manera que se pueda tomar adecuadamente la decisión de procesar los retornos de señal de estas regiones de ecos parásitos terrestres con la vía de ecos parásitos terrestres 118. El mapa de ecos parásitos de día despejado 148 no refleja estos cambios debidos a la conducción. Por lo tanto, en este caso, puede tomarse una decisión errónea basándose en el mapa de ecos parásitos de día despejado 148, lo cual significa que los retornos de señal de blancos en la región de ecos parásitos terrestres anómalos se podrían procesar en la vía de ecos parásitos no terrestres 120 y podrían no ser detectados correctamente.

Haciendo referencia a continuación a la FIG. 4B, en la misma se muestra un diagrama de flujo que ilustra una forma de realización ejemplificativa de un método 550 que puede ser usado alternativamente por el módulo lógico de conmutación 114 para seleccionar una de las vías de procesamiento de la señal 118 y 120. En la etapa 552, se obtiene el valor de distancia de transición a partir de la tabla de valores de distancia de transición 152 para la celda de distancia actual que está siendo procesada. Esto se realiza basándose en el valor de azimut de la celda de distancia actual. A continuación, el valor de distancia de la celda de distancia actual que se está procesando se compara con el valor de distancia de transición en la etapa 554. Si el valor de distancia de la celda de distancia actual es mayor que el valor de distancia de transición, entonces, en la etapa 558, se selecciona la vía de ecos parásitos no terrestres 120. En caso negativo, entonces se selecciona la vía de ecos parásitos terrestres 118 en la etapa 556.

Los valores de distancia de transición en la tabla de valores de distancia de transición 152 se pueden seleccionar de manera que sea el valor de distancia mayor en el cual el eco parásito supera un umbral preestablecido. En otras palabras, todas las celdas de distancia más allá del valor de distancia de transición tienen niveles de eco parásito suficientemente bajos para permitir el uso de la vía de ecos parásitos no terrestres 120. La tabla de distancias de transición 152 se puede generar obteniendo estos valores de transición de distancia, tal como se ha descrito previamente, basándose en el mapa de ecos parásitos de día despejado 148 ó el mapa dinámico de ecos parásitos 146. La selección del mapa de ecos parásitos usado se puede basar en la detección de AP según se ha descrito anteriormente.

Alternativamente, tal como se ha descrito para seleccionar entre los bancos de filtros Doppler de ecos parásitos y para condiciones despejadas 172 y 174, en la tabla de valores de distancia de transición 152 se pueden almacenar varios valores de distancia de transición para la transición entre la selección de las vías de procesamiento de la señal 118 y 120. En este caso, el método 550 se puede modificar de manera que se seleccione la vía de ecos parásitos no terrestres 120 cuando el valor de distancia de la celda de distancia actual que se está procesando sea mayor que un número impar de los valores de distancia de transición para el segmento de azimut correspondiente; si no, se selecciona la vía de ecos parásitos terrestres 118.

Haciendo referencia a continuación a la FIG. 4C, en la misma se muestra un diagrama de flujo que ilustra una forma de realización ejemplificativa de un método 600 que puede ser usado alternativamente por el MTD 108 para seleccionar una de las vías de procesamiento de la señal 118 y 120. En la etapa 602, se obtienen la distancia y el azimut de la celda de distancia actual que está siendo procesada. En la etapa 604, el eco parásito en la celda del mapa de ecos parásitos de día despejado 148 que se corresponde con la celda de distancia actual se compara con un primer

umbral thr1. El resultado se codifica como un 0 si el eco parásito es menor que el primer umbral thr1; si no, el resultado se codifica como un 1. En la etapa 606, el eco parásito en la celda del mapa dinámico de ecos parásitos 146 se compara con un segundo umbral que comprende una constante thr2 más el nivel de eco parásito en la celda correspondiente del mapa de ecos parásitos de día despejado 148. El resultado se codifica como un 0 si el eco parásito es menor que el segundo umbral; si no, el resultado se codifica como un 1. En la etapa 608, el eco parásito en la celda del mapa meteorológico dinámico 150 se compara con un tercer y un cuarto umbrales thr3 y thr4. El resultado se codifica como un 0 si el eco parásito es menor que el tercer umbral thr3, un 1 si el eco parásito está entre el tercer umbral thr3 y el cuarto umbral thr4, o un 2 si el eco parásito es mayor que el umbral thr4.

En la etapa 610, se selecciona una de las vías de procesamiento de la señal 118 y 120 basándose en los resultados combinados de los umbrales según ciertas reglas. Por ejemplo, se selecciona la vía de ecos parásitos no terrestres 120 si los resultados de cada operación de umbral son 0. Se selecciona también la vía de ecos parásitos no terrestres 120 si el resultado del umbral sobre el mapa de ecos parásitos de día despejado es 0, y los resultados de umbral restantes son 1. Para otras combinaciones de los resultados de umbral, se puede seleccionar la vía de ecos parásitos terrestres 118.

Haciendo referencia a continuación a la FIG. 5, en la misma se muestra un diagrama de flujo que ilustra una forma de realización ejemplificativa de un método 650 que puede ser usado alternativamente por el MTD 108 para generar valores para la tabla de valores de distancia de transición 152. En la etapa 652, se obtiene el valor de azimuth para el segmento de azimuth actual. En la etapa 654, se obtiene el valor de distancia máximo r1 del mapa de ecos parásitos de día despejado 148 para el segmento de azimuth actual hallando el valor de distancia máximo en el que el eco parásito es mayor que un primer umbral umbral1. En la etapa 656, se obtiene el valor de distancia máximo r2 del mapa dinámico de ecos parásitos 146 para el segmento de azimuth actual hallando el valor de distancia máximo en el cual el eco parásito es mayor que un segundo umbral umbral2 más la cantidad de eco parásito en el valor de distancia r2 en el mapa de ecos parásitos de día despejado 148. En la etapa 658, se obtiene el valor de distancia máximo r3 del mapa dinámico de ecos parásitos meteorológicos 150 para el segmento de azimuth actual hallando el valor de distancia máximo en el que el eco parásito es mayor que un tercer umbral umbral3. En la etapa 660, se obtiene el máximo de los valores de distancia máximos r1, r2 y r3, y, en la etapa 662, este valor de distancia máximo se almacena en la tabla de valores de distancia de transición 152. Este valor de distancia máximo se puede usar en la selección de los filtros Doppler de ecos parásitos y para las condiciones despejadas 172 y 174 así como las vías de procesamiento de señales de ecos parásitos terrestres y ecos parásitos no terrestres 118 y 120. En la etapa 664, si el método 650 determina que existe otro segmento de azimuth para procesar, se actualiza el segmento de azimuth actual y el método 650 se traslada a la etapa 652; si no, el método 650 finaliza.

Las diversas salidas Doppler del módulo de bancos de filtros Doppler 110 se someten a una umbralización por un detector de CFAR. Cuando se escoge la vía de ecos parásitos terrestres 118, la salida del conversor de potencia 112 se somete a la detección de CFAR, y a continuación a un proceso de combinación por parte del módulo de fusión Doppler 124. Cuando se escoge la vía de ecos parásitos no terrestres 120, la salida del conversor de potencia 112 se selecciona en cuanto a picos y, a continuación, se integra en vídeo antes de ser procesada por el detector de CFAR 134. En este caso, la integración de vídeo es viable debido al hecho de que los datos están relativamente exentos de ecos parásitos terrestres. Para este escenario, la integración de vídeo es más eficaz que la integración binaria y, en algunos casos, ha demostrado proporcionar 1,5 dB más de sensibilidad por término medio. Típicamente, a la vía de ecos parásitos no terrestres 120 se le proporcionarán datos del banco de filtros Doppler para condiciones despejadas 174. No obstante, cuando existen fugas de único parásito meteorológico intenso hacia la distancia Doppler cero, a la vía de ecos parásitos no terrestres 120 se le proporcionarán datos del banco de filtros Doppler de ecos parásitos 172. En cualquiera de los casos, el módulo de bancos de filtros Doppler 110 proporcionará varias salidas Doppler (una para cada filtro Doppler que se utilice). A continuación, el conversor de potencia 112 proporcionará la potencia de las diversas salidas de los filtros Doppler (es decir, $I^2 + Q^2$ para cada muestra de datos) para generar varios conjuntos de datos de entrada que son procesados por una de las vías 118 y 120. Por consiguiente, el conversor de potencia 112 en general proporciona el mismo número de salidas que el módulo de bancos de filtros Doppler 110. En formas de realización en las que se usa un conversor de magnitud (no mostrado) en lugar del conversor de potencia 112, se proporciona la magnitud de las salidas de los filtros Doppler (es decir, $(I^2 + Q^2)^{1/2}$ para cada muestra de datos). En cualquiera de los casos, la potencia o la magnitud de las salidas de los filtros Doppler es una serie de datos de valor real.

Cuando no existe ningún eco parásito meteorológico significativo, no se activa el cancelador de ecos parásitos meteorológicos 128, y el selector de picos 130 selecciona el conjunto de datos de entrada máximos correspondientes a la salida Doppler máxima del módulo de bancos de filtros Doppler 110 para proporcionar datos de salida de picos. A continuación, los datos de salida de pico se integran en vídeo sobre varios CPIs. En otras palabras, las p salidas independientes del módulo de bancos de filtros Doppler 110 se clasifican según su potencia y se guarda la de mayor intensidad. Por consiguiente, cuando no hay ningún eco parásito terrestre o meteorológico, el selector de picos 130 escogerá el blanco de mayor intensidad de entre todas las salidas del módulo de bancos de filtros Doppler 110. Adicionalmente, la PRF se puede cambiar de un CPI a otro con el fin de eliminar la velocidad de escape a la detección. Si se aplica el escalonamiento de la PRF, para dos CPIs consecutivos cualesquiera, el blanco podría manifestarse en las salidas de dos filtros Doppler diferentes debido al escalonamiento de la PRF, aunque se

seleccionará, de manera coherente, la salida con el blanco que consiga que la siguiente integración en vídeo a través de los CPIs sea viable.

5 Cuando se producen ecos parásitos meteorológicos, el selector de picos 130 puede no funcionar tan bien puesto que el eco parásito meteorológico puede dominar por lo menos una de las salidas Doppler del módulo de bancos de filtros Doppler 110, y una de estas salidas Doppler contaminadas meteorológicamente se puede seleccionar en cuanto a picos cuando otra de las salidas Doppler puede contener un posible blanco. Bajo tales circunstancias, el cancelador de ecos parásitos meteorológicos 128 es activado por el módulo lógico de activación del cancelador de ecos parásitos meteorológicos 138 para suprimir el eco parásito meteorológico de los conjuntos de datos de entrada antes de la selección de picos por parte del selector de picos 130. El módulo lógico de activación del cancelador de ecos parásitos meteorológicos 138 puede examinar el eco parásito en el mapa meteorológico dinámico 150 para determinar si el eco parásito meteorológico es mayor que un umbral de eco parásito meteorológico; en caso afirmativo, se activa el cancelador de ecos parásitos meteorológicos 128, el cual suprime el eco parásito meteorológico en los conjuntos de datos de entrada al mismo tiempo que mantiene intacta la relación del blanco con respecto al ruido. El módulo de mapa meteorológico 140 genera el mapa meteorológico dinámico 150 y puede actualizar el mapa meteorológico dinámico 150 sobre la marcha. Esta actualización se puede realizar en cada barrido del radar, o de una manera periódica basándose en el tiempo (es decir, cada hora, día, semana, etcétera) o según algunos otros criterios adecuados.

20 Haciendo referencia a continuación a la FIG. 6, en la misma se muestra un diagrama de una forma de realización ejemplificativa del procesado que puede ser realizado por el cancelador de ecos parásitos meteorológicos 128. No obstante, debería entenderse que el cancelador de ecos parásitos meteorológicos 128 se puede implementar de otras maneras. Para un conjunto de datos de entrada dado, que se origine en uno de los filtros Doppler del módulo de bancos de filtros Doppler 110, el conjunto de datos de entrada se normaliza mediante el valor promedio de la salida procesada sobre la ventana de alcance de distancia dada. Este proceso de normalización tiene el efecto de suprimir ecos parásitos meteorológicos en el conjunto de datos de entrada ya que los ecos parásitos meteorológicos son espacialmente uniformes. Esta normalización se efectúa para cada celda de distancia dentro de los ecos parásitos meteorológicos. Es similar a la CFAR con Promediado de Celdas (CA) pero sin umbralización.

30 Los datos de salida de pico del selector de picos 130 se pueden integrar en vídeo para m CPIs consecutivos de una manera con ventana deslizante. El integrador de vídeo 132 procesa la potencia de los datos de salida de pico sumándolos entre sí para obtener datos integrados en vídeo. La salida del selector de picos 130 para varios CPIs consecutivos, por ejemplo, tres CPIs consecutivos, se puede sumar en potencia para obtener los datos integrados en vídeo. Para cualquier implementación en el integrador de vídeo 132, cuando el sistema de radar 100 utiliza un funcionamiento de frecuencia dual simultánea, se pueden combinar las salidas del integrador de vídeo 132 para los dos hilos de frecuencia disponibles F1 y F2.

A continuación, los datos de salida integrados en vídeo del integrador de vídeo 132 son procesados por el detector de CFAR 134 para producir resultados de detección. Para implementar el detector de CFAR 134 se pueden usar varias técnicas CFAR. Una técnica que se puede usar es la técnica de CFAR con Promediado de Celdas (CA) en la que, para determinar un valor para el umbral de CFAR, se usa el mayor de cuatro posibles umbrales. Los umbrales que se pueden usar se basan en la técnica del promedio de la primera distancia y la última distancia con o sin picos editados, la técnica del valor del mapa dinámico de ecos parásitos no terrestres 158 para el píxel de prueba, la técnica del mapa de STC digital (basado en la sección transversal mínima) y la técnica del mapa geo-censor. El método de la CFAR con Promediado de Celdas (CA) funciona bien bajo circunstancias en las que no hay ecos parásitos terrestres y se suprimen los ecos parásitos meteorológicos. También se pueden detectar fácilmente blancos tangenciales grandes dada la falta de ecos parásitos terrestres y la supresión de ecos parásitos meteorológicos. El mapa dinámico de ecos parásitos no terrestres 158 ayuda a minimizar la irrupción de ecos parásitos. El mapa dinámico de ecos parásitos no terrestres 158 se puede generar integrando los datos seleccionados en cuanto a picos e integrados en vídeo en la salida del integrador de vídeo 132 con respecto a varios barridos. Este mapa dinámico de ecos parásitos no terrestres 158 es diferente del mapa dinámico de ecos parásitos 146 puesto que el mapa dinámico de ecos parásitos 146 se actualiza con datos de la salida del conversor de potencia 112. El uso del mapa de STC ayuda a evitar la detección de ecos parásitos de tipo ángel, y el mapa geo-censor ayuda a suprimir las fuentes de interferencia geográficas conocidas. Alternativamente, se puede utilizar el método de la CFAR de Mayor Valor (GO) para controlar la tasa de falsas alarmas debido a la transición de ecos parásitos. Cuando se obtiene el umbral basado en el promediado de distancias, las celdas de distancia que presentan los valores de picos se suprimen en las ventanas de la distancia primera y la última distancia. Esto evita la contaminación de blancos cercanos en la estimación de un umbral de CFAR de nivel medio.

60 Adicionalmente, debería saberse que, en algunos casos, no es necesario que el detector 134 sea un detector de CFAR. Por ejemplo, se puede usar un detector de umbral fijo, tal como es sabido por los expertos en la materia, para celdas de distancia en las que no hay ecos parásitos (es decir, sin ecos parásitos terrestres o meteorológicos).

65 Los resultados de detección del detector de CFAR 134 pueden ser procesados opcionalmente por el módulo de supresión de blancos cuyos ecos se reciben un periodo de escucha tarde 136 antes de ser enviados a un elemento de procesado del radar de aguas abajo tal como el extractor de representaciones gráficas (no mostrado). El módulo

de supresión de blancos cuyos ecos se reciben un periodo de escucha tarde 136 compara las salidas del detector de CFAR 134 para m CPIs consecutivos con el fin de comprobar si existe una diferencia extraordinaria en la potencia para detectar resultados de detección erróneos debidos a múltiples retornos de blancos cuyos ecos llegan tarde. Si la diferencia es menor que un umbral preestablecido, el resultado de la detección se envía al extractor de representaciones gráficas; si no, el resultado de la detección se suprime. Con independencia de si se usa el módulo de supresión de blancos cuyos ecos llegan un periodo de escucha tarde 136, los resultados de detección de la vía de ecos parásitos terrestres 118 se proporcionan al multiplexor de líneas de distancia 142.

Para la vía de ecos parásitos terrestres 118, no se pueden seleccionar, en cuanto a picos, datos basados en las salidas del módulo de blancos de filtros Doppler 110 dado que el eco parásito terrestre domina estos datos y, consecuentemente, lo más probable es que la mayoría de blancos queden oscurecidos. Por consiguiente, el módulo detector de CFAR 122 procesa un conjunto de datos de entrada obtenidos a partir de cada salida de los filtros Doppler usados en el módulo de bancos de filtros Doppler 110 por separado. Para p filtros Doppler, puede haber p detectores de CFAR en el módulo de detección de CFAR 122. Alternativamente, el módulo detector de CFAR 122 puede incluir solamente un detector de CFAR que se usa para procesar cada uno de los conjuntos de datos de entrada. En cualquiera de los casos, el módulo detector de CFAR 122 se puede basar en varios métodos de detección de CFAR. Por ejemplo, un posible umbral de detección de CFAR puede ser, entre otros, la técnica de GO CFAR que usa el mayor de cinco umbrales de CFAR posibles basándose en: la técnica del promedio de la primera distancia con pico editado, la técnica del promedio de la última distancia con pico editado, la técnica del valor escalado del mapa dinámico de ecos parásitos para el píxel, la técnica del mapa de STC digital (basado en la sección transversal mínima), y la técnica del mapa geo-censor. Los valores en el mapa dinámico de ecos parásitos 146 se pueden escalar de acuerdo con la amplitud de residuo de ecos parásitos correspondiente al filtro Doppler a partir del cual se produjo el conjunto de datos de entrada actual que se está procesando. Tal como en el caso del detector de CFAR 134, el uso del mapa de STC ayuda a evitar la detección de ecos parásitos de tipo ángel, y el mapa geo-censor ayuda a suprimir las fuentes de interferencia geográficas conocidas. Además, cuando se obtiene el umbral para el promediado de la primera y la última distancia, las celdas de distancia con valores de pico se suprimen de las ventanas de la primera y la última distancia. Esto evita la contaminación por blancos cercanos en la estimación de un umbral de nivel medio. Para controlar la tasa de falsas alarmas debido a la transición de ecos parásitos se utiliza el método de GO CFAR. La utilización del mapa dinámico de ecos parásitos 146 permite la detección de los blancos tangenciales con secciones transversales grandes y suprime la irrupción de falsas alarmas por residuos de ecos parásitos.

El módulo detector de CFAR 122 proporciona varias salidas de CFAR (una para cada conjunto de datos de entrada). Si un conjunto de datos de entrada que está siendo procesado por el módulo detector de CFAR 122 supera el umbral de CFAR para una celda de distancia dada, entonces el módulo detector de CFAR 122 incluye una alarma en la salida de CFAR correspondiente. A continuación, el módulo de fusión Doppler 124 selecciona el mayor blanco (es decir, la salida de CFAR más grande) de entre aquellos detectados e indicados como tales en los datos de salida de CFAR para la celda de distancia actual que está siendo procesada.

A continuación, las salidas de CFAR más grandes del módulo de fusión Doppler 124 se suministran al integrador binario 126. El integrador binario 126 integra estas salidas para m CPIs para una celda de distancia dada de una manera con ventana deslizante. El integrador binario 126 puede ser, entre otros, un integrador binario de "2 de 3". Por ejemplo, se puede usar un integrador binario de "3 de 4". Para un integrador binario de "2 de 3", las salidas del CFAR más grandes se deben asociar a una detección para 2 de 3 CPIs consecutivos para que el integrador binario 126 declare un blanco detectado. Para sistemas de radar que utilizan un funcionamiento de frecuencia dual simultánea, el integrador binario 126 puede combinar las salidas de CFAR más grandes de los hilos de frecuencia disponibles F1 y F2. Los resultados de detección del integrador binario 126 se proporcionan como resultados de detección para la vía de ecos parásitos terrestres 118 al multiplexor de líneas de distancias 142. Además, el integrador binario 126 ayuda a mitigar resultados de detección debidos a retornos de blancos que se reciben un periodo de escucha tarde.

El multiplexor de líneas de distancia 142 es esencialmente un combinador para combinar los resultados de detección de la vía de ecos parásitos terrestres 118 con los resultados de detección de la vía de ecos parásitos no terrestres 120 con el fin de proporcionar datos de detección. El multiplexor de líneas de distancia multiplexa en cuanto a distancia estos resultados de detección para obtener los datos de detección. Se puede usar cualquier elemento apropiado para proporcionar esta combinación. A continuación, los datos de detección se suministran al extractor de representaciones gráficas (no mostrado). El extractor de representaciones gráficas proporciona un procesado de centroides en distancia y azimut para las detecciones de blancos que se le suministran al mismo. El extractor de representaciones gráficas establece correlaciones (agrupa) de la totalidad de las detecciones de blancos asociadas a un único blanco e interpola (estima) la distancia y el azimut que tienen más posibilidad para ese blanco.

Haciendo referencia a continuación a la Figura 1B, en la misma se muestra una parte de un sistema de radar 100' con una forma de realización alternativa de un detector de blancos móviles (MTD) 108'. El MTD 108' es similar al MTD 108. No obstante, en el MTD 108', el módulo lógico de conmutación 114 está conectado al multiplexor de líneas de distancia 142' para notificar al multiplexor de líneas de distancia 142' la vía de procesado de la señal 118 y 120 de la cual aceptar resultados de detección. Adicionalmente, un divisor de potencia 154 acopla el convertor de

potencia 112 a la vía de ecos parásitos terrestres 118 y la vía de ecos parásitos no terrestres 120. Por lo demás, el MTD 108' funciona de una manera similar al MTD 108, y los diversos componentes/métodos alternativos descritos para el MTD 108 son aplicables también al MTD 108'.

- 5 Debería observarse que los valores correspondientes a los diversos umbrales y parámetros usados en las diversas formas de realización descritas en la presente memoria se pueden ver afectados por la ubicación del sistema de radar que recoge datos para los MTDs 108 y 108'. Por consiguiente, un método para determinar valores para estos umbrales y parámetros se puede basar en hacer funcionar el MTD 108 y 108' sobre la base de datos reales, seleccionar varios valores para estos parámetros y umbrales, y determinar qué valores proporcionan el mejor
10 rendimiento. De hecho, los expertos en la materia saben bien que la ejecución rutinaria de una optimización de los sitios para seleccionar valores para los umbrales y parámetros de funcionamiento es una práctica bien conocida.

- Los elementos de los MTDs 108y 108' descritos en la presente memoria se pueden implementar a través de cualesquiera medios conocidos en la materia, por ejemplo, hardware dedicado como un procesador digital de la
15 señal que ejecute instrucciones de ordenador. Alternativamente, se pueden usar componentes discretos tales como filtros, comparadores, multiplicadores y similares. Además, la funcionalidad de ciertos bloques en los MTDs 108 y 108' puede ser proporcionada por la misma estructura. Si se usan instrucciones de ordenador, las mismas se pueden escribir en Matlab, C, C++, Labview™ o cualquier lenguaje de programación adecuado materializado en un soporte legible por ordenador sobre una plataforma informática que tenga un sistema operativo y el hardware y
20 software asociados que sean necesarios para implementar los MTDs 108 y 108'. Las instrucciones de ordenador se pueden organizar en módulos o clases, tal como es sabido para los expertos en la materia, que se implementan y estructuran de acuerdo con la estructura de los MTDs 108 y 108'. El MTD 108' también se puede implementar a través de microprogramas basados en FPGA o DSP.

- 25 Debería entenderse que, en las formas de realización descritas e ilustradas en la presente memoria se pueden aplicar varias modificaciones, sin desviarse con respecto a las formas de realización, cuyo alcance general se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Detector de blancos móviles (108, 108) para procesar datos de entrada con el fin de proporcionar datos de detección, comprendiendo el detector de blancos móviles:

un módulo de bancos de filtros Doppler (110) para procesar los datos de entrada con el fin de proporcionar varias salidas Doppler par a una celda de distancia actual y un intervalo de procesado coherente;

un multiplexor de líneas de distancia (142) para proporcionar los datos de detección;

caracterizado porque comprende

una vía de procesado de señales de ecos parásitos terrestres (118) para proporcionar unos primeros resultados de detección basados en las diversas salidas Doppler a través de varios intervalos de procesado coherentes con el fin de proporcionar una capacidad de detección de blancos en varias condiciones de los ecos parásitos;

una vía de procesado de señales de ecos parásitos no terrestres (120) para proporcionar unos segundos resultados de detección basados en las diversas salidas Doppler a través de varios intervalos de procesado coherentes con el fin de proporcionar una detección de blancos mejorada en distancias lejanas con ausencia de ecos parásitos terrestres;

un módulo lógico de conmutación (114) para seleccionar una de la vía de procesado de señales de ecos parásitos terrestres (118) y la vía de procesado de señales de ecos parásitos no terrestres (120) basándose en información de ecos parásitos, y en el que el multiplexor de líneas de distancia combina los primeros y los segundos resultados de detección a través de una pluralidad de celdas de distancia para proporcionar los datos de detección.

2. Detector de blancos móviles según la reivindicación 1, en el que la vía de procesado de señales de ecos parásitos no terrestres (120) comprende:

un selector de picos (130) para recibir varios conjuntos de datos de entrada relacionados con las diversas salidas Doppler y proporcionar un conjunto de datos de salida de picos seleccionando el conjunto de datos de entrada que presenta la mayor potencia;

un integrador de vídeo (132) para integrar en vídeo los datos de salida de picos a través de varios intervalos de procesado coherentes con el fin de proporcionar datos integrados en vídeo; y

un detector (134) para procesar los datos integrados en vídeo con el fin de generar los segundos resultados de detección.

3. Detector de blancos móviles según la reivindicación 2, en el que la vía de procesado de señales de ecos parásitos no terrestres (120) comprende además un módulo de supresión de blancos cuyos ecos se reciben un periodo de escucha tarde (136) para reducir resultados de detección erróneos en los segundos resultados de detección.

4. Detector de blancos móviles según la reivindicación 2, en el que la vía de procesado de señales de ecos parásitos no terrestres (120) comprende además:

un cancelador de ecos parásitos meteorológicos (128) para reducir ecos parásitos meteorológicos en los diversos conjuntos de datos de entrada antes del procesado por parte del selector de picos (130);

un módulo lógico de activación del cancelador de ecos parásitos meteorológicos (138) para comprobar un mapa meteorológico dinámico en relación con los ecos parásitos meteorológicos y activar el cancelador de ecos parásitos meteorológicos cuando se halla un eco parásito meteorológico; y

un módulo de mapa meteorológico (140) acoplado al módulo lógico de activación del cancelador de ecos parásitos meteorológicos para generar y actualizar el mapa meteorológico dinámico.

5. Detector de blancos móviles según la reivindicación 2, en el que el detector (134) es un detector de Tasa Constante de Falsas Alarmas, CFAR, con promediado de celdas, configurado para utilizar un umbral de promedio de primera distancia y última distancia con picos editados, un umbral de valor escalado del mapa dinámico de ecos parásitos no terrestres para el píxel, un umbral de mapa de control temporal de sensibilidad digital basado en sección transversal mínima, y un umbral de mapa geo-censor.

6. Detector de blancos móviles según la reivindicación 2, que comprende además una tabla de valores de distancia de transición (152) adaptada para almacenar por lo menos un valor de distancia de transición para seleccionar resultados de detección o bien de la vía de procesamiento de señales de ecos parásitos terrestres (118) o bien de la vía de procesamiento de señales de ecos parásitos no terrestres (120) para cada segmento de azimut de los datos de radar; y en el que la información de ecos parásitos se obtiene a partir de dicho por lo menos un valor de distancia de transición para cada segmento de azimut correspondiente a la celda de distancia actual.
7. Detector de blancos móviles según la reivindicación 2, que comprende además un mapa de ecos parásitos que tiene almacenada en el mismo información de ecos parásitos, y en el que el módulo lógico de conmutación está configurado para seleccionar la vía de procesamiento de señales de ecos parásitos terrestres (118) cuando el nivel de ecos parásitos en una celda del mapa de ecos parásitos que se corresponde con la celda de distancia actual es mayor que un umbral de ecos parásitos y para seleccionar, en cualquier otro caso, la vía de procesamiento de señales de ecos parásitos no terrestres (120).
8. Detector de blancos móviles según la reivindicación 2, en el que la información de ecos parásitos comprende un mapa de ecos parásitos de día despejado (148), un mapa dinámico de ecos parásitos (146) y un mapa meteorológico dinámico (150), y el módulo lógico de conmutación (114) está configurado para ejecutar una umbralización sobre cada uno de los mapas, combinar los resultados de la umbralización y seleccionar una de la vía de procesamiento de señales de ecos parásitos no terrestres (120) y la vía de procesamiento de señales de ecos parásitos terrestres (118) basándose en el resultado de la umbralización combinado.
9. Detector de blancos móviles según la reivindicación 2, en el que la vía de procesamiento de señales de ecos parásitos terrestres (118) comprende:
- un módulo de detección de CFAR (122) para procesar los diversos conjuntos de datos de entrada con el fin de proporcionar varias salidas de CFAR;
 - un módulo de fusión Doppler (124) para procesar las diversas salidas de CFAR con el fin de seleccionar la salida de CFAR más grande; y
 - un integrador binario (126) para proporcionar los primeros resultados de detección procesando varias salidas de CFAR más grandes seleccionadas con el fin de indicar una detección cuando una proporción mínima de las varias salidas de CFAR más grandes seleccionadas indica un blanco detectado pasando a través de un número específico de intervalos de procesamiento coherentes.
10. Detector de blancos móviles según la reivindicación 2, en el que el módulo de bancos de filtros Doppler (110) comprende un banco de filtros Doppler para condiciones despejadas (174), y un banco de filtros Doppler de ecos parásitos (172), en el que el banco de filtros Doppler para condiciones despejadas (174) está operativo cuando la celda de distancia actual está a una distancia mayor que un valor de distancia de transición máximo con un segmento de azimut correspondiente en una tabla de valores de distancias de transición (152), y en cualquier otro caso está operativo el banco de filtros Doppler de ecos parásitos (172).
11. Método de procesamiento de datos de radar de entrada para proporcionar datos de detección, comprendiendo el método:
- procesar los datos de radar de entrada para proporcionar varias salidas Doppler para una celda de distancia actual y un intervalo de procesamiento coherente;
 - determinar si existe un eco parásito terrestre para la celda de distancia actual basándose en información de ecos parásitos;
 - proporcionar unos primeros resultados de detección basándose en las diversas salidas Doppler a través de varios intervalos de procesamiento coherentes usando una vía de procesamiento de señales de ecos parásitos terrestres cuando se detecta un eco parásito terrestre para la celda de distancia actual;
 - proporcionar unos segundos resultados de detección basándose en las diversas salidas Doppler a través de varios intervalos de procesamiento coherentes usando una vía de procesamiento de señales de ecos parásitos no terrestres cuando no se detecta un eco parásito terrestre para la celda de distancia actual; y
 - combinar los primeros y segundos resultados de detección a través de una pluralidad de celdas de distancia.
12. Método según la reivindicación 11, en el que proporcionar los segundos resultados de detección comprende:

procesar varios conjuntos de datos de entrada relacionados con las diversas salidas Doppler para proporcionar datos de salida de pico seleccionando el conjunto de datos de entrada que tiene la potencia más grande;

5 integrar en vídeo los datos de salida de pico a través de varios intervalos de procesado coherentes para proporcionar datos integrados en vídeo; y

realizar una detección sobre los datos integrados en vídeo para generar los segundos resultados de detección.

10 13. Método según la reivindicación 12, en el que el método comprende además realizar una supresión de blancos cuyos ecos se reciben un tiempo de escucha tarde para reducir resultados de detección erróneos en los segundos resultados de detección.

15 14. Método según la reivindicación 12, en el que el método comprende además reducir ecos parásitos meteorológicos en los diversos conjuntos de datos de entrada antes del procesado para proporcionar los datos de salida de pico cuando se detecta un eco parásito meteorológico.

20 15. Método según la reivindicación 12, en el que la detección comprende realizar una detección de CFAR con promediado de celdas basada en un umbral de promedio de primera distancia y última distancia con picos editados, un umbral de valor escalado del mapa dinámico de ecos parásitos no terrestres para el píxel, un umbral del mapa de control temporal de sensibilidad digital basado en sección transversal mínima, y un umbral del mapa geo-censor.

25 16. Método según la reivindicación 12, en el que la información de ecos parásitos se almacena en una tabla de valores de distancias de transición que incluye por lo menos un valor de distancia de transición para cada segmento de azimut de los datos de radar.

17. Método según la reivindicación 12, que comprende además:

30 comparar con un umbral de ecos parásitos un nivel de ecos parásitos en una celda correspondiente a la celda de distancia actual de un mapa de ecos parásitos que tiene almacenada en el mismo la información de ecos parásitos;

35 en respuesta a que el nivel de ecos parásitos de la celda de distancia actual sea mayor que el umbral de ecos parásitos, seleccionar la vía de ecos parásitos terrestres; y

en respuesta a que el nivel de ecos parásitos de la celda de distancia actual sea menor que o igual al umbral de ecos parásitos, seleccionar la vía de ecos parásitos no terrestres.

40 18. Método según la reivindicación 12, en el que la información de ecos parásitos comprende un mapa de ecos parásitos de día despejado, un mapa dinámico de ecos parásitos y un mapa meteorológico dinámico, y el método comprende ejecutar una umbralización sobre cada uno de los mapas, combinar los resultados de la umbralización y usar una de la vía de ecos parásitos no terrestres y la vía de ecos parásitos terrestres basándose en el resultado de la umbralización combinado.

45 19. Método según la reivindicación 12, en el que proporcionar los primeros resultados de detección comprende:

realizar una detección de CFAR sobre los diversos conjuntos de datos de entrada para proporcionar varias salidas de CFAR;

50 procesar las diversas salidas de CFAR para seleccionar la salida de CFAR más grande; y

proporcionar los primeros resultados de detección procesando varias salidas de CFAR más grandes seleccionadas con el fin de indicar una detección cuando una proporción mínima de las diversas salidas de CFAR más grandes seleccionadas indica un blanco detectado.

55 20. Método según la reivindicación 12, en el que el método comprende usar uno de entre un banco de filtros Doppler para condiciones despejadas y un banco de filtros Doppler de ecos parásitos para proporcionar las diversas salidas Doppler, en el que el banco de filtros Doppler para condiciones despejadas se usa cuando la celda de distancia actual está a una distancia mayor que un valor de distancia de transición máximo con un segmento de azimut correspondiente en una tabla de valores de distancias de transición, y en cualquier otro caso se usa el banco de filtros Doppler de ecos parásitos.

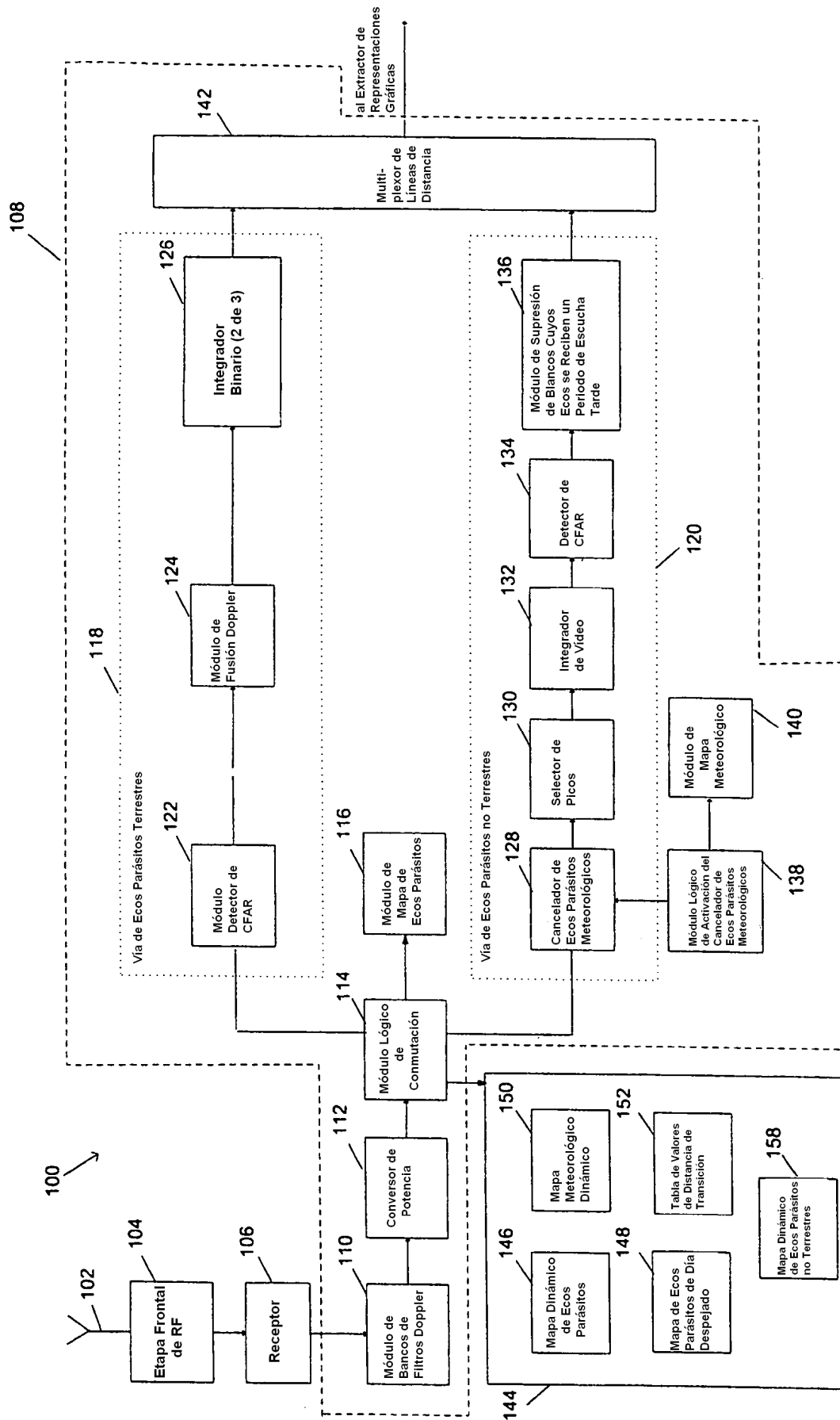


FIG. 1A

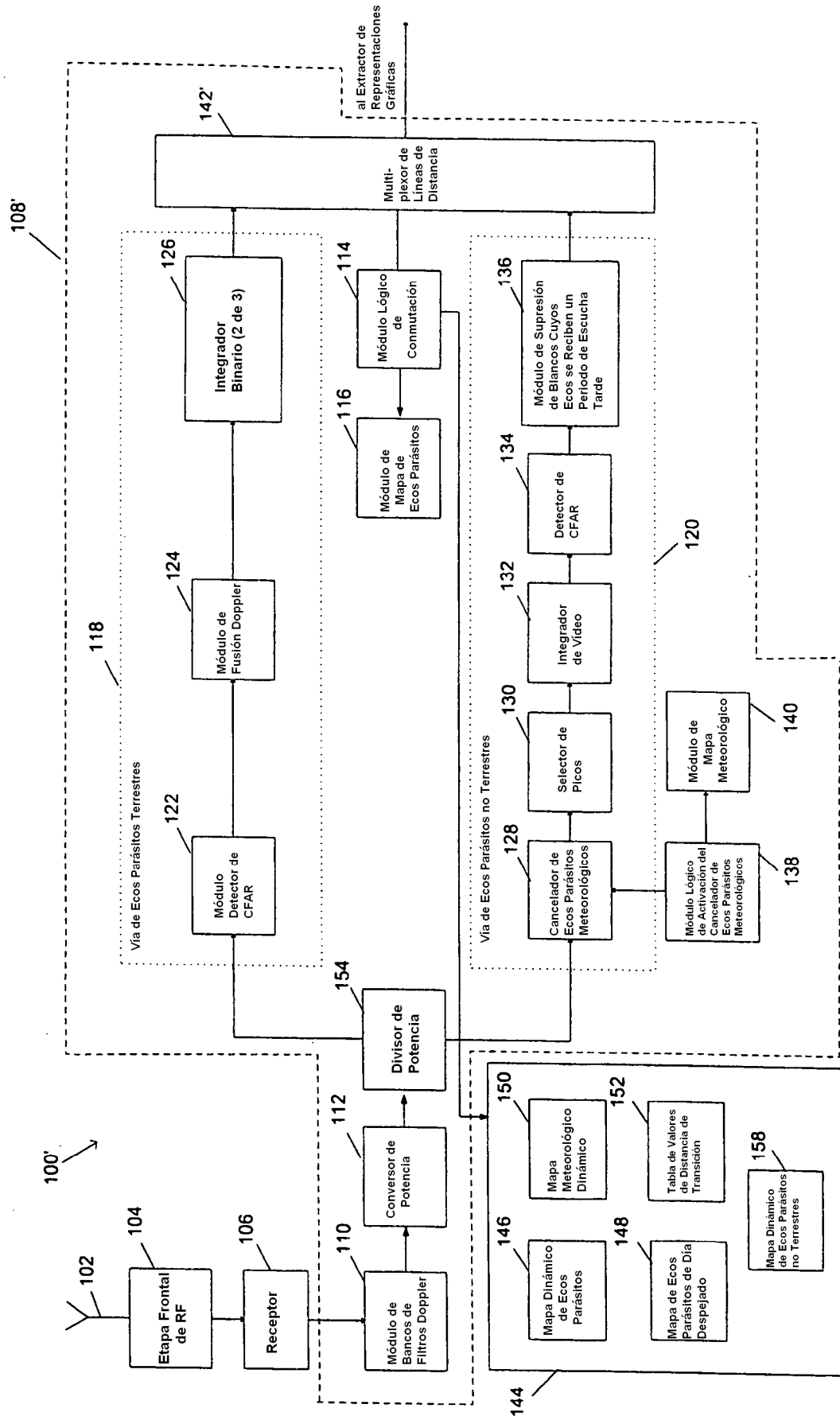


FIG. 1B

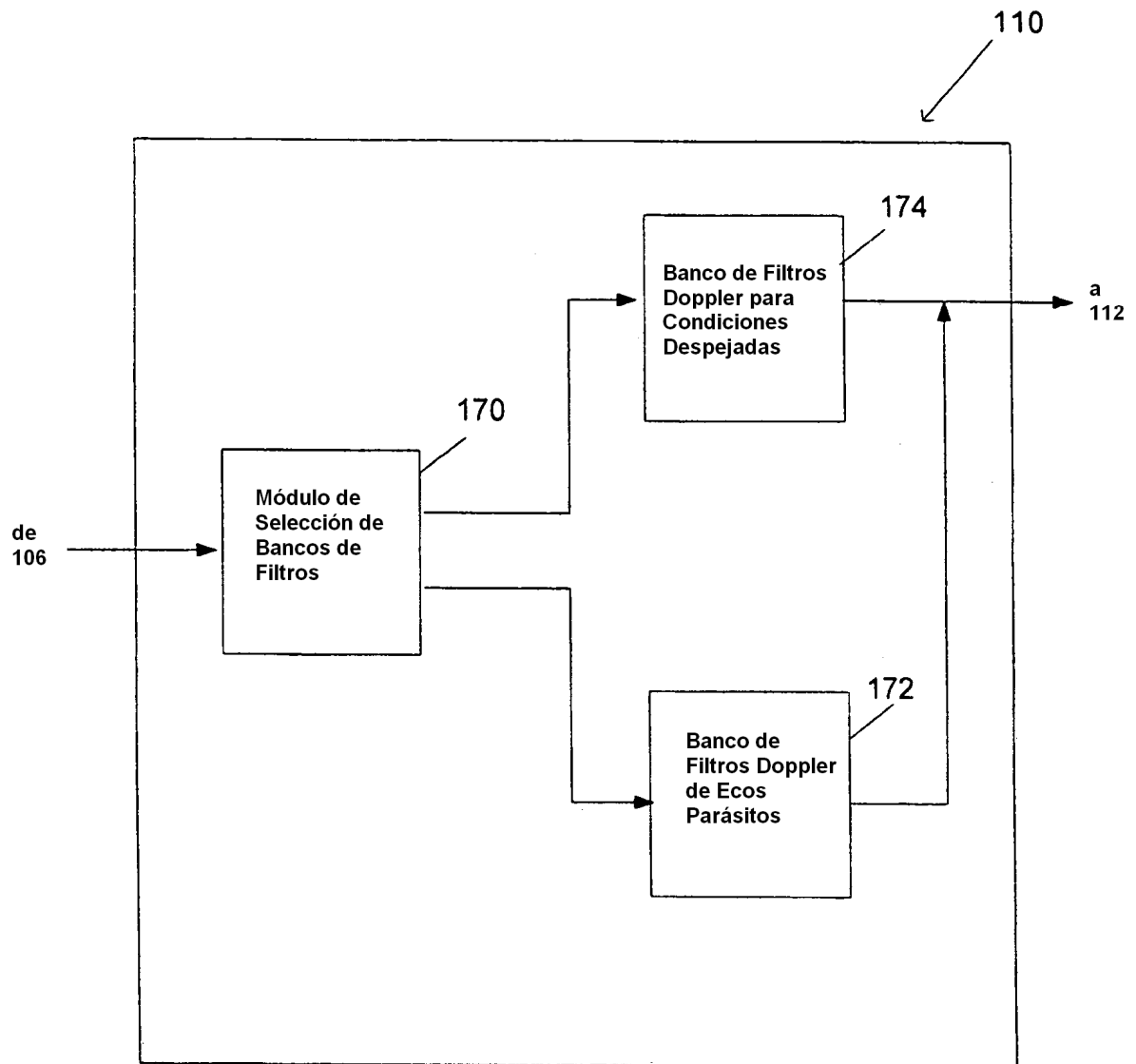


FIG. 1C

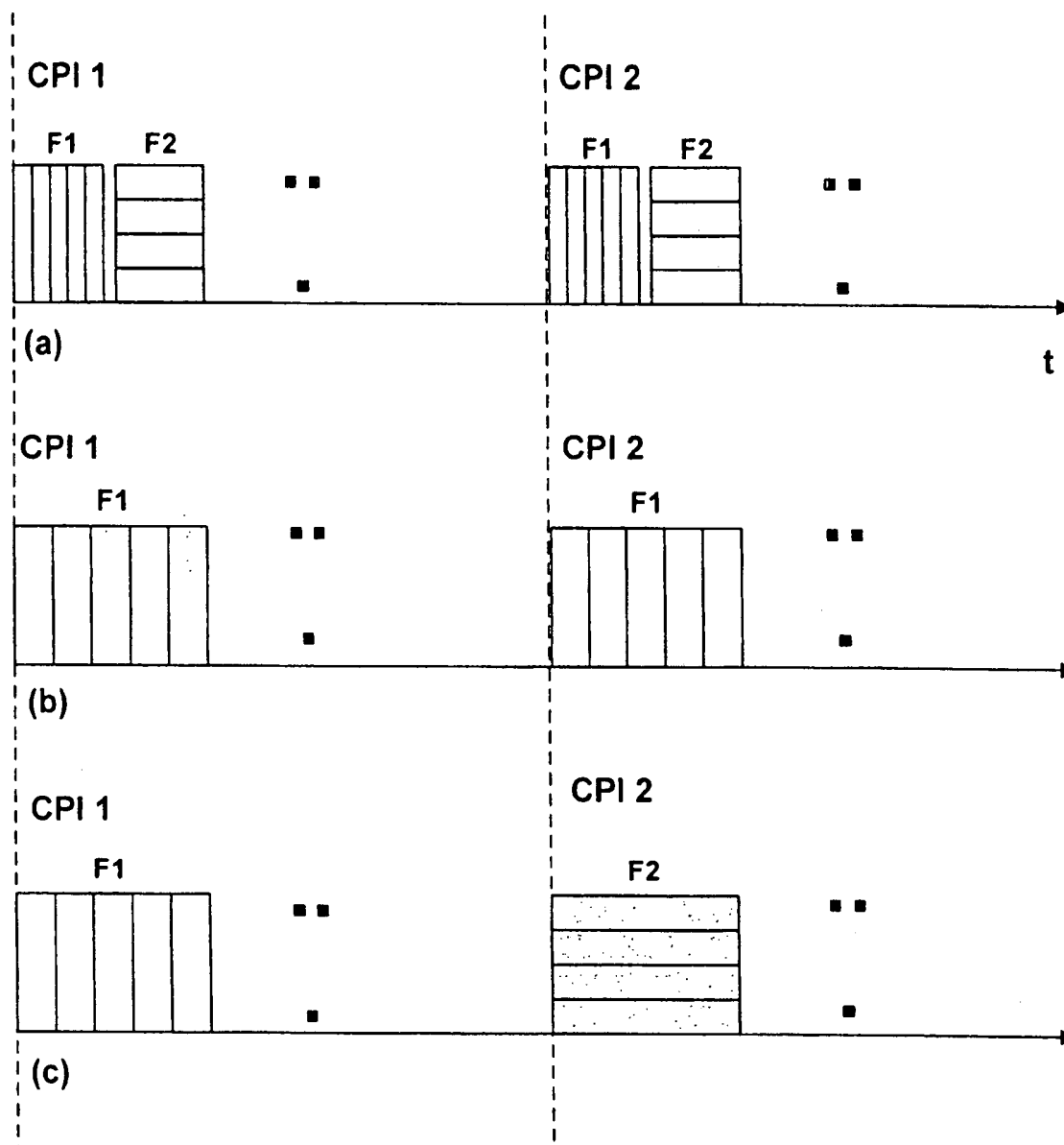


FIG. 2

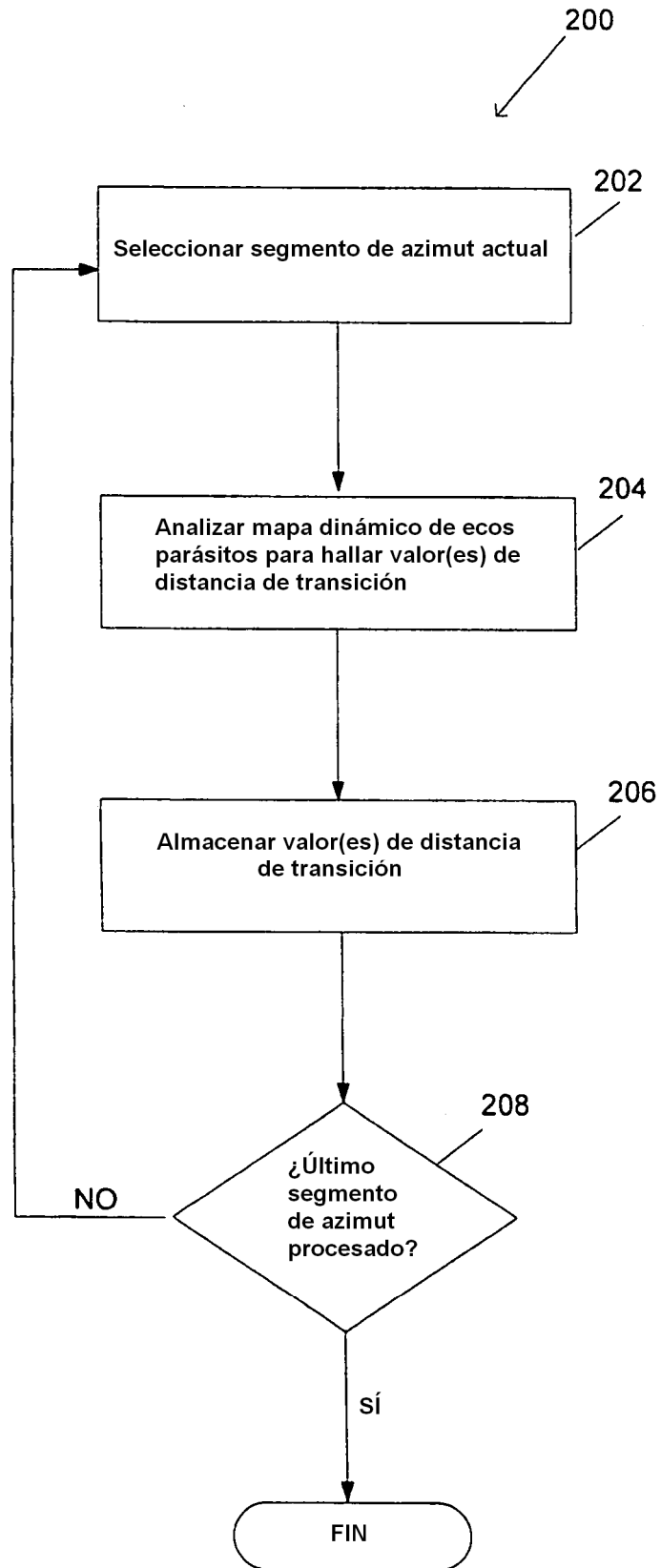


FIG. 3A

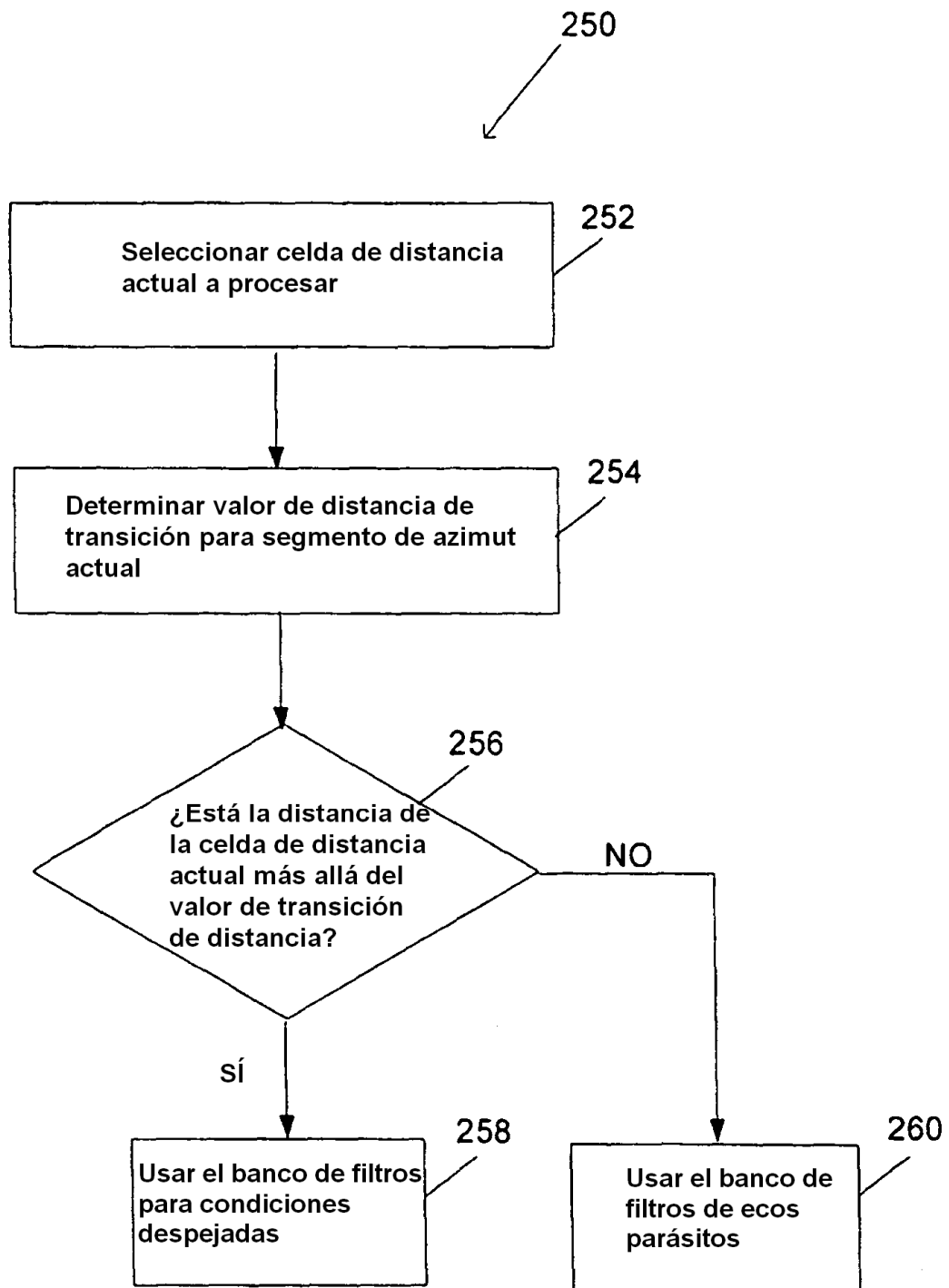


FIG. 3B

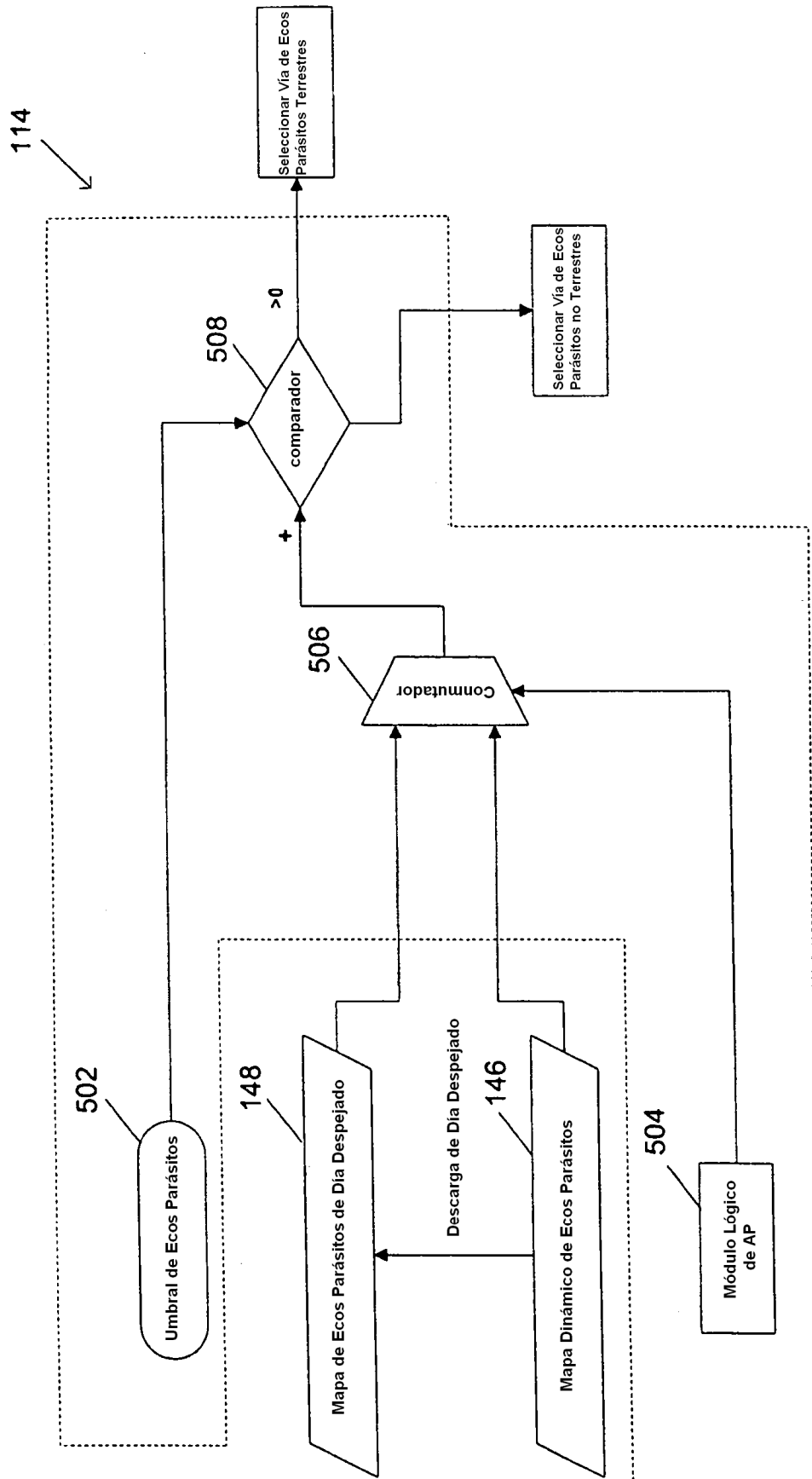


FIG. 4A

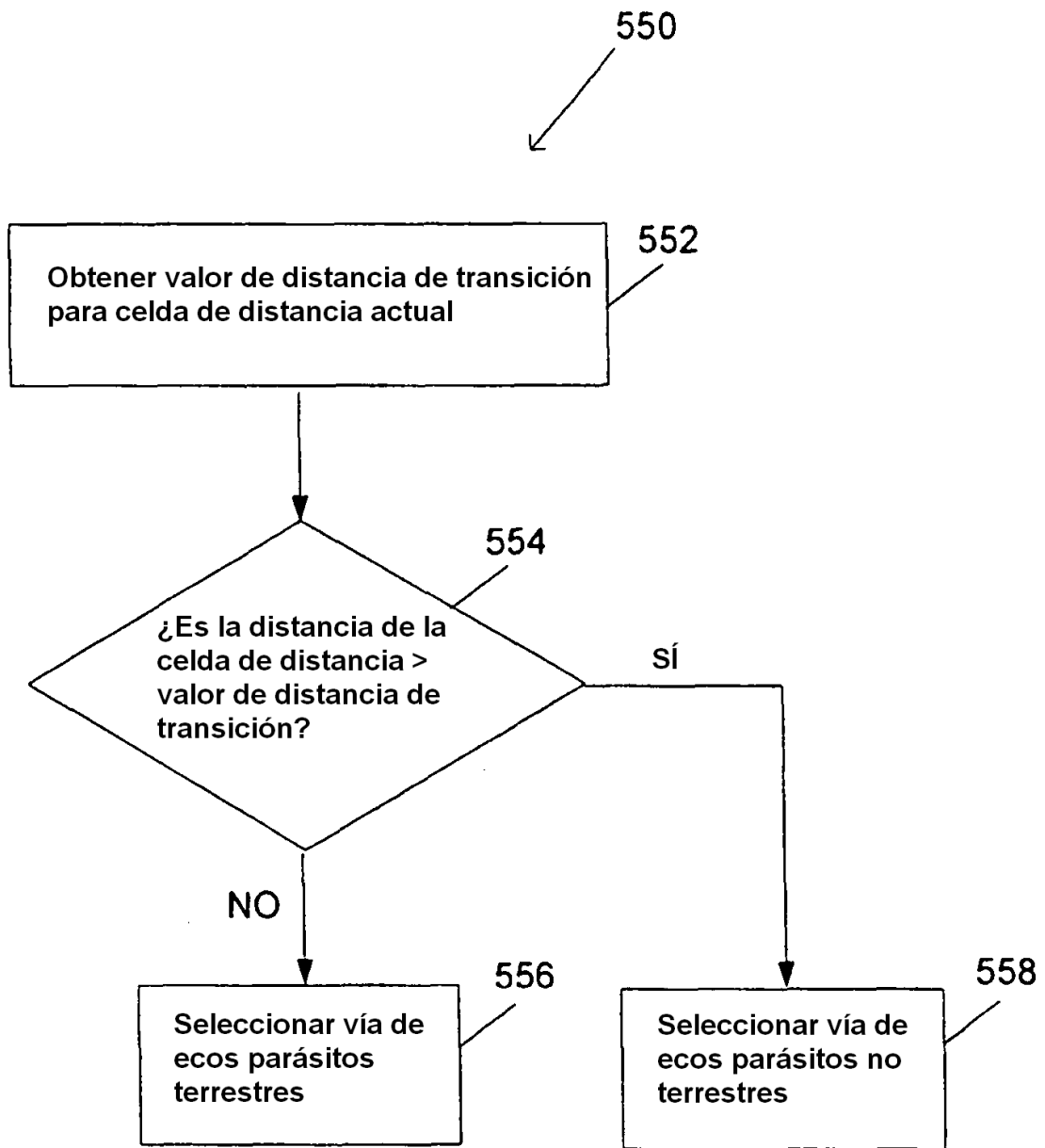


FIG. 4B

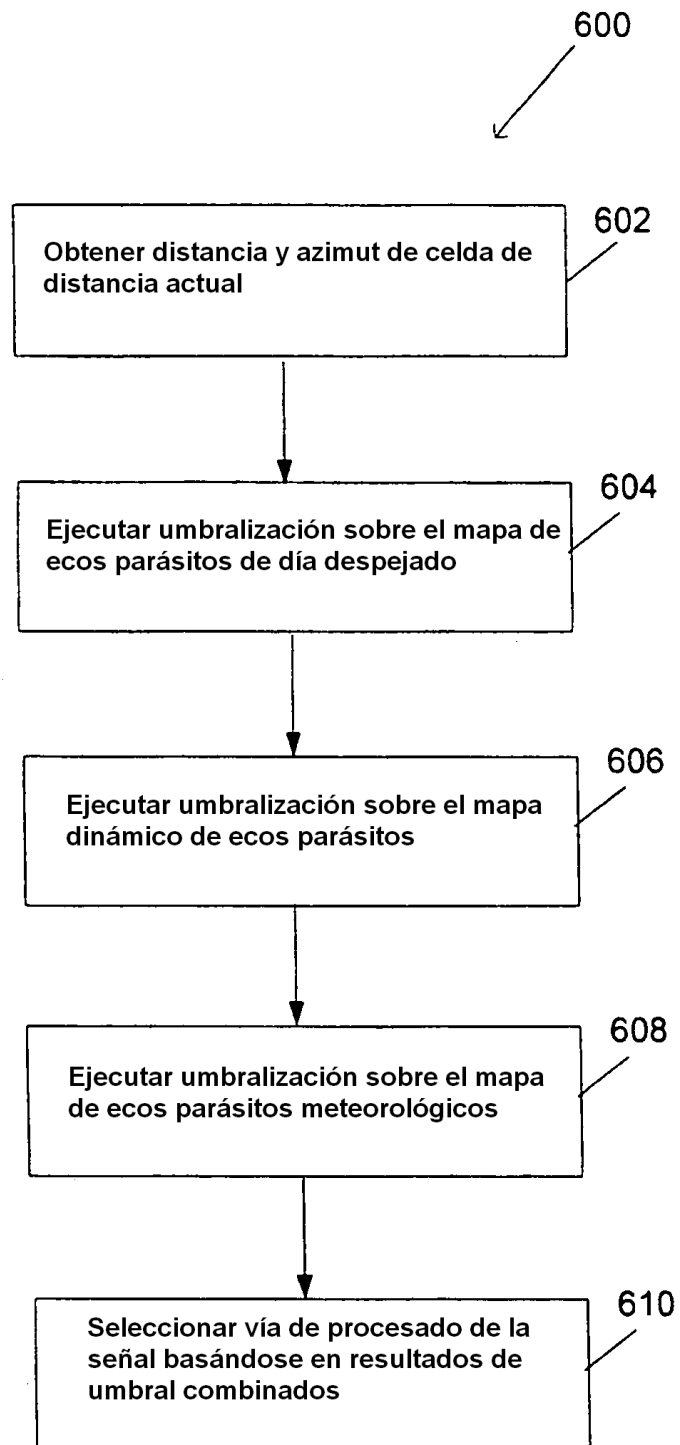


FIG. 4C

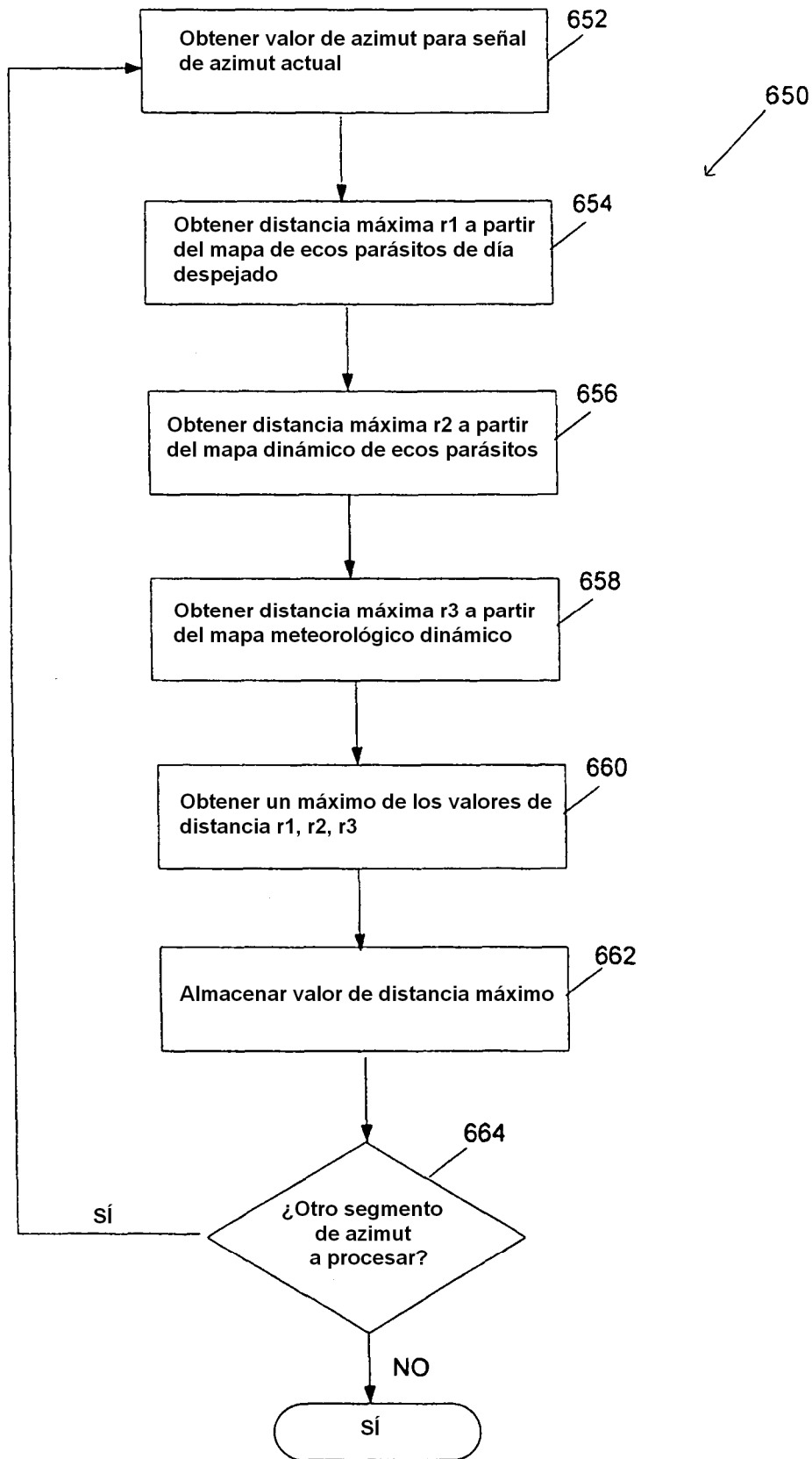


FIG. 5

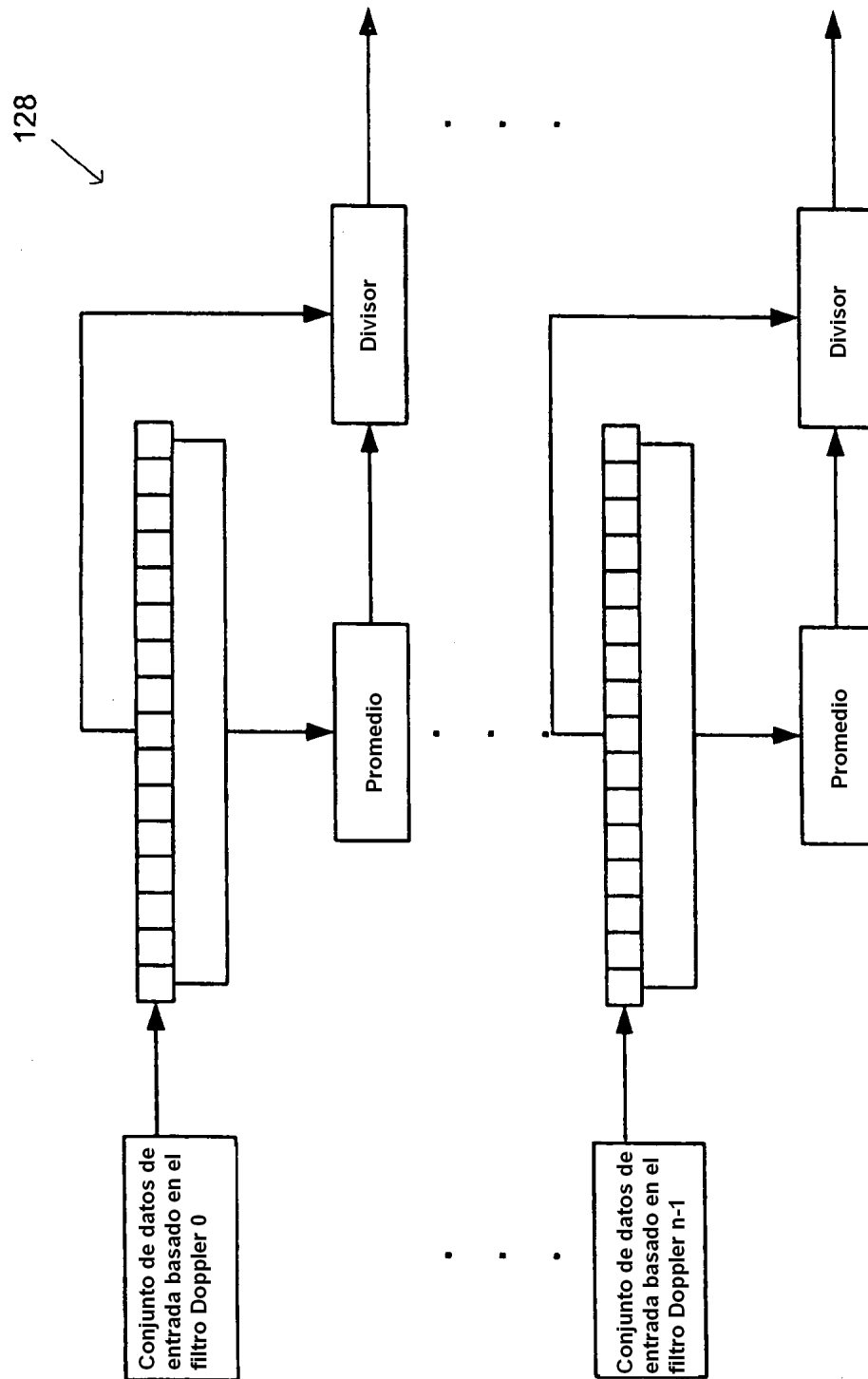


FIG. 6