

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 412 131**

51 Int. Cl.:

G01S 13/32 (2006.01)

G01S 13/58 (2006.01)

G01S 13/87 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.03.2002 E 02708914 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.04.2013 EP 1373925**

54 Título: **Medición remota de distancias por medio de una señal de sondeo esencialmente repetitiva**

30 Prioridad:

02.04.2001 SE 0101174

12.04.2001 SE 0101320

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

10.07.2013

73 Titular/es:

**SAAB AB (100.0%)
581 88 Linköping, SE**

72 Inventor/es:

AXELSSON, SUNE

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 412 131 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

Medición remota de distancias por medio de una señal de sondeo esencialmente repetitiva

Antecedentes de la invención y técnica anterior

5 La presente invención se refiere, en general, a la medición remota de distancias por medio de una señal recibida en un transceptor de señales. Específicamente, la invención se refiere a la medición remota de distancias de objetos que reflejan señales con relación a un transceptor de señales, por medio del procedimiento y al transceptor de señales, según los preámbulos de las reivindicaciones 1 y 19, respectivamente. La invención también se refiere a un sistema de antenas grupales digitales, según el preámbulo de la reivindicación 38.

10 Los transceptores de radar que utilizan una señal determinística de radar han sido conocidos por largo tiempo. La señal determinística de radar, por ejemplo, puede ser generada por medio de la modulación lineal de frecuencia (el llamado gorjeo), la modulación continua de frecuencia (FMCW = Onda Continua de Modulación de Frecuencia) o un código pseudo-aleatorio (p. ej., el código Barker). Todos estos tipos de señal comparten la característica de ser predecibles, es decir, su estructura está repetida con cierta regularidad.

15 La Figura 1 muestra un diagrama de bloques sobre un transceptor 100 de radar modulado por ruido, conocido per se. La siguiente descripción de la medición remota de distancias, con referencia a la figura 1, corresponderá a una aplicación de radar, donde un pulso de sondeo transmitido está constituido por una señal de radar, que se propaga a la velocidad de la luz en el medio de transmisión en cuestión. El principio de medición remota de distancias, sin embargo, es aplicable también a otros tipos de señales de sondeo, tales como las ondas sonoras. Naturalmente, estas ondas tienen una velocidad de propagación que es considerablemente menor que la de las correspondientes ondas de radar en todos los medios de transmisión. No obstante, en otros aspectos las condiciones son, en principio, las mismas que en el caso del radar. Las ondas sonoras son ventajosas como señales de sondeo dentro de muchas áreas donde las señales de radar son menos adecuadas, por ejemplo, en aplicaciones de sonar / sodar militares y civiles (para el rastreo de pesca, dragaminas y exploración submarina) y en aplicaciones médicas.

20 Un generador 101 de ruido genera una señal determinística $x(t)$, que por una parte es suministrada a un elemento 103 de retardo en forma de una señal de filtración, y por otra parte es transmitida mediante una antena 102 transmisora hacia un objeto 104. El objeto 104 refleja una parte de la señal $x(t)$ de radar hacia el transceptor 100 de radar, donde una señal $x(t-T)$ de radar reflejada es recibida mediante una antena receptora 105. La señal $x(t-T)$ de radar reflejada constituye una versión retardada de la señal $x(t)$ de radar transmitida, donde el retardo es proporcional a la distancia R entre el transceptor 100 de radar y el objeto 104. Un mezclador 106 reúne la señal $x(t-T)$ de radar reflejada y una señal $x(t-T_f)$ de referencia, que ha atravesado el elemento 103 de retardo. El mezclador 106 entrega una señal resultante a un filtro 107 de paso bajo. Dado que el filtro 107 de paso bajo tiene una respuesta $h(t)$ de impulso, la señal $Y(t)$ de salida desde el filtro 107 puede ser descrita por la integral:

$$Y(t) = \int x(t - \tau - T)x(t - \tau - T_f)h(\tau)d\tau$$

35 donde T_f indica el retardo de la señal $x(t)$ de radar transmitida, que genera el elemento 103 de retardo. El retardo T de la señal $x(t-T)$ de radar reflejada, con relación a la señal $x(t)$ de radar transmitida, es $T = 2R / c$, donde R = la distancia entre el transceptor 100 de radar y el objeto 104 y c = la velocidad de propagación de la señal de radar, que es igual a la velocidad de la luz en el medio de transmisión en cuestión (por ejemplo, el vacío, el aire, el agua o una capa de suelo).

40 Cuando el retardo T de la señal $x(t-T)$ de radar reflejada corresponde al retardo T_f del elemento 103 de retardo, el mezclador 106 genera un potente pico de correlación, que puede ser usado para determinar la distancia R al objeto 104. Siempre que se establezca una denominada ranura de distancia, a una distancia $R_0 = cT_f / 2$ y que el objeto atraviese esta ranura R_0 de distancia (debido al hecho de que al menos uno entre el objeto 104 y el transceptor 100 se mueve), la señal de salida del mezclador 106 describe una alta resolución y, con relación al transceptor 100 de radar, una reproducción radial del objeto 104. La resolución ΔR de distancia para esta reproducción está dada por la relación $\Delta R = c / (2B)$, donde B = el ancho de banda de señal de la onda de la señal $x(t)$ de radar transmitida, y c representa la velocidad de propagación de la señal $x(t)$ de radar en el medio de transmisión en cuestión.

45 Mediante la señal emitida desde el filtro 107 de paso bajo, luego es posible determinar el retardo T de la señal $x(t-T)$ de radar reflejada, realizando una búsqueda por medio del retardo T_f del elemento 103 de retardo después del máximo valor de la señal $Y(t)$ de salida. Cuando este valor del retardo T_f del elemento 103 de retardo ha sido determinado, la distancia R al objeto 104 también puede ser calculada según $R = cT / 2$.

50 Sin embargo, la búsqueda del máximo valor de la señal $Y(t)$ de salida implica una operación que es relativamente intensa en términos de complejidad de cálculo, lo que produce un retardo comparativamente largo, o bien exige un hardware muy

potente. La solución se torna específicamente intensiva en términos de procesamiento si también la velocidad relativa del objeto 104 debiera determinarse con alta precisión.

Resumen de la invención

5 El objeto de la presente invención es mitigar los problemas anteriores y presentar una solución eficaz de medición remota de distancias para determinar al menos una entre una distancia y una velocidad relativa, con respecto a al menos un objeto reflectante.

10 Según un aspecto de la invención, este objeto es logrado por el procedimiento inicialmente descrito para la medición remota de distancias de objetos que reflejan señales, que está caracterizado por añadir una señal de ruido a una entre una señal de sondeo transmitida y una señal portadora de información recibida. La señal secundaria incluirá por ello un componente de señal basado en la primera señal, así como un componente de señal basado en la señal de ruido. Esto, a su vez, da como resultado que el procesamiento de señal de la primera señal y de la señal secundaria puede ser realizado de una manera que sea ventajosa en cuanto a la señal, de modo que pueda obtenerse una alta linealidad, también por medio de una muy sencilla digitalización de las señales procesadas.

15 Según otro aspecto de la invención, este objeto es logrado por el transceptor de señales inicialmente descrito, que está caracterizado en cuanto a que incluye un medio de suma, para sumar una señal de ruido a una entre una señal de sondeo transmitida y una señal portadora de información recibida. Mediante el medio de suma se garantiza que la señal secundaria incluya un componente de señal basado en la primera señal, así como un componente de señal basado en el componente de ruido. El siguiente procesamiento de señales puede ser realizado, por tanto, con una alta linealidad, a la vez que un equipo sencillo puede ser utilizado para digitalizar las señales procesadas.

20 Según otro aspecto más de la invención, este objeto es logrado por el sistema de antenas grupales digitales inicialmente descrito, que está caracterizado en cuanto a que la abertura de antena incluye al menos dos unidades de antena que están conectadas con un respectivo transceptor de señales propuesto. Preferiblemente, las unidades de antena están distribuidas uniformemente por la abertura de antena. El sistema de antenas grupales también incluye un procesador lobular para recibir una señal de distancia y una señal de velocidad, respectivamente, desde cada uno de los transceptores de señales. En base a estas señales, el procesador lobular genera trozos combinados de información de velocidad y de información de distancia, más información angular referida a objetos que reflejan señales dentro del alcance del sistema.

25 La invención da como resultado que puede lograrse una eficaz medición remota de distancias, con alta precisión, en aplicaciones de radar, así como en aplicaciones donde se utilizan señales de sondeo acústico, sin requerir ningún componente extremo para digitalizar las señales recibidas. Por el contrario, pueden usarse convertidores de Analógico a Digital (A / D) muy sencillos y robustos. Naturalmente, esto es deseable, dado que el coste de fabricación para el equipo de distancias remotas puede, por tanto, mantenerse o reducirse, a la vez que se mejoran sus prestaciones y fiabilidad.

30 Las soluciones conocidas hasta el presente para la medición remota de distancias por medio de una señal de sondeo modulada por ruido, sin embargo, requieren convertidores A / D con resolución de entre 8 y 12 bits, que son relativamente caros y complejos, porque deben satisfacer grandes demandas en términos de velocidad y precisión.

Breve descripción de los dibujos

La presente invención se explica a continuación más detalladamente por medio de realizaciones preferidas, que son reveladas como ejemplos, y con referencia a los dibujos adjuntos.

- 40 La Figura 1 muestra un diagrama de bloques sobre un transceptor de señales conocido per se,
- la Figura 2 muestra un diagrama general de bloques sobre un transceptor de señales según la invención,
- la Figura 3 muestra un diagrama de bloques sobre un transceptor de señales según una primera realización de la invención,
- la Figura 4 muestra un diagrama de bloques sobre un transceptor de señales según una segunda realización de la invención,
- 45 la Figura 5 muestra un diagrama de bloques sobre un transceptor de señales según una tercera realización de la invención,
- la Figura 6 muestra un diagrama de bloques sobre un transceptor de señales según una cuarta realización de la invención,
- la Figura 7 muestra un diagrama de bloques sobre un transceptor de señales según una quinta realización de la invención,

la Figura 8 muestra un diagrama de bloques sobre un transceptor de señales según una sexta realización de la invención,

la Figura 9 muestra un diagrama de bloques sobre un transceptor de señales según una séptima realización de la invención,

5 la Figura 10 muestra un diagrama de bloques sobre un transceptor de señales según una octava realización de la invención,

la Figura 11 muestra un diagrama de bloques sobre un transceptor de señales según una novena realización de la invención,

la Figura 12 ilustra, por medio de un diagrama de flujo, el procedimiento global según la invención,

10 la Figura 13 ilustra el principio para una abertura de antena en un sistema de antenas grupales digitales, según una realización de la invención, y

la Figura 14 muestra un diagrama de bloques sobre un sistema de antenas grupales digitales, según una realización de la invención.

Descripción de las realizaciones preferidas de la invención

15 Es deseable que la señal transmitida desde un transceptor de señal tenga un ancho de banda relativamente alto, dado que esto, por una parte, da como resultado un riesgo comparativamente bajo de que sea revelado el transceptor de señales y, por otra parte, proporciona una buena resolución de distancia. La resolución ΔR de distancia, particularmente, depende del ancho de banda de la señal de sondeo, según la relación $\Delta R = c / (2B)$. Es adicionalmente ventajoso que la señal de sondeo transmitida tenga un alto nivel medio de potencia y que la medición se extienda en el tiempo, dado que esto permite un filtrado Doppler de alta resolución y da como resultado una buena inmunidad a las perturbaciones por ruido.

20

La resolución ΔR de distancia, alternativamente, también está indicada como ranura de distancia en la bibliografía.

25 Si el transceptor de señal tiene una baja gama de frecuencias, es decir, si el espectro de la señal de ruido incluye las frecuencias entre 0 Hz y B Hz, donde B indica el ancho de banda, no puede realizarse un análisis convencional de frecuencia Doppler. Particularmente, no hay ninguna onda portadora pronunciada. En cambio, se aplica un procedimiento de correlación con respecto a una señal recibida, que ha sido reflejada sobre un objetivo móvil a una distancia R y con una velocidad radial v. Debido al movimiento relativo radial del objetivo, la señal recibida estará comprimida, o bien expandida en el tiempo como $x[\alpha(t-T_0)]$, donde $\alpha = (1 - 2v/c)$ y T_0 es el retardo de la señal portadora de información recibida, con relación a la señal transmitida, según la relación $T_0 = 2R/c$, donde c es la velocidad de propagación de la señal de sondeo con respecto a la señal portadora de información, y R es la distancia al objetivo móvil. Durante el siguiente procesamiento de señales, una señal recibida $x[\alpha(t-T_0)]$ es correlacionada con una señal $x[\alpha_r(t-T_r)]$ de referencia, donde $\alpha_r = (1 - 2v_r/c)$. El retardo $T_r = 2R_r/c$ y α_r son modificados a fin de determinar la posición del valor máximo de correlación, que está definido como α_{r0} y T_{r0} . La velocidad v radial del objetivo y la distancia R pueden luego estimarse a partir de $v = c(1-\alpha_{r0})/2$ y $R = cT_{r0}/2$, respectivamente.

30

35 Incluso si la señal de sondeo es modulada alrededor de una onda portadora en una frecuencia específica, en principio, puede ser aplicado el mismo procedimiento que para el transceptor de señales de gama de baja frecuencia, para detectar distancia y velocidad. Normalmente, sin embargo, se realiza una traslación de frecuencia con respecto a la señal recibida antes de realizar el cálculo de correlación.

40 La Figura 2 muestra un diagrama general de bloques sobre un transceptor 200 de señales según la invención. El transceptor 200 de señales incluye un transmisor 220 y un receptor 201. El transmisor 220 incluye un medio para generar una primera señal x_1 , que se repite con cierta regularidad. Según una realización preferida de la invención, la primera señal x_1 está compuesta por un barrido de frecuencia lineal (el llamado gorjeo). Preferiblemente, la primera señal x_1 , sin embargo, puede también estar compuesta por una señal continuamente modulada en frecuencia (FMCW), una frecuencia por pasos o una señal codificada pseudo-aleatoria.

45 Una señal E de sondeo transmitida desde el transmisor 220 está basada en al menos la primera señal x_1 . La señal E de sondeo transmitida es normalmente filtrada y amplificada en una o múltiples etapas. Además, un componente de señal que está basado en un componente x_2 de ruido puede ser incluido en la señal E de sondeo transmitida.

Una señal E de sondeo transmitida, exclusivamente basada en la primera señal x_1 , puede ser expresada como $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$, mientras que una señal E de sondeo transmitida, basada en la señal x_1 así como en la señal x_2 de ruido, puede ser descrita por medio de la expresión $(x_1(t)+x_2(t))\exp(j2\pi f_0 t)$.

50 Se supone que la señal E de sondeo transmitida es reflejada por al menos un objeto que refleja señales, y parcialmente

reflejada al transceptor 200 de señales en forma de una señal e portadora de información, que es recibida por el receptor 201. Si al menos un objeto reflectante se mueve con respecto al transceptor 200 de señales, la señal e portadora de información también muestra un desplazamiento de Doppler con relación a la señal E de sondeo transmitida. Siempre que ninguna componente de señal basada en la señal x_2 de ruido esté incluida en la señal E transmitida, un componente de señal de ese tipo es añadido a la señal e portadora de información recibida en el receptor 201, antes de que la información correspondiente a los objetos reflejados sea obtenida de la señal e portadora de información. En otro caso, la señal e portadora de información es suministrada adicionalmente a un procesamiento subsiguiente de señales, sin la adición de ningún ruido adicional.

En cualquier caso, el receptor 201 genera una señal primaria $P_1(x_1)$ en base a la primera señal x_1 , y una señal secundaria $P_2(x_1, x_2)$ en base a la señal e portadora de información. La señal secundaria $P_2(x_1, x_2)$ incluye de ese modo componentes de señal que se originan, tanto uno como otro, de la primera señal x_1 y de la señal x_2 de ruido.

Un demodulador 230 recibe la señal primaria $P_1(x_1)$ y genera, en base a la misma, al menos un componente R_1, R_Q de señal demodulada primaria. De forma correspondiente, el demodulador 230 recibe la señal secundaria $P_2(x_1, x_2)$ y genera en respuesta a la misma un componente S_1, S_Q de señal demodulada secundaria. Según una realización preferida de la invención, el demodulador 230 incluye un primer demodulador de cuadratura, que produce dos componentes de señal demodulada primaria en forma de señales de cuadratura R_I y R_Q , respectivamente, y un segundo demodulador de cuadratura, que produce dos componentes de señal demodulada secundaria, en forma de señales de cuadratura S_I y S_Q , respectivamente.

Una unidad digitalizadora 240 recibe el al menos un componente R_I, R_Q de señal demodulada primaria y el al menos un componente S_I, S_Q de señal demodulada secundaria y, en base a los mismos, forma al menos un componente D_{1I}, D_{1Q} de señal primaria digital, con respecto a al menos un componente D_{2I}, D_{2Q} de señal digital secundaria. Según una realización preferida de la invención, la unidad digitalizadora 240 incluye un convertidor detector de signo (es decir, un convertidor A / D binario) para convertir un respectivo componente de señal modulada; por tanto, en total, cuatro convertidores A / D.

Un correlacionador 215 recibe el al menos un componente D_{1I}, D_{1Q} de señal digital primaria, y al menos un componente D_{2I}, D_{2Q} de señal digital secundaria. El correlacionador 215 correlaciona el al menos un componente D_{1I}, D_{1Q} de señal digital primaria con el al menos un componente D_{2I}, D_{2Q} de señal digital secundaria, y forma una señal $R_C(t)$ de correlación resultante, donde $R_C(t)$ es la función de correlación compleja: $R_C(T, T_R) = R_r(T, T_R) + jR_i(T, T_R)$.

La señal de correlación $R_C(T, T_R)$ es calculada por el correlacionador 215 según lo anterior para valores variables del retardo T_R de la señal de referencia, definiendo las ranuras de distancia ΔR , y las muestras en el tiempo de las señales de correlación para los distintos valores de T_R (las ranuras de distancia) son suministradas como señales de entrada a un procesador Doppler 216. El procesador Doppler 216 realiza, para cada ranura de distancia, un filtrado Doppler de alta resolución de la señal de correlación $R_C(T_R, t)$, por ejemplo, mediante un banco de filtros o un procesamiento por FFT, por lo cual es determinada la información de distancia $Y(t)$, así como un vector $V(t)$ de velocidad radial de los respectivos objetos reflectantes. La información de distancia y de velocidad correspondiente a los objetos reflectantes son preferiblemente manipuladas colectivamente mediante una denominada matriz Doppler de distancia $Y(t)/V(t)$. El filtrado de distancia y Doppler, por ello, puede también ser realizado en una unidad combinada para la determinación de la distancia y la determinación de la velocidad, en lugar de en las unidades individuales 215 y 216, respectivamente.

La detección Doppler, por supuesto, hace posible identificar objetivos y otros objetos que se mueven radialmente con relación al equipo de medición remota de distancias. Además, la detección Doppler puede ser usada para suprimir el ruido cuando el equipo está montado en un buque, una nave u otra entidad móvil, tal como un robot. Los ecos con un componente Doppler esencialmente igual a la propia velocidad del buque pueden, por tanto, ser suprimidos como probables ecos de ruido, desde el suelo u otra superficie.

Las figuras 3 a 11 muestran distintas realizaciones de transceptores de señales para la medición remota de distancias según la invención. El texto correspondiente debajo solamente se refiere explícitamente a aplicaciones de radar. Sin embargo, los principios según las respectivas realizaciones son también aplicables para otros tipos de señales de sondeo, tales como ondas sonoras. Un sonar / sodar incluye un elemento vibrador que, por ejemplo, está controlado electromecánicamente por medio de un transformador piezoeléctrico, en lugar de un transmisor de radar y una antena. El mismo elemento es explotado tanto para transmitir como para recibir las ondas sonoras, o bien pueden ser empleados elementos distintos. En ambos casos, el transmisor, normalmente, debe ser desacoplado durante la recepción y, viceversa, el receptor debe ser desacoplado durante la transmisión. Las otras partes del transceptor de señales pueden ser las mismas, independientemente del tipo de señal de sondeo empleada. Naturalmente, los componentes incluidos deben estar adaptados a una gama de frecuencia relevante. Un sonar / sodar normalmente funciona dentro de la gama de frecuencias entre 30 y 200 kHz, mientras que un radar generalmente utiliza señales dentro de la banda de frecuencias entre 0,1 y 100 GHz.

La Figura 3 muestra un diagrama de bloques sobre un transceptor de radar modulado por ruido, según una primera

realización de la invención, donde una señal $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de radar transmitida incluye una primera señal $x_1(t)$, que está repetida con cierta regularidad. Un generador 201a de primeras señales de frecuencia comparativamente baja genera aquí la primera señal $x_1(t)$. Un modulador (mezclador) 203 recibe, por una parte, la primera señal $x_1(t)$ y, por otra parte, una señal f_0 de alta frecuencia desde un oscilador local 202. El modulador 203 suministra una señal $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de frecuencia aumentada en su salida. La señal $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de frecuencia aumentada es suministrada adicionalmente, mediante un acoplador direccional 204, a un sistema 205 de antena, mediante el cual se transmite una correspondiente señal $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de radar. Preferiblemente, la cadena de transmisión, así como la cadena de recepción, incluyen amplificadores y filtros que están adaptados al ancho de banda de las señales, los cuales, sin embargo, no se muestran en la figura.

5 Se supone que la señal $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de radar transmitida es reflejada por al menos un objeto, y que es parcialmente reflejada hacia el transceptor de radar en forma de una señal $ax_1(t-T)\exp(j2\pi f_0 t)$ portadora de información (donde $a = a_0 \exp(-j2\pi f_0 T)$), que es recibida por el sistema 205 de antena. Siempre que el objeto reflectante esté desplazándose con relación al transceptor de radar, T varía y ocurre un desplazamiento Doppler. Después de haber pasado por el acoplador direccional 204, la señal es suministrada a un primer reductor 206 de frecuencia. Esta bajada de frecuencia transforma la señal $ax_1(t-T)\exp(j2\pi f_0 t)$ portadora de información en una señal $ax_1(t-T)$ con frecuencia reducida, mezclándola con la señal f_0 de salida desde el oscilador local 202.

Un generador 210a de ruido genera una señal $x_2(t)$ de ruido. Un sumador 209 recibe la señal $x_2(t)$ de ruido y la suma a la señal $ax_1(t-T)$ con frecuencia reducida, por lo cual se forma una señal $ax_1(t-T)+x_2(t)$ de suma (compárese con $P_2(x_1, x_2)$ en la figura 2).

20 Una parte de la señal $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de radar transmitida también es devuelta como una señal de filtración a la parte receptora del transceptor. Un segundo reductor 207 de frecuencia recibe esta parte de la señal $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de radar transmitida y transforma la frecuencia, por reducción, en una señal $x_1(t)$ de referencia (compárese con $P_1(x_1)$ en la figura 2).

Un primer modulador 211 de cuadratura recibe la señal $x_1(t)$ de referencia y genera, respectivamente, los componentes R_1 y R_Q de señal demodulada primaria. De forma correspondiente, un segundo demodulador 212 recibe la señal de suma $ax_1(t-T)+x_2(t)$ y genera, en base a la misma, los componentes S_1 y S_Q de señal demodulada secundaria, respectivamente. Los componentes R_1 y R_Q de señal primaria demodulada son suministrados a un primer convertidor A / D 213, que los convierte en un conjunto de componentes D_{11} D_{1Q} de señal digital primaria, y los componentes S_1 y S_Q de señal demodulada secundaria son suministrados a un segundo convertidor A / D 214, que los convierte en un conjunto de componentes D_{21} , D_{2Q} de señal digital secundaria.

Los convertidores A / D 213, 214 primero y segundo son, preferiblemente, los denominados convertidores A / D de pocos bits, lo que significa que tienen comparativamente pocos niveles de cuantización (o una baja resolución), al menos con respecto a la información de amplitud en la señal primaria $P_1(x_1)$ y en la señal secundaria $P_2(x_1, x_2)$, respectivamente. Un convertidor A / D de pocos bits, según la invención, tiene habitualmente entre 2 y 4 niveles de cuantización y, por tanto, tiene una resolución de entre 1 y 2 bits. Según una realización preferida de la invención, el convertidor A / D solamente tiene resolución de un bit, es decir, es un mero detector de signo.

Un correlacionador 215 recibe los componentes D_{11} , D_{1Q} de señal digital primaria y los componentes D_{21} , D_{2Q} de señal digital secundaria, los correlaciona mutuamente con un retardo variable T_R y genera una señal $R_C(T_R, t)$ de correlación, donde $R_C(T_R, t)$ es la función de correlación compleja. Cada valor de T_R , por tanto, corresponde a una ranura de distancia. Un posterior procesador Doppler 216 procesa muestras temporales de la señal $R_C(T_R, t)$ de correlación para todas las ranuras de distancia y produce una matriz cuyos elementos de figura compleja representan los valores de señal reflejados desde distintas distancias y frecuencias Doppler. Por ejemplo, por medio de un procedimiento de umbral, pueden determinarse ecos de una cierta potencia mínima con respecto a las frecuencias Doppler y las distancias. De esta información, a su vez, pueden ser extraídas la información $Y(t)$ de distancia y la información $V(t)$ de velocidad para los correspondientes objetos reflectantes.

La Figura 4 muestra un diagrama de bloques sobre un transceptor de radar, según una segunda realización de la invención, donde una señal $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de radar transmitida incluye una primera señal $x_1(t)$, que se repite con cierta regularidad. Un generador 201a de señales de frecuencia comparativamente baja genera la primera señal $x_1(t)$. Un modulador 203 recibe, por una parte, la primera señal $x_1(t)$ y, por otra parte, una señal f_0 de alta frecuencia desde un oscilador local 202. El modulador 203 suministra una señal $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ con frecuencia aumentada en su salida. La señal $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ con frecuencia aumentada es suministrada adicionalmente, mediante un acoplador direccional 204, a un sistema 205 de antena, mediante el cual es transmitida una correspondiente señal $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de radar. Preferiblemente, la cadena de transmisión, así como la cadena de recepción, incluyen amplificadores y filtros que están adaptados al ancho de banda de las señales, los cuales, sin embargo, no se muestran en la figura.

55 Se supone que la señal $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de radar transmitida es reflejada por al menos un objeto, y es parcialmente

reflejada hacia el transceptor de radar en forma de una señal $ax_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ portadora de información (donde $a = a_0 \exp(-j2\pi f_0 t)$), que es recibida por el sistema 205 de antena. Siempre que el objeto reflectante esté desplazándose con relación al transceptor de radar, T varía y ocurre un desplazamiento Doppler. Después de haber pasado por el acoplador direccional 204, la señal es suministrada a un primer reductor 206 de frecuencia. Esta reducción de frecuencia transforma la señal $ax_1(t-T)\exp(j2\pi f_0 t)$ portadora de información en una señal $ax_1(t-T)$ con frecuencia reducida, mezclándola con la señal f_0 de salida desde el oscilador local 202.

Un generador 210a de ruido genera una señal $x_2(t)$ de ruido. Un sumador 209 recibe la señal $x_2(t)$ de ruido y la suma a la señal $ax_1(t-T)$ con frecuencia reducida, por lo cual se forma una señal $ax_1(t-T)+x_2(t)$ de suma (compárese con $P_2(x_1, x_2)$ en la figura 2). La primera señal $x_1(t)$ es suministrada a la parte receptora del transceptor de radar en forma de una señal $x_1(t)$ de referencia (compárese con $P_1(x_1)$ en la figura 2).

Un primer demodulador 211 de cuadratura recibe la señal $x_1(t)$ de referencia y genera los componentes R_I y R_Q de señal demodulada primaria, respectivamente. De manera correspondiente, un segundo demodulador 212 de cuadratura recibe la señal $ax_1(t-T)+x_2(t)$ de suma y genera, en base a la misma, los componentes S_I y S_Q de señal demodulada secundaria, respectivamente. Los componentes R_I y R_Q de señal demodulada primaria son suministrados a un primer convertidor A / D 213, que los convierte en un conjunto de componentes D_{1I} , D_{1Q} de señal digital primaria, y los componentes S_I y S_Q de señal demodulada secundaria son suministrados a un segundo convertidor A / D 214, que los convierte en un conjunto de componentes D_{2I} , D_{2Q} de señal digital secundaria.

Los convertidores A / D 213, 214 primero y segundo son, preferiblemente, los denominados convertidores A / D de pocos bits, lo que significa que tienen comparativamente pocos niveles de cuantización (o una baja resolución), al menos con respecto a la información de amplitud en la señal primaria $P_1(x_1)$ y en la señal secundaria $P_2(x_1, x_2)$, respectivamente. Un convertidor A / D de pocos bits, según la invención, tiene habitualmente entre 2 y 4 niveles de cuantización y, por tanto, tiene una resolución de entre 1 y 2 bits. Según una realización preferida de la invención, el convertidor A / D solamente tiene resolución de un bit, es decir, es un mero detector de signo.

Un correlacionador 215 recibe los componentes D_{1I} , D_{1Q} de señal digital primaria y los componentes D_{2I} , D_{2Q} de señal digital secundaria, los correlaciona mutuamente con un retardo variable T_R y genera una señal $R_C(T_R, t)$ de correlación, donde $R_C(T_R, t)$ es la función de correlación compleja. Cada valor de T_R , por tanto, corresponde a una ranura de distancia. Un posterior procesador Doppler 216 procesa muestras temporales de la señal $R_C(T_R, t)$ de correlación para todas las ranuras de distancia y produce una matriz cuyos elementos de figura compleja representan los valores de señal reflejados desde distintas distancias y frecuencias Doppler. Por ejemplo, por medio de un procedimiento de umbral, pueden determinarse ecos de una cierta potencia mínima con respecto a las frecuencias Doppler y las distancias. De esta información, a su vez, pueden ser extraídas la información $Y(t)$ de distancia y la información $V(t)$ de velocidad para los correspondientes objetos reflectantes.

La Figura 5 muestra un diagrama de bloques sobre un transceptor de radar según una tercera realización de la invención. Aquí, una primera señal $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ proveniente de un generador 201b de señales de alta frecuencia constituye una base directa para la señal de radar transmitida. La señal $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ se repite con cierta regularidad. La señal $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ desde el generador 201b de señales es suministrada, mediante un acoplador direccional 204, a un sistema 205 de antena, mediante el cual es transmitida una señal $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de radar. De manera similar a la realización anteriormente descrita de la invención, se supone que la señal $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de radar transmitida es reflejada por al menos un objeto y es parcialmente reflejada hacia el transceptor de radar en forma de una señal $ax_1(t-T)\exp(j2\pi f_0 t)$ portadora de información, que es recibida por el sistema 205 de antena. Preferiblemente, la cadena de transmisión, así como la cadena de recepción, incluyen amplificadores y filtros que están adaptados al ancho de banda de las señales, los cuales, sin embargo, no se muestran en la figura.

La señal $ax_1(t-T)\exp(j2\pi f_0 t)$ portadora de información es posteriormente suministrada a un reductor 206 de frecuencia. Esta bajada de frecuencia transforma la señal $ax_1(t-T)\exp(j2\pi f_0 t)$ portadora de información en una señal $ax_1(t-T)$ con frecuencia reducida, mezclándola con la señal f_0 de salida desde el oscilador local 202. Un generador 210a de ruido genera una señal $x_2(t)$ de ruido de frecuencia comparativamente baja.

Un sumador 209 recibe la señal $x_2(t)$ de ruido y la suma a la señal $ax_1(t-T)$ con frecuencia reducida, por lo cual se forma una señal $ax_1(t-T)+x_2(t)$ de suma (compárese con $P_2(x_1, x_2)$ en la figura 2). Una fracción de la señal $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de radar transmitida también es devuelta como una señal de filtración a la parte receptora del transceptor. Un segundo reductor 207 de frecuencia recibe esta parte de la señal $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de radar transmitida y transforma la frecuencia, por reducción, en una señal $x_1(t)$ de referencia (compárese con $P_1(x_1)$ en la figura 2).

Un primer demodulador 211 de cuadratura recibe la señal $x_1(t)$ de referencia y genera los componentes R_I y R_Q de señal demodulada primaria, respectivamente. De forma correspondiente, un segundo demodulador 212 de cuadratura recibe la señal de suma $ax_1(t-T)+x_2(t)$ y genera, en base a la misma, los componentes S_I y S_Q de señal demodulada secundaria, respectivamente. Los componentes R_I y R_Q de señal demodulada primaria son suministrados a un primer convertidor A /

D 213, que los convierte en un conjunto de componentes D_{11} , D_{1Q} de señal digital primaria, y los componentes S_1 y S_Q de señal demodulada secundaria son suministrados a un segundo convertidor A / D 214, que los convierte en un conjunto de componentes D_{21} , D_{2Q} de señal digital secundaria.

5 Un correlacionador 215 recibe los componentes D_{11} , D_{1Q} de señal digital primaria y los componentes D_{21} , D_{2Q} de señal digital secundaria, los correlaciona mutuamente con un retardo variable T_R y genera una señal $R_C(T_R, t)$ de correlación, donde $R_C(T_R, t)$ es la función de correlación compleja. Cada valor de T_R , por tanto, corresponde a una ranura de distancia. Un posterior procesador Doppler 216 procesa muestras temporales de la señal $R_C(T_R, t)$ de correlación para todas las ranuras de distancia y produce una matriz cuyos elementos de figura compleja representan los valores de señal reflejados desde distintas distancias y frecuencias Doppler. Por ejemplo, por medio de un procedimiento de umbral, pueden
10 determinarse ecos de una cierta potencia mínima con respecto a las frecuencias Doppler y las distancias. De esta información, a su vez, pueden ser extraídas la información $Y(t)$ de distancia y la información $V(t)$ de velocidad para los correspondientes objetos reflectantes.

La Figura 6 muestra un diagrama de bloques sobre un transceptor de radar según una cuarta realización de la invención. De manera similar a la realización precedente, una primera señal $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ proveniente de un generador 201b de ruido de alta frecuencia constituye una base para la señal de radar transmitida. Un sumador 209, sin embargo, suma un segundo componente $x_2(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de señal, que está basado en una señal $x_2(t)$ de ruido proveniente de un generador 210a de ruido, antes de que se transmita la señal de radar. El generador 210a de ruido suministra la señal $x_2(t)$ de ruido a un modulador (mezclador) 217, que análogamente recibe una señal periódica de alta frecuencia con una frecuencia f_0 desde un oscilador local 202. Una señal $x_1(t)+x_2(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de suma proveniente del sumador 209 es suministrada,
15 mediante un acoplador direccional 204, a un sistema 205 de antena, mediante el cual, posteriormente se transmite una señal $x_1(t)+x_2(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de radar. Preferiblemente, la cadena de transmisión, así como la cadena de recepción, incluyen amplificadores y filtros que están adaptados al ancho de banda de las señales, los cuales, sin embargo, no se muestran en la figura.

Por analogía con las realizaciones anteriormente descritas de la invención, se supone que la señal $x_1(t)+x_2(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de radar transmitida es reflejada por al menos un objeto y que es parcialmente reflejada hacia el transceptor de radar en forma de una señal $a(x_1(t-T)+x_2(t-T))\exp(j2\pi f_0 t)$ portadora de información, que es recibida por el sistema 205 de antena.
25

A continuación, la señal $a(x_1(t-T)+x_2(t-T))\exp(j2\pi f_0 t)$ portadora de información es suministrada a un reductor 206 de frecuencia. Esta reducción de frecuencia transforma la señal $a(x_1(t-T)+x_2(t-T))\exp(j2\pi f_0 t)$ portadora de información en una señal $a(x_1(t-T)+x_2(t-T))$ de frecuencia reducida (compárese con $P_2(x_1, x_2)$ en la figura 2), mezclándola con la señal f_0 de salida proveniente de un oscilador local 202. Un componente de señal basado en la primera señal $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ es devuelto como una señal de filtración a la parte receptora del transceptor de radar. Un segundo reductor de frecuencia recibe esta señal $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ y la convierte, por reducción de frecuencia, en una señal $x_1(t)$ de referencia (compárese con $P_1(x_1)$ en la figura 2).
30

Un primer demodulador 211 de cuadratura recibe la señal $x_1(t)$ de referencia y genera los componentes R_1 y R_Q de señal demodulada primaria, respectivamente. De forma correspondiente, un segundo demodulador 212 de cuadratura recibe la señal de suma $a(x_1(t-T)+x_2(t-T))$ y genera, en base a la misma, los componentes S_1 y S_Q de señal demodulada secundaria, respectivamente. Los componentes R_1 y R_Q de señal demodulada primaria son suministrados a un primer convertidor A / D 213, que los convierte en un conjunto de componentes D_{11} , D_{1Q} de señal digital primaria, y los componentes S_1 y S_Q de señal demodulada secundaria son suministrados a un segundo convertidor A / D 214, que los convierte en un conjunto de componentes D_{21} , D_{2Q} de señal digital secundaria.
35

Un correlacionador 215 recibe los componentes D_{11} , D_{1Q} de señal digital primaria y los componentes D_{21} , D_{2Q} de señal digital secundaria, los correlaciona mutuamente con un retardo variable T_R y genera una señal $R_C(T_R, t)$ de correlación, donde $R_C(T_R, t)$ es la función de correlación compleja. Cada valor de T_R , por tanto, corresponde a una ranura de distancia. Un posterior procesador Doppler 216 procesa muestras temporales de la señal $R_C(T_R, t)$ de correlación para todas las ranuras de distancia y produce una matriz cuyos elementos de figura compleja representan los valores de señal reflejados desde distintas distancias y frecuencias Doppler. Por ejemplo, por medio de un procedimiento de umbral, pueden
40 determinarse ecos de una cierta potencia mínima con respecto a las frecuencias Doppler y las distancias. De esta información, a su vez, pueden ser extraídas la información $Y(t)$ de distancia y la información $V(t)$ de velocidad para los correspondientes objetos reflectantes.

La Figura 7 muestra un diagrama de bloques sobre un transceptor de radar según una quinta realización de la invención. La señal de radar transmitida, por una parte, incluye un primer componente $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de señal, basado en una primera señal $x_1(t)$, que se repite con cierta regularidad, proveniente de un generador 201a de señales, que es aumentada en su frecuencia en un primer modulador 203, por medio de una señal f_0 periódica de alta frecuencia proveniente de un oscilador local 202 y, por otra parte, un segundo componente $x_2(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de señal basado en una señal $x_2(t)$ de ruido proveniente de un generador 201a de ruido. Un segundo modulador 217 recibe la señal $x_2(t)$ de ruido y la señal f_0 periódica de alta frecuencia desde el oscilador local 202, y suma el primer componente $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de señal junto con
45

el segundo componente $x_2(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de señal, en una señal $(x_1(t)+x_2(t))\exp(j2\pi f_0 t)$, que es emitida, mediante un acoplador direccional 204 y un sistema 205 de antena, como una señal $(x_1(t)+x_2(t))\exp(j2\pi f_0 t)$ de radar. Preferiblemente, la cadena de transmisión, así como la cadena de recepción, incluyen amplificadores y filtros que están adaptados al ancho de banda de las señales, los cuales, sin embargo, no se muestran en la figura.

5 Por analogía con las realizaciones anteriormente descritas de la invención, se supone que la señal $x_1(t)+x_2(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de radar transmitida es reflejada por al menos un objeto y que es parcialmente reflejada hacia el transceptor de radar en forma de una señal $a(x_1(t-T)+x_2(t-T))\exp(j2\pi f_0 t)$ portadora de información, que es recibida por el sistema 205 de antena.

10 A continuación, la señal $a(x_1(t-T)+x_2(t-T))\exp(j2\pi f_0 t)$ portadora de información es suministrada a un reductor 206 de frecuencia. Esta reducción de frecuencia transforma la señal $a(x_1(t-T)+x_2(t-T))\exp(j2\pi f_0 t)$ portadora de información en una señal $a(x_1(t-T)+x_2(t-T))$ de frecuencia reducida (compárese con $P_2(x_1, x_2)$ en la figura 2), mezclándola con la señal f_0 de salida proveniente de un oscilador local 202. Un componente de señal basado en la primera señal $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ es devuelto como una señal de filtración a la parte receptora del transceptor de radar. Un segundo reductor de frecuencia recibe esta señal $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ y la convierte, por reducción de frecuencia, en una señal $x_1(t)$ de referencia (compárese con $P_1(x_1)$ en la figura 2).

15 Un primer demodulador 211 de cuadratura recibe la señal $x_1(t)$ de referencia y genera los componentes R_I y R_Q de señal demodulada primaria, respectivamente. De forma correspondiente, un segundo demodulador 212 de cuadratura recibe la señal de suma $a(x_1(t-T)+x_2(t-T))$ y genera, en base a la misma, los componentes S_I y S_Q de señal demodulada secundaria, respectivamente. Los componentes R_I y R_Q de señal demodulada primaria son suministrados a un primer convertidor A / D 213, que los convierte en un conjunto de componentes D_{1I} D_{1Q} de señal digital primaria, y los componentes S_I y S_Q de señal demodulada secundaria son suministrados a un segundo convertidor A / D 214, que los convierte en un conjunto de componentes D_{2I} , D_{2Q} de señal digital secundaria.

20 Un correlacionador 215 recibe los componentes D_{1I} , D_{1Q} de señal digital primaria y los componentes D_{2I} , D_{2Q} de señal digital secundaria, los correlaciona mutuamente con un retardo variable T_R y genera una señal $R_C(T_R, t)$ de correlación, donde $R_C(T_R, t)$ es la función de correlación compleja. Cada valor de T_R , por tanto, corresponde a una ranura de distancia. Un posterior procesador Doppler 216 procesa muestras temporales de la señal $R_C(T_R, t)$ de correlación para todas las ranuras de distancia y produce una matriz cuyos elementos de figura compleja representan los valores de señal reflejados desde distintas distancias y frecuencias Doppler. Por ejemplo, por medio de un procedimiento de umbral, pueden determinarse ecos de una cierta potencia mínima con respecto a las frecuencias Doppler y las distancias. De esta información, a su vez, pueden ser extraídas la información $Y(t)$ de distancia y la información $V(t)$ de velocidad para los correspondientes objetos reflectantes.

25 La Figura 8 muestra un diagrama de bloques sobre un transceptor de radar según una sexta realización de la invención. La señal de radar transmitida, por una parte, incluye un primer componente $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de señal, basado en una señal $x_1(t)$, que se repite con cierta regularidad, proveniente de un generador 201a de señales, que es aumentada en su frecuencia en un primer modulador 203, por medio de una señal f_0 periódica de alta frecuencia proveniente de un oscilador local 202 y, por otra parte, un segundo componente $x_2(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de señal basado en una señal $x_2(t)$ de ruido proveniente de un generador 201a de ruido. Un modulador 217 recibe la señal de ruido y la señal f_0 periódica de alta frecuencia desde el oscilador local 202, y forma el segundo componente $x_2(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de señal. Un sumador 209 suma la primera señal $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ y el componente $x_2(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de señal en una señal $(x_1(t)+x_2(t))\exp(j2\pi f_0 t)$ de suma, que es emitida, mediante un acoplador direccional 204 y un sistema 205 de antena, como una señal $(x_1(t)+x_2(t))\exp(j2\pi f_0 t)$ de radar. Preferiblemente, la cadena de transmisión, así como la cadena de recepción, incluyen amplificadores y filtros que están adaptados al ancho de banda de las señales, los cuales, sin embargo, no se muestran en la figura.

30 También aquí se supone que la señal $x_1(t)+x_2(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de radar transmitida es reflejada por al menos un objeto y que es parcialmente reflejada hacia el transceptor de radar en forma de una señal $a(x_1(t-T)+x_2(t-T))\exp(j2\pi f_0 t)$ portadora de información, que es recibida por el sistema 205 de antena.

35 A continuación, la señal $a(x_1(t-T)+x_2(t-T))\exp(j2\pi f_0 t)$ portadora de información es suministrada a un reductor 206 de frecuencia. Esta reducción de frecuencia transforma la señal $a(x_1(t-T)+x_2(t-T))\exp(j2\pi f_0 t)$ portadora de información en una señal $a(x_1(t-T)+x_2(t-T))$ de frecuencia reducida (compárese con $P_2(x_1, x_2)$ en la figura 2), mezclándola con la señal f_0 de salida proveniente de un oscilador local 202. La primera señal $x_1(t)$ es devuelta como una señal $x_1(t)$ de referencia, directamente desde el generador 201a de señales, a la parte receptora del transceptor de radar (compárese con $P_1(x_1)$ en la figura 2).

40 Un primer demodulador 211 de cuadratura recibe la señal $x_1(t)$ de referencia y genera los componentes R_I y R_Q de señal demodulada primaria, respectivamente. De forma correspondiente, un segundo demodulador 212 de cuadratura recibe la señal de suma $a(x_1(t-T)+x_2(t-T))$ y genera, en base a la misma, los componentes S_I y S_Q de señal demodulada secundaria, respectivamente. Los componentes R_I y R_Q de señal demodulada primaria son suministrados a un primer convertidor A / D 213, que los convierte en un conjunto de componentes D_{1I} D_{1Q} de señal digital primaria, y los componentes S_I y S_Q de

señal demodulada secundaria son suministrados a un segundo convertidor A / D 214, que los convierte en un conjunto de componentes D_{2I} , D_{2Q} de señal digital secundaria.

5 Un correlacionador 215 recibe los componentes D_{1I} , D_{1Q} de señal digital primaria y los componentes D_{2I} , D_{2Q} de señal digital secundaria, los correlaciona mutuamente con un retardo variable T_R y genera una señal $R_C(T_R, t)$ de correlación, donde $R_C(T_R, t)$ es la función de correlación compleja. Cada valor de T_R , por tanto, corresponde a una ranura de distancia. Un posterior procesador Doppler 216 procesa muestras temporales de la señal $R_C(T_R, t)$ de correlación para todas las ranuras de distancia y produce una matriz cuyos elementos de figura compleja representan los valores de señal reflejados desde distintas distancias y frecuencias Doppler. Por ejemplo, por medio de un procedimiento de umbral, pueden determinarse ecos de una cierta potencia mínima con respecto a las frecuencias Doppler y las distancias. De esta información, a su vez, pueden ser extraídas la información $Y(t)$ de distancia y la información $V(t)$ de velocidad para los correspondientes objetos reflectantes.

La Figura 9 muestra un diagrama de bloques sobre un transceptor de radar según una séptima realización de la invención. También aquí, la señal de radar transmitida, por una parte, incluye un primer componente $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de señal, que se repite con cierta regularidad, y, por otra parte, una señal $x_2(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de ruido.

15 Un generador 201a de señales de frecuencia comparativamente baja suministra la primera señal $x_1(t)$ a un modulador 203, que también recibe una señal periódica de alta frecuencia en una frecuencia f_0 desde un oscilador local 202. El modulador 203 forma, en base a las mismas, el primer componente $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de señal. La señal $x_2(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de ruido es producida por un generador 201b de ruido.

20 Un sumador 209 suma el primer componente $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de señal y la señal $x_2(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de ruido en una señal $(x_1(t)+x_2(t))\exp(j2\pi f_0 t)$ de suma, que es emitida, mediante un acoplador direccional 204 y un sistema 205 de antena, como una señal $(x_1(t)+x_2(t))\exp(j2\pi f_0 t)$ de radar. Preferiblemente, la cadena de transmisión, así como la cadena de recepción, incluyen amplificadores y filtros que están adaptados al ancho de banda de las señales, los cuales, sin embargo, no se muestran en la figura.

25 También aquí se supone que la señal $(x_1(t)+x_2(t))\exp(j2\pi f_0 t)$ de radar transmitida es reflejada por al menos un objeto y que es parcialmente reflejada hacia el transceptor de radar en forma de una señal $a(x_1(t-T)+x_2(t-T))\exp(j2\pi f_0 t)$ portadora de información, que es recibida por el sistema 205 de antena.

30 A continuación, la señal $a(x_1(t-T)+x_2(t-T))\exp(j2\pi f_0 t)$ portadora de información es suministrada a un reductor 206 de frecuencia. Esta reducción de frecuencia transforma la señal $a(x_1(t-T)+x_2(t-T))\exp(j2\pi f_0 t)$ portadora de información en una señal $a(x_1(t-T)+x_2(t-T))$ de frecuencia reducida (compárese con $P_2(x_1, x_2)$ en la figura 2), mezclándola con la señal f_0 de salida proveniente de un oscilador local 202. La primera señal $x_1(t)$ es devuelta como una señal $x_1(t)$ de referencia, directamente desde el generador 201a de señales, a la parte receptora del transceptor de radar (compárese con $P_1(x_1)$ en la figura 2).

35 Un primer demodulador 211 de cuadratura recibe la señal $x_1(t)$ de referencia y genera los componentes R_I y R_Q de señal demodulada primaria, respectivamente. De forma correspondiente, un segundo demodulador 212 de cuadratura recibe la señal de suma $a(x_1(t-T)+x_2(t-T))$ y genera, en base a la misma, los componentes S_I y S_Q de señal demodulada secundaria, respectivamente. Los componentes R_I y R_Q de señal demodulada primaria son suministrados a un primer convertidor A / D 213, que los convierte en un conjunto de componentes D_{1I} , D_{1Q} de señal digital primaria, y los componentes S_I y S_Q de señal demodulada secundaria son suministrados a un segundo convertidor A / D 214, que los convierte en un conjunto de componentes D_{2I} , D_{2Q} de señal digital secundaria.

40 Un correlacionador 215 recibe los componentes D_{1I} , D_{1Q} de señal digital primaria y los componentes D_{2I} , D_{2Q} de señal digital secundaria, los correlaciona mutuamente con un retardo variable T_R y genera una señal $R_C(T_R, t)$ de correlación, donde $R_C(T_R, t)$ es la función de correlación compleja. Cada valor de T_R , por tanto, corresponde a una ranura de distancia. Un posterior procesador Doppler 216 procesa muestras temporales de la señal $R_C(T_R, t)$ de correlación para todas las ranuras de distancia y produce una matriz cuyos elementos de figura compleja representan los valores de señal reflejados desde distintas distancias y frecuencias Doppler. Por ejemplo, por medio de un procedimiento de umbral, pueden determinarse ecos de una cierta potencia mínima con respecto a las frecuencias Doppler y las distancias. De esta información, a su vez, pueden ser extraídas la información $Y(t)$ de distancia y la información $V(t)$ de velocidad para los correspondientes objetos reflectantes.

50 La Figura 10 muestra un diagrama de bloques sobre un transceptor de radar, según una octava realización de la invención. La señal de radar transmitida incluye un primer componente $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de señal, que se repite con cierta regularidad, y una señal $x_2(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de ruido.

Un generador 201a de señales de frecuencia comparativamente baja suministra la primera señal $x_1(t)$ a un modulador 203, que también recibe una señal periódica de alta frecuencia en una frecuencia f_0 desde un oscilador local 202. El modulador 203 forma, en base a las mismas, el primer componente $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de señal. La señal $x_2(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de

ruido es producida por un generador 201b de ruido de frecuencia relativamente alta.

5 Un sumador 209 suma el primer componente $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de señal y la señal $x_2(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de ruido en una señal $(x_1(t)+x_2(t))\exp(j2\pi f_0 t)$ de suma, que es emitida, mediante un acoplador direccional 204 y un sistema 205 de antena, como una señal $(x_1(t)+x_2(t))\exp(j2\pi f_0 t)$ de radar. Preferiblemente, la cadena de transmisión, así como la cadena de recepción, incluyen amplificadores y filtros que están adaptados al ancho de banda de las señales, los cuales, sin embargo, no se muestran en la figura.

Se supone que la señal $x_1(t)+x_2(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de radar transmitida es reflejada por al menos un objeto y que es parcialmente reflejada hacia el transceptor de radar en forma de una señal $a(x_1(t-T)+x_2(t-T))\exp(j2\pi f_0 t)$ portadora de información, que es recibida por el sistema 205 de antena.

10 A continuación, la señal $a(x_1(t-T)+x_2(t-T))\exp(j2\pi f_0 t)$ portadora de información es suministrada a un reductor 206 de frecuencia. Esta reducción de frecuencia transforma la señal $a(x_1(t-T)+x_2(t-T))\exp(j2\pi f_0 t)$ portadora de información en una señal $a(x_1(t-T)+x_2(t-T))$ de frecuencia reducida (compárese con $P_2(x_1, x_2)$ en la figura 2), mezclándola con la señal f_0 de salida proveniente de un oscilador local 202. La primera señal $x_1(t)$ es devuelta como una señal $x_1(t)$ de filtración a la parte receptora del transceptor de radar. Un segundo reductor 207 de frecuencia recibe esta señal $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ y la transforma, por reducción de frecuencia, en una señal $x_1(t)$ de referencia (compárese con $P_1(x_1)$ en la figura 2).

15 Un primer demodulador 211 de cuadratura recibe la señal $x_1(t)$ de referencia y genera los componentes R_I y R_Q de señal demodulada primaria, respectivamente. De forma correspondiente, un segundo demodulador 212 de cuadratura recibe la señal de suma $a(x_1(t-T)+x_2(t-T))$ y genera, en base a la misma, los componentes S_I y S_Q de señal demodulada secundaria, respectivamente. Los componentes R_I y R_Q de señal demodulada primaria son suministrados a un primer convertidor A / D 213, que los convierte en un conjunto de componentes D_{1I} , D_{1Q} de señal digital primaria, y los componentes S_I y S_Q de señal demodulada secundaria son suministrados a un segundo convertidor A / D 214, que los convierte en un conjunto de componentes D_{2I} , D_{2Q} de señal digital secundaria.

20 Un correlacionador 215 recibe los componentes D_{1I} , D_{1Q} de señal digital primaria y los componentes D_{2I} , D_{2Q} de señal digital secundaria, los correlaciona mutuamente con un retardo variable T_R y genera una señal $R_C(T_R, t)$ de correlación, donde $R_C(T_R, t)$ es la función de correlación compleja. Cada valor de T_R , por tanto, corresponde a una ranura de distancia. Un posterior procesador Doppler 216 procesa muestras temporales de la señal $R_C(T_R, t)$ de correlación para todas las ranuras de distancia y produce una matriz cuyos elementos de figura compleja representan los valores de señal reflejados desde distintas distancias y frecuencias Doppler. Por ejemplo, por medio de un procedimiento de umbral, pueden determinarse ecos de una cierta potencia mínima con respecto a las frecuencias Doppler y las distancias. De esta información, a su vez, pueden ser extraídas la información $Y(t)$ de distancia y la información $V(t)$ de velocidad para los correspondientes objetos reflectantes.

25 La Figura 11 muestra un diagrama de bloques sobre un transceptor de radar, según una novena realización de la invención. La señal de radar transmitida incluye una primera señal $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$, que se repite con cierta regularidad, y una señal $x_2(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de ruido.

35 Un generador 201a de señales de frecuencia comparativamente alta suministra la primera señal $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ a un sumador 209. El sumador 209 también recibe la señal $x_2(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de ruido desde un generador 201b de ruido de frecuencia comparativamente alta. El sumador 209 suma la primera señal $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de ruido y la segunda señal $x_2(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de ruido en una señal $(x_1(t)+x_2(t))\exp(j2\pi f_0 t)$ de suma, que es emitida, mediante un acoplador direccional 204 y un sistema 205 de antena, como una señal $(x_1(t)+x_2(t))\exp(j2\pi f_0 t)$ de radar. Preferiblemente, la cadena de transmisión, así como la cadena de recepción, incluyen amplificadores y filtros que están adaptados al ancho de banda de las señales, los cuales, sin embargo, no se muestran en la figura.

Se supone que la señal $x_1(t)+x_2(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ de radar transmitida es reflejada por al menos un objeto y que es parcialmente reflejada hacia el transceptor de radar en forma de una señal $a(x_1(t-T)+x_2(t-T))\exp(j2\pi f_0 t)$ portadora de información, que es recibida por el sistema 205 de antena.

45 A continuación, la señal $a(x_1(t-T)+x_2(t-T))\exp(j2\pi f_0 t)$ portadora de información es suministrada a un reductor 206 de frecuencia. Esta reducción de frecuencia transforma la señal $a(x_1(t-T)+x_2(t-T))\exp(j2\pi f_0 t)$ portadora de información en una señal $a(x_1(t-T)+x_2(t-T))$ de frecuencia reducida (compárese con $P_2(x_1, x_2)$ en la figura 2), mezclándola con la señal f_0 de salida proveniente de un oscilador local 202. La primera señal $x_1(t)$ es devuelta como una señal $x_1(t)$ de filtración a la parte receptora del transceptor de radar. Un segundo reductor 207 de frecuencia recibe esta señal $x_1(t)\exp(j2\pi f_0 t)$ y la transforma, por reducción de frecuencia, en una señal $x_1(t)$ de referencia (compárese con $P_1(x_1)$ en la figura 2).

50 Un primer demodulador 211 de cuadratura recibe la señal $x_1(t)$ de referencia y genera los componentes R_I y R_Q de señal demodulada primaria, respectivamente. De forma correspondiente, un segundo demodulador 212 de cuadratura recibe la señal de suma $a(x_1(t-T)+x_2(t-T))$ y genera, en base a la misma, los componentes S_I y S_Q de señal demodulada secundaria,

respectivamente. Los componentes R_I y R_Q de señal demodulada primaria son suministrados a un primer convertidor A / D 213, que los convierte en un conjunto de componentes D_{1I} D_{1Q} de señal digital primaria, y los componentes S_I y S_Q de señal demodulada secundaria son suministrados a un segundo convertidor A / D 214, que los convierte en un conjunto de componentes D_{2I} , D_{2Q} de señal digital secundaria.

5 Un correlacionador 215 recibe los componentes D_{1I} , D_{1Q} de señal digital primaria y los componentes D_{2I} , D_{2Q} de señal digital secundaria, los correlaciona mutuamente con un retardo variable T_R y genera una señal $R_C(T_R, t)$ de correlación, donde $R_C(T_R, t)$ es la función de correlación compleja. Cada valor de T_R , por tanto, corresponde a una ranura de distancia. Un posterior procesador Doppler 216 procesa muestras temporales de la señal $R_C(T_R, t)$ de correlación para todas las ranuras de distancia y produce una matriz cuyos elementos de figura compleja representan los valores de señal reflejados desde distintas distancias y frecuencias Doppler. Por ejemplo, por medio de un procedimiento de umbral, pueden determinarse ecos de una cierta potencia mínima con respecto a las frecuencias Doppler y las distancias. De esta información, a su vez, pueden ser extraídas la información $Y(t)$ de distancia y la información $V(t)$ de velocidad para los correspondientes objetos reflectantes.

10 Un diagrama de flujo se halla en la figura 12, que ilustra el procedimiento global según la invención. Una primera etapa 1201 genera una señal de sondeo, que está basada al menos en una primera señal x_1 . En una etapa posterior 1202, una señal x_2 de ruido es posiblemente añadida como un componente adicional en la señal de sondeo. A continuación, una etapa 1203 transmite la señal de radar.

Una señal portadora de información, habiendo sido reflejada desde al menos un objeto reflectante, es recibida en una etapa siguiente 1204. Una etapa 1205 investiga luego si una señal x_2 de ruido fue o no añadida a la señal de sondeo en la etapa 1203. Si fue ese el caso, el procedimiento continúa directamente en las etapas paralelas 1207 y 1208. En caso contrario, la señal x_2 de ruido es añadida a la señal portadora de información en una etapa 1206.

20 Luego, la etapa 1207 genera una señal primaria en base a la primera señal x_1 . En paralelo con eso, la etapa 1208 genera una señal secundaria en base a la señal portadora de información, que comprende, por tanto, un componente de señal que incluye la primera señal x_1 , así como un componente de señal que incluye la señal x_2 de ruido. Una etapa final 1209 procesa las señales primaria y secundaria, por lo cual se genera al menos una entre la información de distancia y la información de velocidad correspondiente al objeto reflectante.

Debería observarse que, aunque las etapas según el diagrama de flujo en la figura 12 se realizan secuencialmente, esto es verdad solamente con respecto a segmentos infinitesimales de las señales relevantes. Particularmente, si bien, por ejemplo, se transmite un segmento específico de la señal de sondeo, se procesa un segmento anteriormente transmitido y recibido de la misma señal, y así sucesivamente.

La invención, preferiblemente, puede ser aplicada a la medición remota de distancias por medio de un sistema de antenas grupales digitales. El sistema de antenas grupales digitales puede utilizar señales de sondeo del tipo del radar, así como del tipo del sonar. Los sistemas de radar de reconocimiento, los sistemas de radar de control de incendios, los sistemas buscadores de objetivos, los fusibles de proximidad y los altímetros constituyen ejemplos adicionales de aplicación de la invención. Esta última, a su vez, puede incluir uno o más sistemas de antenas grupales digitales.

Según la invención, la conformación lobular y el control lobular son sintetizados mediante las señales de salida desde dos o más correlacionadores 215. La función de correlación de Doppler para el ruido de banda estrecha, en base a una única señal x_1 de ruido y un objeto reflectante, después de la detección del signo, está descrita por las ecuaciones anteriores (I) y (Q). Como se ha mencionado anteriormente, entonces es posible definir a partir de estas ecuaciones la función de correlación, según:

$$R_C(T, T_R) = R_r(T, T_R) + jR_i(T, T_R).$$

Si se reduce $\rho(T-T_R)$ en las ecuaciones (I) y (Q), como se propone de acuerdo a la invención, añadiendo una segunda señal x_2 de ruido, que no esté correlacionada con la primera señal x_1 de ruido, de modo que $\arcsen(x) \approx x$, la siguiente aproximación es cierta:

$$45 \quad R_C(T, T_R) \approx A\rho(T-T_R)\exp[j\omega_0(T-T_R)]$$

donde la variación lineal en el tiempo del término de fase define la frecuencia Doppler, y donde $\rho(T-T_R)$ tiene su máximo de correlación allí donde $T_R \approx T$.

Si dos o más unidades de antena ($m = 0, \dots, m = M$), en una formación lineal según la figura 13, son usadas conjuntamente para transmitir señales de sondeo y para recibir señales portadoras de información, donde las unidades de antena están colocadas a distancias d mutuamente equidistantes, un retardo T desde una primera unidad $m = 0$ de antena variará con relación a las otras unidades $m = 1$ a $m = M$ de antena (donde una máxima distancia $D = M \cdot d$) y la función de correlación puede escribirse como:

$$R_C(m, T, T_R) \approx A\rho(T-T_R)\exp[j\omega_0(T_m-T_R)],$$

lo cual, debido a la geometría, también puede expresarse como:

$$R_C(m, T, T_R) \approx A\rho(T-T_R)\exp[j\omega_0(T_0-T_R)+j\delta_m],$$

donde $\delta_m = 4\pi d_m \sin(\varphi)/\lambda$

- 5 φ = la dirección de la señal de sondeo con relación a una dirección de referencia vertical desde la formación lineal, y
 λ = la longitud de onda de la señal de sondeo.

En el transcurso de la sintetización lobular, se obtiene una amplificación en la dirección φ multiplicando las señales de salida después del cálculo de correlación por el número complejo $\exp[-j\delta_m]$ y sumando la respectiva señal de correlación (desde $m = 0$ a $m = M$), es decir:

$$10 \quad R_C(\varphi, T, T_R) = \sum R_C(m, T, T_R)\exp[-j4\pi d_m \sin(\varphi)/\lambda],$$

lo cual, a su vez, puede ser reformulado con $\Delta\delta = 4\pi d \sin(\varphi)/\lambda$, como:

$$R_C(\varphi, T, T_R) = \sum R_C(m, T, T_R)\exp[-jm\Delta\delta].$$

- Si se usa la representación $\varphi_n = n\Delta\varphi$ para $n = 0, 1, \dots, M$, lo siguiente se torna cierto: $\Delta\delta = 4\pi d \sin(n\Delta\varphi)/\lambda$, lo cual, toda vez que $n\Delta\varphi < 1$, puede ser aproximado con $\Delta\delta = 4\pi d n \Delta\varphi/\lambda$. Para $d = \lambda / 2$, $\Delta\delta = 2\pi n \Delta\varphi$. La introducción en la suma de correlación anterior da:

$$15 \quad R_C(n\Delta\varphi, T, T_R) \approx \sum R_C(m, T, T_R)\exp[-j2\pi n m \Delta\varphi],$$

- por lo cual es evidente que un número M de sub-lóbulos puede ser generado por medio de la FFT (Transformación Rápida de Fourier) de un vector $\{R_C(m, T, T_R)\}$, donde $m = \{0, 1, \dots, M\}$. De forma correspondiente, los sub-lóbulos pueden ser generados a partir de una formación rectangular de antenas (con colocación equidistante de las unidades de antena), por medio de una transformación bidimensional de Fourier. Una geometría circular, o aberturas curvadas de antena, requieren algoritmos especiales, que están descritos en la teoría de síntesis de antenas.

- La Figura 14 muestra un diagrama de bloques sobre un sistema 1400 de antenas grupales digitales, según una realización de la invención. El sistema 1400 de antenas grupales incluye una abertura 1405 de antena sobre la cual seis unidades 250a a 205f de antena están distribuidas según un patrón de comprobación a m distancias horizontales y n distancias verticales d_m ; d_n mutuamente equidistantes entre sí.

- Un respectivo transceptor 220a a 220f de señales transmite señales de sondeo y recibe señales portadoras de información, mediante las unidades 205a a 205f de antena. Cada uno de los transceptores 220a a 220f de señales suministra datos D_a a D_f , después de la formación de correlaciones y el procesamiento Doppler, a un procesador lobular 1416 común, el cual, en base a estos datos D_a a D_f , produce información $Y(t)$ de distancia, información $V(t)$ de velocidad e información angular en la dirección horizontal $\Phi_m(t)$ y la dirección vertical $\Phi_n(t)$, respectivamente, referida a objetos reflectantes de señales dentro del alcance del sistema 1400 de antenas grupales digitales.

Naturalmente, el sistema 1400 de antenas grupales puede ser realizado por medio de realizaciones alternativas. Estas, sin embargo, no son ilustradas por medio de figura alguna, pero son descritas en breve a continuación.

- En general, el sistema 1400 de radar de antenas grupales incluye procesadores para la determinación de distancias en un cierto número de ranuras de distancia (por medio de un procedimiento de correlación paso a paso), la determinación de velocidades (por medio del filtrado Doppler o la FFT) y la determinación de posiciones angulares de objetos reflectantes (utilizando información de fase de señales que han sido recibidas mediante distintas unidades de antena). Partes del procesamiento de señales pueden tener lugar, bien en unidades paralelas, según se muestra en la figura 14, o bien en una o más unidades comunes. El procesamiento de señales después de la digitalización se efectúa, preferiblemente, en un procesador común. Un procesamiento de señales conjunto, de hecho, se requiere primero, cuando se produce la información angular, es decir, la información que genera el procesador lobular 1416. Partes del procesamiento de señales también pueden ser realizadas en orden inverso.

La invención no está restringida a las realizaciones descritas con referencia a las figuras, sino que puede ser modificada libremente dentro del alcance de las reivindicaciones posteriores.

- En particular, la invención no está restringida a realizaciones donde se emplea un elemento común de antena o de vibración, tanto para la transmisión de señales de sondeo como para la recepción de señales de sondeo; sin embargo, antenas separadas bien pueden ser utilizadas igualmente para la transmisión y la recepción, respectivamente.

La invención tampoco está restringida a realizaciones donde la señal portadora de información recibida es procesada en un reductor 206 de frecuencia por separado, con respecto a un demodulador 212 de cuadratura por separado; sin embargo, la demodulación de la señal portadora de información en al menos un componente de señal demodulada secundaria, en algunos casos, puede ser realizada en una unidad integrada. De forma correspondiente, el reductor 207 de frecuencia y el demodulador 211 de cuadratura pueden estar integrados en una unidad común.

5

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para la medición remota de distancias de objetos que reflejan señales, con relación a un transceptor (200) de señales, que comprende:
- transmitir una señal (E) de sondeo, que está basada en una primera señal (x_1) que es repetida con cierta regularidad,
- 5 recibir una señal (e) portadora de información, que constituye una versión reflejada de la señal (E) de sondeo transmitida, que ha sido reflejada desde al menos un objeto reflectante,
- generar una señal primaria ($P_1(x_1)$) sobre la base de la primera señal (x_1),
- generar una señal secundaria (P_2) sobre la base de la señal (e) portadora de información, y
- 10 procesar la señal primaria ($P_1(x_1)$) y la señal secundaria ($P_2(x_1, x_2)$), por lo cual se determina al menos una entre una distancia ($Y(t)$) y una velocidad relativa ($V(t)$) para el, al menos, un objeto reflectante, **caracterizado por**
- añadir una señal (x_2) de ruido a una entre la señal (E) de sondeo transmitida y la señal (e) portadora de información, de modo que la señal secundaria ($P_2(x_1, x_2)$) incluya un componente de señal basado en la primera señal (x_1), así como un componente de señal basado en la señal (x_2) de ruido, donde el procesamiento de señales implica:
- 15 demodular por cuadratura la señal primaria ($P_1(x_1)$) para obtener componentes (R_1, R_Q) de señal demodulada primaria, y
- demodular por cuadratura la señal secundaria ($P_2(x_1, x_2)$) para obtener componentes (S_1, S_Q) de señal demodulada secundaria,
- digitalizar los componentes (R_1, R_Q) de señal demodulada primaria en componentes (D_{11}, D_{1Q}) de señal digital primaria, y
- 20 digitalizar los componentes (S_1, S_Q) de señal demodulada secundaria en componentes (D_{21}, D_{2Q}) de señal digital secundaria,
- correlacionar entre los componentes (D_{11}, D_{1Q}) de señal digital primaria y los componentes (D_{21}, D_{2Q}) de señal digital secundaria, por lo cual se genera una señal ($R_C(T_R, t)$) de correlación, y
- procesar la señal ($R_C(T_R, t)$) de correlación, por lo cual se genera la información $Y(t)$ de distancia referida a al menos un objeto reflectante, y
- 25 en donde la digitalización de los componentes de señal demodulada primaria y secundaria se realiza a una baja resolución con respecto a la información de amplitud en la señal primaria ($P_1(x_1)$) y la señal secundaria ($P_2(x_1, x_2)$), respectivamente.
2. Un procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por** implicar el procesamiento de señales el procesamiento Doppler de la señal de correlación ($R_C(T_R, t)$), por lo cual se genera la información $V(t)$ de velocidad referida a el al menos un objeto reflectante.
- 30 3. Un procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado por** implicar el procesamiento Doppler la transformación rápida de Fourier.
4. Un procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado por** implicar el procesamiento Doppler la transformación binaria de Hadamard.
- 35 5. Un procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por** implicar la digitalización la conversión binaria de analógico a digital (A/D).
6. Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por** incluir la señal (E) de sondeo transmitida un barrido lineal de frecuencia.
7. Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 o 5, **caracterizado por** incluir la señal (E) de sondeo transmitida una señal continuamente modulada en frecuencia.
- 40 8. Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 o 5, **caracterizado por** incluir la señal (E) de sondeo transmitida una frecuencia por pasos.
9. Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por** estar modelada por pulsos la señal (E) de sondeo transmitida.

10. Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por** generar la información $(Y(t))$ de distancia desplazando sistemáticamente los componentes (D_{2i}, D_{2Q}) de señal digital secundaria, con relación a los componentes (D_{1i}, D_{1Q}) de señal digital primaria, y
- 5 calculando un valor de correlación para cada desplazamiento respectivo.
11. Un procedimiento según la reivindicación 10, **caracterizado por** realizarse el desplazamiento de los componentes (D_{2i}, D_{2Q}) de señal digital secundaria en ciertas etapas, donde cada etapa corresponde a una ranura de distancia.
12. Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por** ser la señal (E) de sondeo una señal de radar.
- 10 13. Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado por** ser la señal (E) de sondeo una señal de sonar.
14. Un transceptor (200) de señales para la medición remota de distancias de objetos reflectantes de señales, que comprende un transmisor (220) para transmitir una señal (E) de sondeo basada en una primera señal (x_1) , que se repite con cierta regularidad, y un receptor (201) para recibir una señal (e) portadora de información, que ha sido transmitida desde el transmisor (220) y ha sido reflejada por al menos un objeto reflectante, comprendiendo el receptor (201), a su vez:
- 15 un primer medio (202, 203; 207) de generación de señales para recibir la primera señal (x_1) y, en base a la misma, generar una señal primaria $(P_1(x_1))$,
- un segundo medio (202, 206, 209, 210a, 210b) de generación de señales para recibir la señal (e) portadora de información y, en base a la misma, generar una señal secundaria $(P_2(x_1, x_2))$, y
- 20 un medio (230, 240, 215; 216) de procesamiento de señales para recibir la señal primaria $(P_1(x_1))$ y la señal secundaria $(P_2(x_1, x_2))$ y, en base a las mismas, generar al menos una entre la información de distancia $(Y(t))$ y la información de velocidad relativa $(V(t))$, correspondiente a el al menos un objeto reflectante, **caracterizado porque**
- el transceptor (200) de señales comprende un medio (209, 210a, 210b) de adición para sumar una señal (x_2) de ruido a una entre la señal (E) de sondeo transmitida y la señal (e) portadora de información, de modo que la señal secundaria $(P_2(x_1, x_2))$ incluya un componente de señal basado en la primera señal (x_1) , así como un componente de señal basado en la señal (x_2) de ruido,
- 25 - el receptor (201) comprende
- al menos un demodulador (230; 211, 212) para recibir la señal primaria $(P_1(x_1))$ y la señal secundaria $(P_2(x_1, x_2))$ y, en base a las mismas, generar al menos un primer componente (R_i, R_Q) de señal demodulada primaria y al menos un componente (S_i, S_Q) de señal demodulada secundaria, respectivamente, y
- 30 al menos una unidad digitalizadora (240; 213, 214) para recibir el al menos un componente (R_i, R_Q) de señal demodulada primaria y al menos un componente (S_i, S_Q) de señal demodulada secundaria y, en base a los mismos, generar al menos un componente (D_{1i}, D_{1Q}) de señal digital primaria y al menos un componente (D_{2i}, D_{2Q}) de señal digital secundaria, respectivamente, y
- 35 un correlacionador (215) para recibir el al menos un componente (D_{1i}, D_{1Q}) de señal digital primaria y el al menos un componente (D_{2i}, D_{2Q}) de señal digital secundaria, y generar una señal $(R_C(T_R, t))$ de correlación sobre la base de el al menos un componente (D_{1i}, D_{1Q}) de señal digital primaria y de el al menos un componente (D_{2i}, D_{2Q}) de señal digital secundaria,
- 40 en el que la al menos una unidad digitalizadora (240; 213, 214) tiene una baja resolución con respecto a la información de amplitud en la señal primaria $(P_1(x_1))$ y la señal secundaria $(P_2(x_1, x_2))$, respectivamente.
15. Un transceptor (200) de señales según la reivindicación 14, **caracterizado porque** el receptor (201) comprende un procesador (216) de Doppler para recibir la señal de correlación $(R_C(T_R, t))$ y, mediante el procesamiento de la misma, generar información de velocidad $(V(t))$ referida a el al menos un objeto reflectante.
- 45 16. Un transceptor (200) de señales según la reivindicación 15, **caracterizado porque** el procesador (216) de Doppler está adaptado para realizar la transformación rápida de Fourier.
17. Un transceptor (200) de señales según la reivindicación 15, **caracterizado porque** el procesador (216) de Doppler está adaptado para realizar la transformación binaria de Hadamard.

18. Un transceptor (200) de señales según la reivindicación 15, **caracterizado porque** el correlacionador (215) está adaptado para generar la señal de correlación ($R_C(T_R, t)$), correlacionando el al menos un componente (D_{1I}, D_{1Q}) de señal digital primaria con el al menos un componente (D_{2I}, D_{2Q}) de señal digital secundaria.
- 5 19. Un transceptor (200) de señales según una cualquiera de las reivindicaciones 14, 15 o 18, **caracterizado porque** la señal (E) de sondeo transmitida incluye un barrido lineal de frecuencia.
20. Un transceptor (200) de señales según una cualquiera de las reivindicaciones 14, 15 o 18, **caracterizado porque** la señal (E) de sondeo transmitida incluye una señal continuamente modulada en frecuencia.
21. Un transceptor (200) de señales según una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 16, **caracterizado porque** la señal (E) de sondeo transmitida incluye una frecuencia por pasos.
- 10 22. Un transceptor (200) de señales según una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 16, **caracterizado porque** la señal (E) de sondeo transmitida está modelada por pulsos.
23. Un transceptor (200) de señales según una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 22, **caracterizado porque** está incluido en un sistema buscador de objetivos.
- 15 24. Un transceptor (200) de señales según una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 23, **caracterizado porque** la señal (E) de sondeo es una señal de sonar.
25. Un transceptor (200) de señales según una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 23, **caracterizado porque** la señal (E) de sondeo es una señal de radar.
26. Un transceptor (200) de señales según la reivindicación 25, **caracterizado porque** está incluido en un sistema de radar de reconocimiento.
- 20 27. Un transceptor (200) de señales según la reivindicación 25, **caracterizado porque** está incluido en un sistema de radar de control de incendios.
28. Un transceptor (200) de señales según la reivindicación 14, **caracterizado porque** la al menos una unidad digitalizadora (240; 213, 214) comprende al menos un convertidor binario de analógico a digital.
- 25 29. Un sistema (1400) de antenas grupales digitales que comprende una abertura (1405) de antena, **caracterizado porque**
 la abertura (1405) de antena comprende al menos dos unidades (205a a 205f) de antena que están conectadas con un respectivo transceptor (200a a 200f) de señales, según una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 28, y porque las al menos dos unidades (205a a 205f) de antena están distribuidas sobre la abertura (1405) de antena, y
 el sistema (1400) de antenas grupales comprende un procesador lobular (1416) para recibir datos (D_a a D_f) desde cada uno de los transceptores (200a a 200f) de señales y, mediante el procesamiento de los datos (D_a a D_f), generar información ($Y(t)$) de distancia, información ($V(t)$) de velocidad e información angular ($\Phi_n(t)$, $\Phi_m(t)$) referida a objetos reflectantes de señales.
- 30 30. Un sistema de antenas grupales digitales según la reivindicación 29, **caracterizado porque** las al menos dos unidades (205a a 205f) de antena están colocadas en la abertura (1405) de antena según un patrón de comprobación y a distancias equidistantes (d_m , d_n) entre sí.
- 35

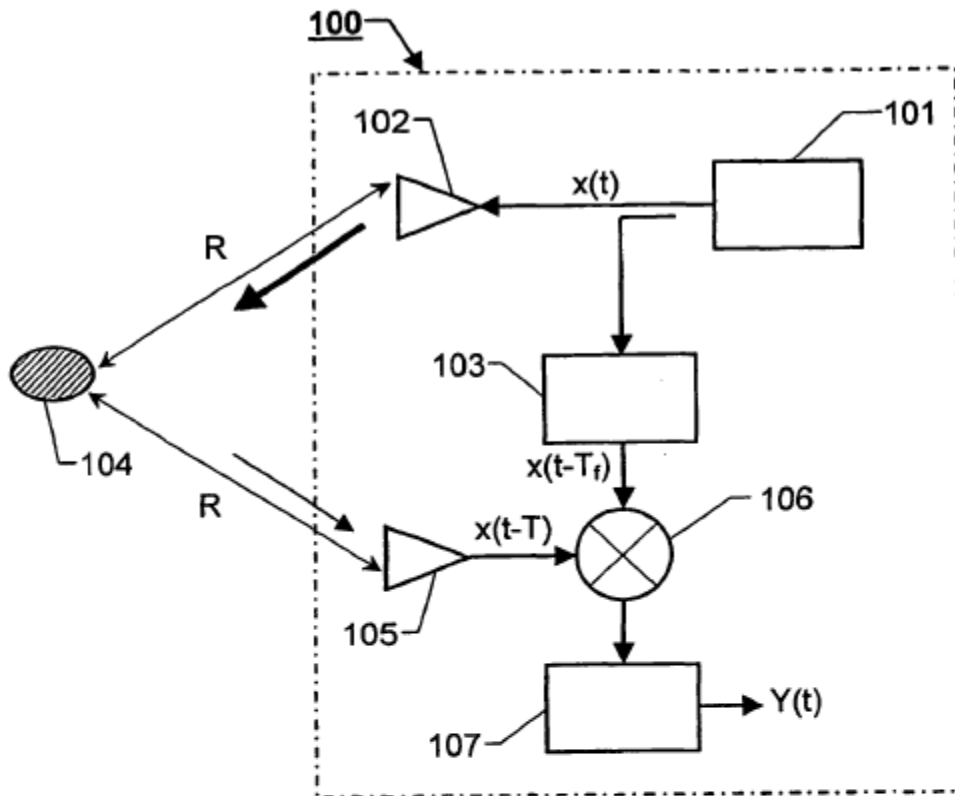


Fig. 1

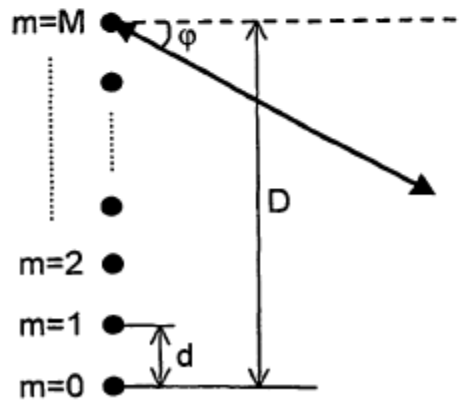


Fig. 13

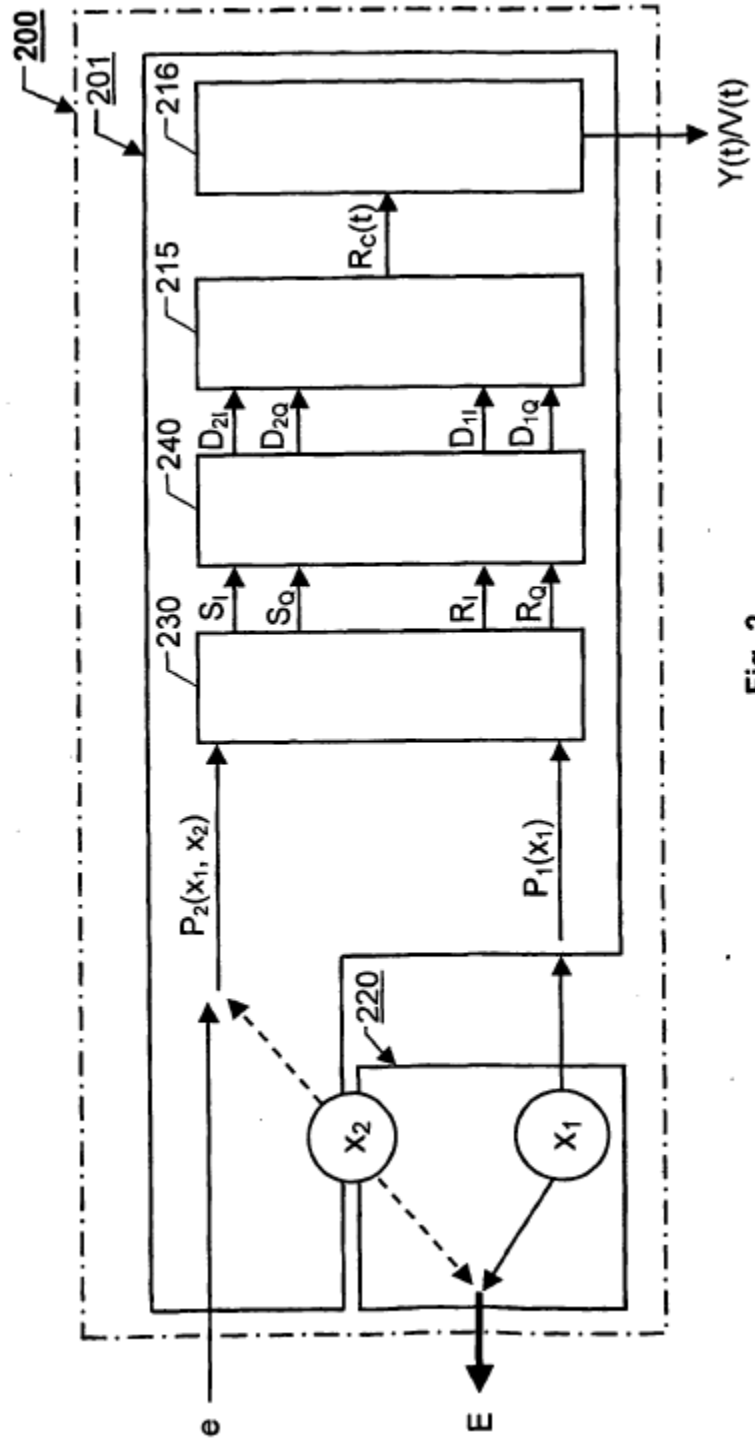


Fig. 2

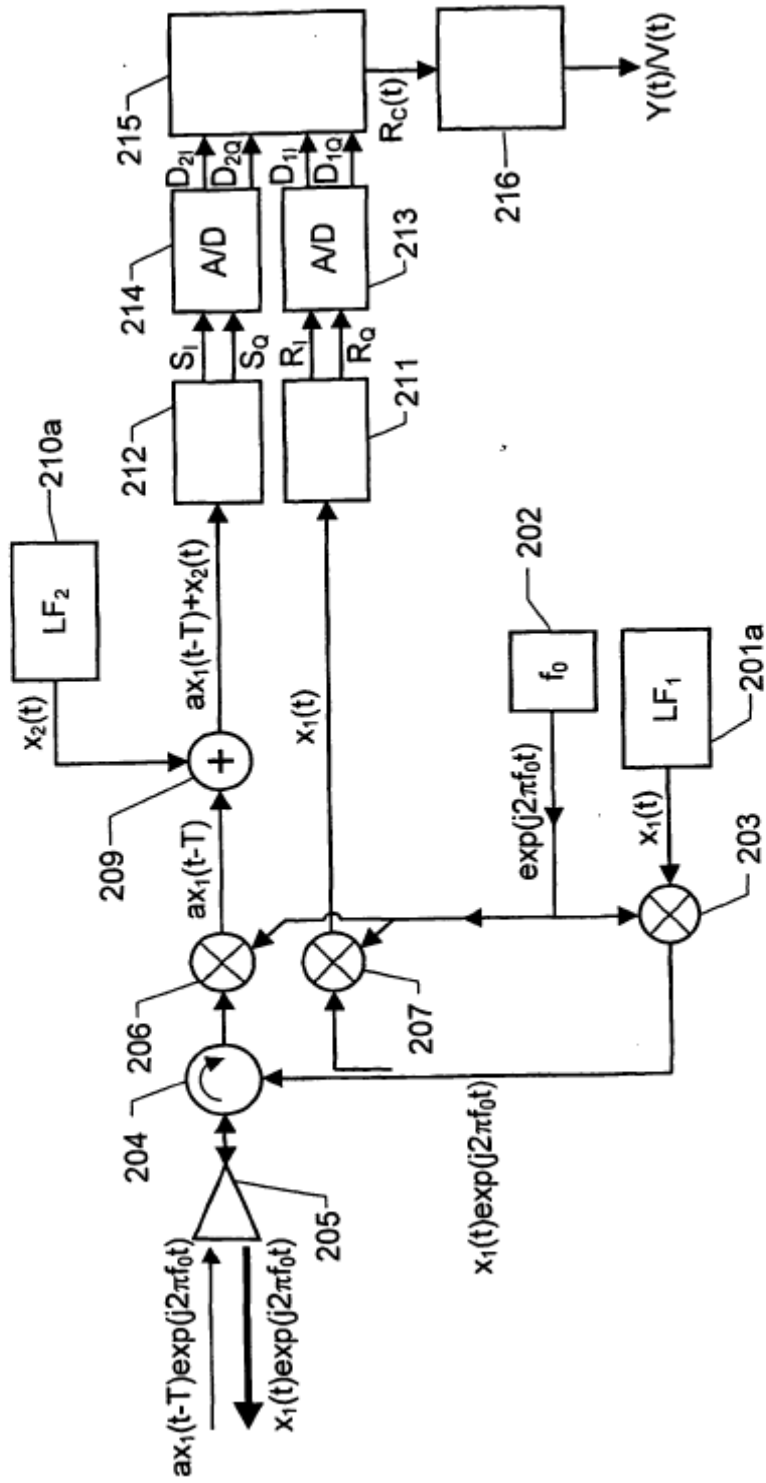


Fig. 3

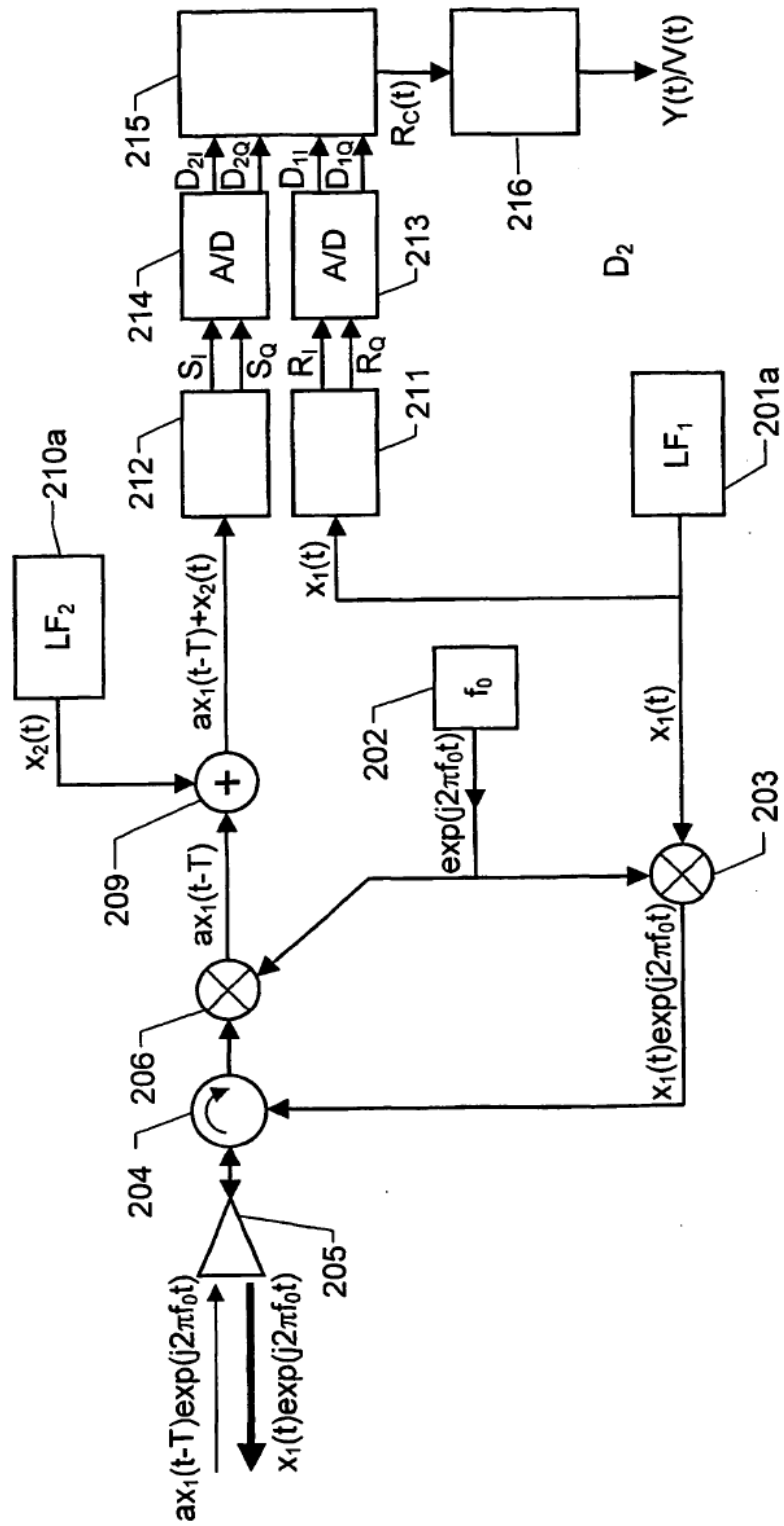


Fig. 4

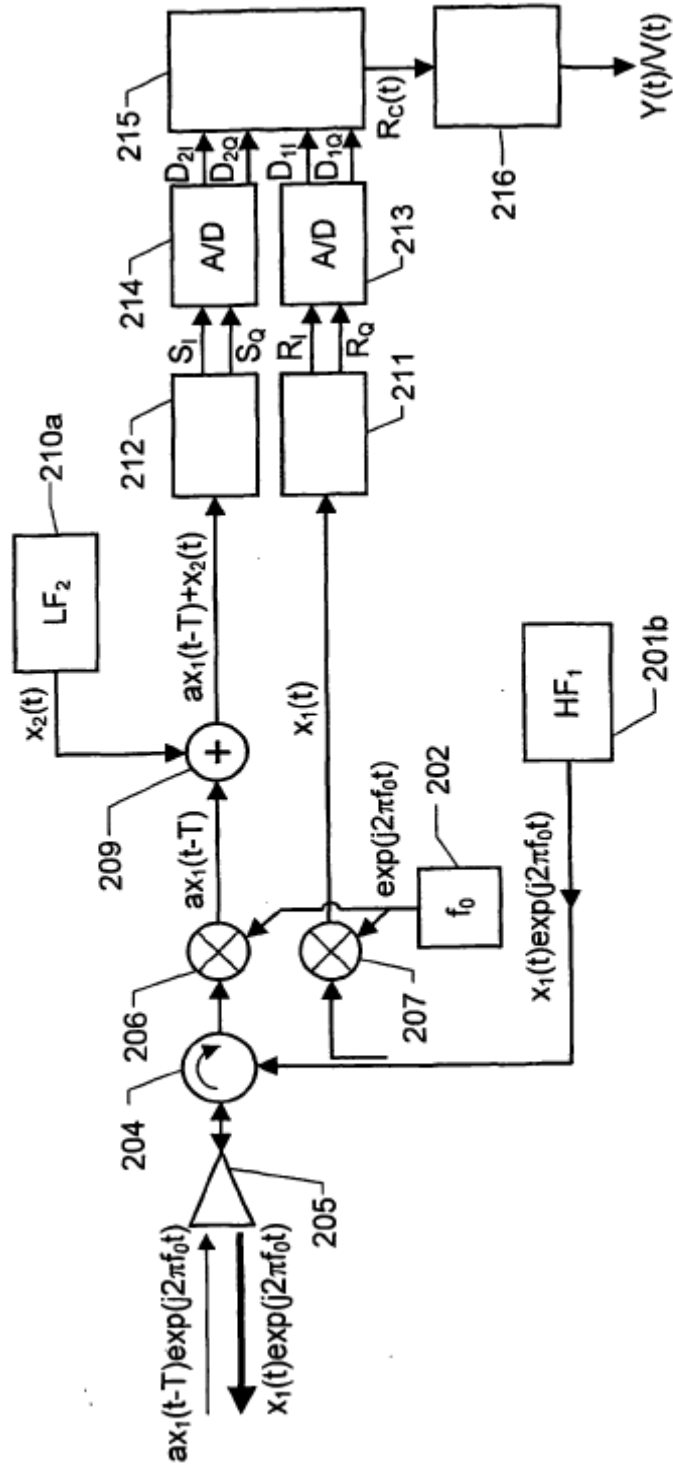


Fig. 5

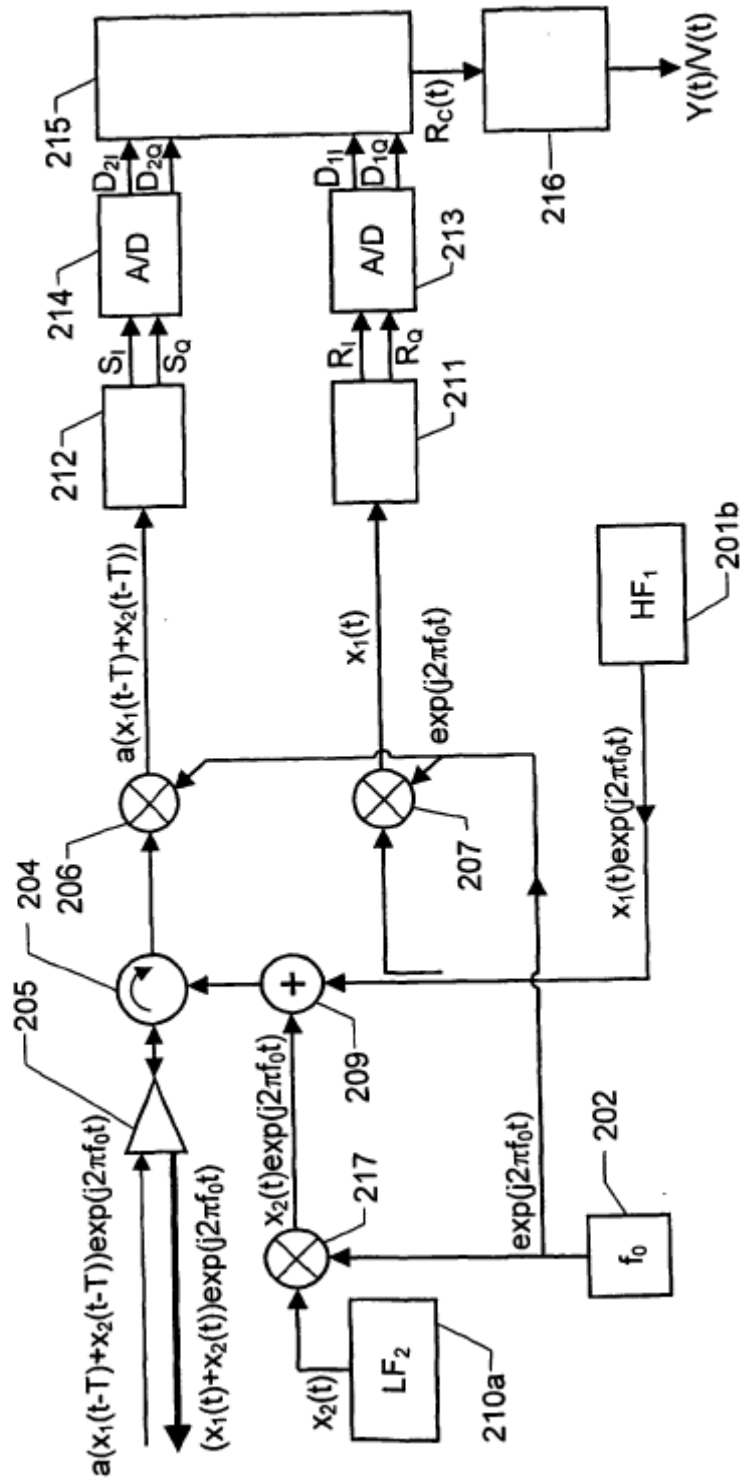


Fig. 6

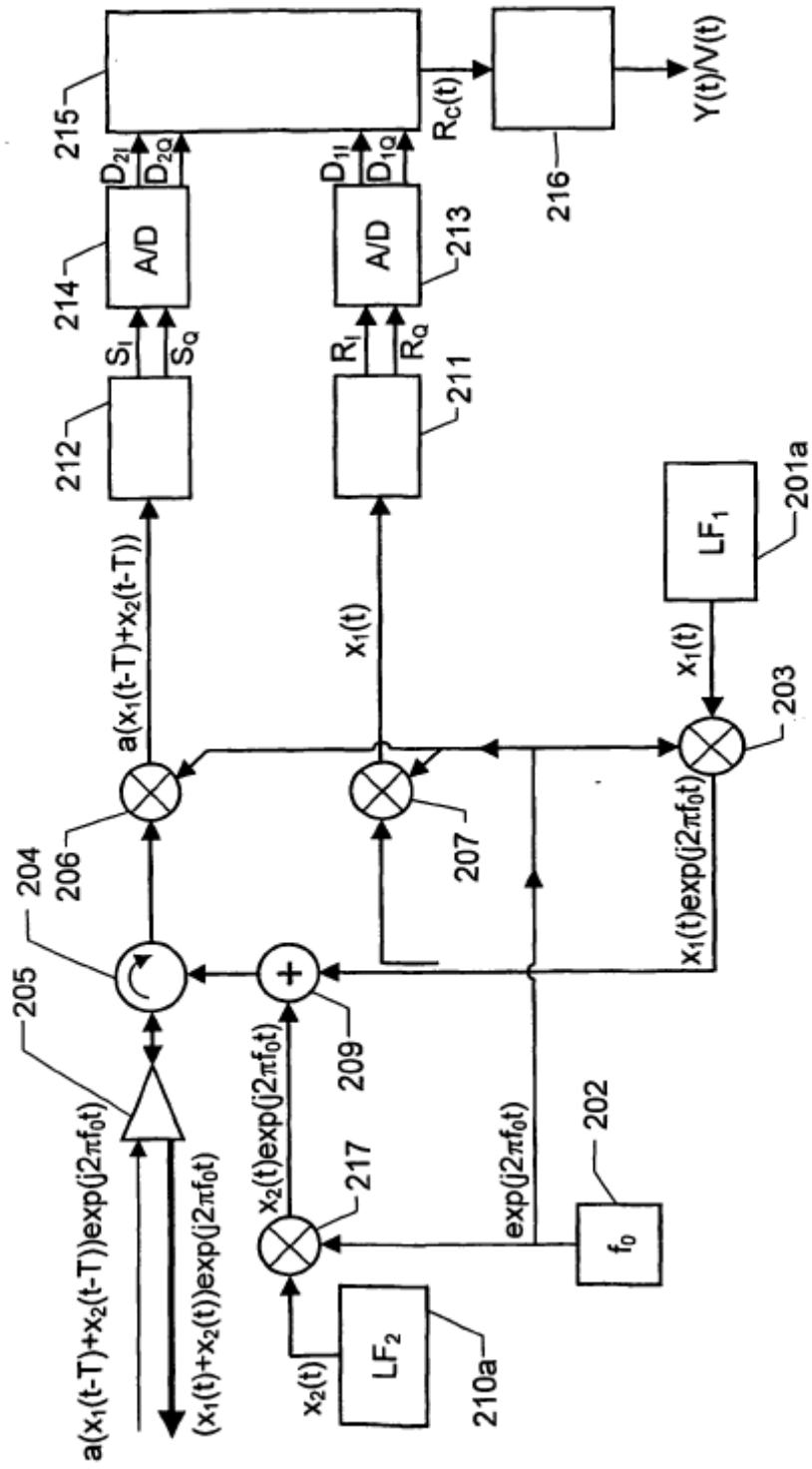


Fig. 7

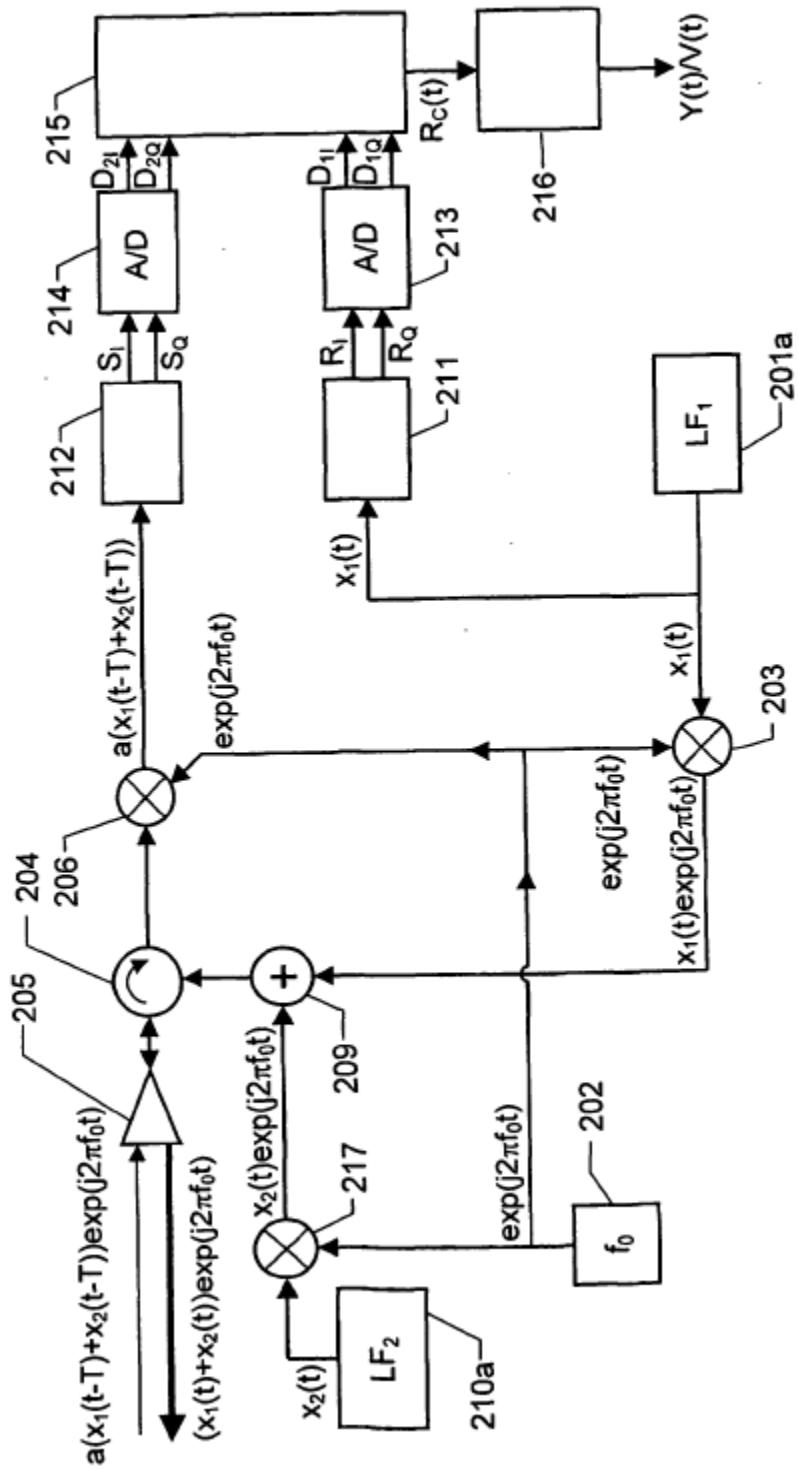


Fig. 8

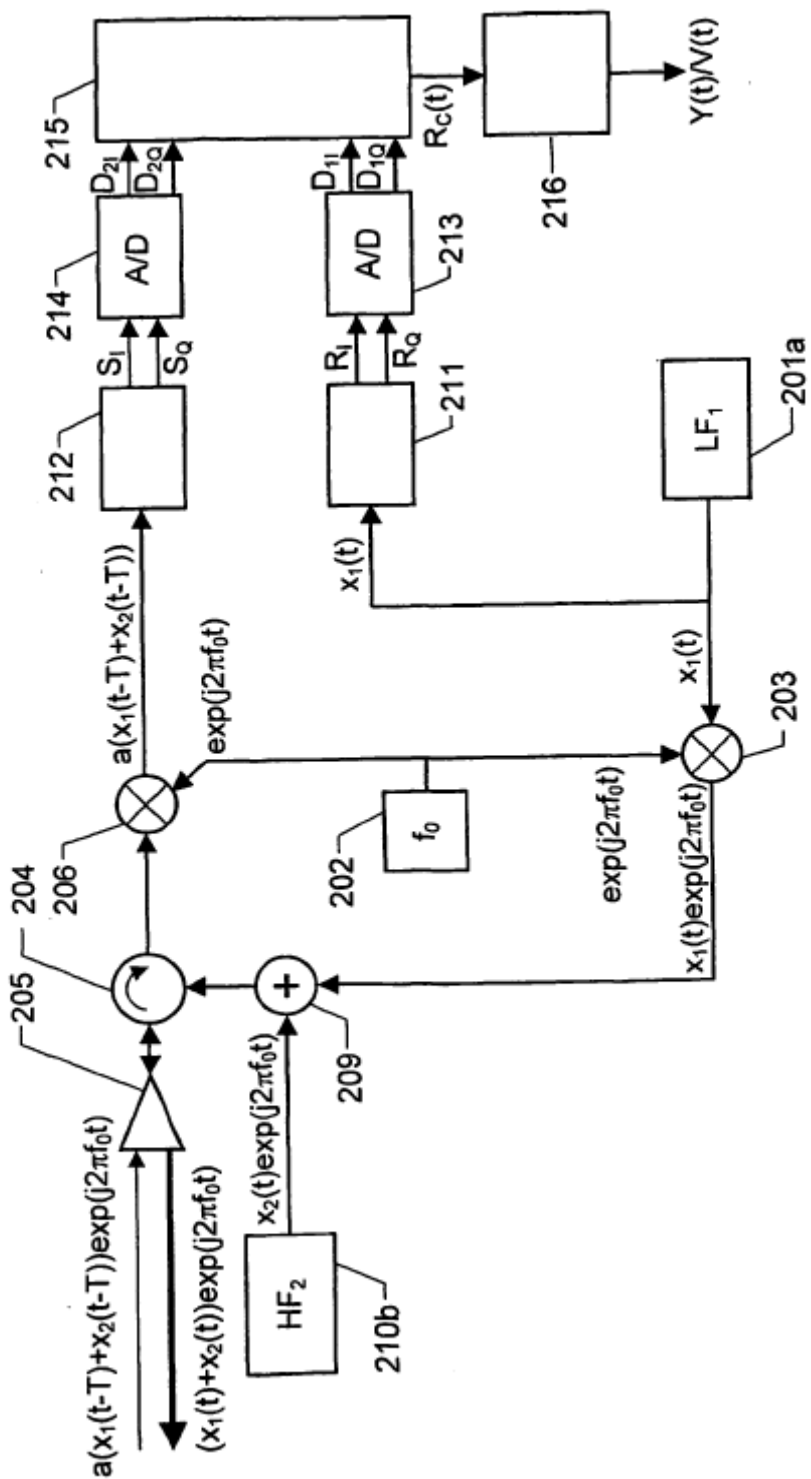


Fig. 9

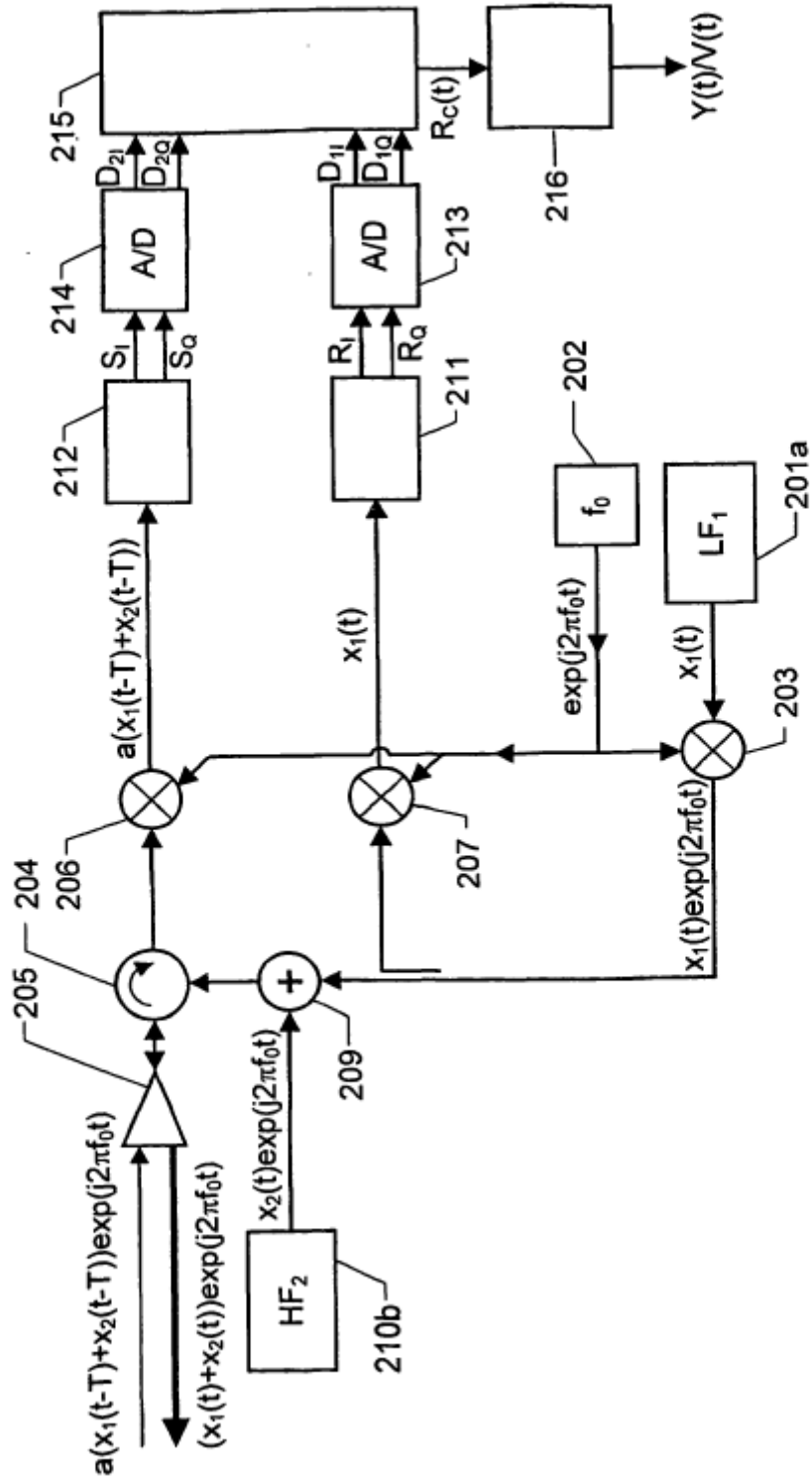


Fig. 10

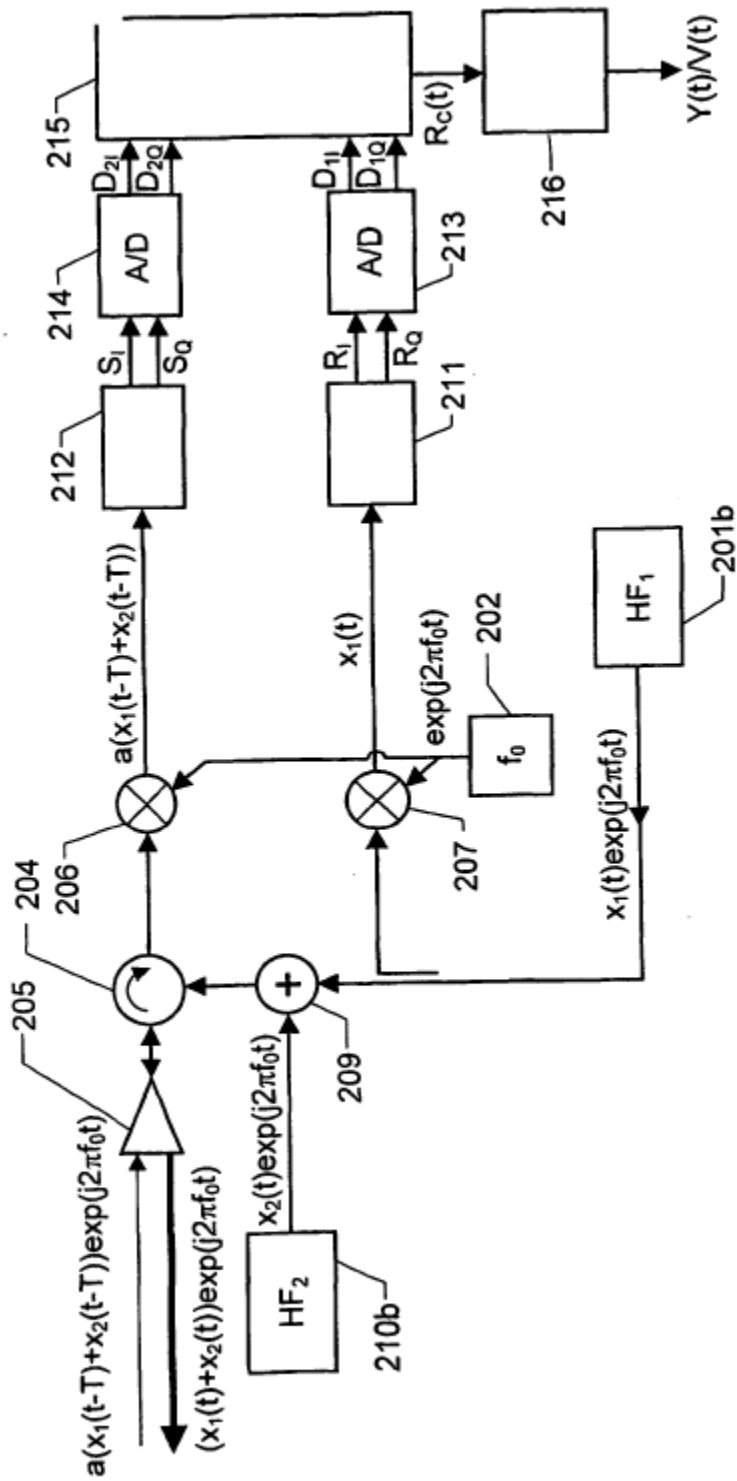


Fig. 11

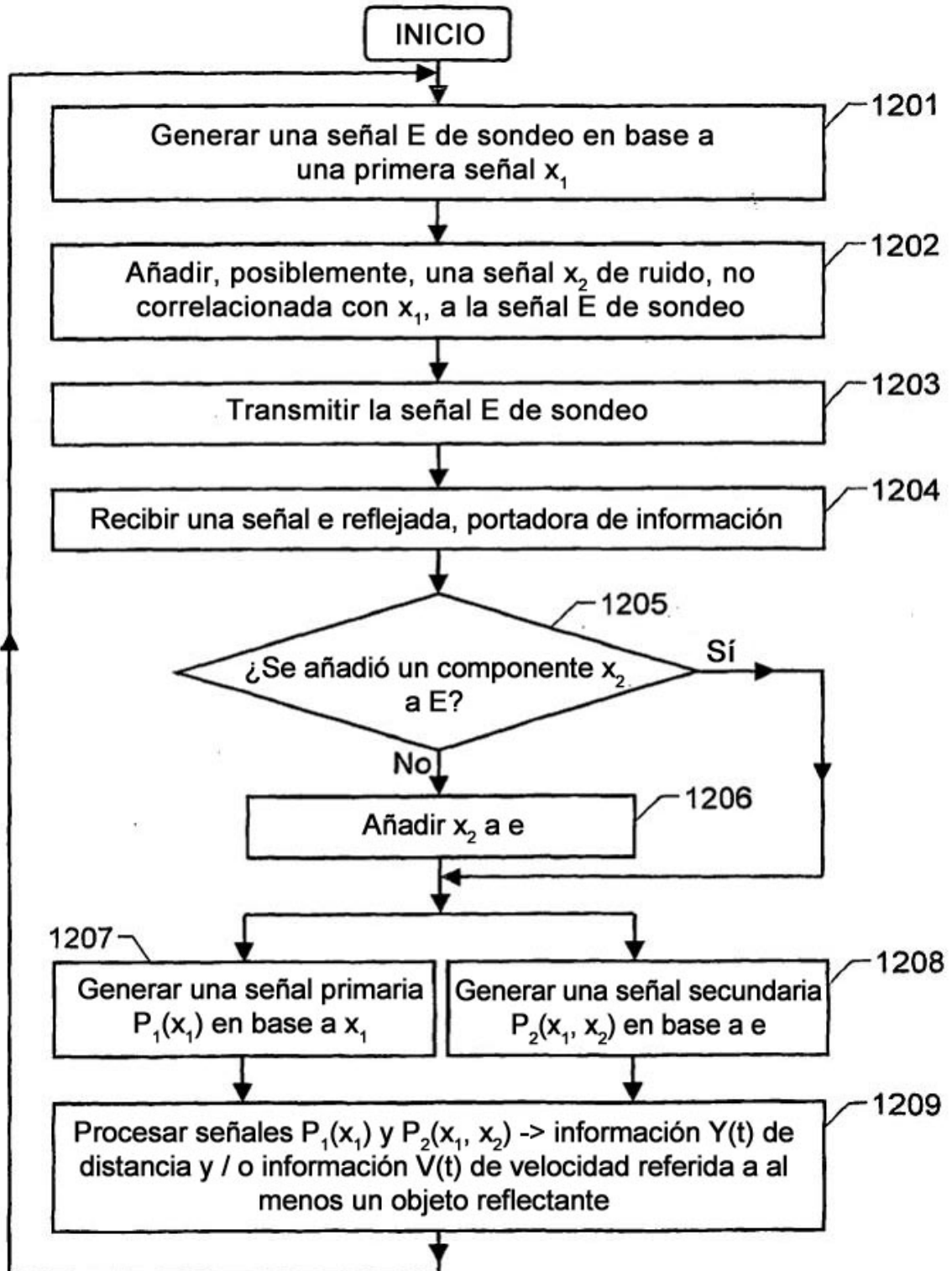


Fig. 12

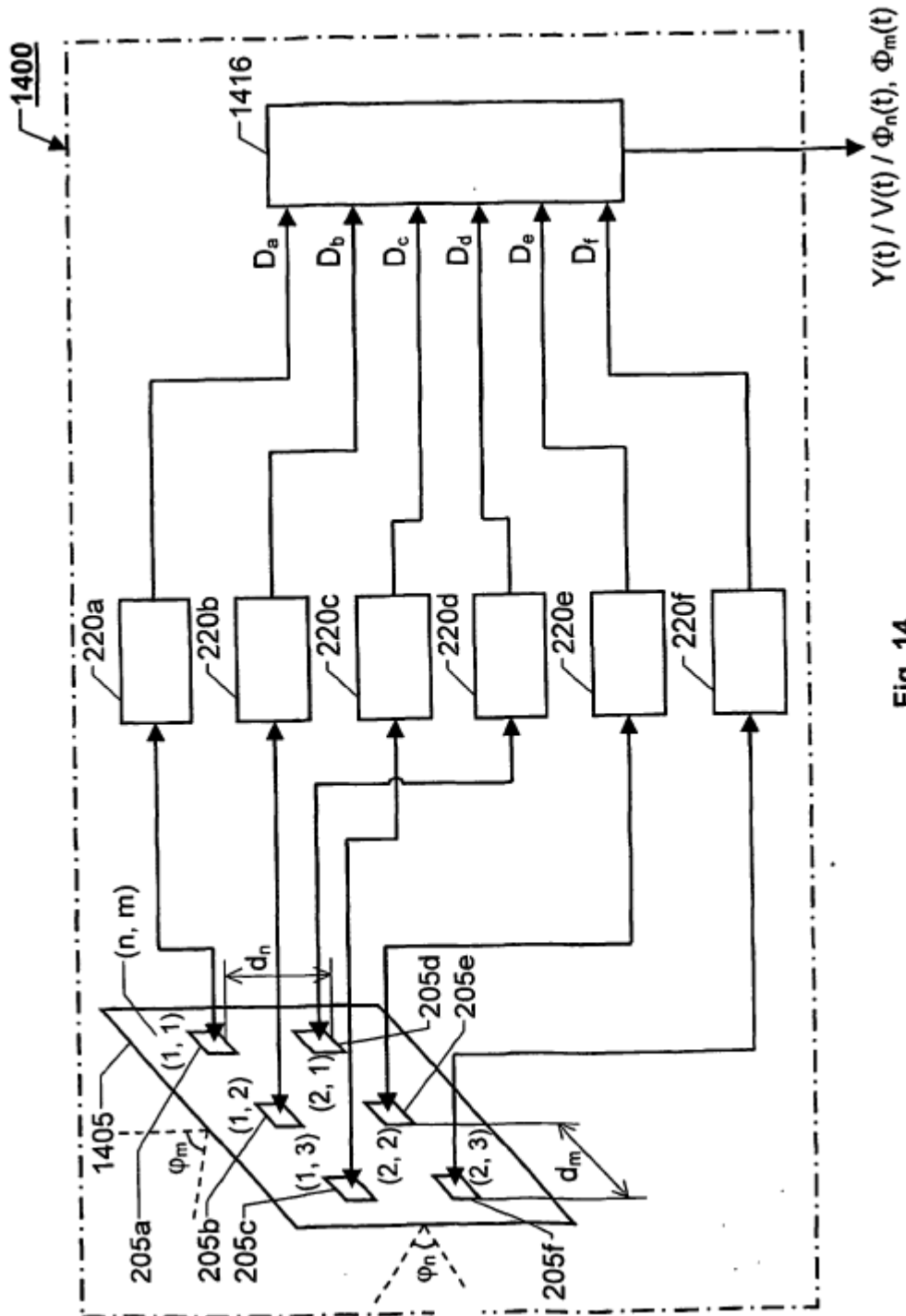


Fig. 14