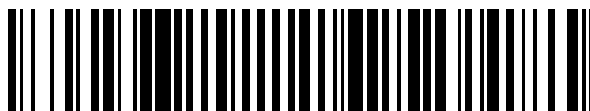


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 402 294**

51 Int. Cl.:

**G01S 17/93** (2006.01)

**G01S 17/66** (2006.01)

**G01S 7/48** (2006.01)

**B64F 1/00** (2006.01)

**G08G 5/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2001 E 04013069 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2013 EP 1482326**

54 Título: **Sistema de atraque de aeronaves y método con verificación automática de plataforma**

30 Prioridad:

**12.01.2001 US 758416**

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

**30.04.2013**

73 Titular/es:

**SAFEGATE INTERNATIONAL AB (100.0%)**

**Djurhagegatan 19**

**21376 Malmö , SE**

72 Inventor/es:

**MILLGARD, LARS**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 402 294 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

Sistema de atraque de aeronaves y método con verificación automática de plataforma

### 5 Campo de la invención

La presente se dirige a sistemas de atraque de aeronaves y más en particular a mejoras de seguridad para sistemas de atraque de aeronaves para la verificación automática de la plataforma frente a obstáculos antes de y durante el atraque. La presente invención se dirige además a métodos implementados en dichos sistemas.

### 10 Descripción de la técnica relacionada

En los últimos años, se ha producido un aumento significativo en el número de pasajeros, carga y otro tráfico de aeronaves, incluyendo despegues, aterrizajes y otro tráfico de aeronaves en tierra. También, se ha producido un acusado incremento en el número de vehículos de asistencia en tierra que se necesitan para descargar la carga y para proporcionar servicios de catering y mantenimiento y asistencia permanente de todas las aeronaves. Con este aumento sustancial en el tráfico en tierra ha aparecido la necesidad de un mayor control y seguridad en el atraque y la identificación de aeronaves en los aeropuertos.

20 Para este fin, la patente de EE.UU. nº 6.023.665, concedida el 8 de febrero de 2000, al mismo autor de la invención nombrado en la presente solicitud, divulga un sistema para la detección, identificación y atraque de aeronaves usando pulsos láser para obtener un perfil de un objeto desde la distancia. El sistema explora inicialmente la zona situada frente a la puerta hasta que encuentra e identifica un objeto. Una vez que el objeto es identificado como un avión, el sistema realiza un seguimiento del avión. Usando la información del perfil, el sistema puede visualizar en tiempo real el tipo de avión, la distancia desde el punto de parada y la posición lateral del avión. Los modos de funcionamiento del sistema incluyen un modo de captura, en que se detecta un objeto y se determina que es una aeronave, y un modo de seguimiento, en que se verifica el tipo de aeronave y se vigila el movimiento de la aeronave hacia la puerta.

30 En referencia a la fig. 1A, el sistema de guía de atraque de la patente mencionada anteriormente, designado en general como 10, proporciona la localización informatizada de un objeto, la verificación de la identidad del objeto y el seguimiento del objeto, siendo el objeto preferentemente una aeronave 12. En funcionamiento, una vez que la torre de control 14 registra el aterrizaje de una aeronave 12, informa al sistema de que la aeronave se está acercando a una puerta 16 y del tipo de aeronave (es decir, 747, L- 10 11, etc.) esperado. El sistema 10 realiza entonces un barrido de la zona 19 situada delante de la puerta 16 hasta que localiza un objeto que identifica como un avión 12. El sistema 10 compara a continuación el perfil de la aeronave 12 medido con un perfil de referencia para el tipo de aeronave esperado y valora otros criterios geométricos característicos del tipo de aeronave esperado. Si la aeronave localizada, a una distancia mínima especificada (por ejemplo, 12 m) antes de la posición de parada, no se corresponde con el perfil esperado y los otros criterios, el sistema informa o envía una señal a la torre 14, visualiza un aviso de parada y suspende la operación.

45 Si el objeto es la aeronave 12 esperada, el sistema 10 realiza un seguimiento de la misma en la puerta 16 mostrando visualmente en tiempo real al piloto la distancia que queda hasta el punto de parada apropiado y la posición lateral del avión 12. La posición lateral del avión 12 se proporciona en una pantalla 18 que permite al piloto corregir la posición del avión para aproximarse a la puerta 16 desde el ángulo correcto. Una vez que el avión 12 está en su punto de parada, esta circunstancia se muestra en la pantalla 18 y el piloto detiene el avión.

50 En referencia a la fig. 1B, el sistema 10 incluye a Telémetro Láser (TL) 20, dos espejos 21, 22, una unidad de visualización 18, dos motores paso a paso 24, 25, y un microprocesador 26. Los productos de TL adecuados son comercializados por Laser Atlanta Corporation y son capaces de emitir pulsos láser, de recibir los reflejos de esos pulsos reflejados en objetos distantes y de calcular la distancia a esos objetos.

55 El sistema 10 está dispuesto de manera que existe una conexión 28 entre el puerto en serie del TL 20 y el microprocesador 26. A través de esa conexión, el TL 20 envía datos de medida aproximadamente cada 1/400ª de segundo al microprocesador 26. Los componentes de hardware designados generalmente por 23 del sistema 20 están controlados por el microprocesador 26 programado. Además, el microprocesador 26 suministra datos a la pantalla 18. Como interfaz con el piloto, la unidad de visualización 18 se coloca encima de la puerta 16 para mostrar al piloto la distancia del avión a su punto de parada 29, el tipo de aeronave 30 que el sistema cree que se está acercando y la localización lateral del avión. Usando esta pantalla, el piloto puede ajustar la aproximación del avión 12 a la puerta 16 para garantizar que el avión está en el ángulo correcto para acceder a la puerta. Si la pantalla 18 muestra un tipo de aeronave 30 erróneo, el piloto puede interrumpir la aproximación antes de que se produzcan daños. Este doble control garantiza la seguridad de los pasajeros, el avión y las instalaciones aeroportuarias dado que si el sistema intenta el atraque de un gran 747 en una puerta en la que se espera un 737, probablemente se producirán daños importantes.

65 Además de la pantalla 18, el microprocesador 26 procesa los datos del TL 20 y controla la dirección del láser 20 a

través de su conexión 32 con los motores paso a paso 24, 25. Los motores paso a paso 24, 25 están conectados con los espejos 21, 22 y los mueven como respuesta a instrucciones del microprocesador 26. Así, al controlar los motores paso a paso 24, 25, el microprocesador 26 puede modificar el ángulo de los espejos 21, 22 y dirigir los pulsos láser desde el TL 20.

Los espejos 21, 22 dirigen el láser reflejando los pulsos láser hacia el exterior por encima de la plataforma del aeropuerto. En la forma de realización preferida, el TL 20 no se mueve. El barrido por el láser se realiza con espejos. Un espejo 22 controla el ángulo horizontal del láser, mientras que el otro espejo 21 controla el ángulo vertical. Al activar los motores paso a paso 24, 25, el microprocesador 26 controla el ángulo de los espejos y así la dirección del pulso láser.

El sistema 10 controla el espejo horizontal 22 para conseguir un barrido horizontal continuo en un ángulo de  $\pm 10$  grados ángulo en pasos angulares de aproximadamente 0,1 grados que son equivalentes a 16 micropasos por paso con el motor paso a paso Escap EDM-453. Se toma un paso angular para cada respuesta de la unidad de lectura, es decir, aproximadamente cada 2,5 ms. El espejo vertical 21 puede controlarse para conseguir un barrido vertical entre +20 y -30 grados en pasos angulares de aproximadamente 0,1 grados con un paso cada 2,5 ms. El espejo vertical se usa para barrido vertical cuando se está determinando la altura del morro y cuando la aeronave 12 está siendo identificada. Durante el modo de seguimiento, el espejo vertical 21 se ajusta continuamente para mantener el seguimiento de barrido horizontal del extremo del morro de la aeronave 12.

Aunque el sistema desvelado en la patente mencionada anteriormente detecta el avión, este sistema no detecta los vehículos de asistencia en tierra u otros objetos en la plataforma de la zona de atraque. Debido al limitado campo de visión del piloto, la aeronave puede colisionar con dichos vehículos de asistencia en tierra u otros objetos. Además, el sistema puede proporcionar avisos erróneos en caso de niebla o nieve, sobre todo en el primero.

Con la máxima frecuencia, la niebla es vista por el sistema a entre 10 y 25 m. Cuando esta distancia es más cercana a, o está en la zona de, la posición de parada, el sistema generará una condición de puerta bloqueada o error de identificación si el procedimiento de captura se activa en la niebla. El procedimiento de captura necesita un método para reconocer que el objeto capturado es muy probablemente niebla y no supone una obstrucción en el procedimiento de atraque una vez que aparece la aeronave.

Los registros tomados durante condiciones de niebla muestran que la niebla se comunica como un objeto sólido delante del sistema. Un barrido en la niebla comunica a menudo cerca del 100% de ecos, y los ecos varían en distancia sólo unos decímetros entre sí. Con la máxima frecuencia, los copos de nieve están más separados y proporcionan ecos del 60-80% con una extensión de 5 a 10 m. Así, en general la nieve es más fácil de detectar, es decir, de diferenciar de un objeto sólido, que la niebla. Las fig. 2A y 2B muestran imágenes de muestra de la niebla, mientras que las fig. 2C y 2D muestran imágenes de muestra de la nieve.

Sumario de la invención

A partir de lo anterior resultará evidente que existe una necesidad en la técnica de un sistema de detección de aeronaves que supere los problemas mencionados previamente de la técnica anterior. Por tanto, un objeto de la presente invención es permitir la detección de objetos en la plataforma.

Otro objeto es la asistencia al criterio del piloto para valorar si es seguro avanzar hacia la puerta o existe un riesgo de colisión.

Para conseguir los objetos anteriores y otros, la presente invención se dirige a un método y un sistema para identificar un objeto detectado y determinar si está presente un obstáculo en una zona cerca del objeto, estando definidos el método y el sistema por las características según las reivindicaciones 1 y 11, respectivamente.

En el documento DE-43-01.637-A1 se desvela un método y un sistema de acuerdo con los preámbulos de las reivindicaciones 1 y 11, respectivamente. Con la solución conocida se usan dos conjuntos de pulsos luminosos emitidos en elevaciones superiores e inferiores para detectar diferentes tipos de aeronave, y después de la detección se usan los dos conjuntos de pulsos para examinar si la zona de plataforma está despejada de obstáculos. En su lugar, tal como se expone en las reivindicaciones 1 y 11, la invención usa pulsos reflejados del primer conjunto de pulsos luminosos exclusivamente para identificar la aeronave y se usan pulsos reflejados del segundo conjunto de pulsos luminosos exclusivamente para determinar si el obstáculo está presente en la zona respectiva, es decir, se usan los dos conjuntos de pulsos luminosos para diferentes tipos de detección.

La patente de EE.UU. nº 5.375.058 desvela un sistema de barrido para aeropuertos en el que las aeronaves son identificadas por códigos de barras. Los vehículos terrestres sin códigos de barras también pueden ser identificados. Esta solución usa el mismo barrido para detectar una aeronave o un vehículo terrestre. El tipo de vehículo se distingue sólo una vez que se ha leído el código de barras. En ausencia de código de barras, el objeto detectado se refiere como un objeto que no puede identificarse.

Cuando se usa la invención se comprueba automáticamente la plataforma en busca de obstáculos antes de y durante el ataque. Dado que la aeronave puede aproximarse a la puerta a alta velocidad, es esencial que se comprueben los obstáculos que ocupan el sistema en la mínima cantidad de tiempo de manera que la influencia en la función de ataque se reduzca al mínimo. Se supone que es especialmente importante verificar la zona que es barrida por las alas de una aeronave de fuselaje estrecho o que es barrida por los motores de una aeronave de fuselaje ancho. Se supone también que no es tan importante verificar la plataforma en el lado del puente de la línea central como verificar el lado opuesto, dado que la mayoría de los movimientos de los vehículos de servicio tienen lugar en el lado opuesto. Por tanto, se supone que la unidad de barrido puede montarse de manera que los puntos del eje óptico a la izquierda de la línea central sea, por ejemplo, 5°, aprovechando así al máximo la amplitud de barrido horizontal del sistema.

En el sistema de la patente mencionada anteriormente puede implementarse cualquier forma de realización, o combinación de formas de realización, de la presente invención mediante las modificaciones apropiadas.

#### Breve descripción de los dibujos

Se expondrán en detalle formas de realización preferidas de la presente invención con referencia a los dibujos, en los que:

- las fig. 1A y 1B muestran el sistema de ataque de aeronaves de la patente mencionada anteriormente, que puede ser modificada de acuerdo con la presente invención;

- las fig. 2A y 2B muestran imágenes de la niebla tomadas con el sistema de ataque de aeronaves de las fig. 1A y 1B;

- las fig. 2C y 2D muestran imágenes de la nieve tomadas con el sistema de ataque de aeronaves de las fig. 1A y 1B;

- la fig. 3 es un dibujo que muestra una zona que se someterá a verificación durante la verificación de la plataforma;

- la fig. 4 es un dibujo que muestra la geometría usada en supresión en tierra durante la verificación de la plataforma;

- la fig. 5 es un dibujo que muestra la geometría usada en el cálculo de los ángulos de barrido vertical durante la verificación de la plataforma;

- las fig. 6A y 6B son diagramas de organigramas de barrido de una plataforma efectuado durante los modos de captura y seguimiento, respectivamente;

- las fig. 7A-7I son dibujos que muestran las fases en el procedimiento de detección de niebla;

- la fig. 8 es un diagrama de un organigrama del procedimiento de detección de niebla; y

- las fig. 9-11 son diagramas que muestran organigramas de tres algoritmos alternativos usados por la presente invención para detección de niebla.

#### Descripción detallada de las formas de realización preferidas

A continuación se expondrán en detalle varias formas de realización preferidas de la presente invención con referencia a los dibujos, en los que números de referencia iguales se refieren a los mismos componentes o etapas operativas.

En primer lugar se desvelará la forma de realización de verificación de la plataforma. Dado que es habitual que los vehículos de asistencia en tierra se aproximen a una aeronave desde la izquierda, la forma de realización preferida de la verificación de la plataforma se desvelará de acuerdo con este principio. Naturalmente, si se prevé que los vehículos de asistencia en tierra se aproximarán desde la derecha, la verificación de la plataforma puede modificarse en consecuencia.

La fig. 3 muestra la zona que será sometida a verificación. Se supone que el sistema de ataque tiene una amplitud de barrido horizontal de  $\pm 10^\circ$ . Dado que el barrido de  $5^\circ$  a la derecha de la línea central cubre sólo una zona para la cual el piloto no necesita asistencia, la verificación de la plataforma se realiza sólo a la izquierda de la línea central. El ángulo de barrido de  $10^\circ$  de una plataforma cubrirá la zona delante del extremo del ala derecha en un límite interior de aproximadamente 60 m para una aeronave del mismo tamaño que un B737. También cubrirá la zona barrida por el motor interno de una aeronave de fuselaje ancho en aproximadamente 48 m. Esto corresponde a una posición del morro de aproximadamente 45 m para un B737 y una posición del morro de aproximadamente 25 m para un B747. Se supone que el objeto más pequeño para detección tiene las siguientes dimensiones: una anchura de 1 m y una altura de 1,5 m. La característica de verificación de la plataforma ignora cualquier eco más cercano

que la posición de parada (morro) + 5 m, con el fin de permitir que el personal de tierra esté presente en la posición de estacionamiento.

- 5 La fig. 4 muestra una geometría de barrido usada para la supresión en tierra. Para reducir problemas con los ecos en tierra, debido, por ejemplo, a los montones de nieve, todos los ecos por debajo de un cierto nivel  $g$  por encima del suelo son ignorados. Así, un eco es ignorado si la distancia medida  $l$  es mayor que  $l_g$ , dada por

$$l_g = (\text{altura-láser} - g) / \sin \gamma$$

- 10 en la que

$$\gamma = \delta + \beta$$

$$\delta = \arcsin (\text{altura-láser} / l_{\max})$$

$\beta$  = Ángulo vertical referido como "haz de referencia"

$l_{\max}$  = Longitud del "haz de referencia" alcanzada durante la definición de línea central.

- 15  $\text{altura-láser}$  = Valor calculado automáticamente durante el procedimiento de definición de la línea central.

En el caso de que existan varios valores de  $\text{altura-láser}$  debidos a variaciones en el nivel del suelo, se usa el valor que corresponde a la "Amplitud cubierta" real indicada más adelante.

- 20 El ángulo vertical de los barridos para la verificación de la plataforma se explicará con referencia a la fig. 5. Para detectar un objeto con una altura  $h$  el barrido tiene así que incidir en el objeto a una altura comprendida entre  $g$  y  $h$ .

Se usan varios barridos para cubrir la zona que será sometida a verificación. El paso angular  $d\gamma$  requerido entre los barridos viene dado por la fórmula

- 25

$$d\gamma = \frac{1}{2} \chi [(h - g) / (\text{altura-láser} - g)] \chi \sin 2\gamma$$

A modo de ejemplo, supóngase que debe cubrirse una zona de 30 m a 100 m. Esto proporciona los dos ejemplos siguientes de cobertura y ángulos de barrido  $\gamma$  en grados. Para los dos ejemplos,  $\text{altura-láser} = 5$  m. En el primer ejemplo,  $h = 1,5$  m, y  $g = 0,5$  m. Los valores resultantes de  $\gamma$  y de la amplitud cubierta  $m$  se proporcionan en la Tabla 1:

- 30

| $\gamma$ | Amplitud cubierta $m$ |
|----------|-----------------------|
| 7,6      | 34                    |
| 6,8      | 38                    |
| 6,0      | 43                    |
| 5,3      | 48                    |
| 4,7      | 54                    |
| 4,2      | 61                    |
| 3,8      | 68                    |
| 3,3      | 77                    |
| 3,0      | 87                    |
| 2,6      | 98                    |

En el segundo ejemplo,  $h = 2$  m, y  $g = 1$  m. Los valores resultantes de  $\gamma$  y de la amplitud cubierta  $m$  se proporcionan en la Tabla 2:

- 35

| $\gamma$ | Amplitud cubierta $m$ |
|----------|-----------------------|
| 7,6      | 30-37                 |
| 5,7      | 37-47                 |
| 4,3      | 47-61                 |
| 3,2      | 61-78                 |
| 2,4      | 78-102                |

A continuación se describirá el paso angular en el barrido horizontal. Supóngase que se va a detectar un objeto de 1 m de anchura a 100 m. Supóngase que se requieren 3 impactos en el objeto. Esto significa que la resolución debe ser  $< \arctan (0,3/100) \approx 0,17^\circ$  lo que significa que se requiere 1 micropaso por medida, es decir, lo mismo que en el barrido normal.

- 40

La verificación de la plataforma puede realizarse durante el modo de captura, el modo de seguimiento o ambos. En primer lugar se describirá la verificación de la plataforma durante el modo de captura con referencia a la fig. 6A. A continuación se describirá la verificación de la plataforma durante el modo de seguimiento con referencia a la fig. 6B.

- 45

Durante el modo de captura, en la etapa 602, se intercalan barridos de captura normales ( $\pm 5^\circ$ ) (cada segundo

barrido) con los barridos de la verificación de la plataforma de  $-15^\circ$  a  $-5^\circ$ . El ángulo vertical  $\gamma$  de la verificación de barrido de la plataforma se modifica entre cada barrido de acuerdo con la Tabla 1 ó 2 anterior con el fin de cubrir el sector de  $-15^\circ$  a  $-5^\circ$ .

5 Si un objeto es detectado en la etapa 604, se trata en la etapa 606 como una posible aeronave, y se introduce el modo de seguimiento para verificar si el objeto está en movimiento (velocidad calculada por encima de un cierto valor) en la etapa 608. Si está en movimiento, continúa el seguimiento en la etapa 610. Si no está en movimiento, se considera en la etapa 612 que es un obstáculo; el sistema regresa al modo de captura, almacena las coordenadas representativas del obstáculo y establece un "Indicador de obstáculo" que indica que existe un obstáculo en la  
10 plataforma. Si se detecta el obstáculo durante una verificación posterior de la plataforma en la etapa 614, el objeto se considera para su detección en la etapa 616; en caso contrario, se eliminan las coordenadas en la etapa 618. Si no existen coordenadas de obstáculo almacenadas, el indicador se reinicia. La verificación de la plataforma termina en la etapa 620.

15 Durante el modo de captura, se realiza un barrido de verificación de la plataforma para cada tres barridos de captura. Los barridos de la verificación de la plataforma siguen un ciclo en toda la zona de plataforma desde el punto de captura hasta la posición de parada, pero nunca a menos de 30 m de distancia del sistema, barriendo el lateral de la línea central ( $-15$  a  $-5$  grados). Si un objeto se detecta, se suspende el procedimiento de ataque con una condición de puerta bloqueada. Si el objeto desaparece, se reanuda el procedimiento de ataque. Para ser  
20 considerado un objeto de bloqueo, el objeto debe permanecer en su posición durante al menos 2 verificaciones, lo que indica que en la zona de plataforma está presente un objeto no en movimiento.

La verificación de la plataforma durante la captura usa un conjunto fijo de puntos de control, seleccionados para cubrir la zona de verificación de la plataforma designada. Cuando se detecta un objeto en la zona verificación de la  
25 plataforma, el sistema interrumpirá el proceso de captura y mostrará en pantalla un mensaje de advertencia. En ese momento, el sistema completará un ciclo sólo a través de los puntos de verificación de la plataforma, aumentando la velocidad de verificación de la plataforma. Así se proseguirá hasta que todos los puntos de verificación de la plataforma refieran que la zona está despejada, y en ese momento el sistema cambiará de nuevo al modo de  
30 captura.

Para que la zona de plataforma se considere libre, al menos 1,5 ciclos durante la verificación de los puntos de la plataforma deben referir ausencia de objeto, con el fin de mantener el ritmo de un objeto en movimiento en la zona de verificación de la plataforma.

35 Durante el modo de seguimiento, lo antes posible después de que se verifique el ID de la aeronave en la etapa 623, se realiza una verificación de barrido de la plataforma en la etapa 634 y se repite aproximadamente cada 2 segundos (por ejemplo, después de cada 8 barridos). El ángulo vertical de la verificación de barrido de la plataforma se elige de manera que el barrido cubra una zona de 5 m detrás del morro de la aeronave y hacia el interior. Si se detecta un objeto no en movimiento en la etapa 636, entonces en la etapa 638, se fija el "Indicador de obstáculo", y  
40 prosigue el modo de seguimiento. Si en la etapa 640 se determina que el objeto desaparece, se reinicia el indicador en la etapa 642. En cuanto se fija el indicador durante el modo de seguimiento, se muestra en pantalla el mensaje *WAIT-APRN BLKD* en la etapa 644. El proceso termina con la etapa 646.

45 Durante el modo de seguimiento, se realiza un barrido de verificación de la plataforma por cada 8 barridos del morro ( $4 \text{ Hor} + 4 \text{ Ver}$ ). El barrido de verificación de la plataforma está sincronizado para que no coincida con el barrido de identificación del motor, ya que daría como resultado un tiempo excesivo transcurrido sin seguimiento de la aeronave. El barrido del identificador del motor también tiene una periodicidad de 8 barridos del morro. Para una identificación sin éxito de la aeronave, la secuencia de barrido debería ser: Ver Hor Ver Hor IdMotor Ver Hor Ver Hor ControlPlataforma repetido hasta que el fallo de identificador a 12 m de la parada.  
50

El barrido de verificación de la plataforma busca una posición fija con respecto al morro de la aeronave. Si se encuentra un objeto, se suspende el procedimiento de ataque con una condición de bloqueo de plataforma. Si el objeto desaparece, se reanudará el procedimiento de ataque.

55 Cuando se ha encontrado un objeto delante de la aeronave, el sistema bloqueará el barrido de verificación de la plataforma para el objeto, con independencia de la posición de la aeronave, con el fin de no permitir que el barrido de verificación de la plataforma se traslade fuera del objeto mientras la aeronave sigue moviéndose hacia delante. El sistema debe mantener el seguimiento del morro de la aeronave, pero no dar ninguna información por anticipado. Si se encuentra que la aeronave está en la posición de parada mientras existe una condición de bloqueo de plataforma, el sistema ignora la condición de bloqueo de plataforma y visualiza el mensaje STOP.  
60

La verificación de la plataforma no proseguirá una vez que la aeronave esté a menos de 4 m de la posición de parada o la aeronave esté a menos de 30 m del sistema, con el fin de no interferir con la precisión de la posición de parada.  
65

A continuación se describirá la forma de realización de detección de niebla. En primer lugar, se ofrecerá una

perspectiva general con referencia a los dibujos de las fig. 7A-7I y al organigrama de la fig. 8.

En la etapa 802, el sistema de atraque de aeronaves se inicia de acuerdo con el procedimiento normal. Se muestra la visualización normal de la fig. 7A. La zona de estacionamiento, mostrada en una vista desde arriba en la fig. 7B, está cubierta por la niebla.

La imagen del eco de la niebla aparece en la fig. 7C. En la etapa 804, el sistema considera que la niebla es un objeto suficientemente grande para generar una captura.

En la etapa 806, el sistema analiza los datos de la fig. 7C y determina que el objeto capturado es muy probablemente niebla o nieve. El sistema permanece en el modo de captura, pero activa la visualización en baja visibilidad, en la que se alterna la visualización de la fig. 7D con la de la fig. 7E.

En la etapa 808, la aeronave se acerca al estacionamiento. En la fig. 7F se muestra una vista desde arriba de la aproximación.

En la etapa 810, cuando la aeronave se acerca al estacionamiento, el sistema ve la aeronave a través de la niebla. En la fig. 7G se muestra la imagen del eco.

En la etapa 812, cuando el sistema detecta la aeronave, se activa la visualización de la distancia y el acimut de la fig. 7H.

En la etapa 814, el atraque prosigue de acuerdo con el funcionamiento normal, y se muestra la visualización de la fig. 7I. El procedimiento termina en la etapa 816.

A continuación se presentarán tres algoritmos para detección de la niebla. Cada uno de los algoritmos discrimina una imagen del eco resultante de la niebla a partir de una imagen del eco resultante de objetos sólidos. Los algoritmos se basan en el hecho de que la distribución espacial de los ecos debidos a la niebla es aleatoria hasta cierto punto. Durante el modo de captura puede usarse cualquiera de los algoritmos para evitar el mensaje "Puerta bloqueada" o "fallo de ID" debido a ecos de la niebla. Las proporciones numéricas específicas usadas en los algoritmos, por ejemplo, del 50% o el 60% de todos los ecos, se determinan empíricamente.

El primer algoritmo se explicará con referencia al organigrama de la fig. 9. El primer algoritmo incluye una fase de preacondicionamiento 902 para el preacondicionamiento del patrón de eco y una fase de criterios 904 en la que el patrón de eco preacondicionado se compara con los criterios para determinar si el patrón es un producto de la niebla o de un objeto sólido.

La fase de preacondicionamiento 902 incluye dos evaluaciones de la distribución espacial de los ecos. Existen  $n$  ecos que tienen distancias  $l_i$ ,  $i = 1$  a  $n$ , según el telémetro láser. Si en la etapa 906 se determina que la distancia entre dos ecos adyacentes  $|(l_i - l_{i+1})| < 0,5$  m, entonces los dos ecos son rechazados en la etapa 908. Si en la etapa 910 se determina que el cambio de distancia para tres ecos adyacentes de una fila tiene el mismo signo, los tres ecos son rechazados en la etapa 908.

La fase de criterios 904 aplica dos criterios a los datos preacondicionados. Si en la etapa 912 se determina que quedan menos del 60% de los ecos después del preprocesamiento (es decir, que más del 40% son rechazados en la etapa 908), entonces en la etapa 914 se determina que no existe niebla. En caso contrario, en la etapa 916 se determina si la distancia media  $l_{media} = 20 \pm 2$  m y  $v = 4 \pm 1$  m, en las que:

$$l_{media} = \sum l_i / n$$

y

$$v = [(n \sum l_i^2) - (\sum l_i)^2] / [n \times (n - 1)]$$

Si sucede así, en la etapa 918 se determina que existe niebla. En caso contrario, en la etapa 914 se determina que no existe niebla. El algoritmo termina en la etapa 920.

El segundo algoritmo se explicará con referencia a la fig. 10. El segundo algoritmo es similar al primer algoritmo y también tiene una fase de preacondicionamiento 1002 y una fase de criterios 1004.

La fase de preacondicionamiento 1002 empieza con la etapa 1006, en la que  $l_{media}$  y  $v$  se calculan para todos los datos de ecos de acuerdo con las ecuaciones suministradas anteriormente. Para cada eco  $i$ , las distancias a los ecos adyacentes se evalúan en la etapa 1008. Si  $|l_i - l_{i-1}| < 0,5$  m o  $|l_i - l_{i+1}| < 0,5$  m, entonces el eco  $i$  es rechazado en la etapa 1010.

La fase de criterios 1004 aplica dos criterios a los datos preacondicionados. Si en la etapa 1012 se determina que el

número de ecos que quedan es menos que  $n/2$ , o en otras palabras, más de la mitad de los ecos fueron rechazados en la etapa 1010, entonces en la etapa 1014 se determina que no existe niebla. En caso contrario, en la etapa 1016, se recalculan  $I_{media}$  y  $v$  para los ecos que quedan para proporcionar  $I_{media-nueva}$  y  $V_{nueva}$ . Si  $|I_{media-nueva} - I_{media}| < 2$  m y  $|V_{nueva} - v| < 2$  m, en la etapa 1018 se determina que existe niebla. En caso contrario, en la etapa 1014 se determina que no existe niebla. El algoritmo termina en la etapa 1020.

El tercer algoritmo se explicará con referencia a la fig. 11. El tercer algoritmo se basa en dos suposiciones. En primer lugar, se supone que una característica de la niebla es que existe una correlación escasa o nula entre las posiciones de los ecos adyacentes. En segundo lugar, se supone que una característica de los objetos sólidos es que la mayoría de los grupos de tres o cuatro ecos adyacentes están colocados de manera que entre ellos puede trazarse una línea aproximadamente recta. En el tercer algoritmo no se requiere una etapa de preconditionamiento, y se usan todos los valores de ecos.

En la etapa 1102, para cada eco  $i$ , se calcula una desviación  $u_i$  con respecto a una línea recta, extrapolada a partir de los dos ecos de la izquierda, del modo siguiente:

$$u_i = |I_i - 2I_{i-1} + I_{i-2}|$$

En la etapa 1104, se calcula la variable  $v_i$  del modo siguiente:

$v_i = 1$  si  $u_i \geq U$ , en la que  $U$  = decidido empíricamente, por ejemplo = 1;  
 $v_i = 0$  si  $u_i < U$ .

En la etapa 1106, se calcula lo siguiente:

$$S = \sum v_i.$$

En la etapa 1108, se determina si  $S > V$ , en la que  $V$  es un valor determinado empíricamente, por ejemplo,  $V = 5.0$ . Si sucede así, en la etapa 1110 se determina que existe niebla. En caso contrario, en la etapa 1112 se determina que no existe niebla. El algoritmo termina en la etapa 1114.

Se analiza cada barrido láser que activa las condiciones de captura estándar en busca de posibles condiciones de niebla antes de que se transfiera el control al algoritmo de seguimiento. Durante el análisis de la niebla, sólo se consideran los ecos de 68 m de la distancia al objeto analizado y a no menos de 2 m y no más de 35 m del láser. Para los ecos válidos del objeto, se realiza un recuento de cambios de dirección, en el que el cambio de dirección se define como un eco alejado 2 m o más de su eco adyacente, y con una orientación diferente (interior/exterior) a partir del paso de distancia anterior. Los dos primeros cambios de dirección no se cuentan, ya que se espera que tengan lugar en una aeronave real, y sólo se cuentan los cambios después de los dos primeros. Si la proporción entre los ecos válidos desde el objeto y el número de cambios de dirección es menor que 8 (ecos por cambio), se considera que el patrón de eco es debido a la niebla o la nieve. Si se detecta niebla o nieve, la fase de captura continúa. Si más de 4 de los 8 últimos barridos de captura refieren una condición de niebla, se considera que existe una condición de "baja visibilidad", y la visualización cambia a un mensaje de "baja visibilidad".

Aunque anteriormente se han expuesto varias formas de realización preferidas de la presente invención, los expertos en la materia que hayan revisado la presente descripción observarán fácilmente que pueden realizarse otras formas de realización dentro del ámbito de la invención. Por ejemplo, los valores numéricos son ilustrativos, no limitativos. En particular, los valores determinados empíricamente pueden modificarse según se estime por las diferentes condiciones de los distintos. Además, las técnicas desveladas anteriormente pueden adaptarse a un equipo diferente al desvelado. Por otra parte, las técnicas desveladas para detectar la niebla pueden usarse para cualquier forma de condensación o precipitación (nieve, lluvia, aguanieve, etc.). Por tanto, la presente invención debe entenderse como limitada únicamente por las reivindicaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

1. Un método para identificar un objeto detectado (12) y determinar si en una zona (19) cerca del objeto (12) está presente un obstáculo, comprendiendo el método:
  - (a) la proyección de un primer conjunto de pulsos luminosos sobre el objeto (12) y un segundo conjunto de pulsos luminosos en la zona (19) para generar pulsos reflejados;
  - (b) la recepción de los pulsos reflejados en un detector (20), caracterizada por:
  - (c) la identificación del objeto (12) basándose exclusivamente en los pulsos reflejados desde el primer conjunto de pulsos luminosos; y
  - (d) la determinación de si el obstáculo está presente en la zona (19) basándose exclusivamente en los pulsos reflejados desde el segundo conjunto de pulsos luminosos.
2. El método según la reivindicación 1, en el que, durante la etapa (a), los conjuntos de pulsos luminosos primero y segundo son proyectados en alternancia.
3. El método según la reivindicación 1, en el que:
  - el segundo conjunto de pulsos luminosos es proyectado en la zona (19) una pluralidad de veces para producir al menos conjuntos primero y segundo de pulsos reflejados desde la zona (19); y
  - si se detecta el obstáculo en el primer conjunto de pulsos reflejados, se usa el segundo conjunto de pulsos reflejados para determinar si el obstáculo está en movimiento.
4. El método según la reivindicación 3, en el que, si se determina que el obstáculo no está en movimiento, el segundo conjunto de pulsos luminosos es proyectado de nuevo en la zona (19) para producir al menos un tercer conjunto de pulsos reflejados, y la etapa (d) comprende la determinación a partir del tercer conjunto de pulsos reflejados de si el obstáculo está todavía presente.
5. El método según la reivindicación 1, en el que el segundo conjunto de pulsos luminosos comprende pulsos luminosos dirigidos según una pluralidad de ángulos verticales.
6. El método según la reivindicación 1, en el que, durante la etapa (d), se ignoran los pulsos reflejados desde debajo de un cierto nivel (g) por encima del suelo.
7. El método según la reivindicación 1, que comprende además, después de que se identifica el objeto (12):
  - (e) el seguimiento del objeto (12) cuando el objeto (12) se desplaza hacia una puerta (16); yla continuación de las etapas (a), (b) y (d) durante la etapa (e) para detectar el obstáculo cuando el objeto (12) se desplaza hacia la puerta (16).
8. El método según la reivindicación 1, en el que:
  - el objeto es una aeronave (12); y
  - la zona (19) está en una plataforma de la aeronave (12).
9. El método según la reivindicación 8, en el que el obstáculo que se detectará es un obstáculo que provocaría daños en la aeronave (12) si la aeronave (12) choca con el obstáculo.
10. El método según la reivindicación 9, en el que el obstáculo que se detectará es un vehículo de servicio terrestre para dar servicio a la aeronave (12).
11. Un sistema para identificar un objeto detectado y determinar si en una zona (19) cerca del objeto (12) está presente un obstáculo, comprendiendo el sistema:
  - una fuente luminosa (20) para proyectar un primer conjunto de pulsos luminosos sobre el objeto (12) y un segundo conjunto de pulsos luminosos en la zona (19) para generar pulsos reflejados,
  - un detector (20) para recibir el primer conjunto de pulsos reflejados;
  - estando el sistema caracterizado por:

un dispositivo informático (26) para identificar el objeto (12) basándose exclusivamente en los pulsos reflejados desde el primer conjunto de pulsos luminosos y para determinar si el obstáculo está presente en la zona (19) basándose exclusivamente en los pulsos reflejados desde el segundo conjunto de pulsos luminosos.

- 5 12. El sistema según la reivindicación 11, en el que la fuente luminosa (20) proyecta los conjuntos de pulsos luminosos primero y segundo en alternancia.

13. El sistema según la reivindicación 11, en el que:

- 10 el segundo conjunto de pulsos luminosos es proyectado en la zona (19) una pluralidad de veces para producir al menos los conjuntos primero y segundo de pulsos reflejados desde la zona (19); y

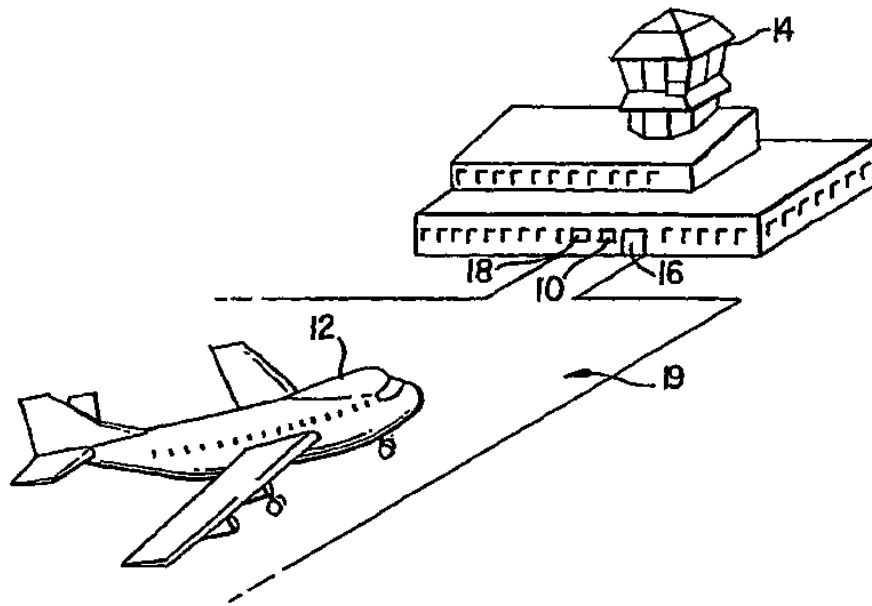
si se detecta el obstáculo en el primer conjunto de pulsos reflejados, se usa el segundo conjunto de pulsos reflejados para determinar si el obstáculo está en movimiento.

- 15 14. El sistema según la reivindicación 13, en el que, si se determina que el obstáculo no está en movimiento, el segundo conjunto de pulsos luminosos es proyectado de nuevo en la zona (19) para producir al menos un tercer conjunto de pulsos reflejados, y el dispositivo informático (26) determina a partir del tercer conjunto de pulsos reflejados si el obstáculo está todavía presente.

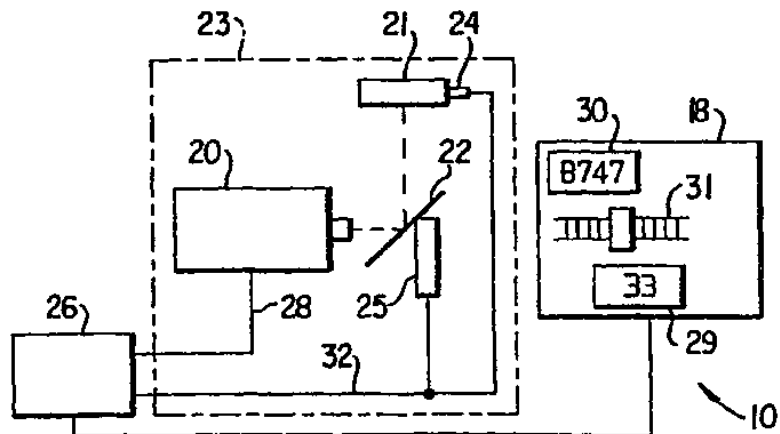
- 20 15. El sistema según la reivindicación 11, en el que el segundo conjunto de pulsos luminosos comprende pulsos luminosos dirigidos por la fuente luminosa (20) a una pluralidad de ángulos verticales.

- 25 16. El sistema según la reivindicación 11, en el que el dispositivo informático (26) ignora los pulsos reflejados desde debajo de un cierto nivel (g) por encima del suelo para determinar si el obstáculo está presente.

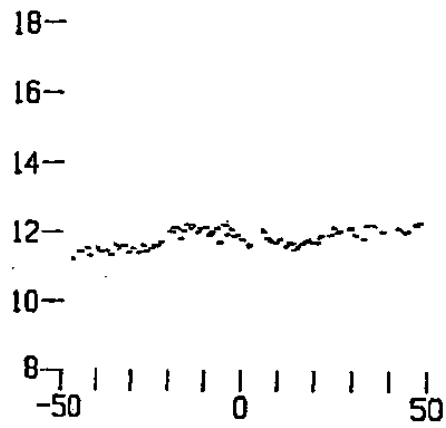
- 30 17. El sistema según la reivindicación 11, en el que, después de que se identifica el objeto (12), el dispositivo informático (26) realiza un seguimiento del objeto (12) cuando el objeto (12) se desplaza hacia una puerta (16), y la fuente luminosa (20), el detector (20) y el dispositivo informático (26) funcionan mientras el objeto (12) se desplaza hacia la puerta (16) para detectar el obstáculo cuando el objeto (12) se desplaza hacia la puerta (16).



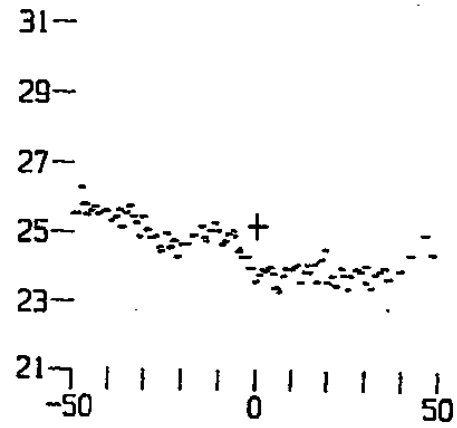
**FIG. 1A**  
(TÉCNICA ANTERIOR)



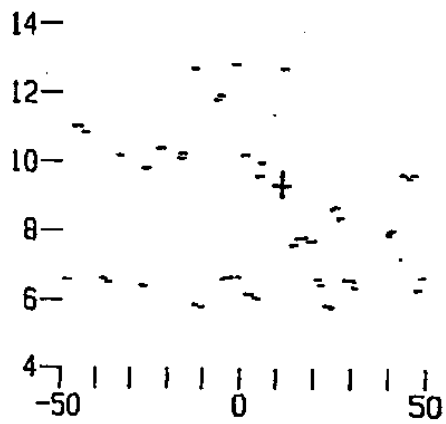
**FIG. 1B**  
(TÉCNICA ANTERIOR)



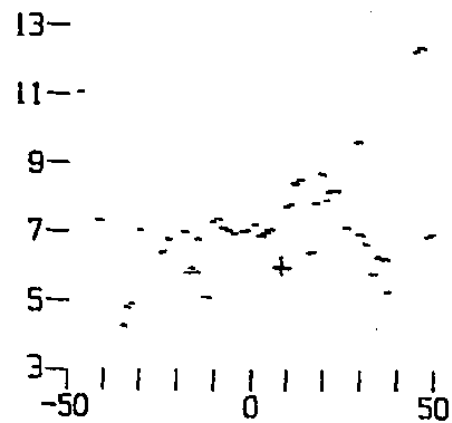
**FIG. 2A**  
(TÉCNICA ANTERIOR)



**FIG. 2B**  
(TÉCNICA ANTERIOR)



**FIG. 2C**  
(TÉCNICA ANTERIOR)



**FIG. 2D**  
(TÉCNICA ANTERIOR)

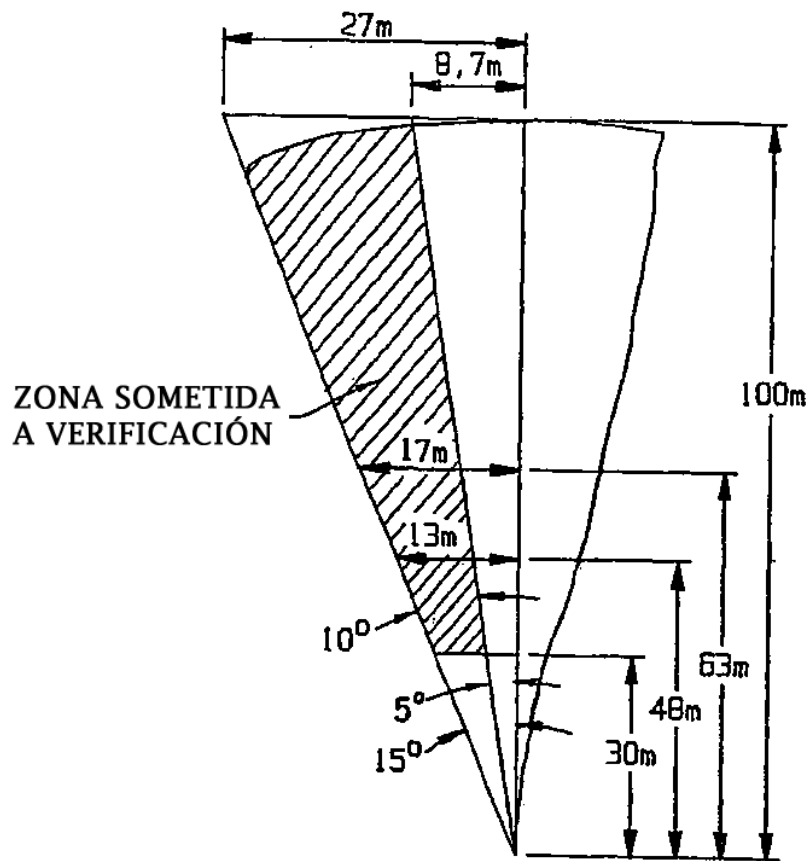


FIG. 3

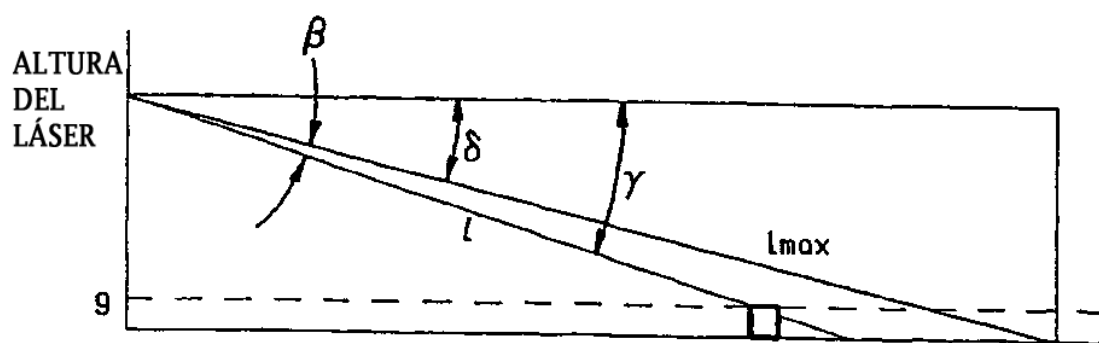
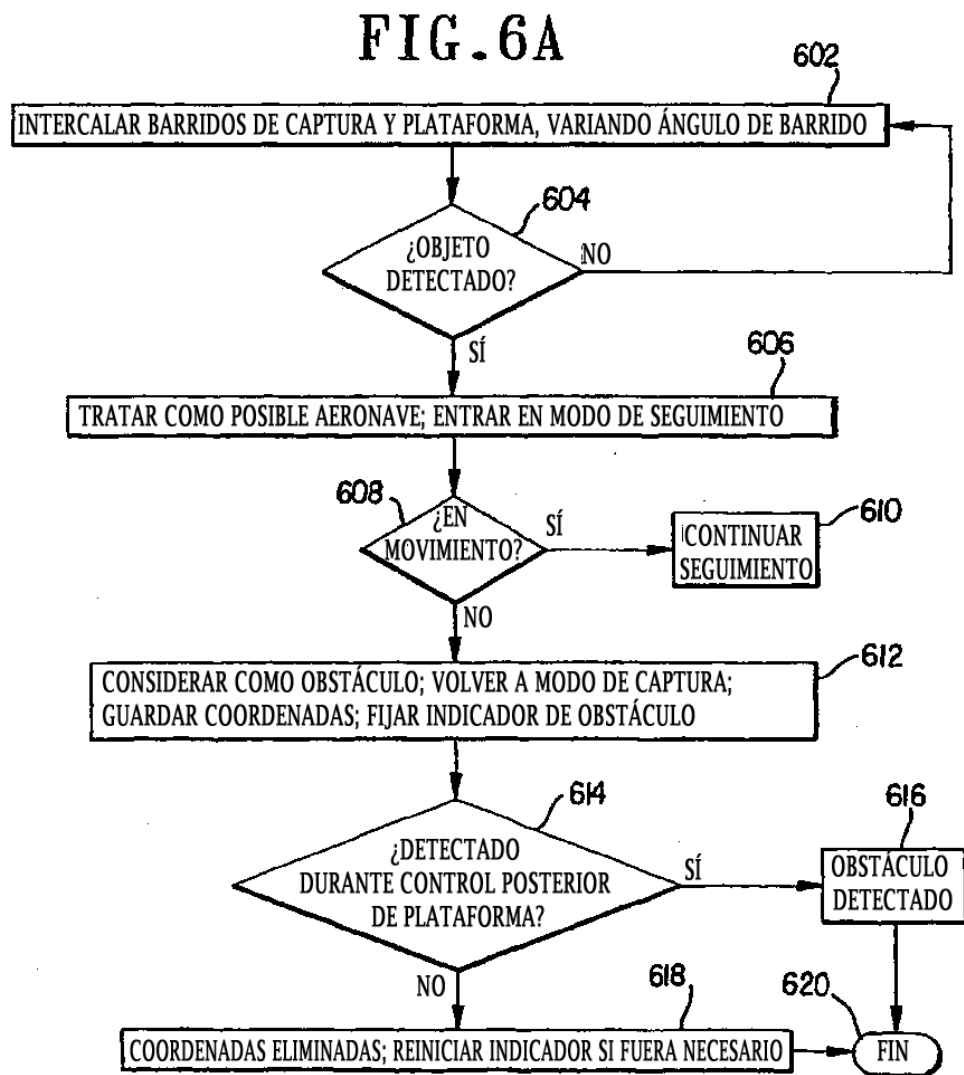
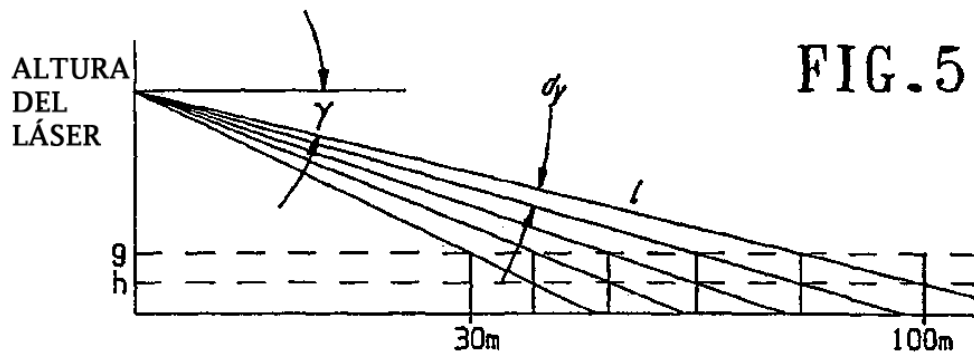
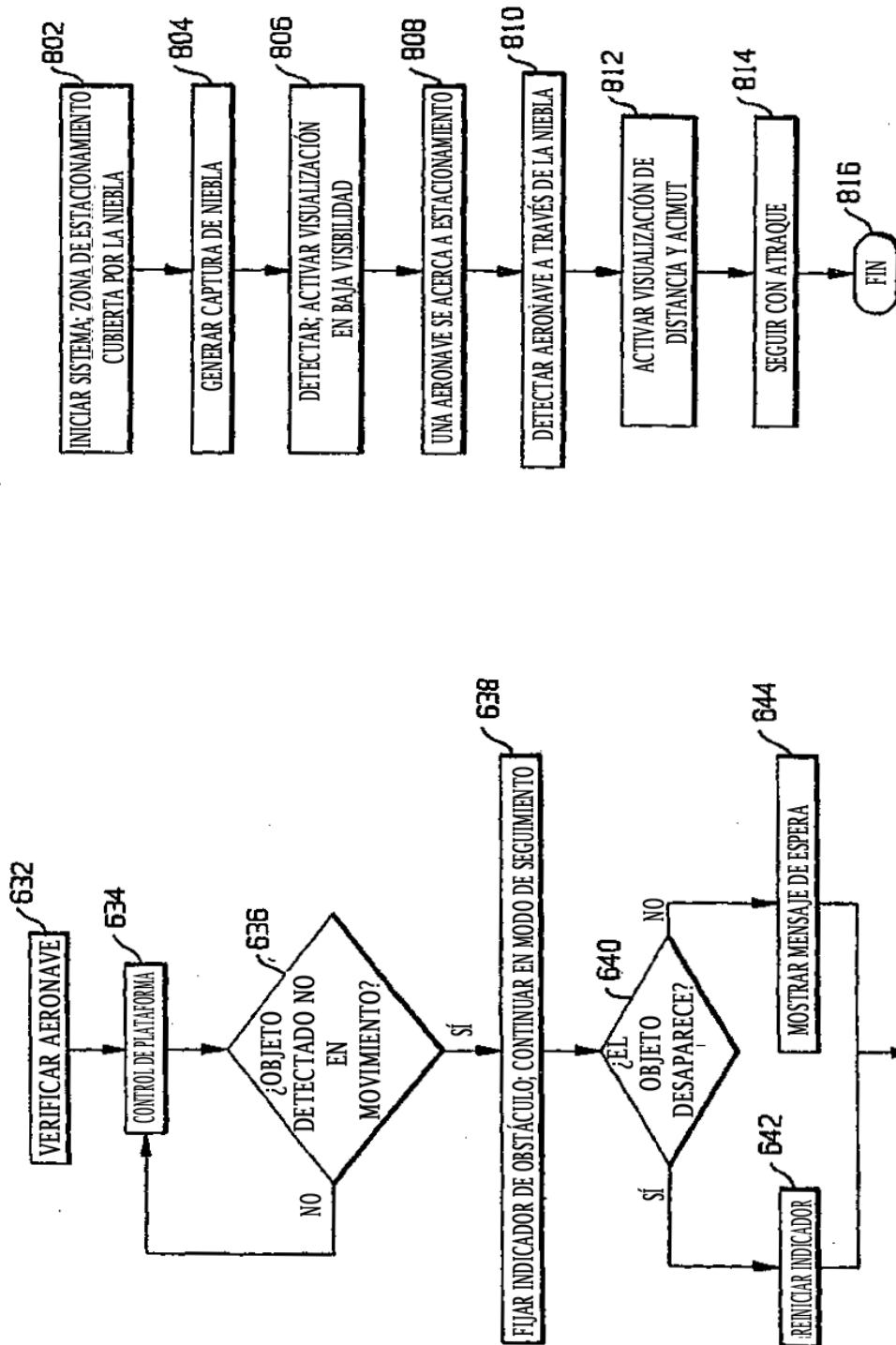


FIG. 4





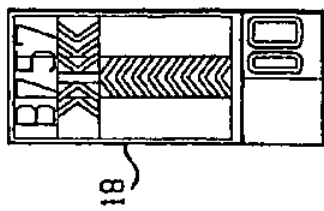


FIG. 7A

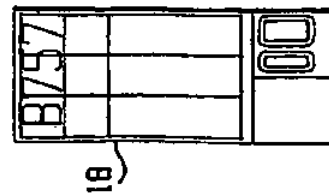


FIG. 7D

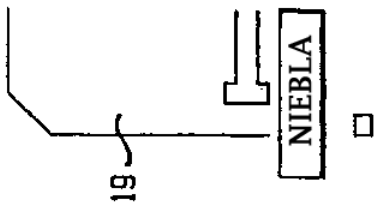


FIG. 7B

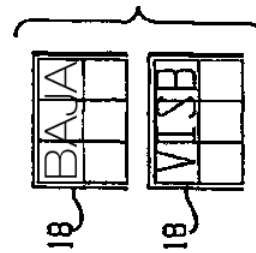


FIG. 7E

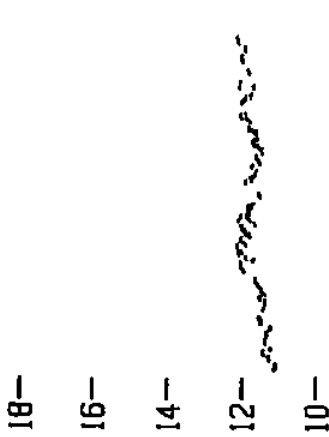


FIG. 7C

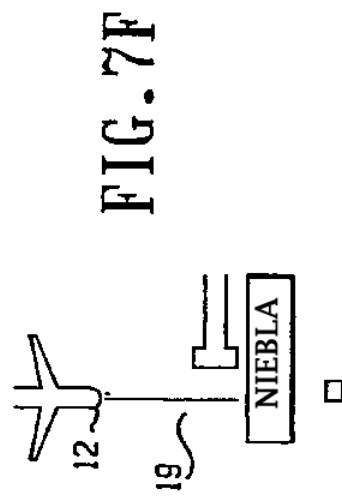


FIG. 7F

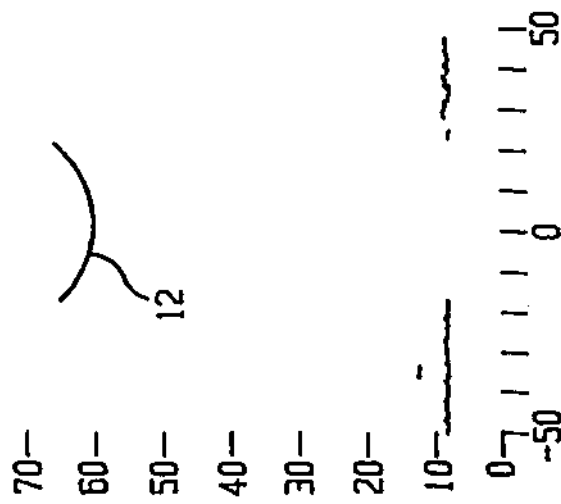


FIG. 7G

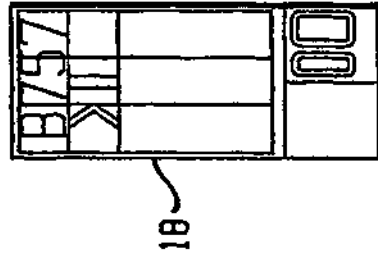


FIG. 7H

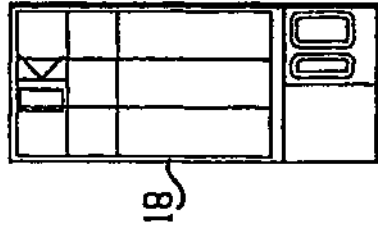


FIG. 7I

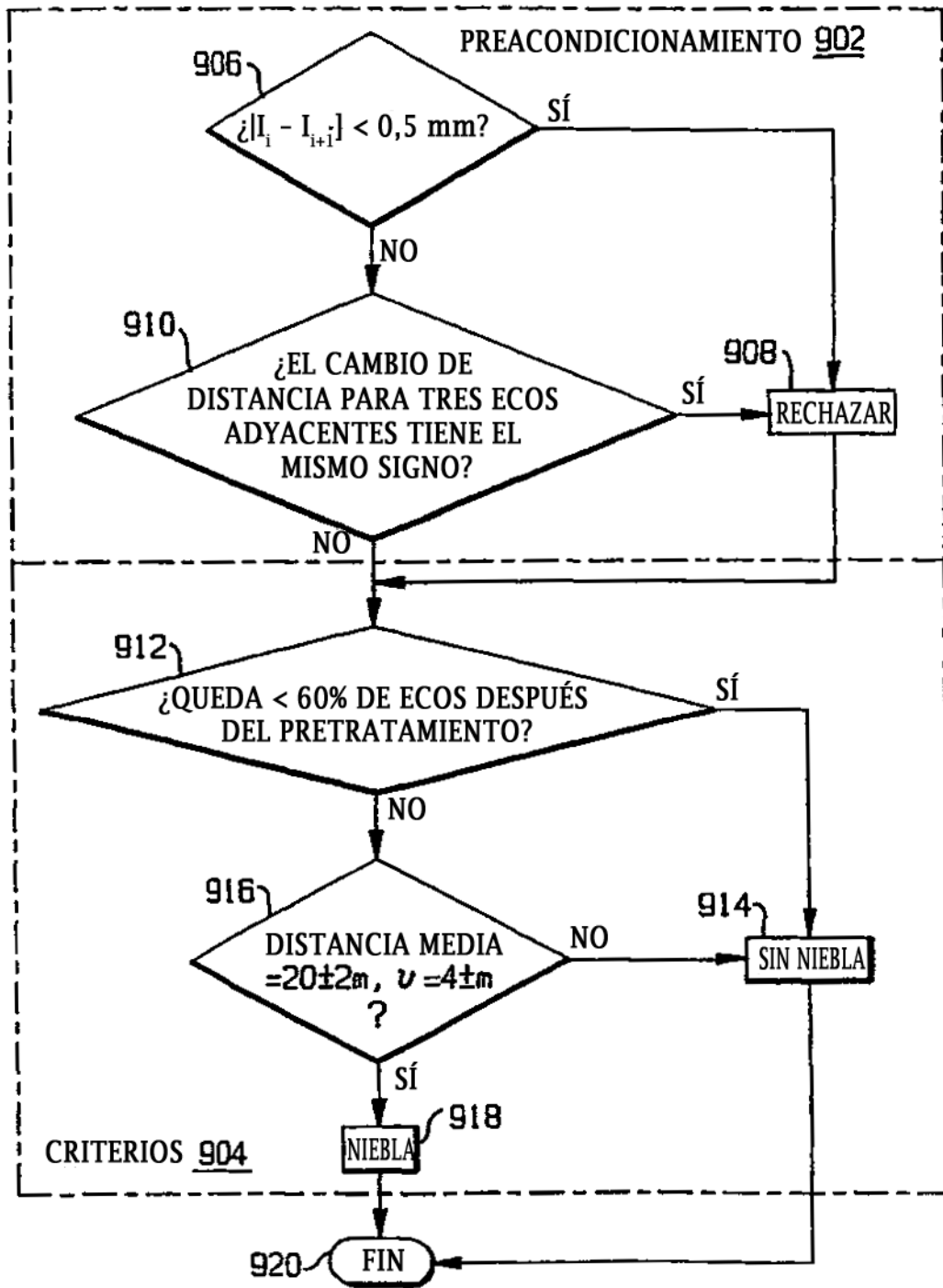


FIG. 9

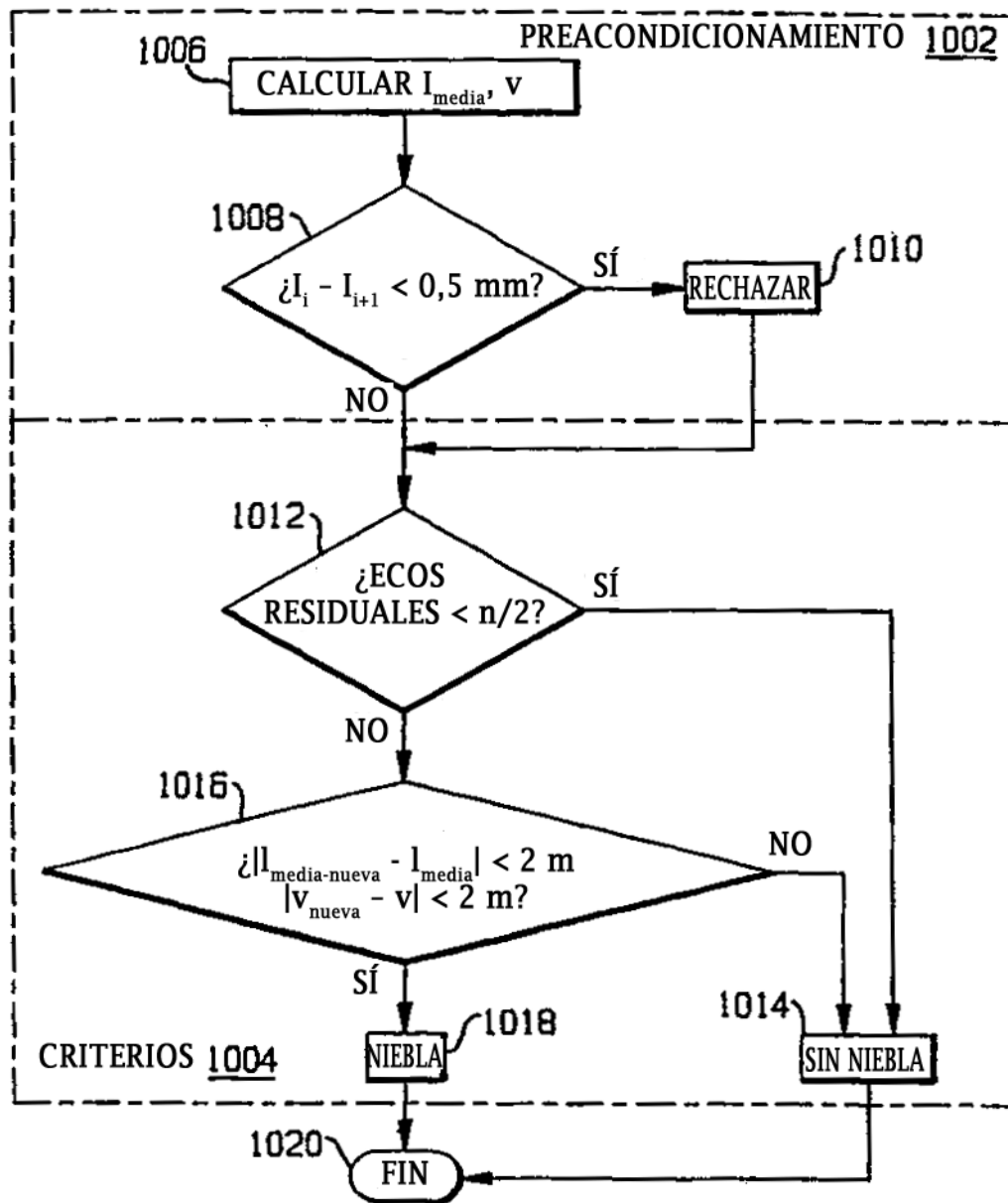


FIG. 10

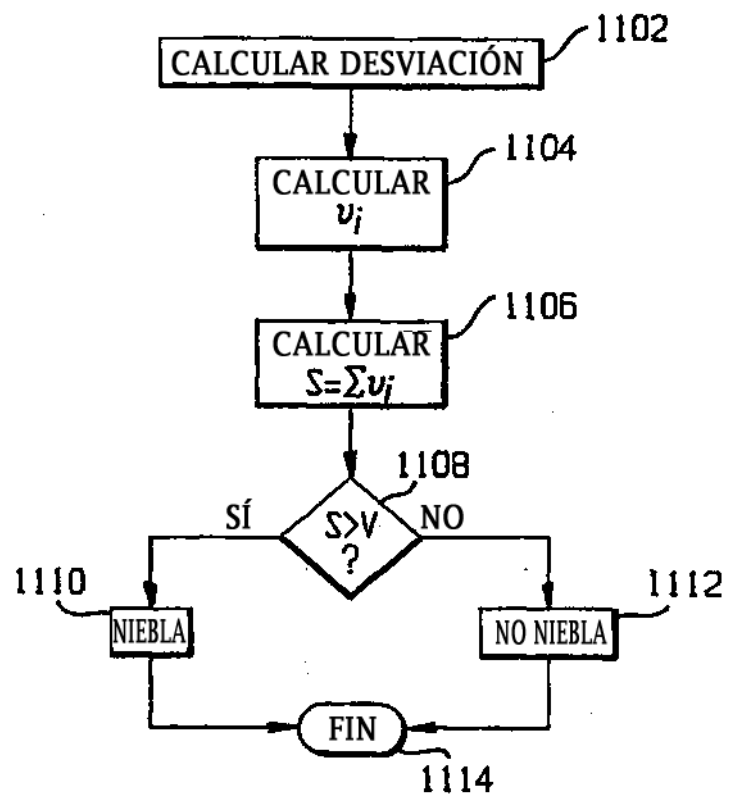


FIG. 11