

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 535 148**

51 Int. Cl.:

H04B 1/10 (2006.01)

H04B 7/015 (2006.01)

H04B 7/185 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.12.2010 E 10787417 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.01.2015 EP 2548308**

54 Título: **Dispositivo y sistema de eliminación de interferencias vinculadas a los trayectos lejanos**

30 Prioridad:

04.12.2009 FR 0905870

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

06.05.2015

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)
45, rue de Villiers
92200 Neuilly sur Seine, FR**

72 Inventor/es:

LUCIDARME, THIERRY

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 535 148 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

Dispositivo y sistema de eliminación de interferencias vinculadas a los trayectos lejanos

La invención se refiere un dispositivo y a un sistema de eliminación de interferencias vinculadas a los trayectos lejanos y se aplica en particular al campo de las transmisiones entre aeronaves.

5 Las comunicaciones entre aeronaves se califican habitualmente como comunicaciones “intra-flight”. Es habitual la presencia de un trayecto directo entre un emisor situado en una primera aeronave y un receptor situado en una segunda aeronave. Dichas aeronaves también pueden recibir trayectos indirectos. Estos trayectos indirectos pueden ser la consecuencia de reflexiones o de refracciones de la señal emitida sobre la estructura de dichas aeronaves. También pueden ser la consecuencia de reflexiones de la señal sobre el suelo o sobre el mar, llamándose en este caso dichos trayectos habitualmente ecos de suelo y de mar. Estas reflexiones crean interferencias, pudiendo su potencia ser importante, en particular en lo que se refiere a los ecos de mar, en particular cuando el oleaje es débil.

La forma de las interferencias que son el resultado de estos ecos es difícil de anular o de ecualizar ya que un eco puede ser lejano y estar alejado temporalmente con una duración ampliamente superior a un símbolo de modulación, que da lugar a la interferencia perjudicial entre símbolos.

15 Los ecualizadores clásicos, ya se utilicen para las comunicaciones terrestres o para las comunicaciones entre aeronaves, igualan el canal en torno a un reducido rango de retardos alrededor de la señal. A título de ejemplo, en radiocomunicación GSM, se pueden utilizar unos ecualizadores con cinco coeficientes y de este modo tratar los trayectos afectados por un retardo que no va más allá de 20 μs. Este tipo de ecualizador se describe, en particular, en el libro de T. Lucidarme titulado “Principes de radiocommunication de troisième génération”, Vuibert, 2002.

20 En el marco de la comunicación entre aeronaves y/o astronaves, las reflexiones causadas por los ecos de suelo y de mar implican unos retardos importantes y habitualmente no se tratan, debido a la complejidad que hay que añadir a los receptores.

Un objetivo de la invención es, en particular, resolver dichos inconvenientes.

25 Para ello, la invención tiene por objeto un dispositivo de a bordo, de recepción de una señal s(t) procedente de una aeronave alejada a una distancia d del dispositivo, siendo dicha señal s(t) el resultado de la combinación de una pluralidad de trayectos de propagación, correspondiendo uno de los trayectos al eco principal de la señal emitida, comprendiendo dicho dispositivo un ecualizador con una profundidad de tratamiento T. El dispositivo comprende unos medios para estimar la distancia D recorrida por el segundo trayecto, de unos medios para deducir un valor de retardo τ que tiene asociado, de unos medios para estimar cuando τ es superior o igual a T la señal interferente asociada al eco principal y para reducir la contribución de dicha señal al nivel total de interferencias en recepción.

D se puede estimar, por ejemplo, utilizando la expresión:

$$D = \sqrt{d^2 + 4 \times ha \times hb}$$

en la que:

35 ha es la altitud a la que se encuentra el dispositivo con respecto al nivel del mar o del suelo;
hb es la altitud de la aeronave emisora.

El dispositivo puede estar instalado a bordo de una aeronave o de un satélite.

Según una forma de realización, el dispositivo comprende unos medios para restar de la señal recibida s(t) una versión retardada de τ de dicha señal con el fin de reducir la contribución del eco principal al nivel total de interferencias en recepción.

40 El dispositivo consta, por ejemplo, de unos medios para estimar el desplazamiento Doppler diferencial Δf_{dif} utilizando la siguiente expresión:

$$\Delta f_{dif}(k+1) = \left[\frac{D_{k+1} - D_k}{\Delta t \times \lambda} \right] - \left[\frac{d_{k+1} - d_k}{\Delta t \times \lambda} \right]$$

en la que:

45 d_k representa la distancia entre las dos aeronaves en el instante k;
D_k representa el valor de la cantidad D medida en el instante k;

Δt representa el tiempo entre dos mediciones sucesivas del desplazamiento Doppler diferencial;
 λ representa la longitud de onda de la señal;

y para corregir la versión retardada de la señal $s(t)$ con el fin de obtener una señal $s'(t-\tau)$.

5 Según un aspecto de la invención, se aplica un coeficiente β en la señal $s'(t-\tau)$, siendo dicho coeficiente tal que minimiza la desviación cuadrática media entre una señal piloto recibida y la señal $s(t)$ recibida.

El dispositivo consta, por ejemplo, de unos medios para estimar la función de transferencia del canal de propagación en la zona correspondiente al retardo τ del eco principal de tal modo que reduzca la contribución del eco principal al nivel total de interferencias en recepción por ecualización.

La función de transferencia se obtiene, por ejemplo, mediante el tratamiento de bits piloto presentes en dicha zona.

10 En una forma de realización, el dispositivo comprende unos medios de ecualización conjunta pilotos/datos utilizados para reducir la contribución del eco principal al nivel total de interferencias en recepción.

15 La invención también tiene por objeto un sistema de comunicación entre aeronaves. Una aeronave del sistema consta al menos de un dispositivo de emisión de señales según una forma de onda seleccionada y de un dispositivo de recepción tal como se ha descrito con anterioridad, permitiendo dicho dispositivo recibir unas señales que utilizan esta misma forma de onda.

Según un aspecto de la invención, las aeronaves del sistema comprenden un dispositivo de medición de altitud.

Según otro aspecto de la invención, el dispositivo de medición de altitud es un radio altímetro.

El dispositivo de medición de altitud también puede ser, por ejemplo, un receptor GPS.

20 Las aeronaves del sistema constan, por ejemplo, de unos medios de transmisión recíproca de sus posiciones estimadas por su receptor GPS.

En una forma de realización del sistema, las aeronaves comprenden unos medios de transmisión recíproca de sus altitudes (h_a , h_b).

25 La invención también tiene como ventajas mejorar la robustez de las comunicaciones y la tasa de error de bits. También presenta la ventaja de introducir una buena protección contra las interferencias naturales y permite la utilización de métodos de ecualización que antes no se podían utilizar en el contexto de las comunicaciones aerotransportadas.

Se mostrarán otras características y ventajas de la invención por medio de la descripción que se da a continuación a título ilustrativo y no limitativo, realizada en relación con los dibujos adjuntos, en los que:

- 30
- la figura 1 ofrece un ejemplo de comunicación entre dos aeronaves con un trayecto directo y un eco de mar;
 - la figura 2 representa gráficamente los diferentes parámetros que permiten determinar y caracterizar el eco principal presente durante una comunicación entre dos aeronaves A y B;
 - la figura 3 ofrece un ejemplo de sistema de comunicación por satélite que aplica la invención;
 - la figura 4 ofrece un ejemplo de receptor que comprende un mecanismo de anulación de interferencia.

La figura 1 ofrece un ejemplo de comunicaciones entre dos aeronaves con un trayecto directo y un eco de mar.

35 En este ejemplo, una primera aeronave 100 comprende un dispositivo de comunicación que emite unos datos que utilizan una forma de onda seleccionada. La señal resultante se recibe en una segunda aeronave 101 en forma de una combinación de trayectos, en particular la combinación de un trayecto 102 directo y de un trayecto 103 indirecto. En este ejemplo, las dos aeronaves 100, 101 sobrevuelan el mar. El trayecto indirecto es el resultado, por ejemplo, de la reflexión de la señal emitida sobre la superficie del mar 104. En realidad, varios trayectos que corresponden a los ecos de mar se reciben en la segunda aeronave 101, caracterizándose dichos trayectos por su ángulo de incidencia θ_1 sobre la superficie del mar y por su ángulo de reflexión θ_2 . Los trayectos que resultan de este tipo de reflexión y se reciben con el mayor nivel de potencia, es decir que generan un alto nivel de interferencia, son los trayectos en torno al trayecto denominado óptico. El trayecto óptico es el trayecto para el que $\theta_1 = \theta_2$ y se llama de aquí en adelante en la descripción eco principal.

40

45 La presente invención se propone identificar las características del eco principal con el fin de reducir su contribución al nivel de interferencia en recepción.

La figura 2 representa gráficamente los diferentes parámetros que permiten determinar y caracterizar el eco principal presente durante una comunicación entre dos aeronaves A y B.

50 La primera aeronave A está a una distancia d de una segunda aeronave B. La primera aeronave está a una altitud h_a con respecto al nivel del mar o del suelo. La segunda aeronave B está, por su parte, a una altitud h_b con respecto

al nivel del mar o del suelo. El trayecto asociado al eco principal se compone de una sección incidente con una longitud d_1 y con una sección reflejada con una longitud d_2 .

Es por tanto posible determinar la cantidad $D = (d_1 + d_2)$ utilizando la siguiente expresión:

$$D = \sqrt{d^2 + 4 \times h_a \times h_b} \quad (1)$$

5 Para tener la capacidad de determinar esta cantidad, las aeronaves A y B deben, por consiguiente, conocer el valor de d y de las altitudes h_a y h_b .

Para ello, se puede utilizar un dispositivo de medición de altitud instalado a bordo de las aeronaves. Este tipo de material está habitualmente presente en la mayoría de las aeronaves.

10 De este modo, la aeronave A mide su altitud h_a utilizando este tipo de dispositivo y la aeronave B mide su altitud h_b utilizando también su propio dispositivo de medición.

Un dispositivo de medición de altitud puede ser, por ejemplo, un radio altímetro también llamado sonda altimétrica o radio-altímetro. Este tipo de dispositivo, cuando se instala a bordo de una aeronave, indica la altura sobre el suelo o sobre el mar de dicha aeronave.

Un dispositivo de medición de altitud puede ser también, por ejemplo, un receptor GPS.

15 Con el fin de obtener la cantidad D , también es necesario conocer la distancia d entre las aeronaves A y B. Esta distancia se puede obtener, por ejemplo, mediante la sincronización de la forma de onda utilizada, es decir mediante la medición del tiempo de propagación ida-vuelta de la señal entre las dos aeronaves que a continuación hay que dividir por 2.

20 Otra manera de adquirir la distancia d es que las aeronaves consten de unos medios de transmisión recíproca de las posiciones GPS llamadas P(A) y P(B) de las aeronaves A y B. El cálculo de distancia es por tanto trivial. Las altitudes h_a y h_b también se puede transmitir de una aeronave a otra.

Una tercera manera de adquirir la distancia d es utilizar las mediciones de los RADAR instalados a bordo habitualmente presentes en las aeronaves.

25 Cuando se adquieren los valores de d , h_a y h_b , es posible a continuación para cada aeronave determinar la cantidad D utilizando la expresión (1). De esta cantidad, el retardo τ de propagación se puede deducir utilizando la siguiente expresión:

$$\tau = D/c \quad (2)$$

en la que c representa la velocidad de la luz expresada en m/s.

30 Conociendo el retardo τ , y si este retardo corresponde a una magnitud superior a la profundidad T del ecualizador instalado a bordo, si existe, se ejecuta un tratamiento específico para el eco principal. Este tratamiento específico puede adoptar varias formas. Este tratamiento determinado permite de manera ventajosa reducir la complejidad de implementación vinculada habitualmente al tratamiento de los trayectos alejados temporalmente del trayecto principal.

35 Se puede aplicar un método de tipo anulación de interferencia mediante la sustracción de la señal interferente con una versión retardada de la señal recibida directamente. Un ejemplo de receptor que aplica este tipo de método se presenta a continuación en la descripción por medio de la figura 4.

40 También se puede utilizar un método de ecualización de canal mediante el aprendizaje de la función de transferencia en la zona correspondiente al retardo del eco principal. Con el fin de obtener esta función de transferencia, el receptor utiliza, por ejemplo, unos bits piloto presentes en dicha zona. Estos bits piloto se sitúan, por ejemplo, a priori. El receptor también puede, por ejemplo, solicitar al emisor mediante la señalización que transmita uno o varios símbolos piloto en un instante que corresponde al retardo τ .

También es posible utilizar de manera iterativa unos bits demodulados en el lugar de la interferencia, en otras palabras realizar una ecualización conjunta pilotos/datos o ciega.

45 A título de ejemplo, se puede utilizar una ecualización conjunta pilotos/datos con 2 coeficientes. En efecto, los símbolos S_i y S_{i+1} recibidos sucesivamente pueden expresarse utilizando la siguiente expresión:

$$\begin{pmatrix} S_i \\ S_{i+1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} p_i & r_{h+i} \\ p_{i+1} & r_{h+i+1} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} h_1 \\ h_2 \end{pmatrix} \quad (3)$$

en la que:

S_i representa un símbolo de modulación de la señal recibida $s(t)$ de índice i ;

p_i representa un símbolo piloto de índice i ;

r_{h+i} representa un símbolo demodulado de índice $h+i$ a partir de un símbolo recibido s_{h+i} , representando h el número de símbolos entre s_i y el símbolo recibido s_{h+i} y corresponde al retardo τ ;

h_1 representa el primer coeficiente del filtro que establece un modelo de canal de propagación y corresponde al trayecto principal recibido;

h_2 representa el primer coeficiente del filtro que establece un modelo de canal de propagación y corresponde al eco principal tal como se percibe en recepción.

La expresión (3) es equivalente a la expresión (4) presentada más abajo, representando S , P , y H respectivamente las matrices de la expresión (3):

$$S = P \times H \quad (4)$$

En este caso, la matriz H se determina mediante la simple inversión de la matriz P . En el caso de que la matriz S conste de un número superior a dos coeficientes (matriz P rectangular), es posible determinar en recepción los coeficientes de la matriz H utilizando la siguiente expresión que hace que intervenga la matriz pseudo-inversa de P :

$$H = (P^T \times P)^{-1} \times P^T \times S \quad (5)$$

Un ecualizador con dos coeficientes presenta como ventajas la simplicidad de aplicación, y permite corregir el desplazamiento de frecuencia causado por el efecto Doppler así como ecualizar los trayectos alejados.

También se puede utilizar un método como el que se presenta en la solicitud de patente GB 2 405 059 titulada *processing received information bits at a location measurement unit for time of arrival estimation*. Dicho método tiene, en particular, como objetivo mejorar la precisión de la estimación de canal con fines de localización y presenta una manera de estimar el canal utilizando unos bits piloto disponibles en una primera fase, y a continuación los datos demodulados separados del retardo estimado en una segunda fase a su vez considerados como bits piloto durante iteraciones posteriores.

Las solicitudes de patente WO 2007/059560 A1 y D2 US 2002/005799 A1 describen, como se indica en el preámbulo de la reivindicación 1, unos dispositivos de comunicación entre dos aeronaves mediante trayectorias múltiples.

El método de ecualización según la invención permite de manera ventajosa reducir la interferencia causada por los trayectos lejanos permitiendo al mismo tiempo mantener una complejidad razonable de implementación.

La figura 3 ofrece un ejemplo de sistema de comunicación por satélite que aplica la invención.

En este ejemplo, una aeronave 300 que sobrevuela el mar a una altitud h_a transmite unos datos a una aeronave, por ejemplo un satélite 301 con una altitud h_b . El satélite recibe una señal que es el resultado principalmente de una combinación de un trayecto directo 302 y de un eco principal 303.

El satélite comprende unos medios para adquirir la distancia d entre la aeronave y el satélite así como las altitudes h_a y h_b , la altitud h_b . De este modo, el satélite puede determinar el retardo τ y a continuación ecualizar la señal o anular el eco principal.

La figura 4 ofrece un ejemplo de receptor que comprende un mecanismo de anulación de interferencia.

Este ejemplo describe un receptor 401 instalado a bordo de una aeronave B. Dicho receptor recibe una señal $s(t)$ procedente de una aeronave A. La señal $s(t)$ la utiliza en la entrada un módulo 403 de adquisición de parámetros. Este módulo tiene como objetivo obtener los valores de los parámetros h_a y $P(A)$ que son respectivamente la altitud y la posición de la aeronave A. Esta información se transmite, por ejemplo, a la aeronave B a través de un canal de señalización. La $P(B)$ la conoce el receptor que comprende, por ejemplo, un módulo GPS. El parámetro d puede, por lo tanto, deducirse del conocimiento de $P(A)$ y $P(B)$. Es posible otra manera de adquirir el valor de d debido a que su conocimiento es habitualmente intrínseco a la forma de onda y se obtiene mediante la medición del avance temporal. Este avance temporal entre señal recibida $s(t)$ y señal emitida $e(t)$, habitualmente designada por la

expresión anglosajona "timing advance", es accesible debido a que el destinatario responde en un tiempo t conocido del emisor. La parte de emisión 402 del receptor está, por consiguiente, unida al módulo de adquisición de parámetros.

5 La altura h_b la proporciona, por ejemplo, un radio altímetro 400 a bordo de la aeronave B. Los valores de d y de h_a que proporciona el módulo de adquisición de parámetros 403 y el valor de h_b que proporciona el radio altímetro 400 permiten que un módulo 404 de cálculo de retardo determine el valor de τ asociado al eco principal.

Una señal $s'(t)$ corregida de la desviación de fase que corresponde a la frecuencia f_d estimada se presenta en la salida del módulo 405 de corrección Doppler que se describe a continuación. Se genera a continuación una estimación 406 de la señal interferente $\beta X_s'(t-\tau)$ para restarla 407 a la señal $s(t)$.

10 El coeficiente complejo β se puede obtener, por ejemplo, mediante el método descrito en el libro de A. Giordano y F. M. Hsu titulado "least square estimation with application to digital processing", págs. 191-194, John Wiley & Sons, 1985. De este modo, el coeficiente complejo β se obtiene mediante un método clásico de sondeo de canal. Se selecciona de tal modo que se minimice la desviación cuadrática media entre una señal piloto recibida y la señal $s(t)$ recibida. La determinación de β es clásica y utiliza el método de los mínimos cuadrados.

15 La señal $\hat{s}(t)$ resultante de la resta 407 de $\beta X_s'(t-\tau)$ en $s(t)$ se presenta continuación en la entrada de un módulo 408 de demodulación.

20 Si se trata del método de ecualización o de anulación de interferencia, se utiliza un módulo 405 de corrección del desplazamiento Doppler diferencial según la invención de forma previa a las fases de estimación de canal. El desplazamiento Doppler diferencial es la diferencia entre el desplazamiento Doppler en la dirección de alineamiento de las dos aeronaves A y B al que se resta el desplazamiento Doppler que corresponde a los dos trayectos del eco principal con unas longitudes respectivas d_1 y d_2 . El desplazamiento Doppler diferencial Δf_{dif} se puede estimar utilizando la siguiente expresión:

$$\Delta f_{dif}(k+1) = \left[\frac{D_{k+1} - D_k}{\Delta t \times \lambda} \right] - \left[\frac{d_{k+1} - d_k}{\Delta t \times \lambda} \right] \quad (6)$$

en la que:

25 d_k representa la distancia entre las dos aeronaves en el instante k ;
 D_k representa el valor de la cantidad D medida en el instante k ;
 Δt representa el tiempo entre dos mediciones sucesivas del desplazamiento Doppler diferencial;
 λ representa la longitud de onda de la señal.

30 La invención no se limita al campo de las comunicaciones aeronáuticas y también se podrá aplicar de manera ventajosa para la transmisión de información entre un avión de caza y un misil.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (101) de a bordo, de recepción de una señal $s(t)$ procedente de una aeronave (100) alejada a una distancia d del dispositivo (101), siendo dicha señal $s(t)$ el resultado de la combinación de una pluralidad de trayectos de propagación, correspondiendo uno de los trayectos al eco (103) principal de la señal emitida, comprendiendo dicho dispositivo un ecualizador con una profundidad de tratamiento T y estando **caracterizado porque** comprende unos medios para estimar la distancia D recorrida por el segundo trayecto, de unos medios para deducir un valor de retardo τ que tiene asociado, de unos medios para estimar cuando τ es superior o igual a T la señal interferente asociada al eco (103) principal y para reducir la contribución de dicha señal al nivel total de interferencias en recepción.

2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** D se estima utilizando la expresión:

$$D = \sqrt{d^2 + 4 \times ha \times hb}$$

en la que:

ha es la altitud a la que se encuentra el dispositivo con respecto al nivel del mar o del suelo;
 hb es la altitud de la aeronave (100) emisora.

3. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** comprende unos medios para restar de la señal recibida $s(t)$ una versión retardada de τ de dicha señal con el fin de reducir la contribución del eco principal al nivel total de interferencias en recepción.

4. Dispositivo según la reivindicación 3, **caracterizado porque** comprende unos medios (405) para estimar el desplazamiento Doppler diferencial Δf_{dif} utilizando la siguiente expresión:

$$\Delta f_{dif}(k+1) = \left[\frac{D_{k+1} - D_k}{\Delta t \times \lambda} \right] - \left[\frac{d_{k+1} - d_k}{\Delta t \times \lambda} \right]$$

en la que:

d_k representa la distancia entre las dos aeronaves en el instante k ;
 D_k representa el valor de la cantidad D medida en el instante k ;
 Δt representa el tiempo entre dos mediciones sucesivas del desplazamiento Doppler diferencial;
 λ representa la longitud de onda de la señal;
 y para corregir la versión retardada de la señal $s(t)$ con el fin de obtener una señal $s'(t-\tau)$.

5. Dispositivo según la reivindicación 4, **caracterizado porque** se aplica (406) un coeficiente β en la señal $s'(t-\tau)$, siendo dicho coeficiente tal que minimiza la desviación cuadrática media entre una señal piloto recibida y la señal $s(t)$ recibida.

6. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** comprende unos medios para estimar la función de transferencia del canal de propagación en la zona que corresponde al retardo τ del eco principal de tal modo que reduzca la contribución del eco principal al nivel total de interferencias en recepción por ecualización.

7. Dispositivo según la reivindicación 6, **caracterizado porque** dicha función de transferencia se obtiene mediante el tratamiento de bits piloto presentes en dicha zona.

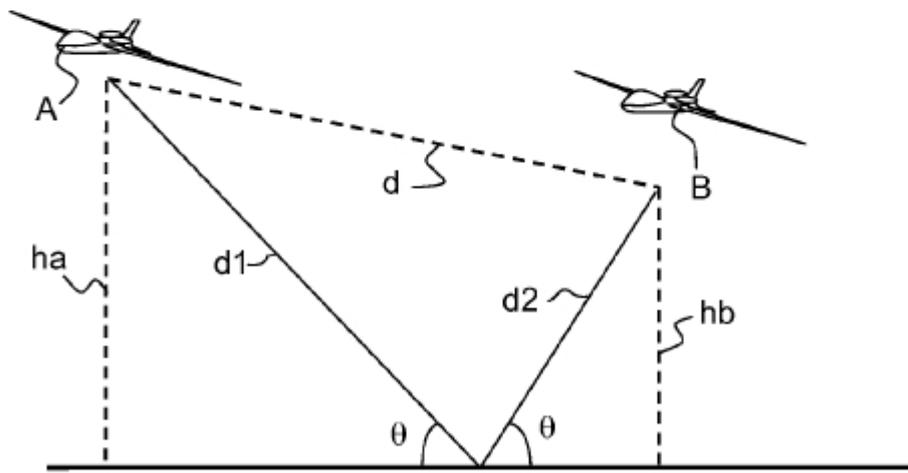
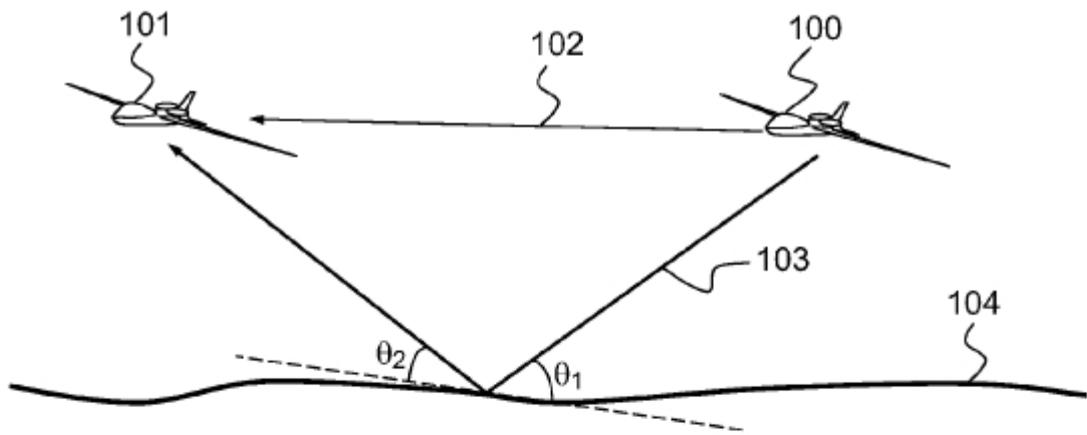
8. Dispositivo según la reivindicación 6, **caracterizado porque** comprende unos medios de ecualización conjunta pilotos/datos utilizados para reducir la contribución del eco principal al nivel total de interferencias en recepción.

9. Satélite **caracterizado porque** comprende un dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.

10. Aeronave **caracterizada porque** comprende un dispositivo acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.

11. Sistema de comunicación entre aeronaves **caracterizado porque** una aeronave del sistema comprende al menos un dispositivo de emisión de señales según una forma de onda seleccionada y de un dispositivo de recepción según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, permitiendo dicho dispositivo recibir unas señales que utilizan esta misma forma de onda.

12. Sistema según la reivindicación 11, **caracterizado porque** las aeronaves del sistema comprenden un dispositivo de medición de altitud.
13. Sistema según la reivindicación 12, **caracterizado porque** el dispositivo de medición de altitud es un radio altímetro.
- 5 14. Sistema según la reivindicación 12, **caracterizado porque** el dispositivo de medición de altitud es un receptor GPS.
15. Sistema según la reivindicación 14, **caracterizado porque** las aeronaves del sistema comprenden unos medios de transmisión recíproca de sus posiciones estimadas por su receptor GPS.
- 10 16. Sistema según una cualquiera de las reivindicación 11 a 14, **caracterizado porque** las aeronaves del sistema comprenden unos medios de transmisión recíproca de sus altitudes (ha, hb).



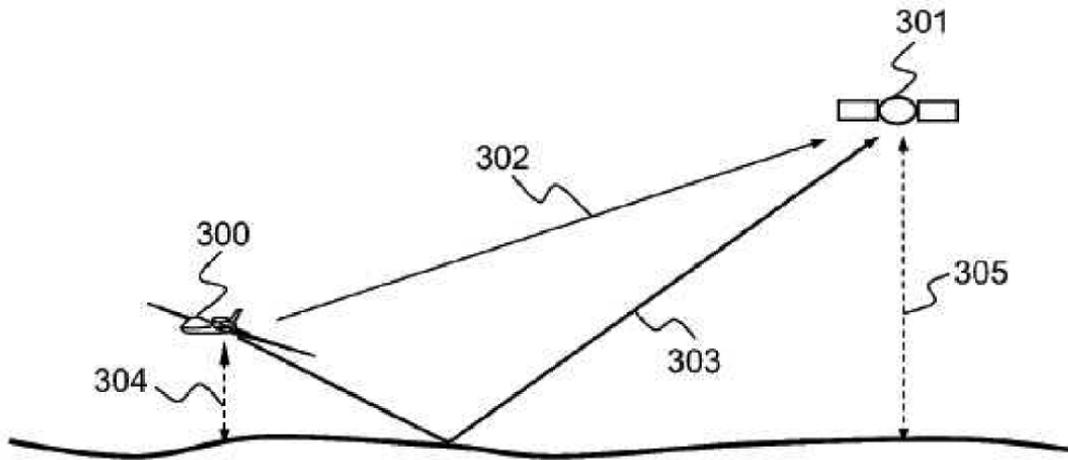


FIG.3

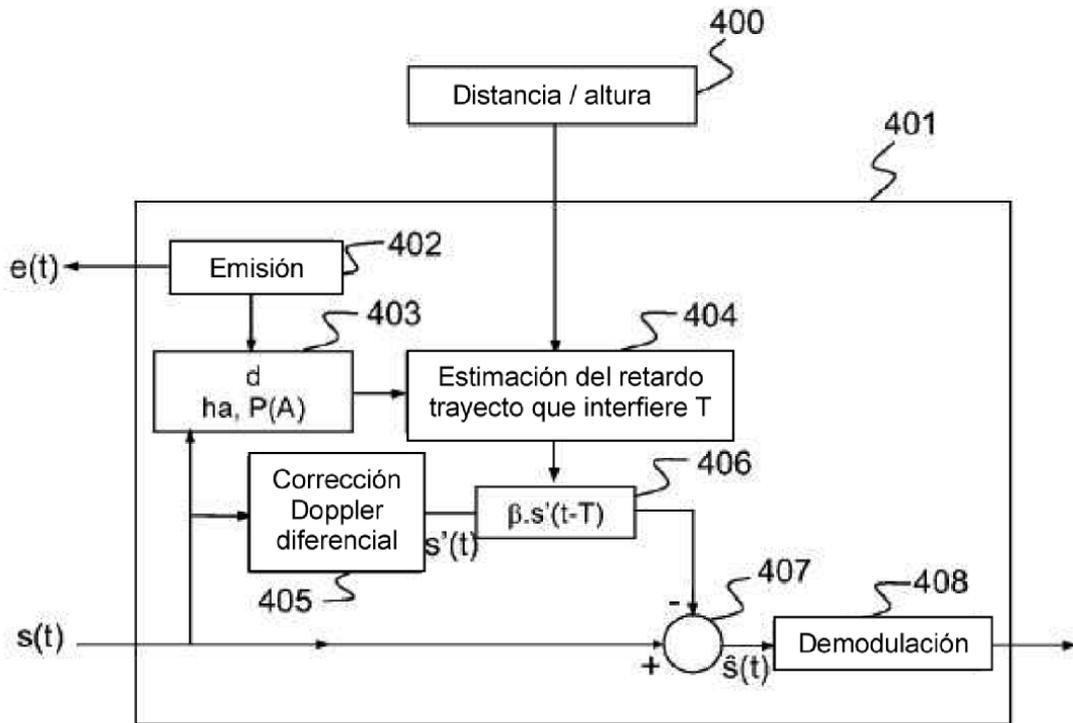


FIG.4