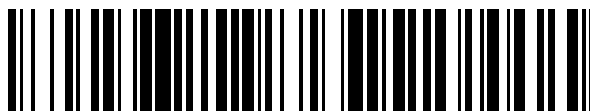


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 369 710**

51 Int. Cl.:
G01S 13/94 (2006.01)
G01C 23/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08016676 .2**
96 Fecha de presentación: **23.09.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2166372**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **24.03.2010**

54 Título: **INTERFAZ HOMBRE-MÁQUINA PARA APOYO A PILOTOS DURANTE EL DESPEGUE O ATERRIZAJE DE UN APARATO DE VUELO CON VISIÓN EXTERIOR REDUCIDA.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
05.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
05.12.2011

73 Titular/es:
**EADS DEUTSCHLAND GMBH
WILLY-MESSERSCHMITT-STRASSE
85521 OTTOBRUNN, DE**

72 Inventor/es:
**Wegner, Matthias;
Münsterer, Thomas, Dr.;
Kramper, Patrick, Dr. y
Kielhorn, Peter**

74 Agente: **Lehmann Novo, Isabel**

ES 2 369 710 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

Interfaz hombre-máquina para apoyo a pilotos durante el despegue o aterrizaje de un aparato de vuelo con visión exterior reducida

5 La invención se refiere a una interfaz hombre-máquina (IHM) para apoyo a pilotos durante el despegue y aterrizaje de un aparato de vuelo, en particular de un helicóptero con visión exterior reducida o en condiciones de visión limitadas. En áreas secas y desérticas (como por ejemplo Afganistán) se llega para casi cada aterrizaje exterior de helicópteros a un fuerte arremolinamiento de arena y polvo. Esto es provocado por el flujo turbulento descendente (*down-wash*) debido al rotor principal. El arremolinamiento de arena o polvo lleva a menudo a que el piloto pierda total o parcialmente la visión exterior de la cabina de pilotaje – el denominado *brown-out*. Debido a la pérdida de la
10 visión exterior existe para el piloto el riesgo de pérdida de la orientación espacial y esto en particular en lo que respecta al ángulo de cabeceo y/o al ángulo de balanceo así como a una deriva lateral indeseada del vehículo aéreo. A un efecto similar puede llegarse durante aterrizajes en nieve. Este efecto se denomina *white-out*.

15 En el documento DE 10 2004 051 625 A1 se describe una ayuda de aterrizaje para helicópteros especial para condiciones de *brown-out*, en que durante el *brown-out* se representa sobre una pantalla una vista 3D virtual del entorno en la perspectiva del piloto, siendo generada la vista virtual sobre la base de datos 3D, que han sido acumulados durante la aproximación al aterrizaje antes del establecimiento del *brown-out*.

20 En el documento WO 2005/015333 A2 se describe igualmente una ayuda de aterrizaje para helicópteros para condiciones de *brown-out*, que para apoyar al piloto combina informaciones de entorno y datos de estado de vuelo generados mediante diferentes sensores y los actualiza continuamente mediante un bus de datos de helicóptero. En este caso, las informaciones de entorno por un lado y los datos de estado de vuelo, tales como velocidad, dirección de movimiento y de deriva y altura sobre el suelo, por otro lado, son representados en una pantalla común.

Magnitudes características e informaciones necesarias, o respectivamente de ayuda para el piloto para un proceso de aterrizaje bajo condiciones de *brown-out* son:

- a) la altura sobre el suelo,
- 25 b) la situación del vehículo aéreo en el espacio, o respectivamente respecto al suelo,
- c) la dirección de movimiento y la velocidad sobre el suelo,
- d) la variación de la velocidad sobre el suelo,
- e) la variación de la altura sobre el suelo,
- f) la situación de obstáculos en el lugar de aterrizaje,
- 30 g) la constitución del suelo del punto de aterrizaje o de posado,
- h) la distancia y dirección relativa a un punto de aterrizaje o de posado anteriormente seleccionado de forma autónoma.

35 Es esencial para una IHM universal y operacionalmente aplicable para *brown-out* la transmisión intuitiva de las magnitudes características e informaciones anteriormente indicadas al o a los pilotos. Por otro lado, precisamente en helicópteros militares son proporcionadas al piloto una multiplicidad de informaciones en columnas de barras y números en forma de tabla. Esto puede llevar en situaciones de tensión extrema, como por ejemplo durante el *brown-out*, en las que es fundamental una reacción muy precisa y muy rápida a una situación de vuelo variable – eventualmente a interpretaciones erróneas o incluso confusiones por parte del piloto. Por este motivo, cada
40 representación de las magnitudes características e informaciones anteriormente indicadas debe ofrecerse en una forma que sea intuitiva y minimice la carga del piloto en esta fase crítica del aterrizaje.

El documento WO 03/019225 A1 describe una interfaz hombre-máquina para el apoyo a pilotos durante el despegue o aterrizaje de un aparato de vuelo con visión exterior reducida, que representa un escenario virtual desde la perspectiva de un observador virtual, que se encuentra detrás del aparato de vuelo y tiene la misma situación de vuelo que el propio aparato de vuelo, en que el escenario virtual tiene los siguientes componentes:

- 45 – una representación del terreno, representado desde una perspectiva que tiene en cuenta el valor instantáneo de la altura de vuelo sobre el suelo y los datos instantáneos de situación de vuelo del vehículo aéreo. La representación del terreno es actualizada continuamente con los datos instantáneos de estado de vuelo y la altura instantánea sobre el suelo;
- 50 – un símbolo para el aparato de vuelo, cuya posición con relación al terreno representado representa la situación de vuelo actual así como la altura instantánea sobre el suelo del aparato de vuelo.

El documento EP 1 906 151 A2 describe igualmente una interfaz hombre-máquina para el apoyo a pilotos durante el despegue y el aterrizaje, que representa un escenario virtual desde la perspectiva de un observador virtual, que se encuentra detrás del aparato de vuelo. Se representa una superficie de suelo idealizada en la zona del lugar de aterrizaje previsto, en que el observador virtual tiene una situación de vuelo fija con respecto a la superficie de suelo idealizada representada.

La invención tiene como base la tarea de mejorar una interfaz hombre-máquina para pilotos de tal manera que se ofrezca al piloto para un aterrizaje en caso de *brown-out* o *white-out* un apoyo intuitivo optimizado para la orientación espacial y con ello se haga posible un aterrizaje seguro también y en particular en estas situaciones extremas.

Esta tarea es resuelta con el objeto de la reivindicación 1. Realizaciones ventajosas son objeto de las reivindicaciones subordinadas.

La interfaz hombre-máquina conforme a la invención está en disposición de representar un escenario virtual desde la perspectiva de un observador virtual, que se encuentra detrás del aparato de vuelo y tiene la misma situación de vuelo que el propio aparato de vuelo. El escenario virtual tiene los siguientes componentes:

- un plano de base, que simboliza una superficie de suelo idealizada, calculado sobre la base del valor instantáneo de altura de vuelo sobre el suelo y de los datos instantáneos de situación de vuelo. El plano de base es limitado por un horizonte artificial y es actualizado continuamente con los datos instantáneos de estado de vuelo y con la altura instantánea sobre el suelo,
- un símbolo para el aparato de vuelo, cuya posición y situación respecto al plano de base representa la situación de vuelo y altura sobre el suelo (AGL, del inglés "Above Ground Level") instantánea real del aparato de vuelo,
- en que la velocidad de deriva y dirección de deriva instantánea sobre el suelo del aparato de vuelo es representada por proyección en perspectiva del vector de deriva (D) en el plano de base (BE) o un plano paralelo a éste.

Mediante esta representación se facilita considerablemente al piloto en particular el control de la situación de vuelo en lo relativo a posición de cabeceo y de balanceo y el piloto obtiene al mismo tiempo una impresión acerca de la altura sobre el suelo.

En el plano de base o en un plano paralelo a éste pueden proyectarse en realizaciones ventajosas otros indicadores:

- indicador AGL para la visualización de la altura de vuelo instantánea sobre el suelo,
- sombra del aparato de vuelo (que tiene como base la posición actual del sol o de una fuente de luz fija virtual) para la visualización adicional de la altura instantánea sobre el suelo,
- sector de riesgo sobre el o por encima del plano de base para la visualización de obstáculos estacionarios o móviles dentro del área de seguridad de la zona de aterrizaje,
- lugar de aterrizaje o punto de posado previsto, que ha sido seleccionado antes del establecimiento del *brown-out* por introducción numérica de posición o mediante dispositivo de visión montado en casco, datos de situación de vuelo y un disparador digital, y que es representado continuamente y con posición exacta en el plano de base. En una realización particularmente preferida, los datos 3D de la zona de aterrizaje pueden incluirse en el cálculo del lugar de aterrizaje o punto de posado.

Con ello, el piloto tiene a disposición todas las informaciones importantes de vuelo, obstáculos y terreno dentro de la zona de aterrizaje en forma concentrada, y no tiene que dividir su atención entre aparatos de visualización o pantallas diferentes.

La impresión acerca de la altura de vuelo instantánea puede reforzarse adicionalmente mediante el recurso de que se representa continuamente una línea vertical desde el aparato de vuelo hasta el plano de base.

En otra realización, se superpone al plano de base una representación tridimensional de la superficie topográfica real del terreno (en particular con relación a elementos situados delante, lateralmente así como debajo del aparato de vuelo) sobre la base de datos 3D de alta resolución.

El concepto de visualización conforme a la invención está en disposición de evitar la pérdida de orientación espacial en caso de *brown-out* y permitir adicionalmente un juicio acerca del lugar de aterrizaje o punto de posado pretendido. La situación de vuelo, altura sobre el suelo y además de ello también la velocidad y dirección instantáneas de deriva son representadas de forma concentrada, de un modo que pueden ser comprendidas intuitivamente por el piloto. Se pone a disposición del piloto una ayuda universal, operativamente aplicable para

aterrizajes de helicóptero especialmente bajo condiciones de *brown-out*. La IHM conforme a la invención se basa en el empleo de varios sensores (sistema de navegación y situación de vuelo, uno o varios altímetros de radar y/o altímetros de láser) como configuración de base así como sistemas de ladar adicionales basados en láser, cámaras de vídeo o respectivamente FLIR (del inglés "Forward Looking Infra-Red", de visión infrarroja orientadas hacia delante) y/o sistemas de radar que atraviesan el polvo así como también bancos de datos digitales de obstáculos y de terreno 3D como opción).

La invención es explicada más detalladamente con ayuda de ejemplos de realización concretos teniendo en cuenta las figuras. Éstas muestran:

- 10 la figura 1 un plano de base como un componente del escenario virtual, que es representado por la IHM conforme a la invención;
- la figura 2 un posible desarrollo del escenario virtual con el plano de base BE, tal como es representado por la IHM conforme a la invención; la situación de vuelo correspondiente del vehículo aéreo está representada abajo a la derecha para comparación;
- 15 la figura 3 un escenario virtual con representación en perspectiva del vector de deriva D para la visualización de la velocidad de deriva instantánea y de la dirección de deriva relativa sobre el suelo;
- la figura 4 un escenario virtual con representación de la línea vertical desde el vehículo aéreo hasta el plano de base BE para la visualización de la altura de vuelo instantánea sobre el suelo;
- 20 la figura 5 un escenario virtual en dos tomas instantáneas con representación de una sombra de aparato de vuelo sobre el plano de base como apoyo adicional para la visualización de la altura de vuelo y de la orientación espacial;
- la figura 6 un escenario virtual con representación de un sector de riesgo sobre el plano de base para la visualización de obstáculos móviles o estacionarios dentro de la zona de aterrizaje;
- la figura 7 una superposición del plano de base y la representación de la superficie topográfica real de suelo sobre la base de datos 3D detallados,
- 25 la figura 8 un posible desarrollo del escenario virtual con una representación, superpuesta al plano de base, del entorno real de la zona de aterrizaje sobre la base de datos 3D.

La figura 1 muestra un plano de base BE como un componente esencial del escenario virtual. Este plano representa la superficie idealizada del plano de aterrizaje. El plano de base BE es limitado por el horizonte artificial, que tiene principalmente la misma funcionalidad que un indicador de situación de vuelo en la cabina de pilotaje. Esto es de importancia esencial para el concepto de representación conforme a la invención, ya que mediante el horizonte artificial y el plano de base BE ligado a él, el piloto puede leer de modo sencillo e intuitivo inmediatamente todas las variaciones de situación de vuelo en lo que respecta a ángulo de cabeceo y/o ángulo de balanceo. Para la mejora de la impresión espacial, para la mejor estimación de la situación de vuelo instantánea así como de la altura de vuelo cualitativa sobre el suelo pueden dibujarse sobre el plano de base adicionalmente líneas de fuga y de distancia, que refuerzan la impresión de la profundidad espacial del plano de base BE. La impresión espacial del escenario virtual – en particular en lo que respecta a la estimación de la altura de vuelo sobre el suelo – puede mejorarse nuevamente si el plano de base BE es cubierto total o parcialmente con un denominado patrón de tablero de ajedrez (véase la figura 2) o con una textura gráfica de suelo (obtenida por ejemplo a partir de los datos de una cámara de vídeo inmediatamente antes del *brown-out*) o con ambos.

40 Todos los elementos gráficos del plano de base BE son actualizados con ayuda de los datos de estado de vuelo (situación de vuelo) instantáneos así como de la altura sobre el suelo (AGL) actual. Con ello se asegura que todas las variaciones de situación de vuelo y altura sobre el suelo traen consigo inmediatamente una variación correspondiente en la visualización gráfica del plano de base BE.

45 La figura 2 muestra un posible desarrollo del escenario virtual con el plano de base BE, tal como es representado por la IHM conforme a la invención. Una correspondiente representación de la situación de vuelo del vehículo aéreo está dibujada igualmente abajo a la derecha en el diagrama separado. El escenario virtual muestra un símbolo F para el aparato de vuelo sobre el plano de base BE, representado desde el punto de vista de un observador virtual, que se encuentra detrás del aparato de vuelo. Este observador tiene la misma situación de vuelo que el aparato. Se puede representar mentalmente al observador como ligado rígidamente al aparato de vuelo. El piloto ve por lo tanto volar su aparato de vuelo desde detrás sobre el plano de base BE teniendo en cuenta los datos de estado de vuelo instantáneos. Esta representación permite una estimación muy intuitiva del ángulo de cabeceo y del ángulo de balanceo del aparato de vuelo así como de la altura sobre el suelo.

Conforme a la invención se tiene en cuenta la representación de la velocidad y dirección de deriva (vector de deriva) sobre el suelo (figura 3). Los datos de entrada para la representación son tomados de un sistema de navegación y

situación de vuelo. La información de deriva es representada como proyección en perspectiva del vector de deriva en el plano de base virtual. Aquí, la componente vectorial lateral así como la longitudinal de la velocidad sobre el suelo con relación al vehículo aéreo son representadas vectorialmente como línea o flecha de longitud variable. La longitud de representación instantánea del vector de deriva D dentro del escenario virtual es proporcional a la velocidad en el plano horizontal y corresponde en cada instante a la velocidad y dirección de deriva real del vehículo aéreo sobre el suelo. Para una mejor orientación, puede incorporarse adicionalmente la proyección en perspectiva de un círculo sobre el plano de base BE, cuyo radio corresponde a una velocidad de deriva prefijada (por ejemplo 10 nudos) y cuyo centro es el origen del vector de deriva D. Un ejemplo de un círculo así sobre el plano de base BE está representado igualmente en la figura 3.

10 Otra funcionalidad de la IHM conforme a la invención es la representación de la altura actual sobre el suelo. Ésta es mostrada por un lado ya implícitamente por la representación del aparato de vuelo sobre el plano de base BE y puede completarse mediante la representación adicional de una línea vertical L (figura 4) desde el vehículo aéreo hasta el plano de base BE, en que la línea vertical discurre entonces desde el aparato de vuelo hasta el punto de pie situado verticalmente debajo del aparato en el plano de base BE.

15 Otro concepto intuitivo, para proporcionar al piloto una estimación de la altura sobre el suelo, es la representación de una sombra virtual del aparato de vuelo sobre el plano de base BE. La fuente de luz puede o bien tomarse fija detrás del vehículo aéreo (por ejemplo a 45° de azimut y 45° de elevación) o bien calcularse a partir de la posición real del sol, correspondientemente a la posición GPS y la fecha. La figura 5 muestra un escenario así en dos tomas instantáneas para diferente altura sobre el suelo. Las sombras correspondientes están designadas por S1, S2. Si disminuye la altura sobre el suelo, la sombra se acerca al punto de pie de la línea vertical. Es opcional la representación o no de la línea vertical en este caso.

20 Los conceptos de sensor actuales para sistemas de salvamento para *brown-out* parten de que un sensor necesario es un sensor de radar que atraviesa el polvo. La resolución espacial de estos sensores es por regla general sin embargo más bien limitada (resolución en dirección azimutal $\geq 2^\circ$). Son aplicados por ello como simples sistemas de aviso, que deben representar si obstáculos peligrosos entran en la zona de aterrizaje durante el *brown-out* o si el aparato de vuelo se mueve hacia obstáculos así debido a una deriva involuntaria dentro de la nube de polvo. Sensores de radar de este tipo son denominados en la literatura también como parachoques electrónicos (*electronic bumper*). Las informaciones obtenidas con estos sensores de radar pueden integrarse en una realización ventajosa de la invención en la representación (véase la figura 6). La representación propuesta para el aviso activo frente a obstáculos en la zona de aterrizaje puede estar configurada funcionalmente de modo similar a una ayuda de aparcamiento en un coche. Se resalta mediante colores la proyección espacial de un determinado sector Z sobre el plano de base BE, en cuyo sector se ha detectado un objeto (visualización de sector de riesgo). Como resolución lateral se ofrecen por ejemplo 4, 8 o 16 sectores. Como el parachoques electrónico por regla general da poca o ninguna información acerca de la altura real del obstáculo y debido a la proyección se tiene una incertidumbre en la medida de distancia, la representación de distancia es dividida en un pequeño número de niveles de distancia discretos (por ejemplo 3 hasta 4 niveles de distancia: distancia entre la posición actual y $\frac{1}{2}$ diámetro de rotor, entre $\frac{1}{2}$ y 1 diámetro de rotor, entre 1 y 2 diámetros de rotor, más de 2 diámetros de rotor). Para obstáculos, que están más cerca que un múltiplo/fracción prefijado del diámetro de rotor, puede emitirse adicionalmente un aviso acústico.

35 Si el sistema de salvamento frente a *brown-out* posee un sensor 3D de alta resolución, que está orientado hacia delante, o posee alternativamente acceso a una base de datos digital de terreno 3D y el helicóptero tiene además un sistema de visión montado en casco (HMS/D, del inglés "Helmet Mounted System Display"), en la fase anterior a un posible *brown-out* el lugar de aterrizaje o punto de posado concreto puede ser ópticamente proyectado por el piloto, seleccionado y visualizado en posición exacta en la representación sobre el plano de base BE. Para alcanzar esto, deben estar presentes los datos 3D de la zona delante del helicóptero, el campo de visión (FOV, del inglés "Field Of View") del sistema HMS/D debe ser conocido y una entrada de disparo digital debe estar disponible. Para el marcado del lugar de aterrizaje o punto de posado, el piloto enfoca este lugar en la zona de aterrizaje con el sistema HMS/D mediante el recurso de que lo proyecta a través de la ventana de la cabina de pilotaje y luego activa el disparador digital. A partir de los ángulos de situación de vuelo actuales del aparato de vuelo y del campo de visión del sistema HMS/D resulta un vector de dirección en el espacio. En el punto de intersección de este vector con la superficie de suelo BF, determinada mediante el sensor 3D o el banco de datos de terreno 3D, está situado el punto de aterrizaje o de posado. Este punto de aterrizaje puede ser representado nuevamente como marca sobre el plano de base BE o sobre la superficie de suelo BF del escenario virtual, a través de lo cual se hace posible a continuación un aterrizaje con exactitud puntual incluso en la nube de polvo más densa de un *brown-out*. Si el terreno real de la zona de aterrizaje es suficientemente plano y no está inclinado o se ha calculado una inclinación mediante la valoración de varios sensores de altura en el vehículo aéreo, entonces para el marcado en posición exacta del punto de aterrizaje o de posado no es necesaria la existencia de un sensor 3D o de una base de datos de terreno 3D. El plano de base BE corresponde en este caso a la superficie de suelo real y puede emplearse directamente para el marcado descrito del punto de aterrizaje.

60 Si el sistema de salvamento frente a *brown-out* tiene un sensor 3D de alta resolución orientado hacia delante (es decir un sensor de imágenes de distancia) y/o tiene acceso a las informaciones de una base de datos digital de

obstáculos y de terreno 3D, puede superponerse al plano de base BE una representación 3D del terreno topográfico real y de todos los objetos distintos al suelo como capa de representación adicional. La figura 7 muestra para ello un ejemplo, en el que al plano de base BE está superpuesta una representación de la superficie de suelo BF real sobre la base de datos 3D.

- 5 En la figura 8 está representado un escenario virtual con plano de base BE, al que está superpuesta una superficie de suelo topográfica real BF con objetos distintos al suelo que sobresalen (obstáculos) H en el entorno de la zona de aterrizaje. La superficie de suelo BF y los obstáculos están representados de forma altamente codificada, es decir los colores/niveles de gris en la representación corresponden a las alturas de objeto con relación a la superficie de suelo. Debido a la visualización conforme a la invención de la superficie de suelo BF desde la perspectiva de un observador situado detrás se representa aquí entre otras cosas también de forma amplia la zona a la izquierda/derecha así como debajo del aparato de vuelo. Adicionalmente, en la figura 8 se ilustra una línea vertical L hasta la superficie de suelo BF así como un sector de riesgo Z debido a obstáculos existentes.

- 15 Todos los elementos gráficos de la representación 3D del escenario virtual son actualizados con ayuda de los datos de estado de vuelo instantáneos (situación y velocidad de vuelo) así como de la altura instantánea sobre el suelo. Con ello se asegura que todas las variaciones de situación de vuelo, velocidad de vuelo, dirección de deriva y altura sobre el suelo traigan consigo de forma inmediata y sin retraso temporal apreciable una variación correspondiente en la representación 3D del escenario virtual. Se produce una impresión del tipo de realidad virtual – exactamente como si no existiera absolutamente ningún obstáculo visual debido al polvo durante el *brown-out*. Este concepto de IHM, en combinación con diversos componentes individuales, proporciona al piloto una comprensión muy intuitiva y natural acerca de la situación instantánea de vuelo así como una impresión muy realista acerca de las condiciones reales en y en torno a la zona de aterrizaje.

Para la orientación espacial del piloto así como para el control de situación de vuelo, deriva y altura del aparato de vuelo en caso de *brown-out*, la representación del escenario virtual juega un papel significativo. En la práctica esta representación sustituye para el piloto la visión exterior de cabina de pilotaje ausente en caso de *brown-out*.

- 25 Las informaciones 3D para la superficie de suelo BF y para los objetos distintos al suelo H pueden proceder de un radar, de un sistema de ultrasonidos, de un ladar basado en láser o de otros sistemas apropiados de medición activa en el vehículo aéreo. Estas informaciones 3D pueden ser tomadas igualmente de bancos de datos de obstáculos y de terreno 3D de alta resolución y ser representadas.

- 30 Un sistema particularmente apropiado para la detección de los datos 3D necesarios para la IHM propuesta para casos de *brown-out* es por ejemplo el radar láser de helicóptero HELLAS® de la compañía EADS Deutschland GmbH.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Interfaz hombre-máquina, que para el apoyo a pilotos durante el despegue o aterrizaje de un aparato de vuelo en condiciones de visión exterior reducida representa un escenario virtual desde la perspectiva de un observador virtual, que se encuentra detrás del aparato de vuelo y tiene la misma situación de vuelo que el propio aparato de vuelo, en que el escenario virtual tiene los siguientes componentes:
- un plano de base (BE), calculado sobre la base del valor instantáneo de altura de vuelo sobre el suelo y de los datos instantáneos de situación de vuelo del aparato de vuelo; el plano de base (BE) es actualizado continuamente con los datos instantáneos de estado de vuelo y con la altura instantánea sobre el suelo;
 - 10 – un símbolo (F) para el aparato de vuelo, cuya posición respecto al plano de base (BE) representa la situación de vuelo actual así como la altura instantánea sobre el suelo del aparato de vuelo, caracterizada porque
 - el plano de base (BE) simboliza una superficie de suelo idealizada, y está limitado por un horizonte artificial;
 - en el escenario virtual la velocidad de deriva y dirección de deriva instantánea sobre el suelo del aparato de vuelo es representada por proyección en perspectiva del vector de deriva (D) en el plano de base (BE) o un plano paralelo a éste.
- 15
2. Interfaz hombre-máquina según la reivindicación precedente, caracterizada porque en el escenario virtual es representada una línea vertical (L) desde el aparato de vuelo hasta el plano de base (BE).
- 20 3. Interfaz hombre-máquina según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque en el escenario virtual es representada la sombra (S1, S2) del aparato de vuelo sobre el plano de base (BE).
4. Interfaz hombre-máquina según la reivindicación 3, caracterizada porque la sombra es representada sobre la base de la posición actual del sol o sobre la base de la posición fija de una fuente de luz virtual.
- 25 5. Interfaz hombre-máquina según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque obstáculos detectados, móviles o estáticos, son representados en el escenario virtual mediante proyección en perspectiva de un sector de riesgo (Z), dentro del cual se encuentra un obstáculo así, sobre el plano de base (BE) o un plano paralelo a éste.
- 30 6. Interfaz hombre-máquina según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque en el escenario virtual es representada la posición, determinada mediante aparato de visión montado en casco, disparador digital y datos de situación de vuelo así como eventualmente datos 3D del terreno de aterrizaje, de un punto de aterrizaje previsto sobre el plano de base (BE).
7. Interfaz hombre-máquina según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque está superpuesta al plano de base (BE) una representación tridimensional del entorno real de la zona de aterrizaje con superficie topográfica de suelo (BF) y objetos distintos al suelo (H) a partir de datos 3D.

Fig. 1

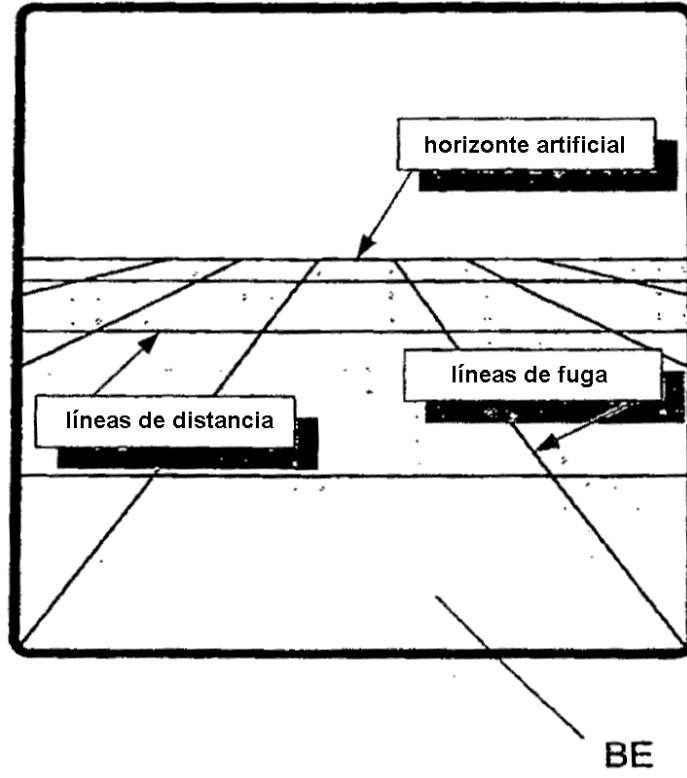


Fig. 2

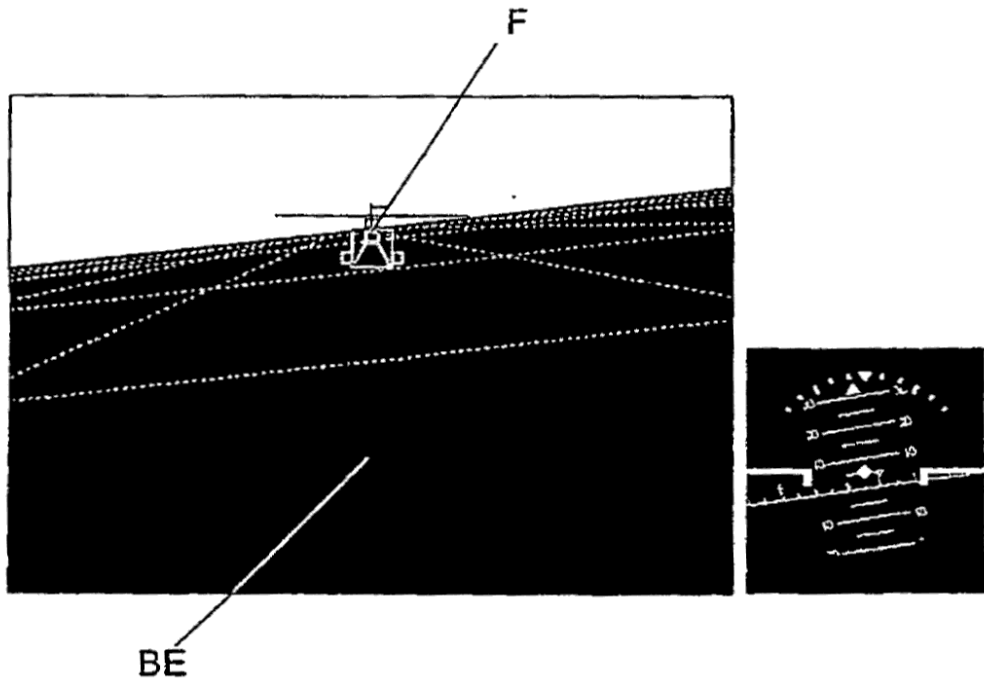


Fig. 3

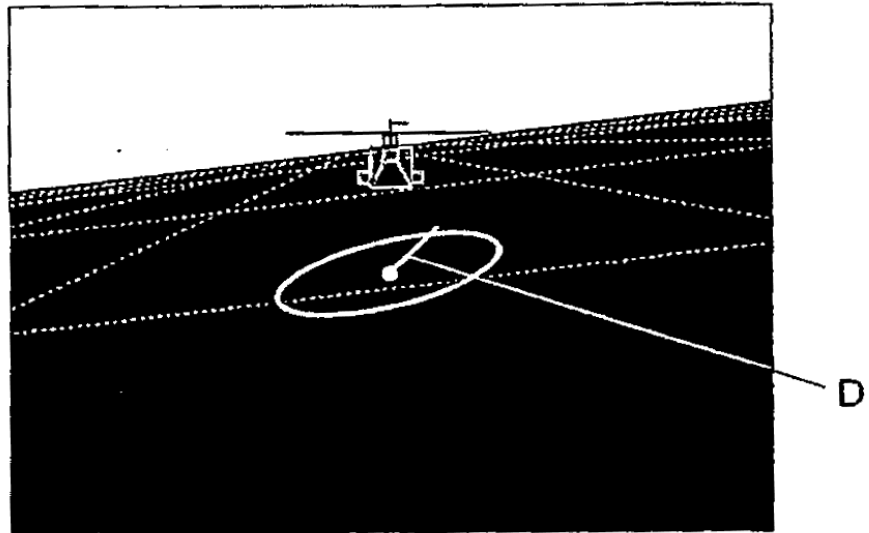


Fig. 4

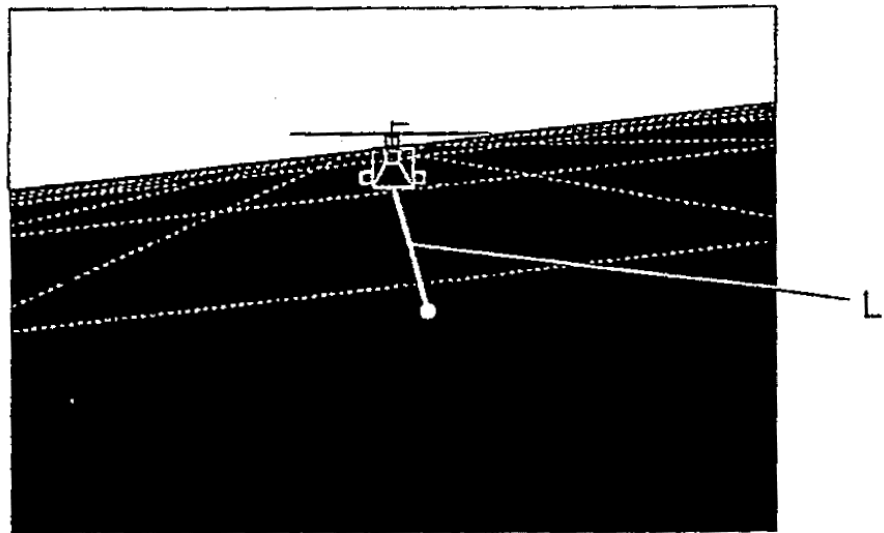


Fig. 5

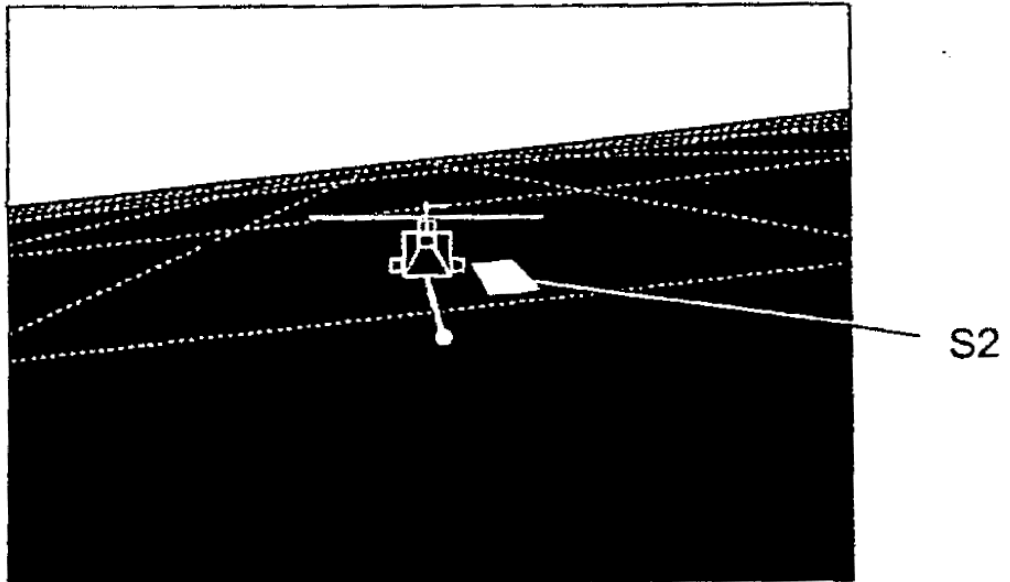
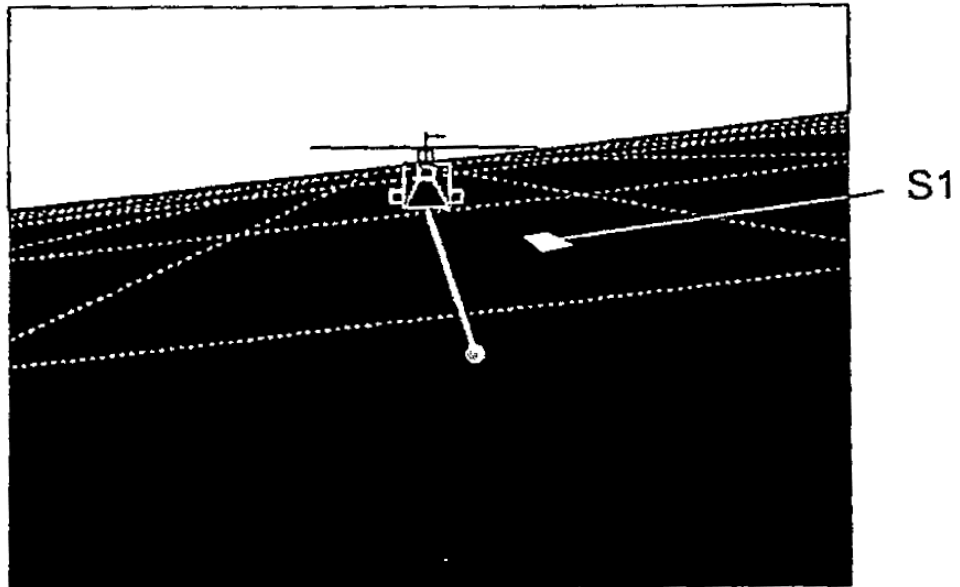


Fig. 6

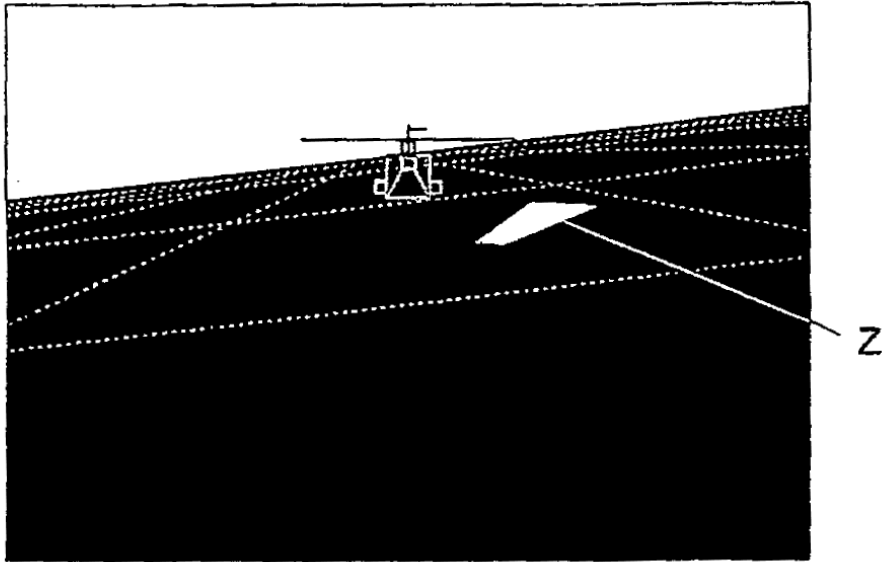


Fig. 7

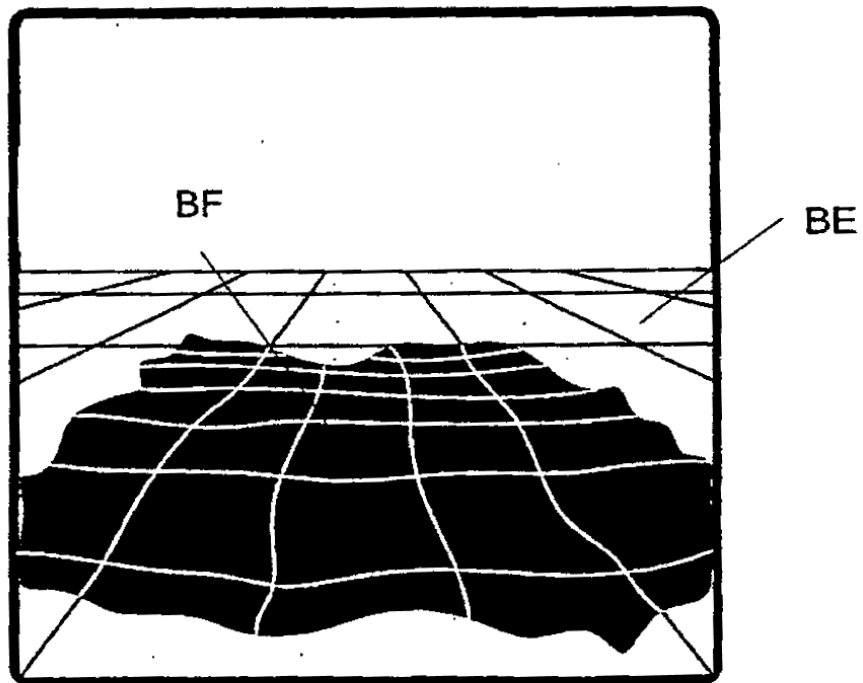


Fig. 8

