

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 613 646**

51 Int. Cl.:

G01S 7/35 (2006.01)

G01S 13/58 (2006.01)

G01S 13/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.03.2013 PCT/DE2013/000154**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.10.2013 WO2013156012**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.03.2013 E 13719711 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.11.2016 EP 2841961**

54 Título: **Procedimiento y equipo para determinar la distancia y la velocidad radial de un objeto mediante señales de radar**

30 Prioridad:

19.04.2012 DE 102012008350

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

25.05.2017

73 Titular/es:

**S.M.S. SMART MICROWAVE SENSORS GMBH
(100.0%)
In den Waashainen 1
38108 Braunschweig, DE**

72 Inventor/es:

ROHLING, HERMANN

74 Agente/Representante:

LOZANO GANDIA, José

ES 2 613 646 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).

PROCEDIMIENTO Y EQUIPO PARA DETERMINAR LA DISTANCIA Y LA VELOCIDAD RADIAL DE UN OBJETO MEDIANTE SEÑALES DE RADAR

DESCRIPCIÓN

- 5 La invención se refiere a un procedimiento para determinar la distancia y la velocidad radial de un objeto respecto a un lugar de medida, en el que desde el lugar de medida se envían señales de radar y tras reflejarse en el objeto se reciben de nuevo, estando divididas las señales de radar emitidas dentro de un ciclo de medida en numerosos segmentos, dentro de los que se modifica su frecuencia desde un valor inicial hasta un valor final y las señales reflejadas recibidas se someten en un segmento en cada caso a una primera evaluación para detectar picos de frecuencia y adicionalmente se realiza una subsiguiente segunda evaluación de las señales para los picos de frecuencia de todos los segmentos del ciclo de medida para determinar una componente de frecuencia Doppler como medida de la velocidad radial.
- 10
- 15 La invención se refiere además a un equipo para determinar la distancia y la velocidad radial de un objeto respecto a un lugar de medida, con un emisor de radar, un receptor situado en el lugar de medida para señales de radar del emisor de radar reflejadas por el objeto, estando divididas las señales de radar dentro de un ciclo de medida en numerosos segmentos, en los que se modifica su frecuencia desde un valor inicial hasta un valor final, con un primer equipo evaluador conectado al receptor para detectar picos de frecuencia dentro de los correspondientes segmentos de la señal recibida y con un segundo equipo evaluador conectado al primer equipo evaluador, para evaluar una diferencia de fases del pico de frecuencia detectado para determinar una componente de frecuencia Doppler como medida de la velocidad radial.
- 20
- 25 Se conoce la determinación, mediante señales de radar moduladas adecuadas, con una medición, tanto de la distancia como también de la velocidad radial de un objeto respecto a un lugar de medida.
- En el documento EP 1 325 350 B1 se describe un tipo de modulación de señales de radar conocido y adecuado. Allí se modulan durante un ciclo de medida de por ejemplo 65 ms de longitud (T_{chirp}) dos rampas entrelazadas entre sí A y B. Por cada rampa se toman 512 valores de exploración de la señal reflejada y se evalúan separadamente para cada rampa. La evaluación se realiza mediante FFT (Fast Fourier Transformation, transformada rápida de Fourier) con un total de 2×512 puntos de exploración. En consecuencia el periodo de exploración es de $65 \text{ ms}/2 \times 512 = 63,48 \text{ } \mu\text{s}$. La frecuencia de exploración es así de 15,75 kHz, siendo la frecuencia de exploración efectiva por cada rampa la mitad de dicho valor, es decir, 7,88 kHz. La gama de frecuencias Doppler de 7,88 kHz corresponde a una gama de medida de la velocidad inequívoca de 49 m/s, para una frecuencia portadora de 24,125 GHz. La gama de medida de la velocidad inequívoca corresponde a 176,4 km/h, y es por lo tanto suficiente en general para su aplicación en el tráfico viario, porque el lugar de medida, es decir, el emisor de radar y el receptor de radar, usualmente se encuentran en el vehículo y prácticamente no se tienen velocidades radiales entre vehículos que se desplazan superiores a 175 km/h y menos en el tráfico en la ciudad. No obstante este procedimiento tiene inconvenientes cuando existen muchos reflectores, que representan todos ellos picos en un espectro de frecuencias. Este espectro puede por lo tanto estar fuertemente ocupado. Varios reflectores pueden "enmascarse" mutuamente, con lo que en casos desfavorables no se detectan (continuamente) objetos relevantes.
- 30
- 35 Además se conoce la modulación de la señal de emisión con rampas cortas, rápidas e idénticas. Durante un ciclo de 65 ms pueden modularse por ejemplo 256 rampas, que tienen respectivas longitudes T_{chirp} de 254 μs . Cuando se explora cada rampa con 512 valores de exploración, esto corresponde a un periodo de exploración efectivo de $65 \text{ ms}/256 \times 512 = 496 \text{ ns}$, es decir, a una frecuencia de exploración de 2,01 MHz.
- 40
- 45 Con esta frecuencia de exploración de 2,01 MHz se realiza una primera evaluación en forma de una primera FFT. Una segunda FFT se realiza de rampa en rampa, es decir, con un período de exploración efectivo de $65 \text{ ms}/256 = 254 \text{ } \mu\text{s}$, correspondiente a una frecuencia de exploración de 3,94 kHz.
- 50
- 55 Para una frecuencia de exploración de 2,01 MHz para la primera FFT, resulta un pico de frecuencia para las señales reflejadas por cada rampa, que resulta predominantemente de la componente de frecuencia en base a la distancia. Para velocidades usuales en el tráfico viario, la componente de frecuencia Doppler puede despreciarse por ser muy pequeña, con lo que ya en la primera FFT se dispone para cada rampa de una señal relativa a la distancia. Estas señales correspondientes a todas (por ejemplo 256) las rampas de un periodo de exploración pueden combinarse entre sí, con lo que resulta una relación señal-ruido muy grande para la determinación de la distancia. De esta manera se logra detectar con fiabilidad, por ejemplo en radares de vigilancia fijos, objetos del tamaño de una persona o de un animal grande a una distancia de por ejemplo más de 7 km. Mientras la primera FFT (Range FFT o FFT de rango) se realiza por cada rampa, con lo que para 256 rampas se tienen también 256 espectros de frecuencias de la primera FFT, se realiza la segunda FFT (FFT Doppler) con preferencia para cada valor de distancia ("puerta de distancia"). Desde luego es posible realizar la segunda FFT sólo para valores de distancia elegidos. Por ejemplo pueden elegirse las puertas de distancia para las que se ha detectado una reflexión. El resultado de ambas FFT puede representarse con una Range-Doppler-Matrix (RDM, matriz rango-Doppler), tal como se muestra en la figura 1. En una situación con numerosos reflectores se distribuyen los mismos así en la Range-Doppler-Matrix (RDM) en dos dimensiones, con lo que desciende considerablemente la probabilidad de un enmascaramiento mutuo. La frecuencia de exploración de 3,94 kHz para la segunda FFT corresponde a una gama de medida de velocidades inequívoca de 24,5 m correspondiente a 88,2 km/h. Esta gama de inequívocidad es insuficiente para muchas aplicaciones. En el ejemplo de realización representado en la figura 1 de la modulación de
- 60
- 65

señales conocida por el estado de la técnica, el desplazamiento de frecuencia por cada rampa es de 100 MHz. En la figura 1 puede verse que la señal recibida tras la reflexión (Receive Signal) está desplazada en el tiempo de propagación de la señal respecto a la señal emitida (Transmit Signal). En la figura 1 se representan 2L rampas (por ejemplo 2L = 256). Por cada rampa resulta un rango FFT con la detección de una frecuencia del rango o de batido (f_{Beat}). Las señales encontradas para la frecuencia detectada f_{Beat} se aportan a la segunda FTT de Doppler, de lo que resulta la Range-Doppler-Matrix.

La descripción matemática de este procedimiento utiliza el hecho de que la frecuencia medida f_{Beat} resulta de una componente de frecuencia f_R debida a la distancia al destino R y una componente f_D , generada por el efecto Doppler:

$$f_{Beat} = f_R - f_D = -\frac{f_{SW}}{T_{chirp}} \frac{2}{c} \cdot R + f_0 \frac{2}{c} \cdot v_r \quad (1)$$

En ella designa f_{SW} la anchura de banda y T_{chirp} la duración de una única rampa de frecuencia; c es la velocidad de la luz, f_0 la frecuencia portadora inferior de la señal de emisión y v_r la velocidad radial.

La señal de recepción se mezcla con la señal de emisión en la banda de base.

Esta señal de recepción mezclada da como resultado:

$$s(t) = e^{j2\pi \left(t f_{Beat} + f_0 \frac{2R}{c} \right)} \quad (2)$$

Si se considera una secuencia coherente de un total de 2L señales de rampa (es decir, un ciclo de medida, correspondiente aquí a 2L = 256 rampas), siendo l el índice correlativo de las rampas, entonces se indica la señal continua en el tiempo y descrita en la anterior ecuación (bidimensional) como sigue. El parámetro $f_{D,md}$ describe la frecuencia Doppler, que puede medirse perfectamente de manera ambigua.

$$s(t, l) = e^{j2\pi \left(t f_{Beat} - f_{D,md} T_{chirp} l + f_0 \frac{2R}{c} \right)} \quad (3)$$

La señal bidimensional discreta en el tiempo obtenida con la frecuencia de exploración f_{sa} es entonces (designando k el índice correlativo de la señal discreta en el tiempo dentro de una rampa desde cero hasta K-1; K corresponde al número de valores de exploración en una rampa, aquí igual a 512):

$$s(k, l) = e^{j2\pi \left(f_{Beat} \frac{k}{f_{sa}} - f_{D,md} T_{chirp} l + f_0 \frac{2R}{c} \right)} \quad (4)$$

Esta señal se transforma con un FFT por cada rampa (rango FFT a lo largo de K valores de exploración por cada rampa) y resulta una nueva señal bidimensional (m designa el índice correlativo de la línea espectral del rango FFT desde cero hasta K-1):

$$S(m, l) = \sum_{k=0}^{K-1} e^{j2\pi \left(f_{Beat} \frac{k}{f_{sa}} - f_{D,md} T_{chirp} l + f_0 \frac{2R}{c} \right)} \cdot e^{-j2\pi \frac{k \cdot m}{K}} \quad (5)$$

Cada segundo FFT (FFT Doppler) que se calcula para cada k con una longitud FFT de 2L y para cada línea espectral n del FTT Doppler, aporta el siguiente espectro:

$$S(m, n) = \sum_{l=0}^{2L-1} \sum_{k=0}^{K-1} e^{j2\pi \left(f_{Beat} \frac{k}{f_{sa}} - f_{D,md} T_{chirp} l + f_0 \frac{2R}{c} \right)} \cdot e^{-j2\pi \frac{k \cdot m}{K}} \cdot e^{-j2\pi \frac{l \cdot n}{2L}} \quad (6)$$

Esta señal $S(m, n)$ se representa en una Range-Doppler-Matrix (RDM) y contiene las antes citadas ambigüedades en la medición de la frecuencia Doppler, para lo cual a priori no existe ninguna solución para esta señal de emisión.

Para la aplicación de este procedimiento en la práctica debe por lo tanto emplearse una gran inversión, para eliminar las ambigüedades en la medición de la frecuencia Doppler. Por esta razón tiene el procedimiento conocido como procedimiento 2D FFT (procedimiento FFT bidimensional) inconvenientes prácticos.

5 El documento DE 10 209 000 468 A1 da a conocer un tal procedimiento 2D FFT, en el que la eliminación de ambigüedades debe realizarse mediante una forma de señal especial, que está compuesta a lo largo del periodo de medición por ejemplo por 128 rampas de frecuencia lineales, que en cada caso están desplazadas en una frecuencia diferencial Δf respecto a la rampa de frecuencia precedente, con lo que la última rampa de frecuencia está desplazada respecto a la rampa de frecuencia precedente en por ejemplo $127 \times f$. Una parte importante de la anchura de banda necesaria para emitir la señal no está por lo tanto disponible para evaluar las rampas de frecuencia.

10 La presente invención tiene como objetivo básico por un lado aplicar los principios de la modulación rápida de rampas de la señal de emisión con la subsiguiente evaluación bidimensional y lograr sus ventajas y por otro lado evitar los inconvenientes de la ambigüedad de la medición de velocidades de manera sencilla.

15 Para lograr este objetivo, se caracteriza de acuerdo con la invención el procedimiento de la clase citada al principio porque los segmentos se dividen en al menos dos grupos, cuyo valor inicial y/o valor final de la frecuencia que varía son diferentes, porque los segmentos de cada grupo se someten separadamente a la segunda evaluación y porque mediante la determinación de una diferencia de fases de las señales que se corresponden entre sí y que resultan en la segunda evaluación de los segmentos de cada grupo, se realiza una eliminación de ambigüedades de las velocidades averiguadas.

20 De la forma correspondiente se caracteriza el equipo de la clase citada al principio de acuerdo con la invención porque para la evaluación en los equipos de evaluación se utilizan segmentos de al menos dos grupos, cuyo valor inicial y/o valor final de la frecuencia que varía son diferentes, porque el segundo equipo de evaluación dispone de al menos dos etapas de evaluación para la evaluación separada de las señales de los grupos, de los que al menos hay dos y porque en las etapas de evaluación, de las que al menos hay dos, está conectado al menos un detector de diferencia de fases, cuyas señales de salida pueden utilizarse para la determinación inequívoca de velocidades radiales.

25 El procedimiento de acuerdo con la invención utiliza así los segmentos de una señal de radar configurados como rampas de frecuencia, formándose al menos dos grupos, con preferencia exactamente dos grupos de los segmentos, que se entrelazan entre sí, con lo que una rampa de uno de los grupos se conecta a la correspondiente rampa del otro grupo. Las rampas de los dos grupos o de los distintos grupos se diferencian en sus valores iniciales y/o valores finales de las frecuencias que varían, por lo que en la representación frecuencia-tiempo se utilizan en cada caso rampas desplazadas en la dirección de las frecuencias, que por lo demás con preferencia están configuradas iguales, es decir, presentan el mismo desplazamiento de frecuencias y la misma pendiente. El desplazamiento de las frecuencias debe ser entonces muy pequeño y presentar por ejemplo menos de 10^{-3} , con preferencia aprox. 10^{-4} o menos, del desplazamiento de modulación de la rampa de frecuencia. Sorprendentemente resultan en esta configuración de la modulación de las señales de emisión mensajes simultáneos e inequívocos para la medición de la distancia y la medición de la frecuencia Doppler, cuando se determina la diferencia de fases para los picos de frecuencia de la Range-Doppler-Matrix, lo cual se explicará más en detalle en base a un ejemplo de realización.

30 Para generar las distintas rampas de frecuencia de ambos (o de varios) grupos, pueden generarse a la vez y enviarse físicamente las rampas de frecuencia con un generador correspondiente para ambos grupos, utilizándose no obstante para ambos grupos segmentos ligeramente desplazados de las rampas de frecuencia para la evaluación. En un desplazamiento de frecuencia real modulada el desplazamiento de frecuencia utilizado es entonces $f_{sw} - (f_B - f_A)$, siendo f_A el valor de la frecuencia inicial para el primer grupo A de los segmentos y f_B el valor de la frecuencia inicial para el segundo B de los segmentos.

35 De manera similar pueden "recortarse" los segmentos inicial y final de las señales recibidas de ambos grupos, desechando los correspondientes valores de exploración al principio y/o al final de la exploración, es decir, dejándolos sin evaluar. Para describir la invención sirven representaciones gráficas de ejemplos de realización. Se muestra en:

40 figura 1 un trazado de una curva y señales de evaluación esquemáticas para constituir una Range-Doppler-Matrix mediante FFT bidimensional según el estado de la técnica;
 60 figura 2 una evolución de curva de acuerdo con la invención según un primer ejemplo de realización de la invención con dos matrices de evaluación Range-Doppler;
 figura 3 una primera variante para configurar la modulación de acuerdo con la invención de las señales de emisión;
 figura 4 una segunda variante para configurar las señales moduladas de acuerdo con la invención.

65 La figura 2 contiene una representación gráfica de la evolución de una señal de emisión, habiéndose representado la frecuencia de la señal de emisión $f(t)$ a lo largo del tiempo t . La señal de emisión está compuesta por $2L$ segmentos 10, que forman dos grupos A, B de rampas de frecuencia. Los segmentos 11 del primer grupo A se extienden desde un valor inicial f_A a lo largo de un desplazamiento de modulación f_{sw} , mientras que los segmentos 12 del segundo grupo B se extienden desde un valor inicial f_B con el mismo desplazamiento de modulación (anchura de banda) f_{sw} .

Los segmentos 11, 12 de los grupos A, B se unen alternadamente, con lo que todos los segmentos de números pares pertenecen al grupo A y todos los segmentos de números impares al grupo B

5 Al igual que en el estado de la técnica, se realiza para cada segmento 10 la respectiva evaluación, con preferencia en forma de una FFT. Con ayuda de una segunda evaluación, en particular de una segunda FFT, se forma una Range-Doppler-Matrix para los segmentos 11 del primer grupo por un lado y para los segmentos 12 del segundo grupo B por otro lado. Para ambas matrices resultan así frecuencias de batido (beat) $f_{\text{Beat A}}$ y $f_{\text{Beat B}}$.

10 La señal de emisión de acuerdo con la invención está compuesta básicamente por una señal de emisión clásica, es decir, por rampas cortas y rápidas, con duración de rampa fijamente predeterminada T_{chirp} . Por supuesto se envían ambos grupos de rampas A y B en un modo entrelazado o "intertwined" uno con otro. Entre los primeros segmentos (rampas) 11 y los segundos segmentos (rampas) 12 resulta una frecuencia portadora inferior que varía muy poco, que por ejemplo es diferente en 10 kHz. Con ello se modula en el primer grupo A en el ejemplo de realización la señal de emisión de f_0 a $f_0 + 100.000$ MHz y en el otro grupo de rampas B de $f_0 + 10$ kHz a $f_0 + 100.010$ MHz .

15 Las señales de eco se mezclan con la frecuencia de emisión actual en la banda de base. Para ambos grupos de rampas A y B se generan las matrices Range-Doppler. Un objetivo y/u objeto se observa y detecta correspondientemente en ambos grupos de rampas A y B exactamente en la misma celda de ambas matrices Range-Doppler (RDM).

20 Puesto que el análisis de frecuencias Doppler (segunda FFT) se realiza por cada grupo de rampas A, es decir, en cada caso a lo largo de dos distancias entre rampas, se reduce a la mitad de nuevo la ya pequeña gama de inequívocidad de la frecuencia Doppler correspondiente al estado de la técnica.

25 Pero al tomar la medida de acuerdo con la invención esto no origina inconvenientes. Con la señal de emisión correspondiente a la invención y ambas frecuencias portadoras inferiores $f_A = f_0$ y $f_B = f_0 + 10$ kHz, se forman ambas matrices Range-Doppler para ambas señales entrelazadas una con otra con los siguientes espectros según la FFT bidimensional:

30

$$S_A(m, n) = \sum_{l=0}^{L-1} \sum_{k=0}^{K-1} e^{j2\pi \left(f_{\text{Beat}} \frac{k}{f_{\text{sa}}} - f_{\text{D,md}} T_{\text{chirp}} 2l + f_A \frac{2R}{c} \right)} \cdot e^{-j2\pi \frac{k \cdot m}{K}} e^{-j2\pi \frac{l \cdot n}{L}} \quad (7)$$

$$S_B(m, n) = \sum_{l=0}^{L-1} \sum_{k=0}^{K-1} e^{j2\pi \left(f_{\text{Beat}} \frac{k}{f_{\text{sa}}} - f_{\text{D,md}} T_{\text{chirp}} (2l+1) + f_B \frac{2R}{c} \right)} \cdot e^{-j2\pi \frac{k \cdot m}{K}} e^{-j2\pi \frac{l \cdot n}{L}} \quad (8)$$

35 Entonces se envían en total $2L$ señales de rampa 11, 12. A la señal S_A se le asignan todas las rampas con número par (grupo A), mientras que la señal S_B está compuesta por las rampas con número impar (grupo B) $(2l+1)$. Contrariamente a la disposición conocida, los valores iniciales f_A y f_B de las frecuencias portadoras se encuentran en los grupos A, B ligeramente desplazados entre sí. Los segmentos a procesar (rampas) de un grupo A, B están distanciados entre sí, debido a la disposición entrelazada, en una longitud de rampa T_{chirp} .

40 En esta situación se forman dos matrices Range-Doppler, que se evalúan específicamente por celdas. Para lograr la detección, se añaden los valores de las señales por cada celda simplemente de forma incoherente. Para cada objetivo detectado puede leerse directamente la frecuencia f_{Beat} y la frecuencia Doppler ambigua $f_{\text{D,md}}$ directamente a partir de la matriz Range-Doppler o bien para una mayor exactitud calcularse mediante técnicas de interpolación. En este sentido existen dos matrices Range-Doppler con idéntica información de valor (pero distinta información de fase).

45 En el marco de la invención se evalúa a continuación la diferencia de fases por cada celda en la matriz Range-Doppler, convenientemente sólo para aquellas celdas en las que se ha detectado un objetivo.

50 Matemáticamente resulta

$$\Delta\Phi = \left[\left(\arg \left(\frac{S_A(m,n)}{S_B(m,n)} \right) - 2\pi \cdot f_{D,md} T_{chirp} \right) \bmod \pi \right]$$

$$= 2\pi \left((f_A - f_B) \frac{2R}{c} \right) \quad (9)$$

5 siendo $f_{D,md} T_{chirp}$ un factor de corrección de fase, que se forma de una rampa a otra rampa mediante la frecuencia Doppler medida $f_{D,md}$ (posiblemente ambigua). Alrededor de este valor gira la fase de una rampa a otra rampa. Esto debe tenerse en cuenta para la evaluación de la configuración de señales entrelazadas recibida. A partir de la ecuación anterior y de la medición de la diferencia de fases, puede calcularse ahora la distancia al objetivo R y con ello f_R como sigue:

$$R = \frac{\Delta\Phi}{2\pi} \cdot \frac{c}{2(f_A - f_B)} \quad (10)$$

$$f_R = -\frac{T_R}{T_{chirp}} \cdot f_{sw} = -\frac{2R}{c} \cdot \frac{f_{sw}}{T_{chirp}} = -\frac{\Delta\Phi}{2\pi} \cdot \frac{1}{(f_A - f_B) T_{chirp}} f_{sw} \quad (11)$$

15 Finalmente resulta de la anterior ecuación, teniendo en cuenta la frecuencia de batido medida f_{Beat} , y la fase diferencial medida, la frecuencia Doppler f_D inequívoca:

$$f_D = f_R - f_{Beat} \quad (12)$$

$$= -\frac{\Delta\Phi}{2\pi} \cdot \frac{1}{(f_A - f_B) T_{chirp}} f_{sw} - f_{Beat} \quad (13)$$

20 La evaluación de la diferencia de fases medida conduce a una distancia máxima inequívoca medible de

$$R_{max} = \frac{1}{2} \cdot \frac{c}{2(f_A - f_B)} \quad (14)$$

25 Para una diferencia de frecuencias ($f_A - f_B$) de 10 kHz, resulta una distancia máxima inequívocamente medible de $R_{max} = 7,5$ km. Para una diferencia de frecuencias ($f_A - f_B$) de 4 kHz resulta una distancia máxima inequívocamente medible de $R_{max} = 18,75$ km.

30 La ecuación 11 da lugar así a una determinación no sólo aproximada sino exacta de la frecuencia que corresponde a la distancia R, que según las ecuaciones 12 y 13 permite una determinación exacta de la frecuencia Doppler f_D de manera inequívoca.

35 La utilización de acuerdo con la invención de dos grupos A, B de segmentos 11, 12 con desplazamientos de frecuencias decalados entre sí, permite así una determinación inequívoca y exacta de la distancia y de la velocidad radial mediante la determinación de las frecuencias Doppler. La señal de emisión descrita puede generarse mediante un generador de frecuencias correspondientemente controlado de la manera necesaria. Pero también es posible generar los segmentos 10, 11 realmente de la misma manera, pero utilizar una modulación virtualmente diferente. Para ello se utiliza según la figura 3 el llamado "Zero Filling" (llenado con ceros). El desplazamiento de frecuencia real modulado es entonces f_{sw} , pero no se aprovecha por completo. El desplazamiento de frecuencia utilizado en cada caso para los segmentos 11, 12 es $f_{sw} - (f_B - f_A)$.

ES 2 613 646 T3

La figura 3 muestra que para los segmentos 10 se utiliza siempre una modulación real, que parte del valor inicial f_A y se extiende por toda la anchura de banda f_{sw} . Para los segmentos 11 del primer grupo A se utiliza el segmento 11 comenzando con f_A , mientras que en el extremo superior no se utiliza un segmento de la anchura $f_B - f_A$

- 5 Por el contrario para el segmento 12 del grupo B no se utiliza el segmento inferior $f_B - f_A$, con lo que para ambos segmentos 11, 12 resulta el mismo desplazamiento de frecuencia $f_{sw} - (f_B - f_A)$

- 10 Según la variante representada en la figura 4 se generan iguales realmente los segmentos 10 para ambos grupos A, B. La longitud de los segmentos es entonces $f_B - f_A$. Los valores de exploración no utilizados en el extremo superior de los segmentos 11 del grupo A y en el extremo inferior del segmento 12 del grupo B se desechan.

- 15 En todos los casos descritos presentan los segmentos 11 y 12 un mismo desplazamiento de frecuencia y la misma pendiente. Esto no es forzosamente necesario. Pueden utilizarse igualmente distintos desplazamientos de frecuencia y distintas pendientes en el procedimiento aquí descrito. Desde luego la evaluación matemática para ello es algo más complicada.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para determinar la distancia (R) y la velocidad radial (v) de un objeto respecto a un lugar de medida, en el que se envían señales de radar y tras reflejarse en el objeto se reciben de nuevo en el lugar de medida, en el que las señales de radar emitidas dentro de un ciclo de medida se dividen en numerosos segmentos (10), dentro de los que se modifica su frecuencia desde el respectivo valor inicial (f_A , f_B) hasta el respectivo valor final y las señales reflejadas recibidas se someten en un respectivo segmento (10) a una primera evaluación para detectar picos de frecuencia y adicionalmente se realiza una subsiguiente segunda evaluación de las señales para los picos de frecuencia de todos los segmentos (10) del ciclo de medida para determinar una componente de frecuencia Doppler como medida de la velocidad radial (v),
caracterizado porque los segmentos (10) se dividen en al menos dos grupos (A, B), cuyo valor inicial (f_A , f_B) y/o valor final de la frecuencia que varía son diferentes, porque los segmentos (11, 12) de cada grupo (A, B) se someten separadamente a la segunda evaluación y porque mediante la determinación de una diferencia de fases entre las señales que se corresponden entre sí y que resultan en la segunda evaluación de los segmentos (11, 12) de cada grupo (A, B), se realiza una eliminación de ambigüedades de la velocidad averiguada.
2. Procedimiento según la reivindicación 1,
caracterizado porque la primera evaluación se realiza como una primera FFT sobre las señales de exploración dentro de un segmento (10) para determinar los picos de frecuencia.
3. Procedimiento según la reivindicación 2,
caracterizado porque la segunda evaluación se realiza como una segunda FFT sobre los picos de frecuencia de los segmentos (1) que se corresponden entre sí del ciclo de medida.
4. Procedimiento según la reivindicación 3,
caracterizado porque la determinación de la diferencia de fases para los picos de frecuencias que resultan en la segunda FFT para la frecuencia Doppler, se realiza después de al menos dos grupos (A, B).
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4,
caracterizado porque los elementos (11, 12) de ambos grupos (A, B) se generan con las mismas evoluciones reales de la frecuencia, pero se utilizan para la medición para un primer grupo (A) desde un primer valor inicial (f_A) hasta un primer valor final y para el segundo grupo (B) desde un segundo valor inicial (f_B) hasta un segundo de valor final, siendo diferentes entre sí los valores iniciales f_A , f_B y los valores finales.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5,
caracterizado porque los segmentos (11, 12) de los grupos (A, B), de los que al menos hay dos, tienen todos el mismo desplazamiento de frecuencia.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6,
caracterizado porque la variación de frecuencia de los segmentos (10, 11) en los grupos (A, B) es constante y de la misma magnitud.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7,
caracterizado porque la diferencia de fases determinada se evalúa también para determinar con exactitud la distancia (R) a un objeto.
9. Equipo para determinar la distancia y la velocidad radial de un objeto respecto a un lugar de medida, con un emisor de radar, un receptor situado en el lugar de medida para señales de radar del emisor de radar reflejadas por el objeto, estando divididas las señales de radar dentro de un ciclo de medida en numerosos segmentos (10), en los que se modifica su frecuencia desde el correspondiente valor inicial (f_A , f_B) hasta un correspondiente valor final, con un primer equipo evaluador conectado al receptor para detectar picos de frecuencia dentro de los correspondientes segmentos (10) de la señal recibida y con un segundo equipo evaluador conectado al primer equipo evaluador, para evaluar una diferencia de fases del pico de frecuencia detectado para determinar una componente de frecuencia Doppler como medida de la velocidad radial (v),
caracterizado porque para la evaluación en los equipos de evaluación se utilizan segmentos (11, 12) de al menos dos grupos (A, B), cuyo valor inicial (f_A , f_B) y/o valor final de la frecuencia que varía son diferentes, porque el segundo equipo de evaluación dispone de al menos dos etapas de evaluación para la evaluación separada de las señales de los grupos (A, B), de los que al menos hay dos y porque en las etapas de evaluación, de las que al menos hay dos, está conectado al menos un detector de diferencia de fases, cuyas señales de salida pueden utilizarse para la determinación inequívoca de velocidades radiales.
10. Equipo según la reivindicación 9,
caracterizado porque la señal de salida del detector de diferencia de fases se evalúa también para determinar la distancia (R).

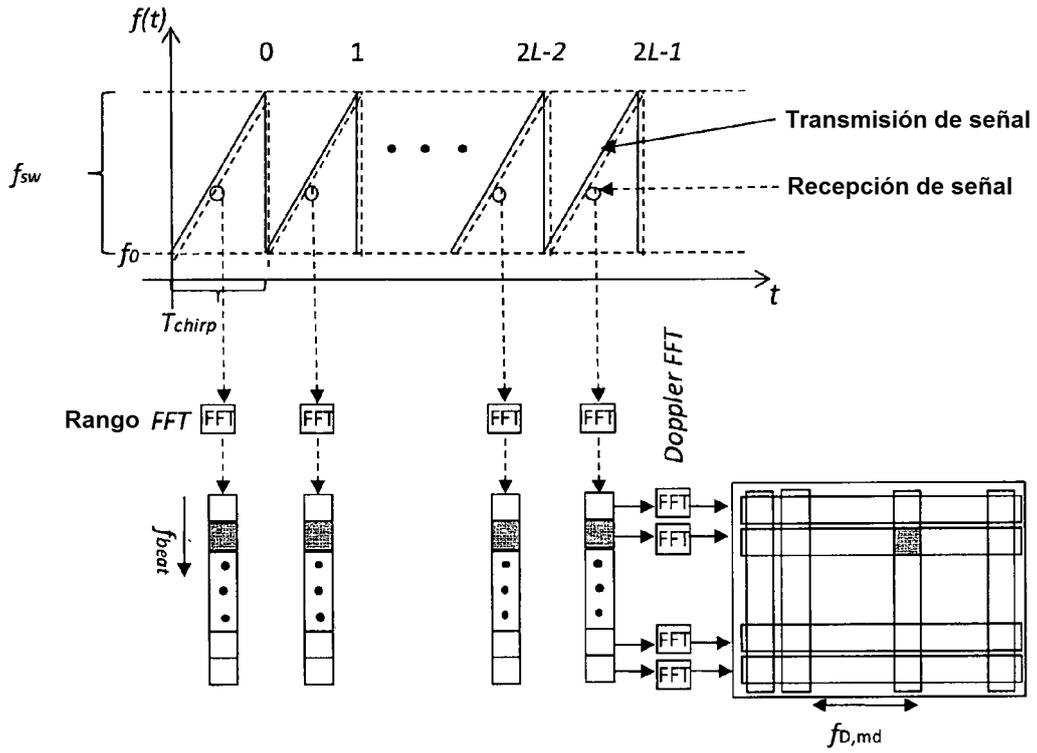


Fig.1

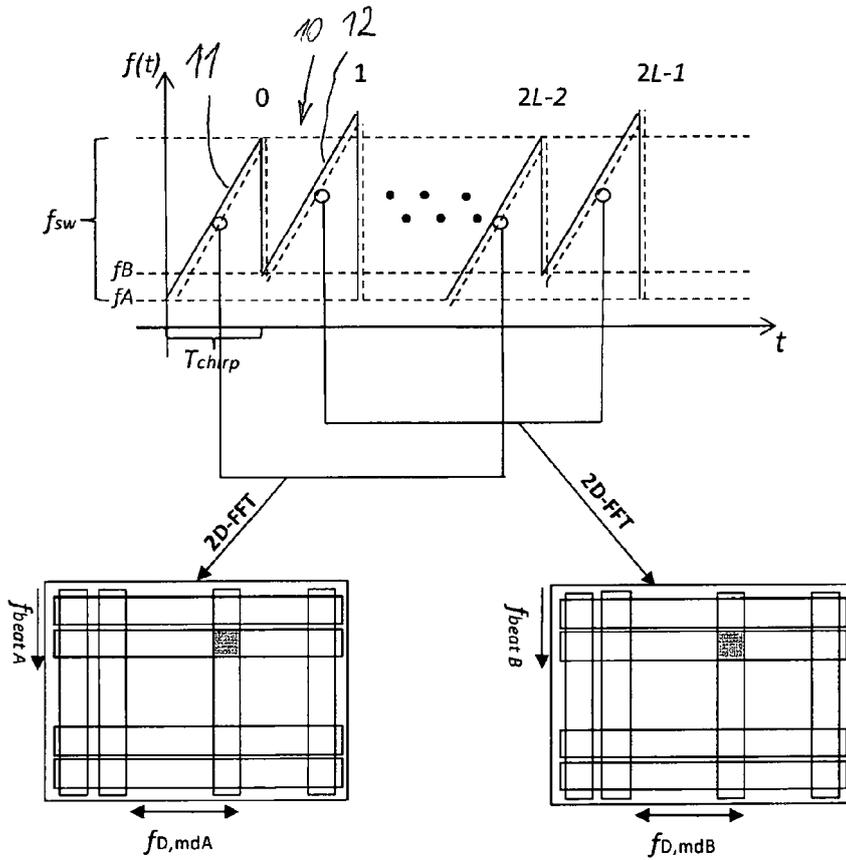


Fig. 2

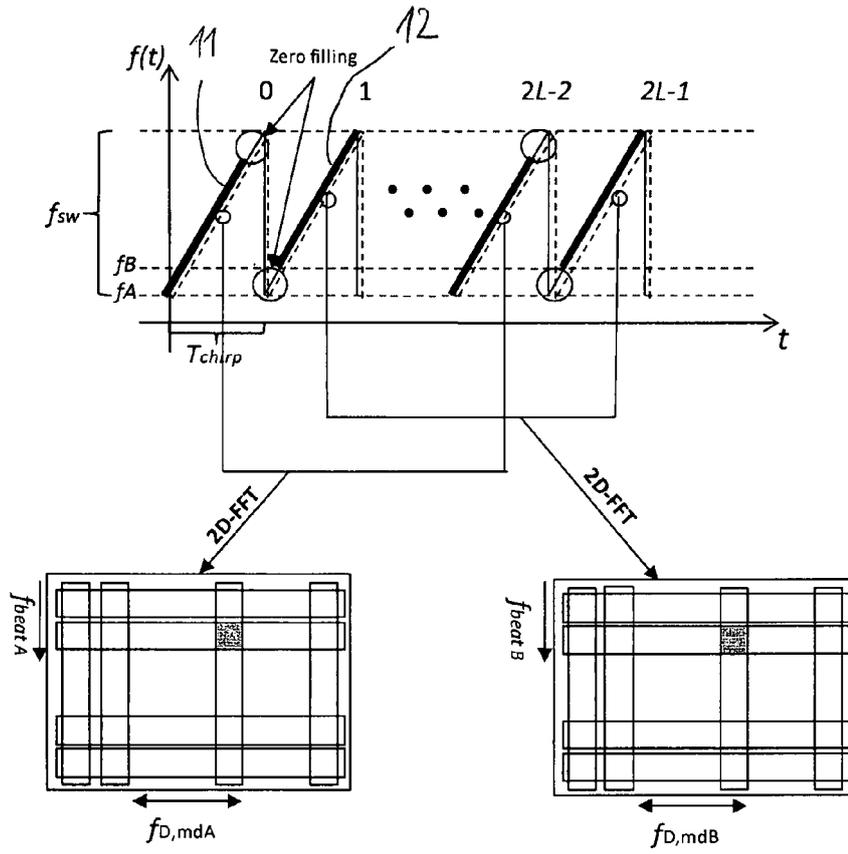


Fig. 3

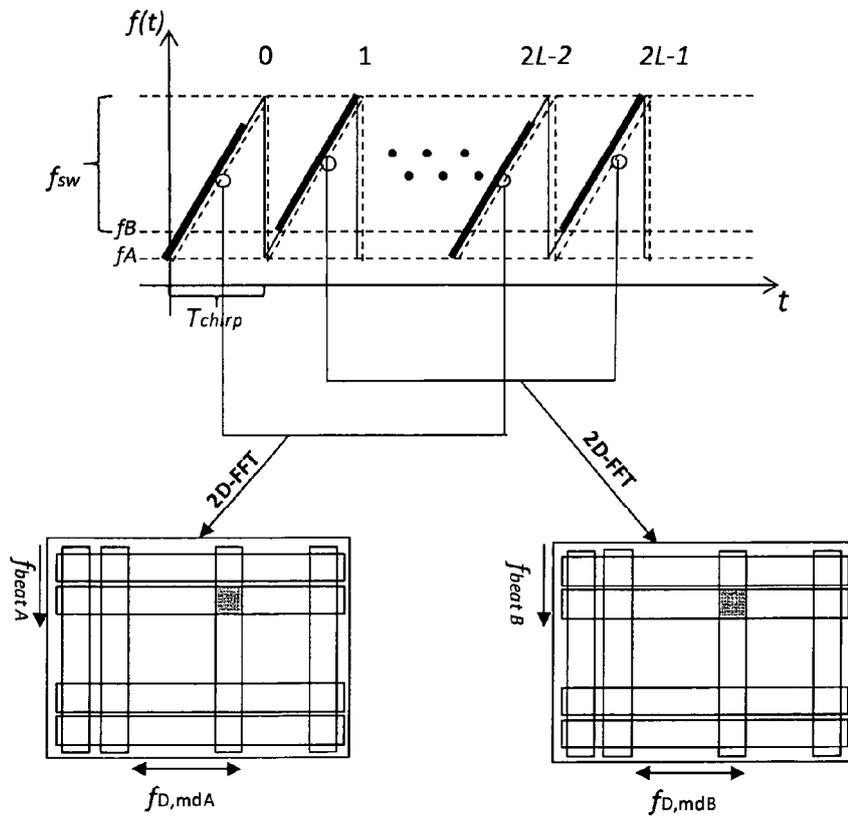


Fig. 4