

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 811 081**

51 Int. Cl.:

**G01S 13/28** (2006.01)

**G01S 7/288** (2006.01)

**G01S 13/524** (2006.01)

**G01S 13/58** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.10.2015** **E 15189031 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2020** **EP 3006954**

54 Título: **Codificador de señal de localización para un dispositivo de señal de localización y procedimiento asociado**

30 Prioridad:

**09.10.2014 DE 102014220536**

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

**10.03.2021**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**CRISTALLINI, DIEGO**

74 Agente/Representante:

**SALVÀ FERRER, Joan**

ES 2 811 081 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

Codificador de señal de localización para un dispositivo de señal de localización y procedimiento asociado

5 **[0001]** La presente invención se refiere a un codificador de señal de localización y a un dispositivo de localización con un codificador de señal de localización. Además, se muestran un procedimiento para codificar una señal de localización y un procedimiento para localizar un objeto. Las realizaciones ejemplares muestran un diseño de curva de señal para la monitorización simultánea de cerca a largo alcance de objetivos en movimiento muy rápido, por ejemplo, mediante radar.

10

**[0002]** Una señal que se transmite, por ejemplo, por un radar de alta frecuencia se refleja en un objetivo similar a un punto en movimiento muy rápido que está dispuesto a una distancia desconocida que va desde una distancia mínima  $R_{\text{NEAR}}$  a una distancia máxima  $R_{\text{FAR}}$ , y a continuación se transmite a través del radar recibido. Para contrarrestar la inevitable atenuación de la señal transmitida a través de la propagación bidireccional, se deberán transmitir señales largas, ya que el aumento en la potencia pico transmitida normalmente está limitado debido a restricciones tecnológicas. La señal de eco es una copia retardada y amortiguada de la señal transmitida y también está modulada en Doppler debido a la velocidad relativa entre el radar y el objetivo. La señal de eco en el receptor de radar se convierte a una frecuencia intermedia o de banda base y luego se muestrea digitalmente. La señal de eco digitalizada se comprime a distancia mediante filtrado adaptado o filtrado con un filtro óptimo (en inglés: *matched filter*) con una copia de la señal transmitida. Como resultado de la compresión del alcance, la respuesta de un objetivo puntual se comprime temporalmente. Esto significa que la energía de la señal recibida se concentra en un intervalo de tiempo corto, lo que resulta en una señal con picos en el tiempo. La compresión del alcance tiene la doble ventaja de mejorar la adquisición de objetivos (ya que la energía que se concentra en un pequeño intervalo de tiempo, la llamada relación señal/ruido, mejora) y permitir la distinción de objetivos estrechamente espaciados cuando se emiten señales largas. De hecho, se puede demostrar que el ancho de la señal comprimida en alcance desde un objetivo puntual no depende de la duración de la señal transmitida, sino que es inversamente proporcional al ancho de banda de la señal transmitida. En otras palabras, cuando se implementa la compresión del alcance, se logra una mejor resolución del alcance al aumentar el ancho de banda de la señal. Por estas razones, una curva de onda de radar común es la señal de modulación de frecuencia lineal (LFM, del inglés *linear frequency modulation*) (también conocida como señal *chirp*). Está formada por una señal sinusoidal que cubre todo el ancho de banda durante la duración del pulso o atraviesa todas las frecuencias que surgen.

**[0003]** En los sistemas de radar monostáticos (o cuasimonostáticos), las antenas utilizadas para la transmisión y la recepción son las mismas (o muy estrechamente espaciadas o estrechamente dispuestas una al lado de la otra), de modo que las fases de transmisión y recepción no pueden solaparse en el tiempo. En otras palabras, la recepción solo puede comenzar después del final de la transmisión. La recepción directa de la señal, que es una señal de transmisión fuerte debido a la corta distancia, puede incluso dañar la cadena de recepción del radar, que está diseñada para funcionar con señales que presentan niveles de potencia comparables al ruido térmico. El comienzo de la fase de recepción después del final de la transmisión crea los llamados alcances de radar ciego. En otras palabras, los objetivos demasiado cerca del radar pueden no ser detectados porque su señal de eco correspondiente se recibe mientras el radar continúa transmitiendo. Este problema es particularmente evidente en el caso de los sistemas de radar que transmiten pulsos muy largos o señales de localización, es decir, sistemas de radar que monitorizan hasta distancias muy lejanas. En otras palabras, los sistemas de radar diseñados para monitorizar alcances muy lejanos no pueden monitorizar simultáneamente alcances muy cercanos. Lo contrario también es cierto. Los radares que monitorizan a distancias muy cercanas requieren pulsos de transmisión muy cortos y, por lo tanto, no pueden enviar suficiente energía para detectar ecos de objetivos en distancias muy lejanas.

**[0004]** Los sistemas de radar generalmente miden no solo la distancia del objetivo, sino también su velocidad radial. Para esto, se utilizan radares pulsados, que transmiten una secuencia de pulsos en una dirección dada y miden la modulación Doppler de los ecos recibidos de pulso a pulso. El uso de una secuencia de pulsos también es necesario para mejorar la energía recogida por un objetivo dado, lo que aumenta su detectabilidad. Más específicamente, la frecuencia de envío de pulsos se conoce como la frecuencia de repetición de pulsos (PRF, del inglés *pulse repetition frequency*). El valor PRF seleccionado establece los intervalos para una medición clara de la frecuencia Doppler. El inverso de la PRF también determina el alcance inequívoco máximo. La selección de la PRF también afecta la selección de la duración del pulso transmitido. De hecho, debido a limitaciones tecnológicas, el producto de la PRF y la duración del pulso, el llamado ciclo de trabajo, deberán mantenerse por debajo de un cierto umbral (el 25 % es un valor típico) para evitar el sobrecalentamiento de los componentes del hardware de transmisión.

**[0005]** Como resultado, un sistema de radar que quiere monitorizar objetos muy distantes requiere pulsos muy largos y también un valor PRF muy bajo. Esto implica un alcance ciego o indetectable muy largo y también implica una medición ambigua de la frecuencia Doppler (y, por lo tanto, la velocidad radial) para objetivos que se mueven rápidamente. Por lo tanto, el uso de un diseño de curva de señal de radar convencional evita la monitorización simultánea e inequívoca desde un alcance muy cercano a uno muy lejano.

65 **[0006]** El documento XP32724747 «M-FSK Intrapulse Modulation Analysis By Subspectral Decomposition

Method» muestra un análisis de modulación intrapulso de una señal detectada con un receptor inteligente. Se obtiene una firma de fuente de señal mediante la modulación por desplazamiento de frecuencia.

5 **[0007]** El documento EP 1 457 789 A2 muestra un procedimiento para transmitir señales de radar. El procedimiento comprende enviar una serie de pulsos, donde cada pulso está separado en el tiempo por un periodo interpulso. Además, cada pulso de la serie se modula con un carácter distinto de un primer código.

10 **[0008]** La publicación XP055246981 «A Study of a Class of Detection Waveforms having Nearly Ideal Range-Doppler Ambiguity Properties» muestra un procesamiento coherente de formas de onda, las cuales presentan secuencias de impulso uniformes de salto de frecuencia. Los parámetros de la secuencia de impulso se pueden seleccionar de modo que una respuesta Doppler sea claramente coherente con el tiempo total de transmisión y el ancho de banda.

15 **[0009]** El documento EP 1 804 077 A1 muestra un sistema y un procedimiento para detectar fenómenos meteorológicos mediante la emisión de una secuencia de pulsos, donde cada pulso presenta un alcance largo y un alcance corto. Los ecos se obtienen en función de la secuencia de los pulsos. Un filtro puede ahora obtener una señal de ambigüedad de esto.

20 **[0010]** El documento US 2012/0055250 A1 muestra un procedimiento de ultrasonido que recibe una señal de ultrasonido codificada en al menos dos receptores y genera dos señales recibidas.

25 **[0011]** La publicación XP11027107 «Diversity Waveform Sets for Delay-Doppler Imaging» muestra un sistema de medición Doppler de retraso de eco de pulso, como un radar o un sonar activo, que mide un entorno al ser iluminado por radiación electromagnética o acústica.

**[0012]** Por lo tanto, el objeto de la presente invención es crear un concepto mejorado para localizar objetos, por ejemplo por medio de un radar.

30 **[0013]** Este objetivo se resuelve por el objeto de las reivindicaciones independientes. Los perfeccionamientos según la invención están definidos en las reivindicaciones dependientes.

35 **[0014]** Las realizaciones ejemplares muestran un codificador de señal de localización para un dispositivo de localización que funciona en base a una señal de localización con una primera subseñal y una segunda subseñal. El codificador de señal de localización está diseñado para codificar la señal de localización en una primera y una segunda subárea, donde la codificación de la primera subseñal, que ocupa la primera subárea y una sección de la segunda subárea, comprende un primer parámetro de codificación y la codificación de la segunda subseñal, que ocupa el resto de la segunda subárea, un segundo parámetro de codificación.

40 **[0015]** La invención se basa en el hallazgo de que la medición de la localización y la velocidad de un objeto de movimiento muy rápido con una señal de transmisión codificada o modulada correspondientemente es posible simultáneamente en un alcance cercano y lejano. La señal de transmisión está diseñada de tal manera que tiene dos subseñales ortogonales entre sí. Además, la señal de transmisión comprende una primera y una segunda subárea, donde la segunda subárea comprende una sección posterior de la primera subseñal y la segunda subseñal. Las subseñales que son ortogonales entre sí dan como resultado que la segunda subárea sea ortogonal a cada parte posible de la señal de localización. Por ejemplo, la sección posterior es ortogonal a cada posible señal de localización reflejada. La señal de localización reflejada puede, p. ej., digitalizarse de manera que la subárea posterior sea ortogonal a una secuencia de cada intervalo de tiempo recibido posible o a una señal recibida que consista en cualquier número de intervalos de tiempo. Esto permite que los objetos se ubiquen en un alcance cercano y lejano. La ortogonalidad de las dos subseñales se realiza codificando las dos subseñales con un código que difiera entre una y otra. Un procedimiento de codificación inteligente también permite la determinación de la frecuencia Doppler y, por lo tanto, la velocidad del objeto detectado y su distancia. De este modo, se pueden superar las limitaciones mencionadas anteriormente de la supervisión simultánea e inequívoca de alcance cercano a lejano de objetivos en movimiento muy rápido.

55 **[0016]** Las realizaciones ejemplares muestran un codificador de señal de localización, donde la primera y la segunda subáreas tienen el mismo ancho de banda. Además, la señal de localización codificada en la segunda subárea es ortogonal a cada parte posible de la señal de localización. Esto, en combinación con la ortogonalidad, es ventajoso ya que la recepción de la segunda subseñal sola es suficiente para permitir que se detecte la mejor resolución de alcance posible del objeto.

60 **[0017]** Las realizaciones ejemplares muestran el codificador de señal de localización, que codifica la primera subseñal y la segunda subseñal con un código de distinta longitud. Además, el codificador de señal de localización puede diseñarse para codificar la señal de localización utilizando un procedimiento de codificación de frecuencia modulada, por ejemplo, un código Costas. Un primer código Costas puede codificar en consecuencia la primera subseñal de la señal de localización y un segundo código Costas puede codificar la segunda subseñal de la señal de

localización. El uso de un código Costas es ventajoso ya que, además de la buena resolución espacial ya descrita debido a la ortogonalidad de las subseñales de la señal de transmisión entre sí, también es posible la buena resolución de frecuencia en el alcance de la frecuencia Doppler o el cambio Doppler.

5 **[0018]** Según realizaciones ejemplares, el codificador de señal de localización puede diseñarse para seleccionar la duración de una sección de tiempo modulada con la misma frecuencia para que sea menor de una quinta parte o menor de la quincuagésima o menor de la centésima parte de la duración del periodo de la señal de localización. En el caso de una duración de subpulso corta (en inglés: *sub-pulse* o *sub-carrier duration*), es ventajoso en comparación con la señal de transmisión que se mejore la relación pico a lóbulo lateral (en inglés: *peak-to-sidelobe ratio*) de la función de ambigüedad.

15 **[0019]** Otras realizaciones ejemplares describen un dispositivo de localización con un codificador de señal de localización y un receptor de señal de localización, que está diseñado para recibir una señal de localización que se generó con un codificador de señal de localización. Además, el dispositivo de localización comprende un comparador de señales de localización, que está diseñado para comparar la señal de localización recibida con la señal de localización transmitida, por ejemplo, para llevar a cabo una correlación cruzada. Según otras realizaciones ejemplares, el dispositivo de localización puede comprender un generador de señal de localización que está diseñado para generar una señal de localización con una primera y una segunda subseñal ortogonal a la primera subseñal.

20 **[0020]** Otras realizaciones ejemplares muestran el dispositivo de localización con un determinante de posición y/o un determinante de velocidad, que está diseñado para determinar una posición o una velocidad de un objeto donde se refleja la señal de localización transmitida, mediante una señal de salida del comparador de señales de localización.

25 **[0021]** Una realización ejemplar adicional muestra un procedimiento para codificar una señal de localización con una primera y una segunda subseñal ortogonal a la primera subseñal, con la codificación de la señal de localización con un codificador de señal de localización en una primera y segunda subárea, donde la codificación de la primera subseñal que ocupa la primera subárea y una sección de la segunda subárea, comprende un primer parámetro de codificación y la codificación de la segunda subseñal, que ocupa el resto de la segunda subárea, un segundo parámetro de codificación.

30 **[0022]** Las realizaciones ejemplares describen un procedimiento para localizar un objeto a partir de la recepción de una señal de localización con un receptor de señal de localización y la comparación de la señal de localización recibida con la transmitida mediante un comparador de señales de localización.

35 **[0023]** Ejemplos de realización preferidos de la presente solicitud se explican más en detalle a continuación en referencia a los dibujos adjuntos. Muestran:

40 La figura 1: una representación esquemática de un codificador de señal de localización para un dispositivo de localización;

La figura 2: un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo de localización;

45 La figura 3: un diagrama de tiempo esquemático de una transmisión de pulso largo y la recepción de un eco de largo alcance;

La figura 4: un diagrama de tiempo esquemático de una transmisión de pulso largo y la recepción de un eco de corto alcance;

50 La figura 5: una ilustración esquemática de una señal de localización;

Las figuras 6a-d: una representación esquemática de una señal de localización transmitida con las señales de localización recibidas asociadas que un objeto refleja desde tres distancias distintas;

55 La figura 7: un diagrama esquemático de frecuencia de tiempo de un código Costas;

La figura 8: una función de ambigüedad del código Costas  $C_{1,(6)}$  de longitud  $N = 6$ , que tiene en cuenta los cambios temporales de un múltiplo de un subpulso;

60 La figura 9: una ilustración esquemática de una señal de localización codificada Costas ejemplar con una concatenación de  $M = 2$  códigos Costas distintos a lo largo del tiempo;

La figura 10: la curva de señal esquemática de la señal reflejada de un objeto en el alcance cercano ( $R_{\text{NEAR}}$ ) de la figura 6b en una función de ambigüedad esquemática a lo largo del tiempo y la frecuencia Doppler;

65 La figura 11: la curva de señal esquemática de la señal reflejada de un objeto en el área entre  $R_{\text{NEAR}}$  y  $R_{\text{FAR}}$  de la

figura 6c en una función de ambigüedad esquemática a lo largo del tiempo y la frecuencia Doppler;

La figura 12: la curva de señal esquemática de la señal reflejada de un objeto en el alcance lejano ( $R_{\text{FAR}}$ ) de la figura 6d en una función de ambigüedad esquemática a lo largo del tiempo y la frecuencia Doppler;

5

La figura 13: una representación esquemática del PSLR a lo largo del alcance;

La figura 14: un diagrama de bloques esquemático de un procedimiento para codificar una señal de localización; y

10 La figura 15: un diagrama de bloques esquemático de un procedimiento para localizar un objeto.

En la descripción siguiente de las figuras elementos iguales o de igual efecto se proveen con las mismas referencias, de modo que su descripción se puede intercambiar entre sí en los diferentes ejemplos de realización.

15 **[0024]** La figura 1 muestra una ilustración esquemática de un codificador de señal de localización 5 para un dispositivo de localización. El codificador de señal de localización 5 funciona con una señal de localización 7 que tiene una primera subseñal 20 y una segunda subseñal 25 ortogonal a la primera subseñal 20. El codificador de señal de localización 5 está diseñado para codificar la señal de localización 7 en una primera y una segunda subárea 10, 15, como resultado de lo cual se puede generar la ortogonalidad. La codificación de la primera subseñal 20, que ocupa la primera subárea 10 y una parte de la segunda subárea 15, comprende un primer parámetro de codificación 30. La codificación de la segunda subseñal 25, que ocupa el resto de la segunda subárea 15, comprende un segundo parámetro de codificación 35. La señal de localización 7 codificada en la segunda subárea 15 también es ortogonal a cada parte posible de la señal de localización 7, ya que las subseñales 20, 25 ya son ortogonales entre sí. La señal de localización 7 puede ser una señal de radar o un pulso de radar que tenga las propiedades mencionadas anteriormente.

20 **[0025]** En otras palabras, la señal de localización 7 es una concatenación de subseñales ortogonales 20, 25. Las subseñales 20, 25 están codificadas o moduladas con un código que difiere entre unas y otras. Como código, p. ej., se puede usar un código Costas que tenga la longitud adecuada para la codificación. Además, la señal de localización 7 puede dividirse en dos áreas, una primera subárea y una segunda subárea 10, 15. La primera subárea 10 es preferiblemente una parte frontal y la segunda subárea 15 es una parte posterior. Sin embargo, el orden también se puede revertir. La subárea posterior es la parte en la señal de localización 7 que es ventajosa, p. ej., en el caso de la localización por radar para la detección de un objeto. Por lo tanto, las señales describen un código Costas completo, mientras que las áreas definen la especificación para la localización del objeto.

35

**[0026]** Las realizaciones ejemplares muestran que la primera y la segunda subseñales 20 y 25 (y, por lo tanto, también la señal de localización 7 codificada en las subáreas primera y segunda 10, 15) presentan el mismo ancho de banda, donde las desviaciones de los anchos de banda de las dos subseñales que ocurran dentro del ejemplo de aplicaciones de radar de tolerancia habitual se consideran del mismo ancho de banda. Se da el mismo ancho de banda, p. ej., si el ancho de banda de la segunda subseñal se desvía del ancho de banda de la primera subseñal, por ejemplo, en un máximo del 1 % o un máximo del 3 % o un máximo del 5 %. La resolución del alcance completa de un objeto se puede lograr incluso aunque se coloque tan cerca del dispositivo de localización (p. ej., a una distancia  $R_{\text{NEAR}}$ ), que después de que se haya enviado la señal de localización, solo se pueda recibir la reflexión de la segunda subárea 15 del dispositivo de localización. La segunda subárea 15 o la subárea posterior comprende la subseñal completa 25, que presenta el ancho de banda completo de la señal de transmisión 7. En otras palabras, la segunda subseñal 25 debería ser más corta que la segunda subárea 15. Por lo tanto, ya se puede lograr una resolución de alcance completa al recibir la subárea posterior 15.

50 **[0027]** Como se mencionó, la señal de localización 7 está codificada. Según realizaciones ejemplares, la primera subseñal 20 y la segunda subseñal 25 están codificadas con un código de distinta longitud. Se puede utilizar un procedimiento de codificación de modulación de frecuencia, por ejemplo, un código Costas, para codificar la señal de localización 7. En consecuencia, la primera subseñal 20 de la señal de localización 7 puede codificarse con un primer código Costas y la segunda subseñal 25 de la señal de localización 7 con un segundo código Costas. Además de la buena resolución espacial ya descrita, la codificación de la señal de localización 7 con un código que presenta una función de ambigüedad de chincheta (en inglés: *thumbtack ambiguity function*), como, p. ej., un código Costas, también permite una buena resolución de la frecuencia Doppler. La combinación de las dos propiedades permite determinar un objeto de movimiento rápido enviando una señal de localización en la distancia y, derivada de la frecuencia Doppler, en la velocidad. La calidad de la función de ambigüedad puede mejorarse aún más al seleccionar la duración de una sección de tiempo modulada con la misma frecuencia para que sea menor de una quinta o menor de una quincuagésima o menor de una centésima parte de la duración del periodo de la señal de localización. En otras palabras, la duración del subpulso deberá mantenerse corta en comparación con el periodo de la señal de localización para mantener la relación pico a lóbulo lateral de la función de ambigüedad lo suficientemente baja. Esto se explicará con más detalle más adelante con referencia a la figura 8. También se deberá tener en cuenta que la primera subárea 10 puede ser una parte anterior (*fore part*) de la señal de localización 7 y la segunda subárea 15 puede ser una subseñal posterior (*aft part*) de la señal de localización 7, o que la primera subárea 10 es la parte posterior de la señal

65

de localización 7 y la segunda subárea 15 es la parte anterior de la señal de localización 7.

**[0028]** La figura 2 muestra un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo de localización 40. El dispositivo de localización 40 comprende el codificador de señal de localización 5 descrito mediante la figura 1 y un receptor de señal de localización 45, que está diseñado para recibir la señal de localización 7, que se generó con el codificador de señal de localización 5. Además, el dispositivo de localización 40 puede comprender un comparador de señales de localización 50, que está diseñado para llevar a cabo una correlación cruzada de la señal de localización recibida 7b con la señal de localización transmitida 7a. La función de ambigüedad puede derivarse de la correlación cruzada o, en general, de la comparación de la señal de localización transmitida 7a y la señal de localización recibida 7b, que se muestra en distintas realizaciones en las figuras 8 y 10-12. Si la señal de localización transmitida 7a está codificada, por ejemplo, por un código Costas, la función de ambigüedad puede usarse para determinar directamente la distancia y la frecuencia Doppler y, a partir de estas, la velocidad de un objeto a detectar.

**[0029]** Otras realizaciones ejemplares muestran el dispositivo de localización 40 con un generador de señal de localización 52, que está diseñado para generar una señal de localización 7a con una primera y una segunda subseñal 25 ortogonales a la primera subseñal 20 (véase la figura 1).

**[0030]** Otras realizaciones ejemplares muestran el dispositivo de localización 40 con un determinante de posición 55, que está diseñado para determinar la posición de un objeto donde la señal de localización transmitida 7a se refleja mediante una señal de salida 60 del comparador de señales de localización 50. El determinante de posición puede localizar un objeto mediante una función de ambigüedad y determinar la posición de un objeto que haya reflejado la señal de localización transmitida 7a mediante un cambio en el valor máximo. En las figuras 10-12 se muestra una función de ambigüedad a modo de ejemplo.

**[0031]** Las realizaciones ejemplares muestran además un determinante de velocidad 65, que está diseñado para determinar la velocidad de un objeto, en el que se refleja la señal de localización transmitida 7a mediante la señal de salida 60 del comparador de señales de localización 50. La determinación de la velocidad es similar a la determinación de la posición mediante la función de ambigüedad. Por ejemplo, una posición relativa al dispositivo de localización 40 se puede leer en un eje X de la función de ambigüedad y la frecuencia Doppler, a partir de la cual se puede derivar la velocidad del objeto a detectar, se puede leer en un eje Y de la función de ambigüedad. También es posible una asignación inversa de los ejes con respecto a la posición relativa y la frecuencia Doppler.

**[0032]** Análogamente al receptor de señal de localización 45, que puede recibir una señal de localización 7b, el dispositivo de localización 40 puede comprender un transmisor de señal de localización 70 que transmita la señal de localización 7a.

**[0033]** La figura 3 muestra un diagrama de tiempo esquemático de una transmisión de un pulso largo, por ejemplo, la señal de localización transmitida 7a (pulso TX o señal transmitida), que fue generada por el codificador de señal de localización 5 descrito en la figura 1. La figura 3 también muestra la recepción de un eco de largo alcance, por ejemplo, la señal recibida 7b (pulso RX o señal recibida). La señal de localización transmitida 7a y la señal de localización recibida 7b se muestran mediante la figura 2 con referencia al dispositivo de localización 40. La marca «RX comienza» muestra el momento desde el cual un dispositivo de localización 40 está listo para recibir una señal de localización reflejada 7b. El momento desde el cual la señal reflejada 7b puede llegar al dispositivo de localización

$$T_p = \frac{2 \times R_{FAR}}{c}$$

se denomina  $T_p$  y se calcula según  $T_p = \frac{2 \times R_{FAR}}{c}$ , donde  $R_{FAR}$  es la distancia mínima de un objeto para el cual el dispositivo de localización puede recibir nuevamente el impulso transmitido completo.  $c$  también describe la velocidad de propagación de la señal de localización transmitida 7a, p. ej., aproximadamente la velocidad de la luz en condiciones estándar en el aire.

**[0034]** Para maximizar la energía enviada al objetivo de largo alcance, la duración del pulso transmitido se establece un poco más corta que el tiempo de circulación de la señal reflejada por el objetivo más distante. En otras palabras, la brecha de tiempo entre el final de la transmisión y el comienzo de la recepción se reduce debido a limitaciones tecnológicas. Al seleccionar adecuadamente la modulación de pulso, los objetivos u objetos con el  $R_{FAR}$  de mayor alcance se pueden procesar con un filtro que se adapte a todo el pulso transmitido, lo que proporciona una ganancia de compresión del alcance adecuada o una buena resolución y una buena relación pico a lóbulo lateral. Este caso se muestra en la figura 3. Si se recibe un eco desde un destino más cercano en la misma situación, solo una parte del pulso transmitido está disponible en la recepción (véase la figura 4). En el último caso, cada eco de rango podría filtrar adaptado con la parte visible correspondiente del pulso recibido o filtrar con un filtro óptimo (en inglés: *matched filter*), lo que conduce a un esquema de procesamiento aritméticamente intensivo (por ejemplo, cada alcance deberá tener su propia función de referencia de filtro adaptada o su propio filtro óptimo).

**[0035]** Alternativamente, se puede considerar un filtro que no coincida, es decir, ningún filtro óptimo, donde todos los ecos de alcance se filtren con una función de referencia única. Antes de aplicar esta segunda estrategia, se deberán analizar cuidadosamente las pérdidas por falta de ajuste referentes al deterioro de SNR, la resolución y la

relación pico a lóbulo lateral (PSLR). Si estas pérdidas por falta de ajuste son aceptables, el esquema de compresión del alcance no se ve comprometido (es decir, se utiliza una única función de referencia basada en la señal transmitida para la compresión del alcance). En este caso, por supuesto, se deberá trazar una curva de señal adecuada. El pulso transmitido se divide convenientemente en dos partes o áreas, a saber, una parte anterior y posterior 10, 15, como se ilustra en la figura 5.

**[0036]** La figura 4 muestra un diagrama de tiempo esquemático de una transmisión de un pulso largo, por ejemplo, la señal de localización transmitida 7a, y la recepción de un eco de corto alcance, por ejemplo, parte de la señal de localización recibida 7b. Como ya se describió, el caso mostrado en la figura 4 ocurre cuando un objeto se coloca más cerca del dispositivo de localización que  $R_{FAR}$ . Como el dispositivo de localización no puede transmitir y recibir simultáneamente, el dispositivo de localización solo puede recibir o procesar una parte de la señal de localización reflejada 7b.

**[0037]** La figura 5 muestra una ilustración esquemática ejemplar de la señal de localización 7. La señal de localización 7 se divide en la primera subárea 10, aquí representada como parte anterior (*fore part*), y una segunda subárea 15, aquí representada como parte posterior (*aft part*). La parte posterior 15 presenta una duración de

$$\Delta T_p = \frac{2 \times R_{NEAR}}{c}$$

, que se describe por la velocidad de propagación de la señal de localización y la distancia  $R_{NEAR}$  del

$$T_p = \frac{2 \times R_{FAR}}{c}$$

próximo objeto posible a detectar. Toda la señal de localización 7 tiene una longitud de  $T_p$ , donde  $c$  a su vez describe la velocidad de propagación de la señal de localización y  $R_{FAR}$  es una distancia de un objeto, donde el dispositivo de localización puede recibir por completo su señal de localización reflejada.

**[0038]** Según realizaciones ejemplares, la duración total del pulso  $T_p$  se elige para que sea la misma que el tiempo de ida y vuelta de la señal desde el radar hasta el objetivo más alejado (o algo más corto) y viceversa, mientras que se elige la duración  $\Delta T_p$  de la parte posterior 15 para que sea la misma que el tiempo de circulación de la señal desde el radar hasta el siguiente objetivo de interés (o algo más largo) y de vuelta al dispositivo de localización. Además, se proporciona lo siguiente según realizaciones ejemplares: (i) la parte posterior 15 muestra el ancho de banda completo de todo el pulso 7 (por ejemplo, en el tiempo  $\Delta T_p$ , el mismo ancho de banda deberá abarcar como en  $T_p$ ); (ii) la parte posterior es ortogonal a todas las fracciones posibles de la parte anterior. Las fracciones son, por ejemplo, componentes de señal en intervalos de tiempo o segmentos de tiempo de una señal digitalizada, que se generan al muestrear la señal analógica. El requisito de ortogonalidad se relaciona en consecuencia con cualquier combinación o secuencia posible de intervalos de tiempo sucesivos que pueda tener una señal reflejada por un objeto. Esto es ventajoso ya que no se conoce la distancia ni, por lo tanto, la longitud o el número de intervalos de tiempo en la señal reflejada. Si se cumplen estas dos condiciones, la recepción de solo la parte posterior (como es el caso de un eco de corto alcance) permite una resolución de alcance completo. Además de esto, la recepción de la parte posterior y una fracción de la parte anterior (como es el caso de cada eco de alcance intermedio) asegura una potencia de ruido constante y una forma constante de la respuesta del pulso, donde la última parte es posible gracias a la ortogonalidad entre la parte delantera y trasera. Esta situación se ilustra en las figuras 6a-d, donde se usa un único filtro de compresión del alcance 75 para procesar devoluciones o reflexiones de cualquier alcance.

**[0039]** La figura 6a muestra un impulso de transmisión 7a (pulso TX) que se divide en la parte anterior 10 y la parte posterior 15 y que, como ya se describió, puede codificarse. El filtro de compresión del alcance (o filtro de optimización del alcance) 75 es, por ejemplo, una memoria que almacena el impulso de transmisión 7a. La compresión del alcance real se lleva a cabo a través de la correlación cruzada de la señal de localización recibida 7b con el impulso de transmisión complejo conjugado 7a. La correlación cruzada se puede llevar a cabo ventajosamente en el dominio de la frecuencia con un multiplicador 80 como una multiplicación de la señal de localización recibida transformada de Fourier 7b por el impulso de transmisión complejo conjugado transformado de Fourier 7a.

**[0040]** La figura 6b muestra un impulso de recepción desde una distancia cercana. La señal de localización transmitida 7a se reflejó a una distancia  $R_{NEAR}$ . El sombreado de la señal de localización recibida 7b indica que esta parte no fue recibida por el dispositivo de localización 40, ya que aún no ha terminado de enviar la señal de localización 7a. La señal de localización recibida 7b es, como se describe con anterioridad, multiplicada por o correlacionada de forma cruzada a través del multiplicador 80 con el impulso de transmisión complejo conjugado 7a. A pesar del filtro no adaptado en este caso, como se describe con más detalle a continuación, la codificación Costas logra un nivel bajo del lóbulo lateral en relación con el eco real. No hay decodificación o demodulación explícita de la codificación Costas. 85a muestra una curva de señal ejemplar de la señal de localización recibida demodulada o decodificada 7b.

**[0041]** La figura 6c muestra un impulso de recepción desde una distancia media. La señal de localización transmitida 7a se reflejó a una distancia  $R_{INTERMEDIATE}$ . El sombreado de la señal de localización recibida 7b indica que esta parte no fue recibida por el dispositivo de localización 40, ya que aún no ha terminado de enviar la señal de localización 7a. En comparación con la señal de localización que se muestra en la figura 6b, esta área es más pequeña, es decir, la sección de la parte anterior 10 también se recibe. El procesamiento de señal es equivalente al

procesamiento de señal descrito con referencia a la figura 6b. 85b muestra una curva de señal ejemplar de la señal de localización recibida demodulada o decodificada 7b.

5 [0042] La figura 6d muestra un impulso de recepción desde una distancia remota. La señal de localización transmitida 7a se reflejó a una distancia  $R_{FAR}$ . En comparación con las de las figuras 6b y 6c, aquí se recibe la señal de localización completa 7b. La señal de localización recibida 7b se demodula o decodifica con un filtro 80 equivalente al filtro de optimización del alcance. 85c muestra una curva de señal ejemplar de la señal de localización recibida demodulada o decodificada 7b. Si una señal es reflejada por un objeto que está más lejos del dispositivo de localización que  $R_{FAR}$ , la optimización del alcance representa un filtro óptimo o un filtro adaptado.

10 [0043] Cada emisión comprimida del alcance 85a-c muestra la misma resolución, mientras que la ganancia de compresión del alcance aumenta con el alcance (se consume más energía en alcances lejanos). La ortogonalidad entre las partes anterior y posterior permite, además de la ganancia de compresión del alcance creciente, que la respuesta de pulso mantenga una forma similar a lo largo del alcance. Las siguientes secciones describen con más detalle cómo se puede lograr esta ortogonalidad.

15 [0044] La influencia del cambio Doppler se analiza con más detalle a continuación. La modulación Doppler es considerable cuando se observan objetivos que se mueven rápidamente. Esto significa que la frecuencia Doppler es claramente visible incluso en el tiempo corto. Además, el llamado «acoplamiento de alcance/Doppler» (en inglés: *range/doppler coupling*) sería visible si se selecciona una curva de señal con una función de ambigüedad «tipo cresta» (en inglés: *ridge type ambiguity function*). Una curva de señal con una función de ambigüedad de chincheta (en inglés: *thumbtack ambiguity function*) activa el acoplamiento de alcance/Doppler y proporciona una estimación Doppler clara y aproximada que es útil para el procesamiento temporal y coherente posterior.

25 [0045] Las realizaciones ejemplares describen el uso de perfiles de señal de radar que se basan en una cadena adecuada de señales que están moduladas según los códigos Costas ([1]) y están optimizadas para la monitorización simultánea de objetivos muy rápidos en un gran intervalo de alcances.

30 [0046] La figura 7 muestra un diagrama esquemático de frecuencia de tiempo 900 de un código Costas. Los códigos Costas se utilizan para generar códigos de salto de frecuencia en modulaciones de frecuencia graduadas. A diferencia de los códigos Barker, se pueden generar códigos Costas largos, que permiten codificar señales de localización largas 7. Las señales generadas por los códigos Costas tienen una función de ambigüedad de chincheta, sin acoplamiento de alcance/Doppler y lóbulos laterales muy bajos. Todo el pulso se divide en N subpulsos. De las N frecuencias posibles (o subportadoras o *sub-carrier*), se usa una frecuencia para cada subpulso, y cada frecuencia se usa solo una vez sin repetición. En otras palabras, se transmite una señal sinusoidal simple con una subportadora de frecuencia distinta (del inglés: *frequency sub-carrier*) con cada subpulso [2]. La figura 7 muestra el diagrama de frecuencia de tiempo del código Costas  $C_{1,(6)} = \{3, 2, 6, 4, 5, 1\}$  de la longitud  $N = 6$ .

35 [0047] La figura 8 muestra una función de ambigüedad del código Costas  $C_{1,(6)}$  de la longitud  $N = 6$  que tiene en cuenta los cambios temporales de un múltiplo de un subpulso. La función de ambigüedad muestra una amplitud de la comparación, p. ej., la correlación cruzada, la señal de localización transmitida y recibida 7a y 7b como codificación a lo largo del tiempo y el desplazamiento Doppler. Si se tienen en cuenta los códigos Costas, su función de ambigüedad en el área (de tiempo, Doppler) se puede derivar fácilmente cambiando el diagrama de frecuencia de tiempo correspondiente en ambas direcciones de las cantidades iguales a los pulsos parciales. La función de ambigüedad presenta un pico claro en el centro del diagrama, mientras que los lóbulos laterales tienen solo una pequeña amplitud. En este ejemplo, el pico presenta un valor de 6 mientras que los lóbulos laterales tienen un valor de 1. El valor de la función de ambigüedad para este valor de desplazamiento específico viene dado por el número de pulsos parciales que coinciden. Resulta que para los códigos Costas, debido a un cambio en el tiempo y la frecuencia, no puede coincidir más de un elemento de código (si solo se produjeron cambios de subpulsos enteros). Por lo tanto, el nivel máximo del lóbulo lateral es siempre 1 y el valor pico es N. Esto significa que la relación pico a lóbulo lateral puede mantenerse tan baja como sea necesario aumentando N. La función de ambigüedad del código Costas  $C_{1,(6)} = \{3, 2, 6, 4, 5, 1\}$  se muestra en la figura 8, donde solo se tienen en cuenta los desplazamientos de un múltiplo de un subpulso.

40 [0048] Las realizaciones ejemplares muestran la concatenación de  $M = 2$  códigos Costas diferentes a lo largo del tiempo. Una señal de localización ejemplar 7 se muestra en la figura 9. La señal resultante abarca el ancho de banda completo  $M = 2$  veces (una vez para cada código) a expensas de un aumento en la coincidencia de elementos de código para el factor  $M = 2$ . Todo el pulso en la figura 9 se divide en  $N_{sub} = N_1 + N_2$  subpulsos para garantizar que el nivel del lóbulo lateral sea lo suficientemente bajo. El primer código Costas (la longitud

$$N_1 > N_{sub} \frac{T_p - \Delta T_p}{T_p}$$

se aplica para modular la parte frontal del pulso transmitido y una parte de la parte posterior, mientras

$$N_2 > N_{sub} \frac{T_p - \Delta T_p}{T_p}$$

60 que el segundo código Costas (la longitud se aplica al resto del pulso.

**[0049]** Aquí es importante mantener baja la duración del subpulso en comparación con el periodo de la señal sinusoidal correspondiente. Esto mantiene la relación pico a lóbulo lateral de la función de ambigüedad suficientemente baja. La primera y segunda subseñales 20, 25 del pulso se obtienen preferiblemente con longitudes distintas de código. Esto reduce el riesgo de cualquier estructura periódica entre la parte posterior y la parte frontal del código, lo que asegura el requisito de ortogonalidad de (ii) (véase la descripción de la figura 5). Preferiblemente, el primer código identifica las frecuencias de subportadora  $N_1$  en la señal, mientras que el segundo código identifica solo las subportadoras  $N_2$ . Para simplificar la implementación tecnológica (aunque esto no contribuye a la ortogonalidad entre la parte anterior y posterior de la señal), las subportadoras  $N_2$  de la parte posterior se aproximan preferiblemente con las siguientes subportadoras de  $N_1$ . Además, la longitud del segundo código se elige para que sea algo más larga que la duración de la parte frontal. Se ha encontrado que esta limitación reduce ligeramente la altura de los lóbulos laterales.

**[0050]** El rendimiento de la curva de señal codificada por código Costas con respecto a la función de ambigüedad se explica con más detalle a continuación. Ya se ha mencionado que la curva de señal deseada deberá presentar una característica de respuesta de pulso constante para cada señal de eco de  $R_{\text{NEAR}}$  a  $R_{\text{FAR}}$ . En particular, esto implica una resolución de alcance constante y un PSLR constante si una fracción modulada Doppler del pulso transmitido se procesa con todo el pulso transmitido. En cuanto a la resolución, es suficiente que la parte posterior del pulso (es decir, la parte que siempre se procesa) abarque todo el ancho de banda de la señal. Esto se verifica claramente para la curva de señal propuesta en la sección anterior. Con respecto al PSLR constante, es necesario que cada fracción de la parte anterior no interfiera con la parte posterior. Esta situación puede ser crucial, especialmente para las señales de eco de objetivos en la región de alcance cercano que contienen solo una pequeña fracción de la parte frontal. Este fenómeno se alivió o evitó al establecer la duración del primer código  $N_1$  algo más larga que la duración de la parte frontal (véase la figura 9).

**[0051]** La figura 9 muestra una ilustración esquemática de una señal de localización codificada Costas 7 ejemplar con una concatenación de  $M = 2$  códigos Costas distintos a lo largo del tiempo. El código Costas está representado por los puntos 90 y cada frecuencia ocurre exactamente una vez en la parte anterior y posterior. Los pulsos parciales de la señal de localización transmitida están codificados por código Costas con las frecuencias mostradas. La figura 9 muestra las distintas longitudes de las partes anterior y posterior 10 y 15 en comparación con las señales de la primera y segunda parte 20 y 25. La primera subseñal 20 está codificada con un código Costas de longitud  $N_1$ , mientras que el código Costas de la segunda subseñal presenta una longitud  $N_2$ . Sin embargo, los valores de frecuencia del segundo código Costas cubren el mismo alcance de frecuencia que los valores de frecuencia del primer código Costas.

**[0052]** Para mostrar las características de la función de ambigüedad a través del alcance, se tuvieron en cuenta tres valores de alcance, a saber,  $R_{\text{NEAR}}$ ,  $R_{\text{INTERMEDIATE}}$  (donde  $R_{\text{NEAR}} < R_{\text{INTERMEDIATE}} < R_{\text{FAR}}$ ) y  $R_{\text{FAR}}$ . Las funciones de ambigüedad correspondientes 1000 (en alcance y frecuencia) se muestran en las figuras 10, 11 y 12. Estas funciones de ambigüedad se obtienen mediante correlaciones cruzadas bidimensionales de toda la curva de señal (por ejemplo, el filtro de compresión del alcance de referencia) con una fracción de la misma, que corresponde a la parte visible con el alcance dado (véase 80 en la figura 6).

**[0053]** Las figuras 10, 11 y 12 muestran una función de ambigüedad simulada 1000 que, en contraste con la función de ambigüedad mostrada en la figura 8, también permite múltiplos reales de un cambio de subpulso. Estos generan las amplitudes de los lóbulos laterales superiores, que en este caso también pueden tener valores distintos de 1. Como ya se describió en la figura 8, el nivel de amplitud se codifica según la leyenda adyacente y se representa contra la distancia y la frecuencia Doppler.

**[0054]** Al comparar las figuras 10, 11 y 12, se muestra que no solo se mantiene la forma de chincheta, sino que también la resolución Doppler se vuelve más alta (es decir, más fina) a medida que aumenta el alcance objetivo. Esto se debe a la creciente duración del pulso procesado. El nivel promedio de los lóbulos laterales (y, por lo tanto, la relación pico a lóbulo lateral integrada) disminuye a medida que aumenta el alcance.

**[0055]** También se deberá tener en cuenta que las funciones de ambigüedad mostradas en las figuras 10-12 se obtuvieron de una simulación y, por lo tanto, no muestran ningún desplazamiento del objeto, que se describe por el valor máximo de la función de ambigüedad en su centro. Sin embargo, una señal de localización real recibida de un objeto entre  $R_{\text{NEAR}}$  y  $R_{\text{FAR}}$  presenta una longitud que difiere de la señal de localización transmitida. Para obtener la misma longitud, por ejemplo, el mismo número de tiempos de muestreo, lo cual es ventajoso para la correlación cruzada o la comparación de las dos señales de localización, la señal de localización recibida se puede llenar mediante un relleno cero delante de la parte de señal de localización recibida. El relleno cero desplaza el valor máximo de la correlación en la función de ambigüedad a la localización de la distancia/frecuencia Doppler que corresponde al objeto real.

**[0056]** El comportamiento del PSLR sobre el alcance se muestra en la figura 13. Es obvio que el PSLR alcanza un valor constante cuando se procesa todo el pulso. En el proceso de establecimiento inicial, las oscilaciones del PSLR están limitadas a una fracción de dB, que puede tolerarse en la mayoría de las situaciones. Además, el PSLR total de

aproximadamente 13 dB es normalmente aceptable porque aproxima el PSLR a una respuesta de pulso sinc estrechada.

**[0057]** Las realizaciones ejemplares muestran una concatenación temporal de códigos Costas para un diseño de curva de señal de radar. El diseño de la curva de señal se impulsa por la necesidad de monitorizar simultáneamente un amplio alcance con una sola curva de señal. Las necesidades y propiedades adicionales son la característica de respuesta de pulso uniforme a través del alcance (resolución y PSLR) y una medición Doppler objetivo clara con un solo pulso transmitido. La curva de señal propuesta puede lograr las propiedades mencionadas anteriormente a partir del uso de una única función de referencia para la compresión del alcance, p. ej., la codificación Costas. El rendimiento de la curva de señal se muestra mediante funciones de ambigüedad en el área de frecuencia de alcance. Para este propósito, la curva de señal propuesta tiene una función de ambigüedad de chincheta, la cual permite una estimación de velocidad objetivo única en el área Doppler con un único pulso.

**[0058]** A continuación, se describen realizaciones ejemplares adicionales para los procedimientos 300 y 400.

**[0059]** La figura 14 muestra un diagrama de bloques esquemático de un procedimiento 300 para codificar una señal de localización con una primera y una segunda subseñal ortogonal a la primera subseñal. El procedimiento 300 describe en el paso 305 la «codificación de la señal de localización con un codificador de señal de localización en una primera y una segunda subárea, donde la codificación de la primera subseñal, que ocupa la primera subárea y una sección de la segunda subárea, comprende un primer parámetro de codificación y la codificación de la segunda subseñal, que ocupa el resto de la segunda subárea, un segundo parámetro de codificación.».

**[0060]** En otras palabras, la señal de localización 7 está codificada en dos secciones, la subseñal 20 y la subseñal 25, de modo que las dos subseñales son ortogonales entre sí. La longitud de la segunda subseñal 25 deberá elegirse para que sea más corta que la longitud de la segunda subárea 15, donde la segunda subárea 15 es la parte más pequeña de la señal de localización total 7 que se obtiene cuando se localiza un objeto. Es decir, la recepción de la segunda subseñal 25 corresponde a un reflejo de la señal de localización en un objeto a una distancia  $R_{NEAR}$ .

**[0061]** La figura 15 muestra un diagrama de bloques esquemático de un procedimiento 400 para localizar un objeto. El procedimiento 400 comprende recibir una señal de localización con un receptor de señal de localización en el paso 405 y comparar la señal de localización recibida y transmitida con un comparador de señales de localización en el paso 410.

**[0062]** Otras realizaciones ejemplares muestran un codificador de señal de localización 5 según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la señal de localización 7 está codificada en la segunda subárea 15 ortogonal a cada parte posible de la señal de localización 7. Aunque algunos aspectos se han descrito en el contexto de un dispositivo, se entenderá que estos aspectos también constituyen una descripción del procedimiento correspondiente, de modo que un bloque o un componente de un dispositivo también debe entenderse como una etapa del procedimiento correspondiente o como una característica de una etapa del procedimiento. De manera similar, los aspectos descritos en relación con o como una etapa del procedimiento también representan una descripción de un bloque correspondiente o detalle o característica de un dispositivo correspondiente. Algunas o todas las etapas del procedimiento se pueden ejecutar mediante un aparato de hardware (o usando un aparato de hardware), como por ejemplo un microprocesador, un ordenador programable o un circuito electrónico. En algunos ejemplos de realización se pueden ejecutar algunas o varias de las etapas del procedimiento más importantes mediante un aparato semejante.

**[0063]** Según determinados requerimientos de implementación se pueden implementar ejemplos de realización de la invención en el hardware o en el software. La implementación se puede realizar usando un medio de almacenamiento digital, por ejemplo un disquete, un DVD, un disco Blu-ray, un CD, una ROM, una PROM, una EPROM, una EEPROM o una memoria FLASH, un disco duro u otra memoria magnética u óptica, sobre el que están almacenadas señales de control legibles electrónicamente, que pueden cooperar o cooperan con un sistema informático programable, de manera que se realiza el procedimiento correspondiente. Por ello el medio de almacenamiento digital puede ser legible por ordenador.

**[0064]** Algunos ejemplos de realización según la invención comprenden así un soporte de datos, que presenta señales de control legibles electrónicamente, que son capaces de cooperar con un sistema informático programable, de manera que se ejecuta uno de los procedimientos aquí descritos.

**[0065]** En general pueden estar implementados ejemplos de realización de la presente invención como producto de programa informático con un código de programa, en el que el código de programa es efectivo para realizar uno de los procedimientos cuando el producto de programa informático se ejecuta en un ordenador.

**[0066]** El código de programa también puede estar almacenado, por ejemplo, en un soporte legible a máquina.

**[0067]** Otros ejemplos de realización comprenden el programa informático para la realización de uno de los procedimientos aquí descritos, en el los que el programa informático está almacenado sobre un soporte legible a

máquina. En otras palabras, un ejemplo de realización del procedimiento según la invención es por consiguiente un programa informático, que presenta un código de programa para la realización de uno de los procedimientos aquí descritos, cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador.

5 **[0068]** Otro ejemplo de realización de los procedimientos según la invención es por consiguiente un soporte de datos (o un medio de almacenamiento digital o un medio legible por ordenador), sobre el que el programa informático está grabado para la realización de uno de los procedimientos aquí descritos.

10 **[0069]** Otro ejemplo de realización del procedimiento según la invención es por consiguiente un flujo de datos o una secuencia de señales, que representa o representan el programa informático para la realización de uno de los procedimientos aquí descritos. El flujo de datos o la secuencia de señales puede o pueden estar configurados, por ejemplo, para transferirse a través de una conexión de comunicación de datos, por ejemplo, a través de Internet.

15 **[0070]** Otro ejemplo de realización comprende un dispositivo de procesamiento, por ejemplo, un ordenador o un módulo lógico programable, que está configurado o adaptado para realizar uno de los procedimientos aquí descritos.

20 **[0071]** Otro ejemplo de realización comprende un ordenador, en el que está instalado el programa informático para la realización de uno de los procedimientos aquí descritos.

25 **[0072]** Otro ejemplo de realización según la invención comprende un dispositivo o un sistema, que está diseñado para transmitir un programa informático para la realización al menos de uno de los procedimientos aquí descritos a un receptor. La transmisión se puede realizar, por ejemplo, de forma electrónica u óptica. El receptor puede ser, por ejemplo, un ordenador, un aparato móvil, un aparato de almacenamiento o un dispositivo similar. El dispositivo o el sistema puede comprender, por ejemplo, un servidor de datos para la transmisión del programa informático al receptor.

30 **[0073]** En algunos ejemplos de realización se puede usar un componente lógico programable (por ejemplo, una matriz de puertas programables en campo, una FPGA) para realizar algunas o todas las funcionalidades del procedimiento aquí descrito. En algunos ejemplos de realización, una matriz de puertas programable en campo puede cooperar con un microprocesador, a fin de realizar uno de los procedimientos aquí descritos. En general los procedimientos se realizan en algunos ejemplos de realización por parte de un dispositivo de hardware cualquiera. Este puede ser un hardware utilizable de forma universal, como un procesador de ordenador (CPU) o hardware específico para el procedimiento, por ejemplo un ASIC.

35 **[0074]** Los ejemplos de realización descritos anteriormente son únicamente una ilustración de los principios de la presente invención. Se entenderá que las modificaciones y variaciones de las disposiciones y detalles descritos en el presente documento serán evidentes para otros expertos en la técnica. Por lo tanto, se pretende que la invención esté limitada únicamente por el alcance de protección de las reivindicaciones adjuntas y no por los detalles específicos presentados en la memoria descriptiva y explicación de las realizaciones del presente documento.

#### Fuentes

45 **[0075]**

[1] J. P. Costas, "A Study of Class of Detection Waveforms Having Nearly Ideal Range-Doppler Ambiguity Properties", Proc. Of the IEEE, 1984, 72, pp 996-1009.

50 [2] R. Nuthalapati, "Radar Waveform Design and Analysis", Workshop at EuRAD 2012, Amsterdam, The Netherlands, 28 Oct. - 2 Nov. 2012.

## REIVINDICACIONES

1. Codificador de señal de localización (5) para un dispositivo de localización (40), que funciona en base a una señal de localización (7) con una primera subseñal (20) y una segunda subseñal (25) ortogonal a la primera subseñal (20),
- 5 donde el codificador de señal de localización (5) está diseñado para codificar la señal de localización (7) en una primera y una segunda subárea (10, 15), donde la codificación de la primera subseñal (20), que ocupa la primera subárea (10) y una sección de la segunda subárea (15), comprende un primer parámetro de codificación (30) y la codificación de la segunda subseñal (25), que ocupa el resto de la segunda subárea (15), un segundo parámetro de codificación (35);
- 10 donde la ortogonalidad de la primera a la segunda subseñal se realiza codificando la primera y la segunda subseñal,
- 15 donde la duración de la segunda subárea (15) se selecciona esencialmente igual al tiempo de circulación de la señal de localización (7) desde el dispositivo de localización (40) a un objetivo más cercano a ser detectado y de vuelta al dispositivo de localización.
2. Codificador de señal de localización (5) según la reivindicación 1, donde la señal de localización (7) codificada en la primera y en la segunda subárea (10, 15) presenta el mismo ancho de banda.
- 20
3. Codificador de señal de localización (5) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el codificador de señal de localización (5) está diseñado para codificar la primera subseñal (20) y la segunda subseñal (25) con un código de distinta longitud.
- 25
4. Codificador de señal de localización (5) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el codificador de señal de localización (5) está diseñado para codificar la señal de localización (7) con un procedimiento de codificación de modulación de frecuencia.
5. Codificador de señal de localización (5) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el codificador de señal de localización (5) está diseñado para codificar la primera subseñal (20) de la señal de localización (7) con un primer código Costas y para codificar la segunda subseñal (25) de la señal de localización (7) con un segundo código Costas.
- 30
6. Codificador de señal de localización (5) según la reivindicación 4, donde el codificador de señal de localización (5) está diseñado para elegir la duración de un periodo de tiempo modulado con la misma frecuencia menor de 1/5 o menor de 1/50 o menor de 1/100 de la duración del periodo de la señal de localización (7).
- 35
7. Codificador de señal de localización (5) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
- 40 donde la primera subárea (10) es una parte anterior de la señal de localización (5) y la segunda subárea (15) es una parte posterior de la señal de localización (5); o  
donde la primera subárea (15) es la parte posterior de la señal de localización (5) y la segunda subárea (15) es la parte anterior de la señal de localización (5).
- 45
8. Dispositivo de localización (40) con las siguientes características:
- un codificador de señal de localización (5) según cualquiera de las reivindicaciones 1-7;
- un receptor de señal de localización (45), que está diseñado para recibir una señal de localización (7) generada con el codificador de señal de localización (5); y
- 50 un comparador de señales de localización (50) que está diseñado para comparar la señal de localización recibida (7b) con la señal de localización transmitida (7a).
9. Dispositivo de localización (40) según la reivindicación 8, donde el comparador de señales de localización (50) correlaciona de forma cruzada la señal de localización recibida (7b) con la señal de localización transmitida (7a).
- 55
10. Dispositivo de localización (40) según cualquiera de las reivindicaciones 8 o 9, donde el dispositivo de localización (40) comprende un generador de señal de localización (52) que está diseñado para generar una señal de localización (7) con una primera y una segunda subseñal (25) ortogonal a la primera subseñal (20).
- 60
11. Dispositivo de localización (40) según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10 con las siguientes características:
- un determinante de posición (55) que está diseñado para determinar la posición de un objeto, en el que se refleja la señal de localización transmitida (7a) mediante una señal de salida (60) del comparador de señales de localización (50).
- 65

12. Dispositivo de localización (40) según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11 con las características siguientes:  
un determinante de velocidad (65) que está diseñado para determinar la velocidad de un objeto, en el que se refleja la señal de localización transmitida (7a) mediante la señal de salida (60) del comparador de señales de localización (50).
13. Procedimiento (300) para codificar una señal de localización (7) con una primera y una segunda subseñal (20, 25) ortogonal a la primera subseñal (20), con la etapa siguiente:  
10 codificación de la señal de localización (7) con un codificador de señal de localización (5) en una primera y una segunda subárea (10, 15), donde la codificación de la primera subseñal (20), que ocupa la primera subárea (10) y una sección de la segunda subárea (15), comprende un primer parámetro de codificación (30) y la codificación de la segunda subseñal (25), que ocupa el resto de la segunda subárea (15), un segundo parámetro de codificación (35);  
15 donde la ortogonalidad de la primera a la segunda subseñal se realiza codificando la primera y la segunda subseñal,  
donde la duración de la segunda subárea (15) se selecciona esencialmente igual que el tiempo de circulación de la señal de localización (7) desde el dispositivo de localización (40) hasta un objetivo más cercano a detectar y de  
20 vuelta al dispositivo de localización.
14. Procedimiento (400) para localizar un objeto con las etapas siguientes:  
25 recibir una señal de localización (7) con un receptor de señal de localización (45) generado con un codificador de señal de localización (5) según cualquiera de las reivindicaciones 1-7;  
comparar la señal de localización recibida y una transmitida (7a, 7b) con un comparador de señales de localización (50).

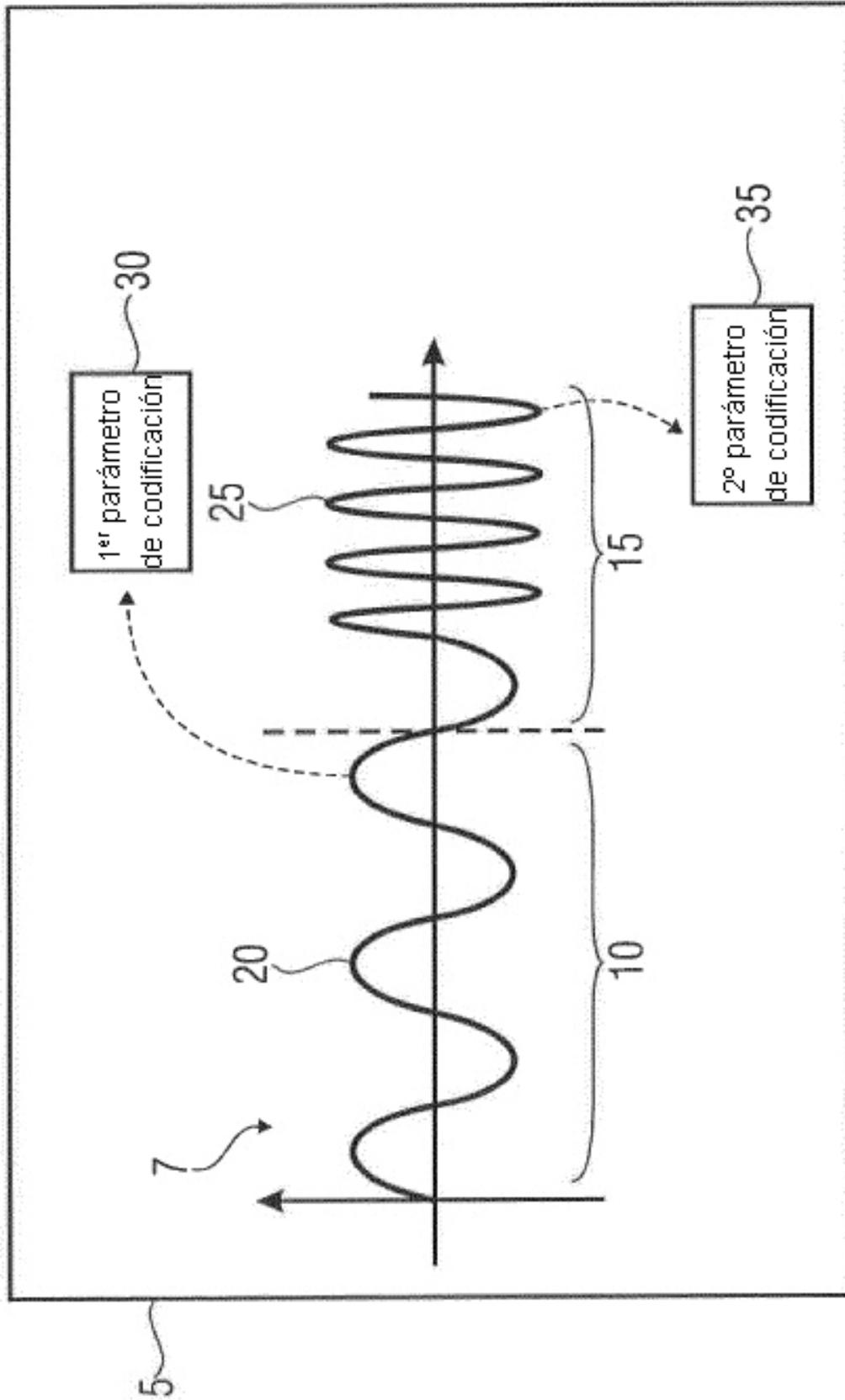


FIG 1

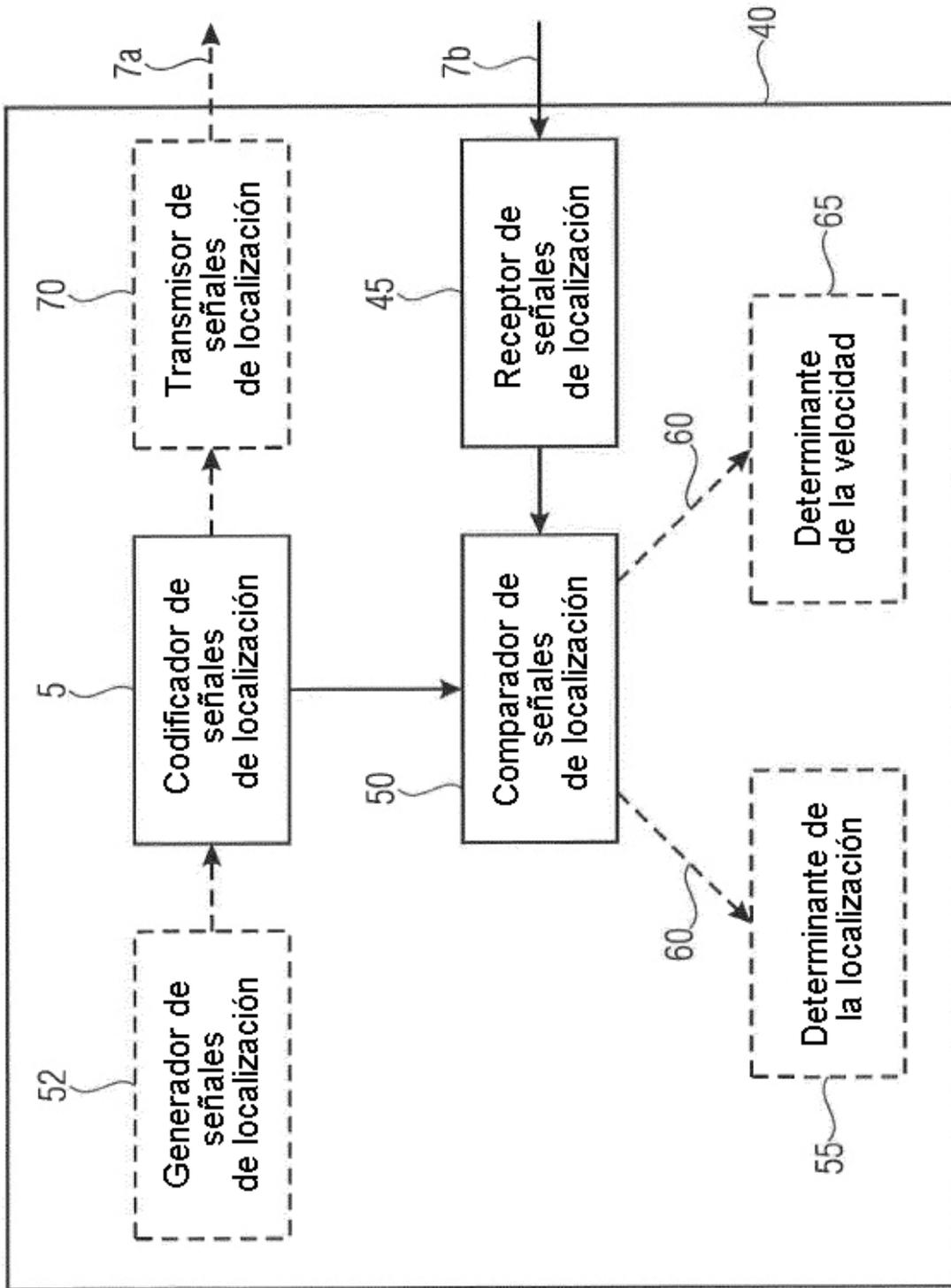


FIG 2

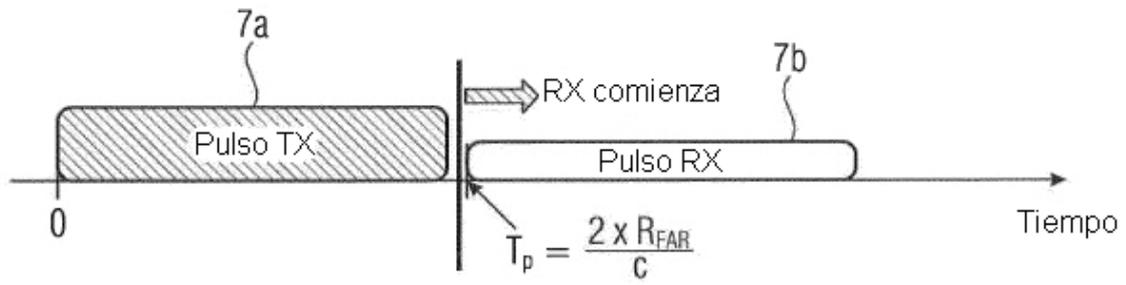


FIG 3

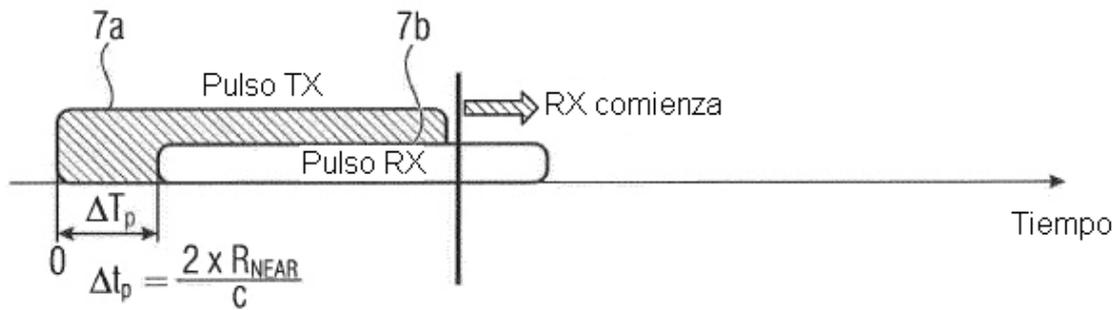


FIG 4

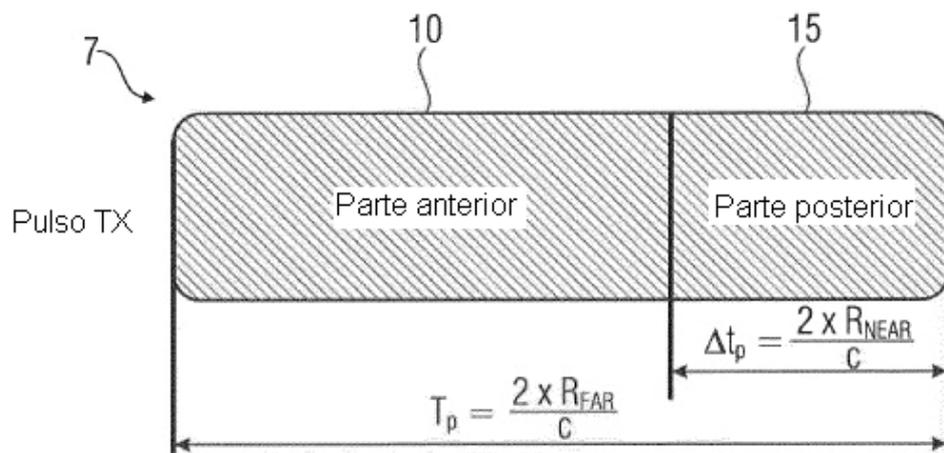


FIG 5

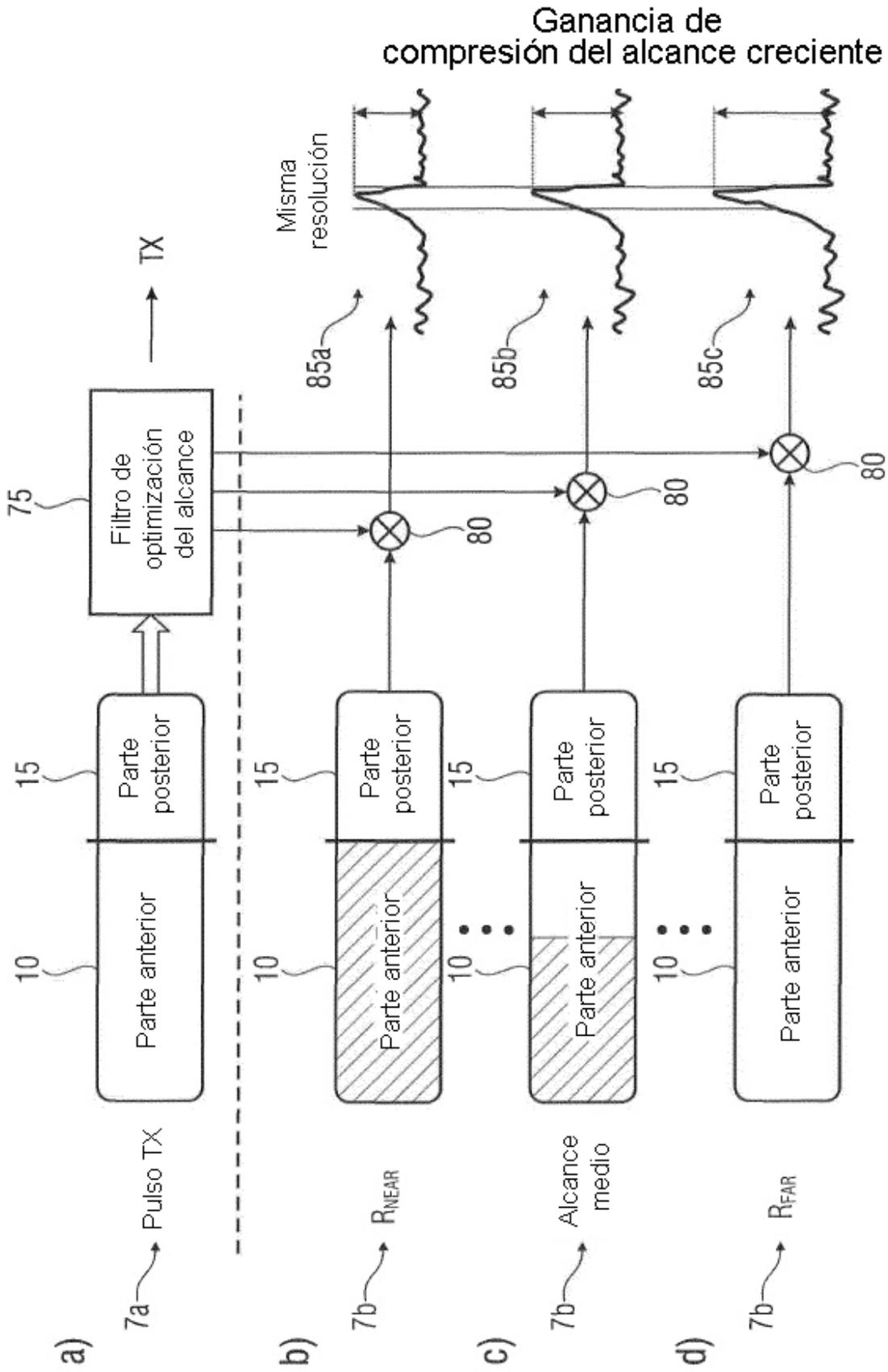


FIG 6

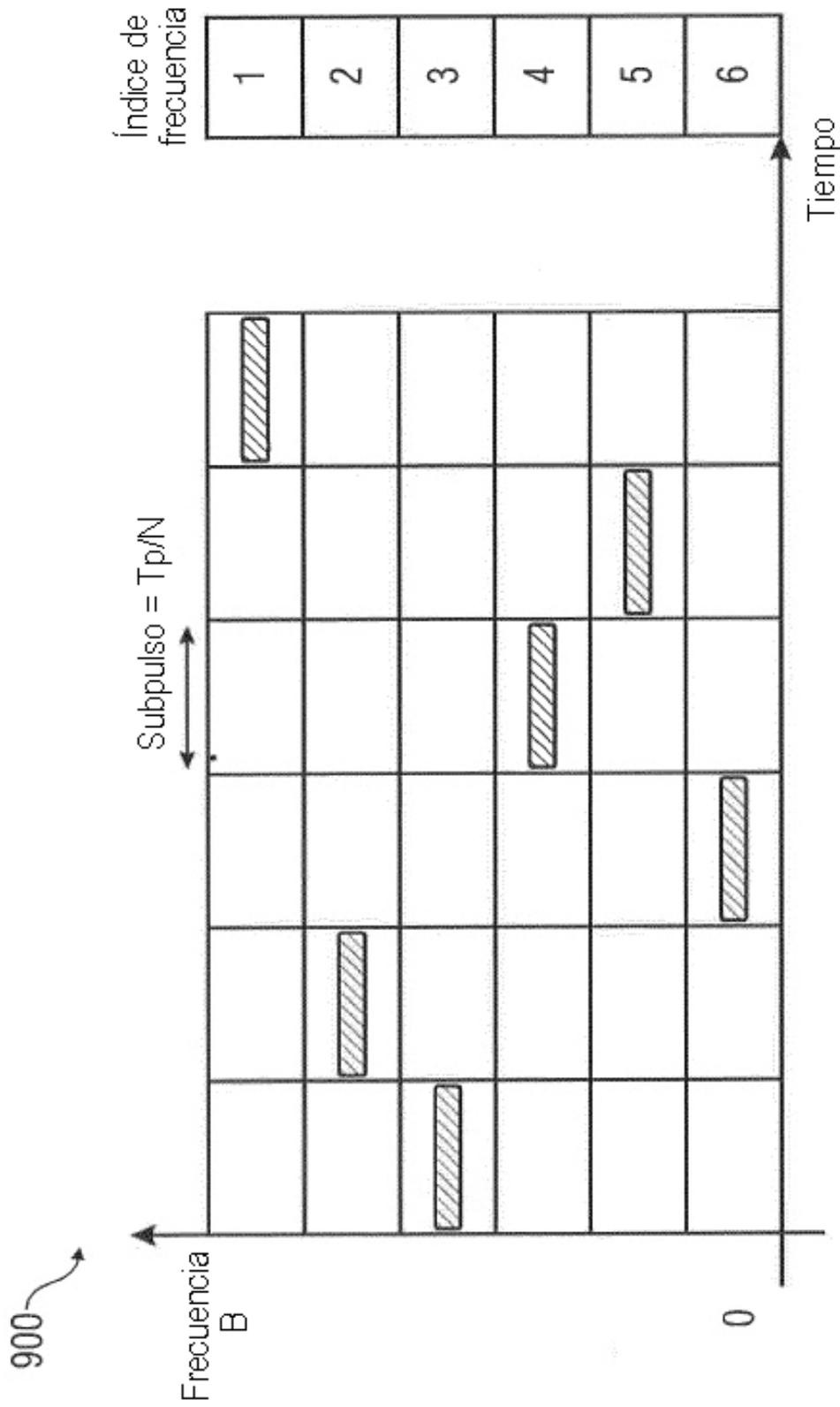


FIG 7

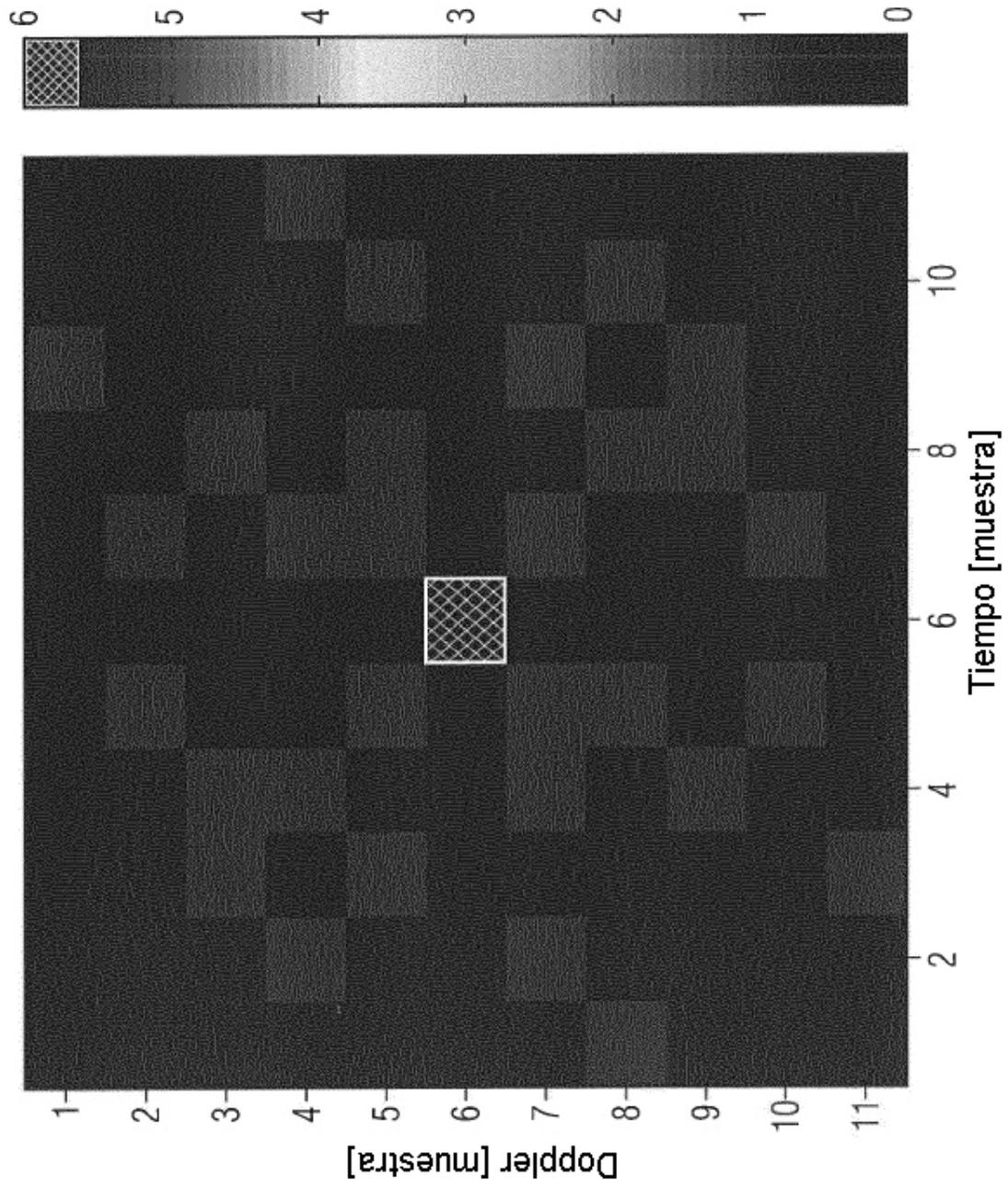


FIG 8

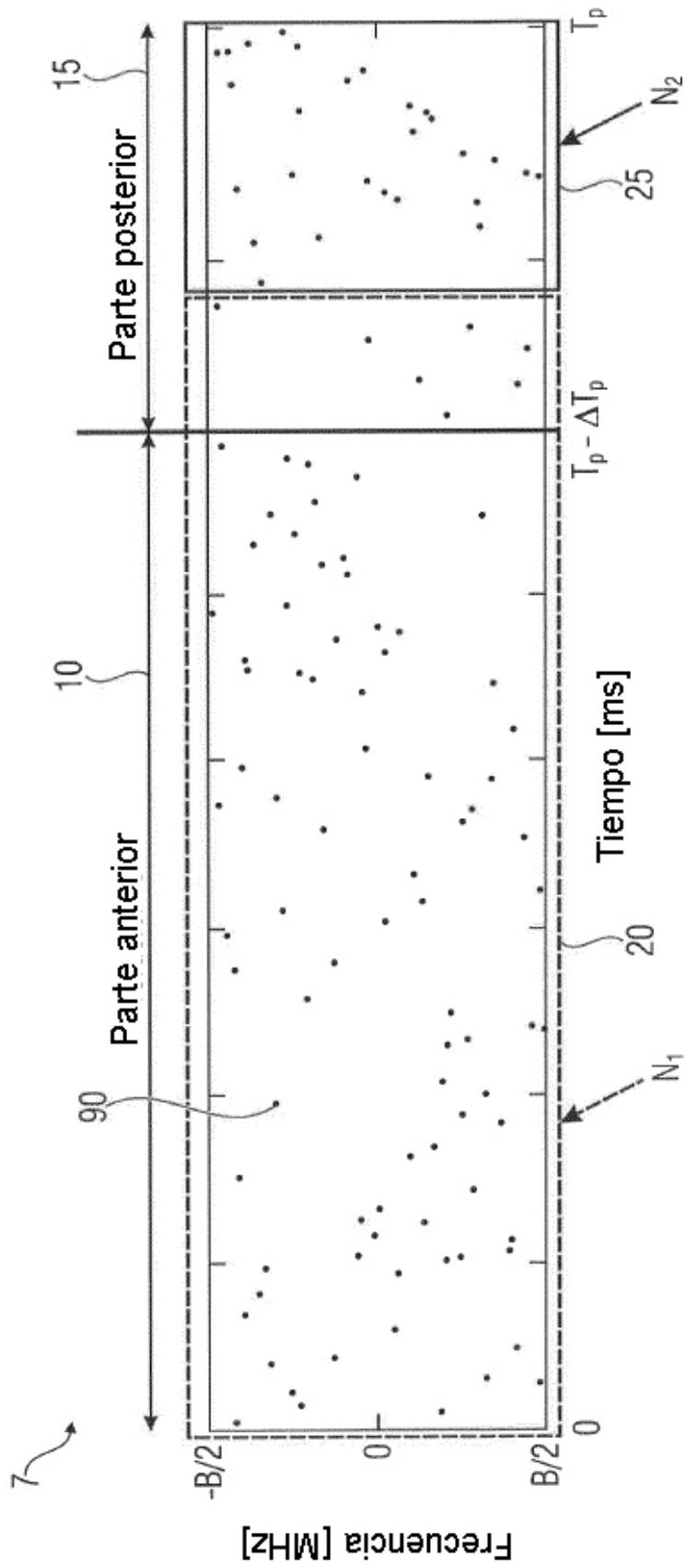


FIG 9

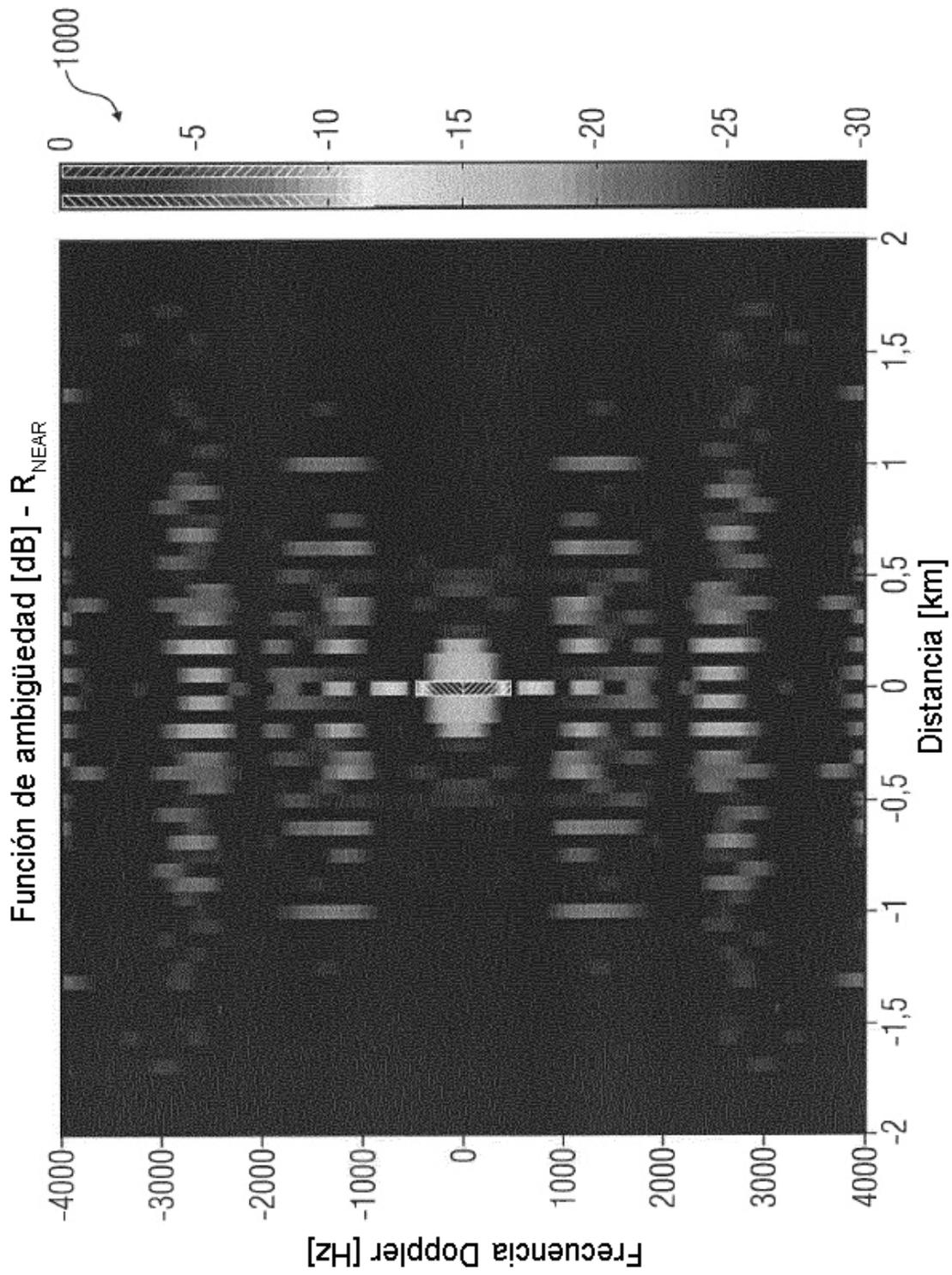


FIG 10

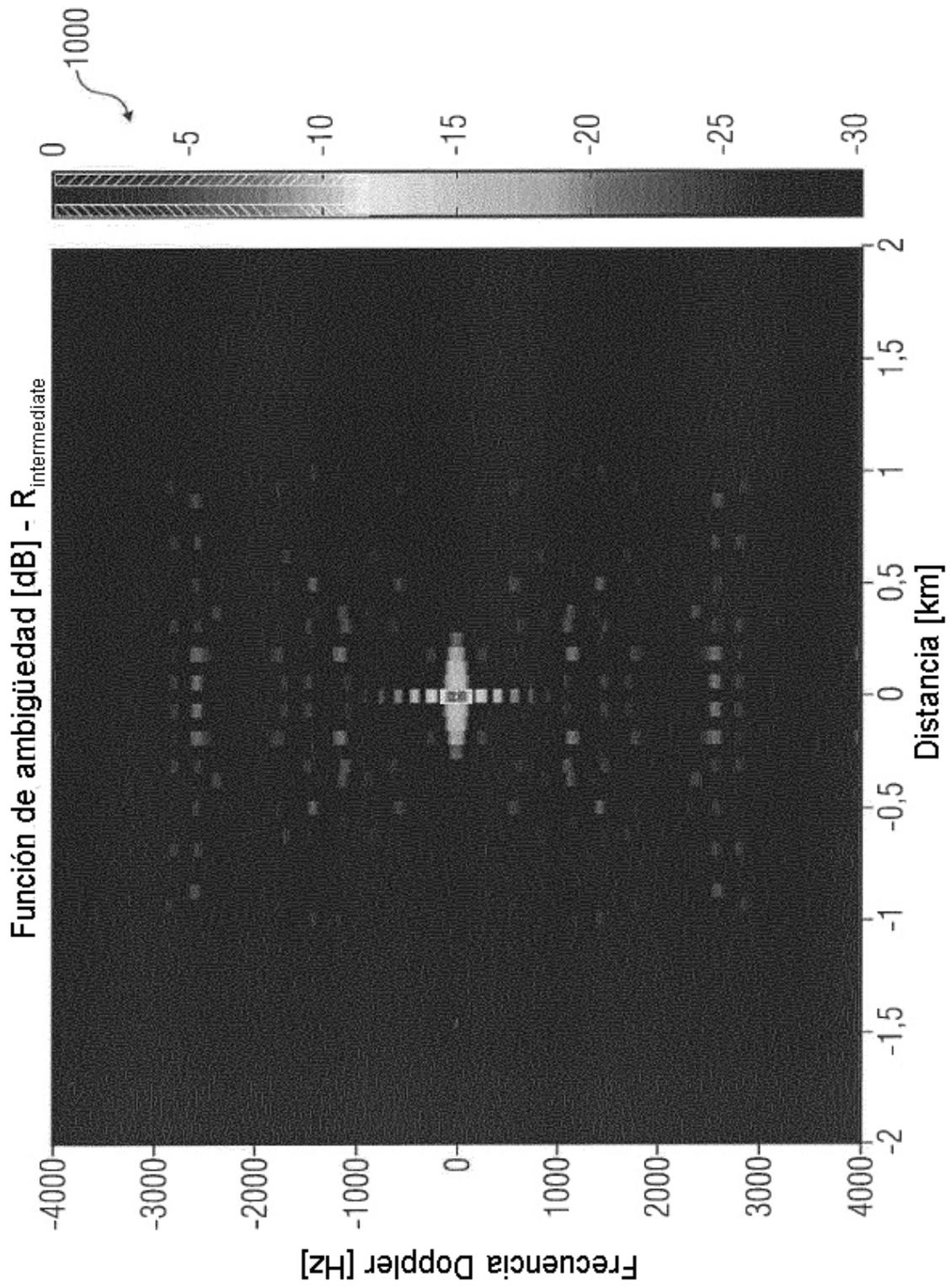


FIG 11

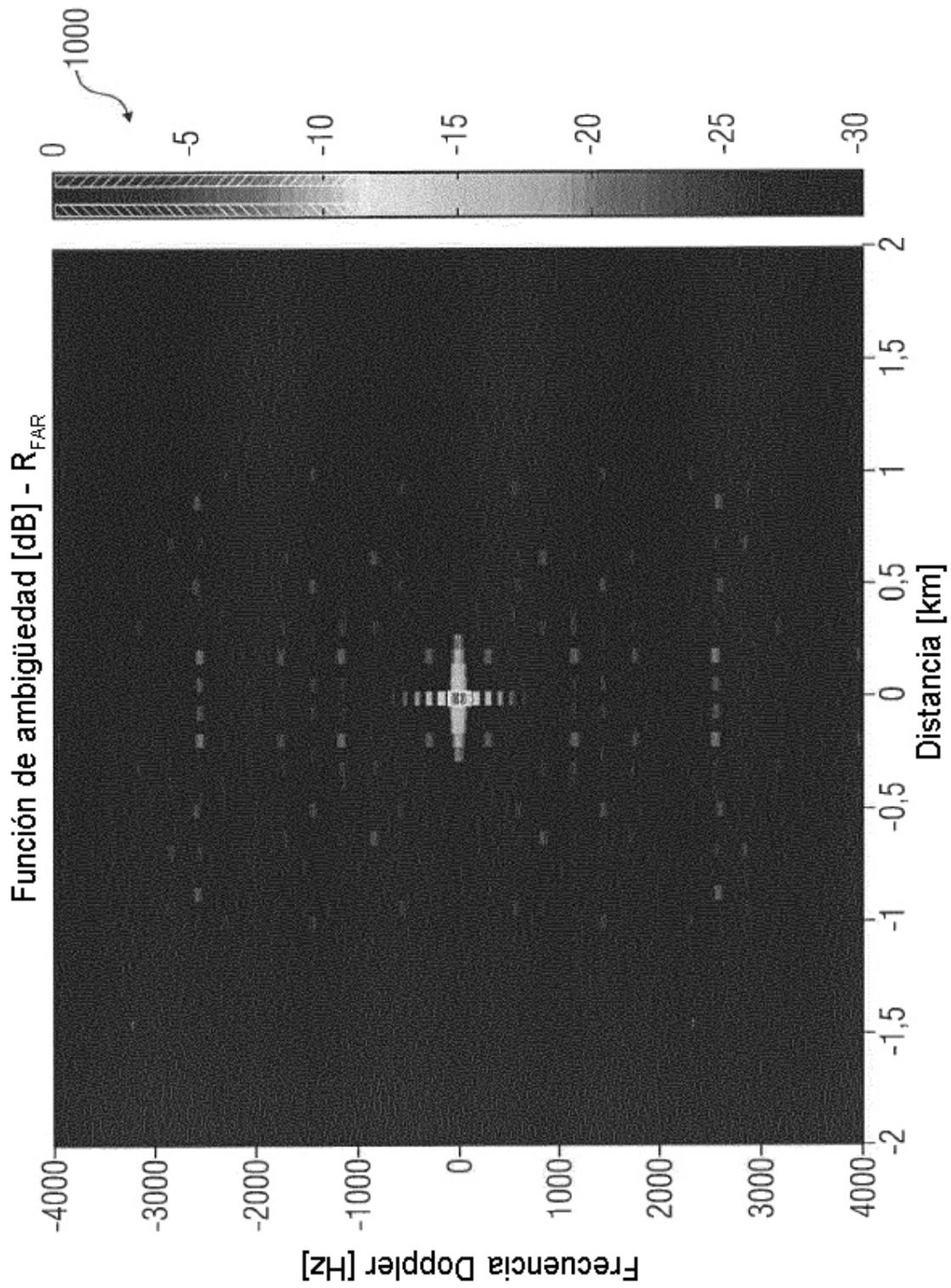


FIG 12

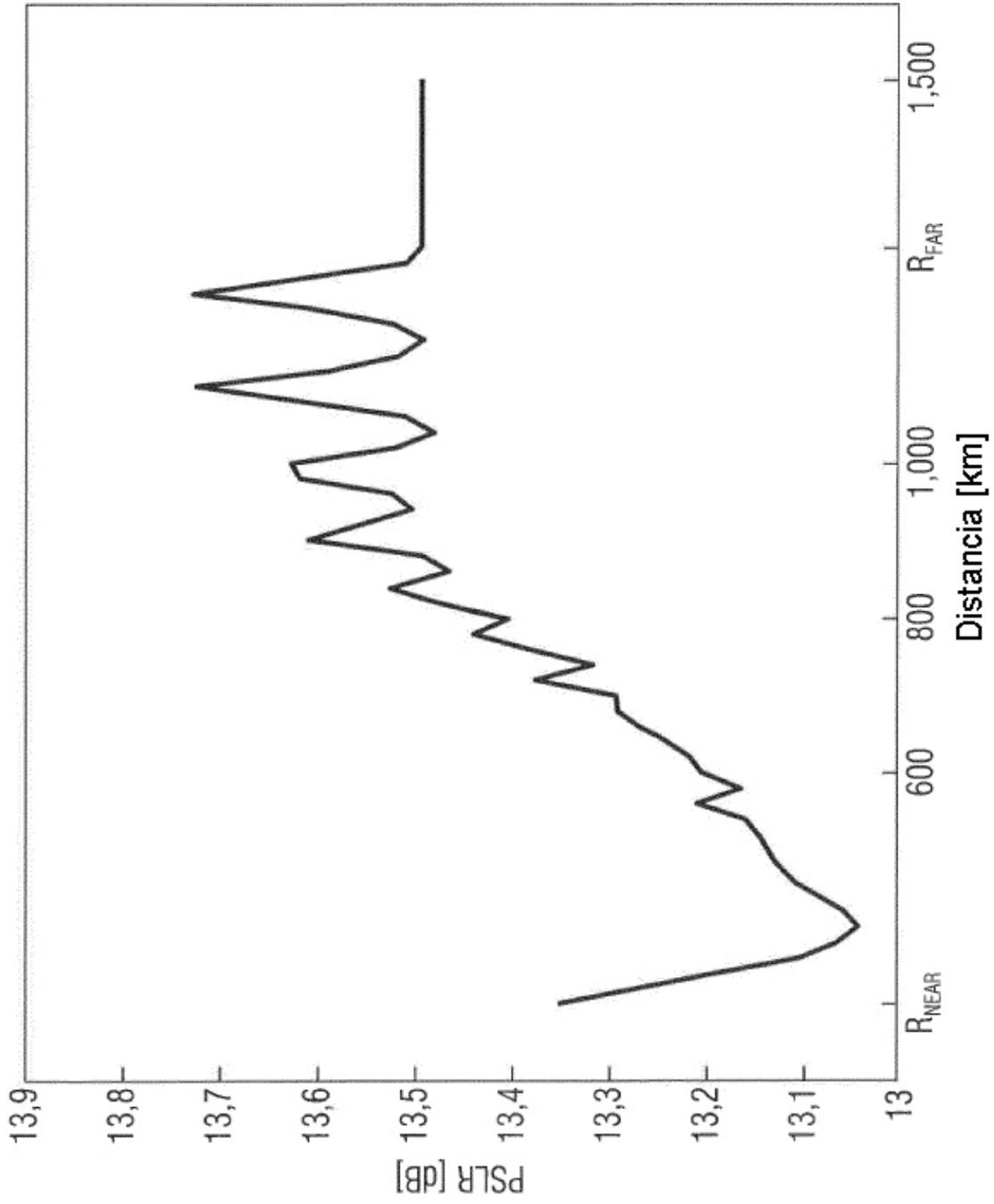


FIG 13

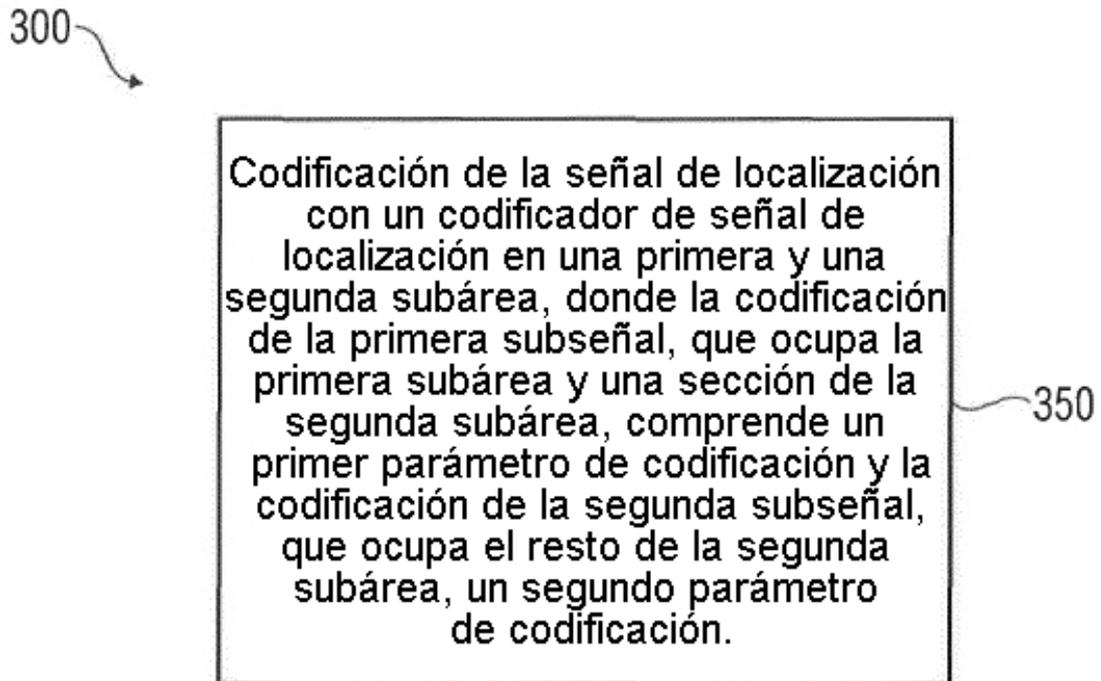


FIG 14

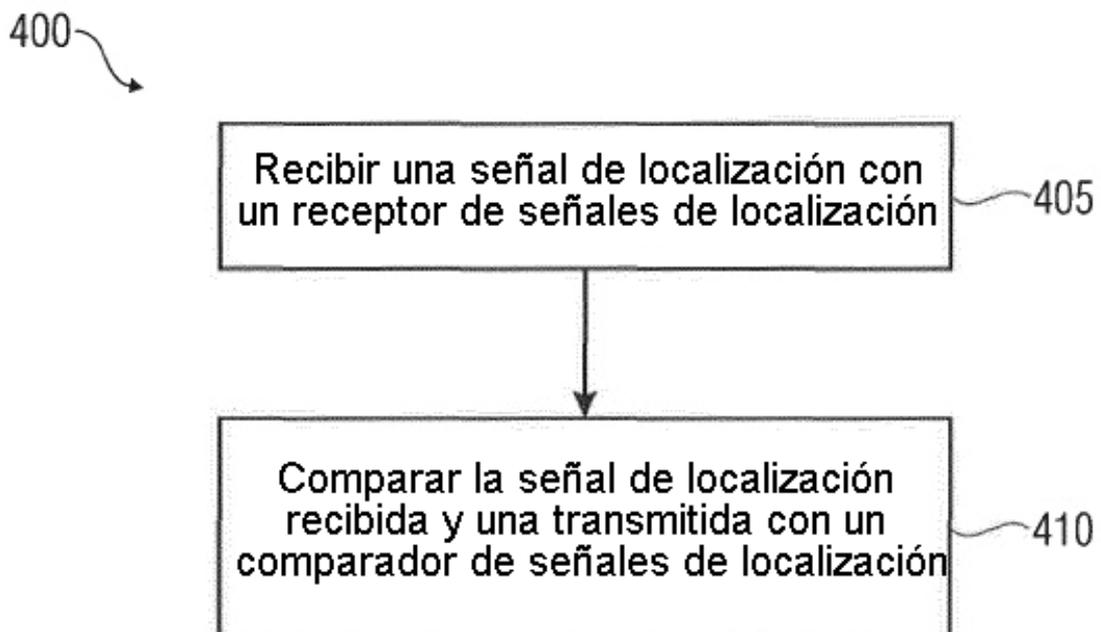


FIG 15