



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 346 366**

51 Int. Cl.:
G08G 5/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07733425 .8**

96 Fecha de presentación : **29.06.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2038864**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.03.2009**

54 Título: **Control de tráfico aéreo.**

30 Prioridad: **30.06.2006 GB 0613055**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
14.10.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
14.10.2010

73 Titular/es: **NATS (en route) public limited company
5th Floor South, Brettenham House
Lancaster Place, London WC2E 7EN, GB**

72 Inventor/es: **Eagles, Robert;
Weston, Jenny;
Casey, William y
Southall, Martin**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 346 366 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

Control de tráfico aéreo.

La presente invención se refiere a sistemas computerizados para ayudar al control de tráfico aéreo, y particularmente a sistemas que proporcionan interfaces de usuario para ayudar a los controladores a visualizar y controlar aeronaves en un circuito de espera vertical.

El control de tráfico aéreo implica personal humano que se comunica con los pilotos de una pluralidad de aeronaves, dándoles instrucciones sobre rutas para evitar colisiones. Las aeronaves generalmente presentan "planes de vuelo" que indican sus rutas antes de volar, y a partir de éstos, los controladores tienen cierta información inicial sobre la presencia probable de aeronaves, pero los planes de vuelo están sujetos inherentemente a variación (debido, por ejemplo, a retrasos en despegues; cambios de velocidad debido a viento de frente o viento de cola; y modificaciones permitidas de la trayectoria por el piloto). En sectores con mucho tráfico (normalmente, los que están cerca de los aeropuertos) es necesario el control activo de la aeronave por parte de los controladores.

A los controladores se les suministran datos sobre la posición de la aeronave (desde unidades de radar) y piden información tal como altitud, rumbo y velocidad. Dan instrucciones a los pilotos por radio para que mantengan sus rumbos, alteren sus rumbos, de manera predeterminada, o mantengan o alteren sus altitudes (por ejemplo, asciendan hasta una determinada altitud o desciendan hasta una determinada altitud) para mantener una separación mínima segura entre aeronaves y, por tanto, para evitar el riesgo de colisiones. Las colisiones son extremadamente infrecuentes, incluso en las áreas con más tráfico, debido a la monitorización y el control de las aeronaves continuos por parte de los controladores de tráfico aéreo, para los que la seguridad es, necesariamente, el criterio más importante.

Por otro lado, con el crecimiento continuo del transporte aéreo, debido a un comercio globalizado en aumento, es importante maximizar el rendimiento de la aeronave (en la medida en que sea compatible con la seguridad). El aumento adicional del rendimiento con los sistemas de control de tráfico aéreo existentes es cada vez más difícil. Es difícil para los controladores de tráfico aéreo monitorizar las posiciones y rumbos de demasiadas aeronaves a la vez con los equipos convencionales, y los controladores humanos necesariamente cometen errores en cuanto a la precaución a la hora de separar aeronaves.

Las aeronaves generalmente miden su altitud usando un altímetro de presión (o barométrico). La presión barométrica cae aproximadamente 1 milibar por cada 28 pies (8,4 metros) de ascenso. Por tanto, si se conoce una presión de referencia a alguna altitud de referencia, una aeronave puede calcular su altura por encima de esa altitud de referencia determinando la caída de presión entre la presión medida por la aeronave y la presión de referencia.

La presión del aire en cualquier lugar varía a lo largo del tiempo, y la presión del aire varía de un lugar a otro. Por consiguiente, la lectura de presión tomada por una aeronave no puede convertirse de manera inequívoca en una lectura de altitud sin conocer la presión de referencia local actual (a una altitud de referencia).

Para aeronaves en tránsito, convencionalmente se hace referencia a "niveles de vuelo" en lugar de a altitudes. Un nivel de vuelo corresponde a la altitud (expresada en unidades de cientos de pies) por encima del nivel del mar que la aeronave ocuparía, basándose en su lectura de altímetro, respecto a una presión de referencia de 1013 milibares. Si la presión instantánea al nivel del mar es de 1013 milibares, entonces el nivel de vuelo corresponde a la altitud real. Por tanto, los niveles de vuelo forman superficies isobáricas concéntricas espaciadas entre sí como las capas de una cebolla, y un controlador de vuelo puede separar las aeronaves en un área especificando que ocupan diferentes niveles de vuelo.

Por otro lado, las aeronaves que están descendiendo o ascendiendo necesitan conocer su altitud o altura real respecto a la superficie local, y por tanto necesitan tener en cuenta la presión barométrica local actual. Por tanto, se suministra a tales aeronaves, desde el terreno, una medición de presión de referencia local. Ésta puede ser la presión al nivel del terreno, o la presión al nivel del mar. Ambas se usan en diferentes aplicaciones, pero la presión al nivel del terreno (denominada medición de "QNH") se usa ampliamente para aeronaves civiles. En Londres, donde hay varios aeropuertos civiles internacionales, la media de las presiones actuales en los diferentes aeropuertos se suministra como la medición de QNH para todos los aeropuertos.

A medida que una aeronave asciende a través de una altitud de transición tras el despegue, la tripulación de vuelo cambia el ajuste de referencia del altímetro del ajuste de QNH local al ajuste de 1013 mbar estándar, y a continuación opera por referencia a niveles de vuelo en lugar de a la altitud local. Asimismo, al descender, a una altitud de transición la tripulación de la aeronave altera su ajuste de presión de referencia de su altímetro de 1013 al QNH local, que se difunde en un canal de radio local. A continuación, la aeronave informa de ello y opera basándose en la altitud local en lugar de en el nivel de vuelo.

Una herramienta usada para el control de tráfico aéreo es un circuito de espera vertical. En aeropuertos con mucho tráfico, puede ser necesario para mantener a una aeronave temporalmente en espera antes de que pueda aterrizar. Por tanto, un área de espacio aéreo próxima al aeropuerto puede designarse como un circuito de espera. El controlador de tráfico aéreo tiene, en cualquier momento, varias aeronaves en el circuito de espera de las que algunas están en un patrón de espera, otras están entrando en el espacio aéreo y otras están saliendo del espacio aéreo. De manera adicional, se dará instrucciones a algunas aeronaves para que desciendan desde el circuito de espera para aterrizar: para las aeronaves mantenidas en el circuito de espera antes del aterrizaje, el controlador de tráfico aéreo habitualmente "escalonará" las aeronaves desde abajo; es decir, dará instrucciones a la que esté más bajo en el circuito de espera de que aterrice, a continuación descenderá a las restantes aeronaves dentro del circuito de espera para que ocupen los niveles no ocupados (en una disposición primero en entrar, primero en salir como en un conducto).

En un circuito de espera vertical, normalmente se mantiene a las aeronaves bien separadas asignando a cada una un nivel de vuelo diferente. Los procedimientos estándar requieren una separación de 1000 pies (304,8 m) entre aeronaves en un circuito de es-

pera. El hecho de que dos aeronaves ocupen el mismo nivel de vuelo no significa necesariamente que vayan a acercarse entre sí, puesto que pueden estar separadas lateralmente (es decir, en acimut). No obstante, la separación vertical, cuando es posible, conduce a una mayor seguridad y requiere una gestión menos activa por parte del controlador de tráfico aéreo.

Convencionalmente, en el pasado, los controladores de tráfico aéreo han utilizado tiras de papel, representando, cada una, una aeronave, que pueden disponerse en una lista ordenada como una herramienta para gestionar las aeronaves. Más recientemente, el presente solicitante ha introducido herramientas de visualización para crear una visualización por ordenador en una estación de trabajo de controlador que, hasta cierto punto, automatiza las tiras de papel, visualizando en un circuito de espera vertical una lista de las aeronaves que está controlando un controlador de tráfico aéreo.

Además de las aeronaves que se añaden al circuito de espera porque están esperando para aterrizar, el controlador necesita ser consciente de cualquier otra aeronave en la proximidad, o que pueda entrar en la proximidad. El presente solicitante ha proporcionado un programa de "lista de circuito de espera vertical" que detecta la posición horizontal (es decir, acimutal) de la aeronave y la añade a un circuito de espera asociado con un aeropuerto cuando están dentro de un volumen predeterminado de espacio aéreo y en el que sus planes de vuelo indican ese aeropuerto como su destino. El controlador puede añadir también manualmente una aeronave a la lista de circuito de espera vertical, por ejemplo, cuando piense que en el futuro va a entrar en el volumen predeterminado. La lista de circuito de espera se visualiza en orden de altura.

La monitorización por radar de aeronaves se ha mejorado recientemente con la introducción del llamado "Modo S" (que corresponde a selección de modo de radar secundario de vigilancia (SSR)), como se describe en www.caa.co.uk/default.aspx?categoryid=810.

Un radar de modo S incluye un interrogador, y cada aeronave equipada con modo S incluye un transpondedor. Cuando el interrogador interroga a una aeronave particular, su transpondedor transmite varios datos en respuesta. Éstos incluyen lecturas de altímetro de presión (con una precisión de hasta un mínimo incremento de 100 pies, o en algunos casos de 25 pies, siempre que la altitud de referencia del altímetro esté ajustada correctamente). Por tanto, es posible obtener selectivamente, de cada aeronave, un ajuste actual de lecturas de instrumento, sin posibles errores de información por parte de la tripulación, de manera más precisa que por el uso sólo de radar. Por tanto, puede indicarse cada aeronave a la altitud correspondiente a su altitud o nivel de vuelo medido, en lugar de aquél del que informe la tripulación.

Es deseable separar el suelo del circuito de espera de las altitudes más bajas a través de las cuales las aeronaves están ascendiendo o descendiendo a un aeropuerto, y por tanto es una práctica normal ajustar el suelo del circuito de espera al menos 1000 pies (304,8 m) por encima de la altitud de transición (a la que la aeronave conmuta entre niveles de vuelo y lecturas de altitud de QNH).

El documento EP 1,450,331 da a conocer un procedimiento para visualizar posiciones de aeronaves que puede evitar de manera eficaz que casi se produz-

ca una colisión. El procedimiento visualiza el terreno de un espacio aéreo bajo control de tráfico aéreo aparentemente en tres dimensiones en una pantalla de visualización, visualiza marcas de aeronave en posiciones en la pantalla de visualización de modo que se corresponden con las posiciones tridimensionales de la aeronave respectiva y visualiza una marca de aviso cuando la distancia entre dos aeronaves es menor que un valor umbral.

El documento US 6,785,594 da a conocer un sistema y procedimiento de aviso de proximidad da tierra. El sistema y el procedimiento generalmente construyen envolventes de alerta y generan alertas si el terreno que se acerca u otros obstáculos atraviesan las envolventes de alerta.

Por tanto, un objetivo de la presente invención es proporcionar sistemas de apoyo computerizado para el control de tráfico aéreo de circuitos de espera de aeronave verticales que permiten a operadores humanos aumentar el rendimiento de la aeronave sin un aumento en el riesgo de pérdidas de separación permitida mínima de su nivel muy bajo presente. La invención se define en diversos aspectos en las reivindicaciones adjuntas, con ventajas y características preferidas que serán evidentes a partir de la descripción y los dibujos siguientes. A continuación se ilustrarán realizaciones de la invención, únicamente a modo de ejemplo, en referencia a los dibujos adjuntos en los que:

la figura 1 es un diagrama de bloques que muestra un sistema de control de tráfico aéreo para un sector de espacio aéreo según una realización de la invención;

la figura 2 es un diagrama de bloques que muestra los elementos de una estación de trabajo que forma parte de la figura 1;

la figura 3 es un diagrama de bloques que muestra los elementos de un ordenador central que forma parte de la figura 1;

la figura 4 es una visualización de pantalla producida según una realización preferida;

la figura 5 es un diagrama de flujo que muestra el proceso de llenado automático de una lista de circuito de espera, realizado mediante la realización preferida para producir la visualización de la figura 4;

la figura 6 es un diagrama de flujo que muestra un proceso realizado por una realización preferida para regenerar la visualización de la figura 4 dependiendo de las mediciones de presión;

la figura 7a muestra la parte inferior de una visualización correspondiente a la de la figura 4 con presión de aire y QNH en un primer valor;

la figura 7b se corresponde con la figura 7a pero con presión de aire y QNH en un segundo valor inferior; y

la figura 7c se corresponde con la figura 7a pero con presión de aire y QNH en un tercer valor aún inferior.

Descripción general del sistema de control de tráfico aéreo

La figura 1 muestra los elementos de hardware de un sistema de control de tráfico aéreo (conocido *per se* y usado en las presentes realizaciones). En la figura 1, un sistema de seguimiento por radar, indicado por 102, comprende equipos de radar para realizar el seguimiento de una aeronave que está llegando, detectando rumbo y distancia (radar primario) y altitud (radar secundario), y generando señales de salida que

indican la posición de cada una, a intervalos periódicos. Comprende estaciones 102a, 102b de radar primera y segunda también equipada, cada una, con un interrogador 103a, 103b respectivo para interrogar la aeronave por los datos de modo S.

Se proporciona una estación 104 de radiocomunicaciones para comunicaciones de voz con la radio de la cabina de cada aeronave 200. Cada aeronave comprende un altímetro 202 barométrico y un transpondedor 204 de modo S conectado a aquél y dispuesto para enlazar de manera descendente datos de altitud procedentes de aquél.

Se prevé una estación 106 meteorológica para recopilar datos meteorológicos incluyendo la presión del aire local y emitir mediciones de presión (y previsiones de viento, velocidad y dirección, y otra información meteorológica). Un ordenador 108 servidor que se comunica con una red 110 de comunicación recopila datos desde el sistema 102 de radar y (a través de la red 110) la estación 106 meteorológica, y proporciona los datos recopilados a un centro 300 de control de tráfico aéreo. Los datos procedentes del centro 300 de control de tráfico aéreo, asimismo, se devuelven al ordenador servidor para su distribución a través de la red 110 a sistemas de control de tráfico aéreo en otras áreas.

Una base 112 de datos almacena registros respectivos para cada una de una pluralidad de aeronaves 200, incluyendo el distintivo de la aeronave y el plan de vuelo.

El espacio aéreo del que el centro 300 de control de tráfico aéreo es responsable normalmente está dividido en una pluralidad de sectores, cada uno con límites geográficos y verticales definidos y controlados por controladores de planificación y tácticos, y al menos un controlador es responsable de al menos un circuito de espera vertical de aeronave.

El centro 300 de control de tráfico aéreo comprende una pluralidad de estaciones 302a, 302b, de trabajo para controladores. Cada controlador recibe datos de plan de vuelo relativos a la aeronave ubicada en (y planificada para entrar) su sector procedentes de la base 112 de datos. Entre otras tareas, el controlador está dispuesto para gestionar un circuito de espera vertical de aeronave 200a, 200b,

En referencia a la figura 2, cada estación 38 de trabajo comprende una CPU 382, una memoria 384, un almacenamiento 386 (por ejemplo una disposición de disco duro) y una interfaz 388 de comunicaciones. Una red 308 de área local interconecta todos los ordenadores 318 de estación de trabajo con el ordenador 108 servidor.

En referencia a la figura 3, el ordenador 108 servidor comprende una CPU 1082, una memoria 1084, un almacenamiento 1086 (por ejemplo, una disposición de disco duro) y una interfaz 1088 de comunicaciones. El ordenador servidor distribuye los datos a los ordenadores 318 terminales de estación de trabajo, y acepta datos de ellos introducidos a través del teclado 316.

En referencia a la figura 2, cada estación 302 de trabajo comprende una pantalla 312 de visualización de radar que muestra una vista en planta convencional (por ejemplo, de tipo radar) del sector aéreo, con los límites de sector, el contorno de características geográficas tales como la línea de costa, la posición y el espacio aéreo circundante de cualquier aeródromo. Se superpone una visualización dinámica de la posición

de cada aeronave recibida desde el sistema 102 de radar, junto con el distintivo o número de vuelo (un indicador alfanumérico) de esa aeronave. Por tanto, el controlador táctico es consciente, en cualquier momento, de la posición de la aeronave en el sector. Unos cascos 320 que comprenden un auricular y un micrófono se conectan con la estación 104 de radio para permitir al controlador comunicarse con cada aeronave 200.

También se prevé una unidad 314 de pantalla visual, en la que una estación 318 de trabajo de ordenador puede provocar la visualización de uno o más de una pluralidad de diferentes formatos de visualización, bajo el control del controlador que opera el teclado 316 (que comprende un teclado QWERTY y un dispositivo señalador convencionales).

Descripción de las realizaciones preferidas

En referencia a la figura 4, se muestra una visualización particular mostrada en la pantalla 314. Comprende una lista de circuito de espera vertical de aeronave mantenida en el circuito de espera por el controlador que opera la estación de trabajo. La lista comprende una pluralidad de ranuras 3142a, 3142b ... horizontales dispuestas de manera vertical. Cada ranura está centrada en un nivel de vuelo respectivo y tiene una extensión vertical que representa 1000 pies. Se pretende que cada una esté ocupada por una única aeronave de modo que las aeronaves estén separadas por al menos 1000 pies en altitud.

Cada ranura contiene cinco campos de visualización que son, de izquierda a derecha;

- campo de nivel de lista de circuito de espera vertical que indica el nivel de vuelo (en números blancos);
- distintivo de aeronave de cualquier aeronave en esa ranura;
- altitud de presión de aeronave (es decir su altitud barométrica, respecto a su presión de referencia, de la que se ha informado en respuesta a la interrogación por el radar de modo S);
- flecha de ascenso/descenso para indicar el movimiento de la aeronave basándose en su ascenso o descenso actual;
- campo de nivel de vuelo seleccionado que indica el siguiente nivel de vuelo programado en el piloto automático por la tripulación.

La estación 106 meteorológica mide periódicamente la presión del aire y las estaciones 102a, 102b de radar periódicamente (por ejemplo, del orden de cada 10 segundos, por ejemplo cada 4 segundos) interrogan a cada aeronave 200. Por tanto, la frecuencia de actualización para cada aeronave es mayor que la tasa de actualización de cada estación de radar individual, dependiendo del número de estaciones de radar.

En referencia a la figura 5, en esta realización, la visualización de lista de circuito de espera se crea y se actualiza periódicamente. En la etapa 1002, se comprueba cada aeronave detectada y en la etapa 1004 se prueba su destino (almacenado en la base 112 de datos). En la etapa 1003, se prueba la posición de la aeronave y, para las que se encuentren en un volumen de espacio aéreo definido (etapa 1004), y para los que no se haya mantenido ya un registro en un registro de lista de circuito de espera en el ordenador 108 (etapa 1005), se crea un registro y se añade a la lista (etapa 1006). Por ejemplo, puede definirse el volumen definido, en acimut, por un radio de 15 millas náuticas a partir de un punto de referencia de circuito de espe-

ra predeterminado, y mediante niveles de circuito de espera superior e inferior.

Por tanto, las aeronaves que se encuentren dentro del volumen definido se añaden a la lista de circuito de espera automáticamente cuando entran en el volumen predefinido. Las aeronaves también pueden añadirse a la lista de circuito de espera de manera manual por el controlador que opera una estación 302 de trabajo actuando sobre un botón "AÑADIR" (mostrado en la figura 4) y seleccionando una aeronave para añadir desde la visualización en planta o tecleando su indicativo. Cada registro así añadido incluye un campo de etiqueta que indica su tipo (es decir, si se añadió automáticamente o de manera manual).

Si (etapa 1004) la aeronave no está dentro del volumen definido, entonces (etapa 1007), se examinan los registros de aeronave actualmente en el circuito de espera y cualquiera que se haya detectado como que ha abandonado el volumen predefinido, y para las que el tipo de etiqueta es "automático", sus registros se eliminan del registro de circuito de espera en la etapa 1008. Aquéllas para las que el tipo de etiqueta es "manual" pueden eliminarse de manera manual por el controlador.

En la etapa 1012, se lee una nueva altitud ("nivel de vuelo actual") de una aeronave a través de una estación de radar, y se pasa al ordenador 108. En la etapa 1013, el ordenador 108 se dispone para examinar todos los registros de aeronave en el circuito de espera y clasificarlos en orden de altitud. En la etapa 1014, la estación 302 de trabajo accede a la lista de circuito de espera y visualiza la lista de circuito de espera vertical. Las aeronaves (indicadas por sus distintivos respectivos) se visualizan dentro de sus ranuras que muestran sus niveles de vuelo actuales. Cuando una ranura contiene más de una aeronave, se presentan en orden vertical, visualizándose la entrada de aeronave más alta, más alta en la ranura.

En referencia a la figura 6, cada vez que la presión medida en la estación meteorológica cambia, se transmite una nueva medición de presión al ordenador 108 servidor en la etapa 1022, que calcula a partir de ésta el QNH teniendo en cuenta la altitud de la estación meteorológica (en la que se midió la presión), y la altitud del aeródromo en el que está ubicado el circuito de espera, en la etapa 1024. La medición del QNH se difunde entonces como una difusión de voz desde la estación 104 de transmisión en la etapa 1026, para que se beneficien de ello todas las aeronaves en el sector. El QNH también se transmite a cada estación 302 de trabajo en la etapa 1028.

En la estación de trabajo, el nivel de vuelo más bajo usado en el circuito de espera se prueba ahora a la luz del nuevo QNH, para mantener el suelo del circuito de espera al menos 1000 pies por encima de la altitud de transición. Alrededor de los aeropuertos de Londres, la altitud de transición es 6000 pies por encima del terreno (definida usando el QNH como la presión de referencia). Si el QNH es de 1013 mBar, entonces el nivel 070 de vuelo corresponde a 7000 pies por encima del nivel del terreno, y como este nivel es 1000 pies por encima de la altitud de transición puede usarse como el suelo del circuito de espera, como se muestra en la figura 7a. Por otro lado, si la presión local cayera de modo que el QNH se encuentre por debajo de 1013 mBar, entonces el nivel 070 de vuelo (junto con los demás niveles de vuelo) desciende de modo que ya no está en 7000 pies por encima

del nivel del terreno y por tanto ya no está 1000 pies por encima de la altitud de transición.

Por consiguiente, en la etapa 1032, la estación de trabajo calcula la altitud del nivel de vuelo más bajo en el circuito de espera, y en la etapa 1034 prueba si se encuentra por debajo de un umbral TH que consiste en la altitud de transición más 1000 pies (es decir, en Londres, TH=7000 ft). Si es así, (es decir, si el suelo del circuito de espera ha caído demasiado hacia la altitud de transición), entonces en la etapa 1036 se selecciona un nuevo nivel de suelo de circuito de espera que consiste en el nivel anterior más 1000 pies, y en la etapa 1038 se cambia el estado del nivel anterior, como se muestra en la figura 7b, para mostrar que la ranura del suelo de circuito de espera anterior no está disponible mediante sombreado. La estación de trabajo entonces vuelve a la etapa 1032 para comprobar que el nuevo nivel de suelo de circuito de espera es satisfactorio.

Si la presión fuera tal que el nivel 080 de vuelo es inferior a 7000 pies por encima del nivel del terreno, entonces el nivel 090 de vuelo se ajustaría en el suelo del circuito de espera como se muestra en la figura 7c.

Si el circuito de espera actual estuviera por encima del umbral en la etapa 1034, entonces en la etapa 1040 el controlador prueba si el suelo del circuito de espera estaba por encima de 1000 pies por encima del umbral y, si es así (dicho de otro modo, si hay espacio por encima de la altitud de transición para insertar otra ranura), en la etapa 1042 el nivel del suelo del circuito de espera se reduce en 1000 pies (304,8 m) y en la etapa 1044 la visualización de la ranura cerrada anteriormente así abierta se cambia para eliminar el sombreado de ésta. La estación de trabajo entonces vuelve a la etapa 1032 para comprobar que el nuevo nivel de suelo de circuito de espera es satisfactorio.

En otra área (que no se muestra) de la visualización 314, tras cada cambio de QNH, el nuevo valor de QNH se visualiza y destella, para llamar la atención del controlador que puede notar de manera inmediata la situación de cambio, e inmediatamente captar las nuevas dimensiones del circuito de espera. El controlador puede responder o bien bajando la aeronave a niveles no ocupados que acaban de quedar disponibles para maximizar el uso del espacio aéreo abarrotado (si hay nuevos niveles disponibles), o subirlos desde niveles ahora demasiado bajos para evitar de manera segura la altitud de transición lo antes posible.

Por tanto, la presente realización según se ha descrito anteriormente permite al controlador controlar la aeronave de manera rápida y segura en un circuito de espera para mantener su separación segura por encima de niveles a los que las aeronaves están despegando y aterrizando al tiempo que se maximiza el uso del espacio aéreo y el rendimiento, calculando automáticamente y visualizando los niveles de circuito de espera más bajos seguros y actualizando esas visualizaciones en tiempo real con cambios de presión.

La ranura del circuito de espera más baja puede no estar controlada por el mismo controlador que el resto. Por ejemplo, puede estar controlada por un controlador que gestiona un despegue, o un tránsito a través de otro aeródromo cercano. En una realización preferida, como se muestra en la figuras 4 y 7a-7c, se muestra la ranura más baja en el circuito de espera de manera visualmente distintiva (por ejemplo, puede separarse de los niveles superiores mediante una

línea horizontal gruesa, como se muestra). Cuando el estado de visualización se cambia en las etapas 1036 ó 1044 en esta realización, la posición de la línea horizontal o bien sube en una ranura o bien baja en una ranura a medida que el suelo de circuito de espera sube o baja. El controlador de circuito de espera puede por tanto evitar el uso de esta ranura de nivel más bajo.

Otras variantes y Realizaciones

Aunque anteriormente se han descrito realizaciones de la invención, queda claro que pueden emplearse muchas otras modificaciones y variaciones sin alejarse de la invención.

Aunque se describen cálculos y comparaciones basados en la altitud, será evidente que éstos pueden sustituirse por cálculos y comparaciones basados en la presión. Aunque se describen unidades, dimensiones, espaciamientos y sistemas de medición particulares, que son apropiados para el aeropuerto de Heathrow actual, éstos pueden cambiarse fácilmente por otros

apropiados para otros aeropuertos y sistemas de control.

Aunque las estaciones de trabajo se describen como que realizan la interfaz persona-máquina y que reciben y transmiten datos al ordenador principal, pueden preverse terminales "pasivos" (realizándose todos los cálculos en el ordenador principal). En general, los cálculos pueden realizarse o bien en terminales distribuidos o bien en un ordenador central, aunque se encuentra que la realización descrita proporciona un equilibrio de carga adecuado dados los equipos actuales. Muchas otras modificaciones serán evidentes para el experto, y la presente invención se extiende a todas y cada una de tales modificaciones y realizaciones.

La presente invención puede usarse con las características de la solicitud PCT en tramitación junto con la presente, WO 2008/001122A1 presentada el mismo día que la presente solicitud, que reivindica la prioridad de la solicitud de patente británica GB0613054.6, con referencia de agente J00048915WO.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (300) de control de tráfico aéreo, para su uso por un controlador humano que controla una pluralidad de aeronaves (200) que se mantienen separadas verticalmente en un circuito de espera por encima de un nivel de circuito de espera mínimo, comprendiendo el sistema al menos un procesador (382, 1082), y un dispositivo (312, 314) de visualización para el controlador humano, controlados por dicho al menos un procesador; que comprende además:

medios (106) para introducir periódicamente un valor representativo de condiciones de presión de aire terrestres locales;

medios (102) para introducir periódicamente una lectura de nivel de vuelo de aeronave que representa una altitud definida por una presión de aire de referencia medida en la aeronave;

medios (382, 1082) para generar de manera periódica una visualización en dicho dispositivo de visualización que comprende una pluralidad de niveles de vuelo dispuestos verticalmente;

medios (382, 1082) para indicar en dicha visualización dicha pluralidad de aeronaves, dispuestas en una lista vertical clasificada por nivel (070, 080) de vuelo;

estando dispuesto dicho al menos un procesador (382, 1082), en la recepción de un nuevo dicho valor, para predeterminar dicho nivel de circuito de espera mínimo y para variar dicha visualización para indicar cambios en dicho nivel de circuito de espera mínimo.

2. Un sistema según la reivindicación 1, en el que dicha pluralidad de niveles de vuelo visualizados se visualizan como una pluralidad de ranuras (3142a,

3142b) cada una para alojar una aeronave separada de sus vecinas por un espaciamiento de altura mínimo.

3. Un sistema según la reivindicación 2, en el que dichas ranuras (3142a, 3142b) definen un espaciamiento de altura de 1000 pies (304,8 m).

4. Un sistema según la reivindicación 2 o la reivindicación 3, en el que al menos dicha una ranura más baja por encima de dicho nivel mínimo se representa visualmente de manera diferente a otras dichas ranuras en dicha visualización.

5. Un sistema según la reivindicación 4, en el que dicha al menos una ranura más baja se representa visualmente de manera diferente estando separada de las que están por encima de ella, visualizando una línea horizontal entre ellas.

6. Un sistema según la reivindicación 1, en el que dicho procesador (382) se dispone para variar dicho nivel de circuito de espera mínimo para mantenerlo por encima de una altitud de transición a la que la aeronave cambia entre mediciones de altitud determinadas según datos de presión de aire locales y niveles de altura determinados según dicha presión de aire de referencia.

7. Un sistema según la reivindicación 6, en el que dicho procesador (382) se dispone para mantener dicho nivel de circuito de espera mínimo al menos 1000 pies (304,8 m) por encima de dicha altitud de transición.

8. Un sistema según cualquier reivindicación anterior, que comprende además al menos una estación (102) de radar equipada con un transpondedor (103a, 103b) para interrogar a cada una de dichas aeronaves (200) por su nivel de vuelo para proporcionar dichas lecturas de nivel de vuelo.

9. Un sistema según cualquier reivindicación anterior, que comprende además al menos un barómetro terrestre dispuesto de manera periódica para generar dicho valor.

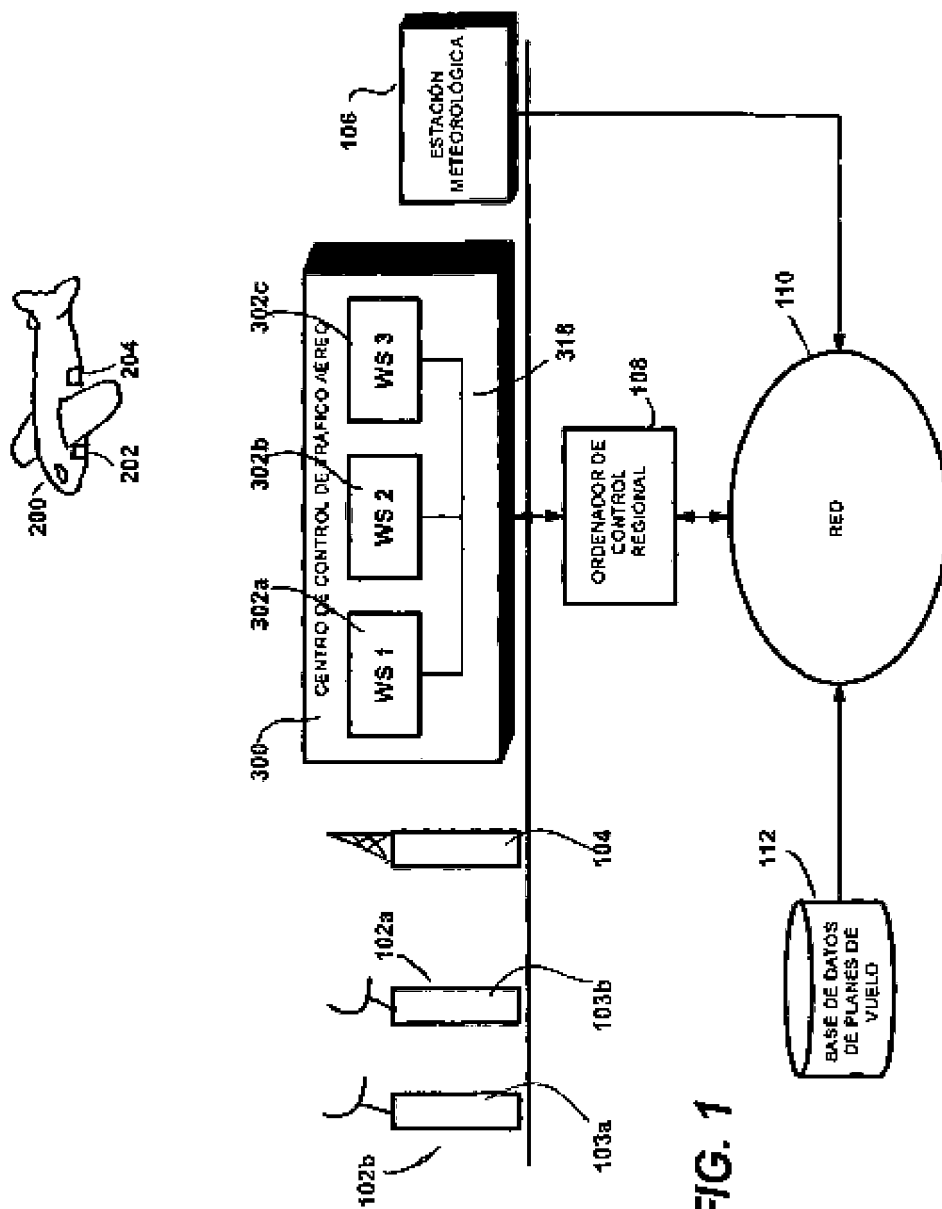


FIG. 1

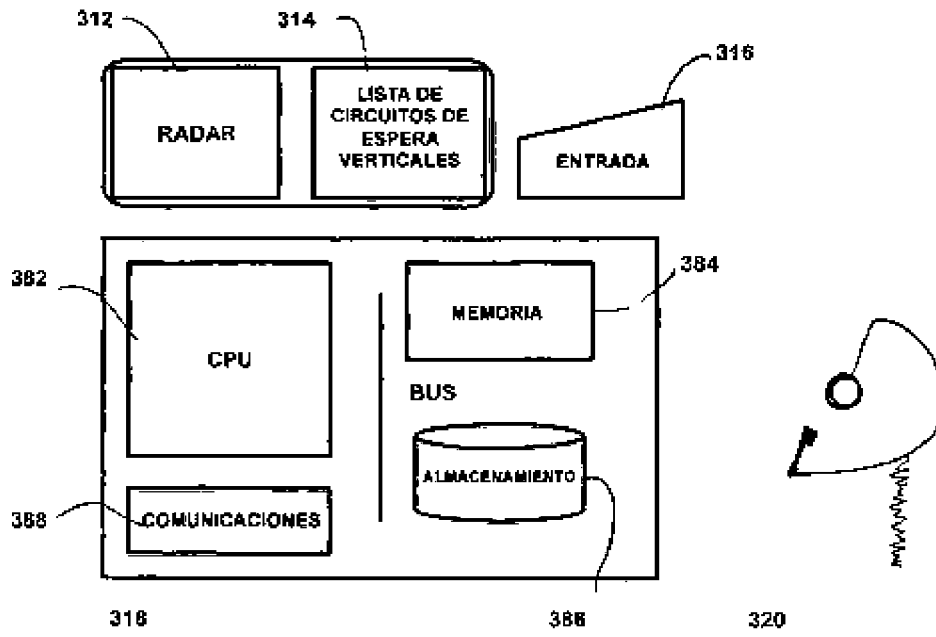


FIG. 2

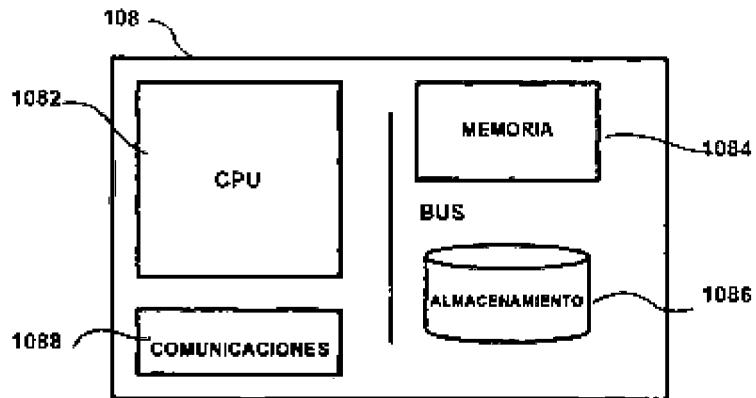


FIG. 3

3142a

3142b

<input type="checkbox"/> BNN			
<input type="button" value="-"/> <input type="button" value="+"/> <input type="button" value="TODAS"/> <input type="button" value="AÑADIR"/>			
130	BAW323	130	130
120			
110	VIR714M	108 ↓	100
100			
090	BMA739	089	---
080	BAW419	080	080
070	BAW842	070	---

FIG. 4

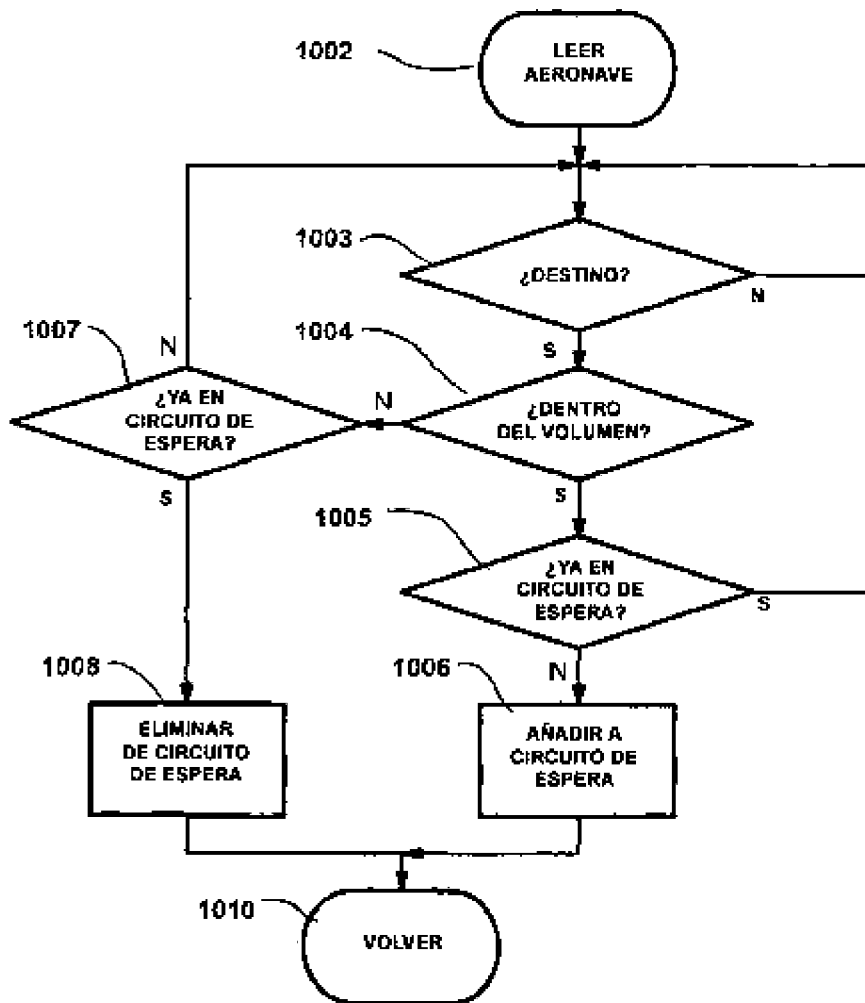


FIG. 5

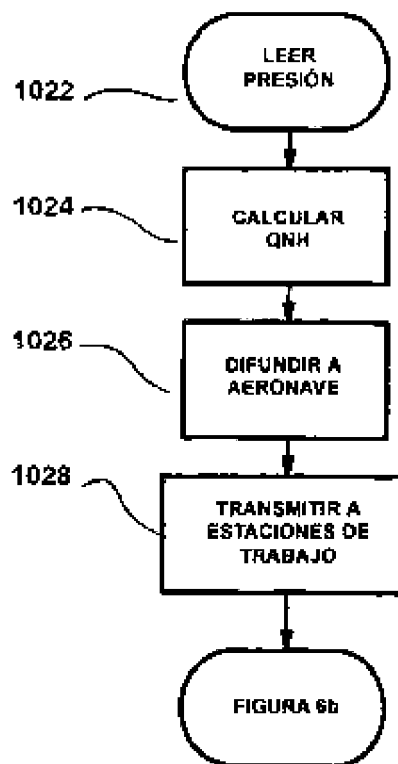


FIG. 6a

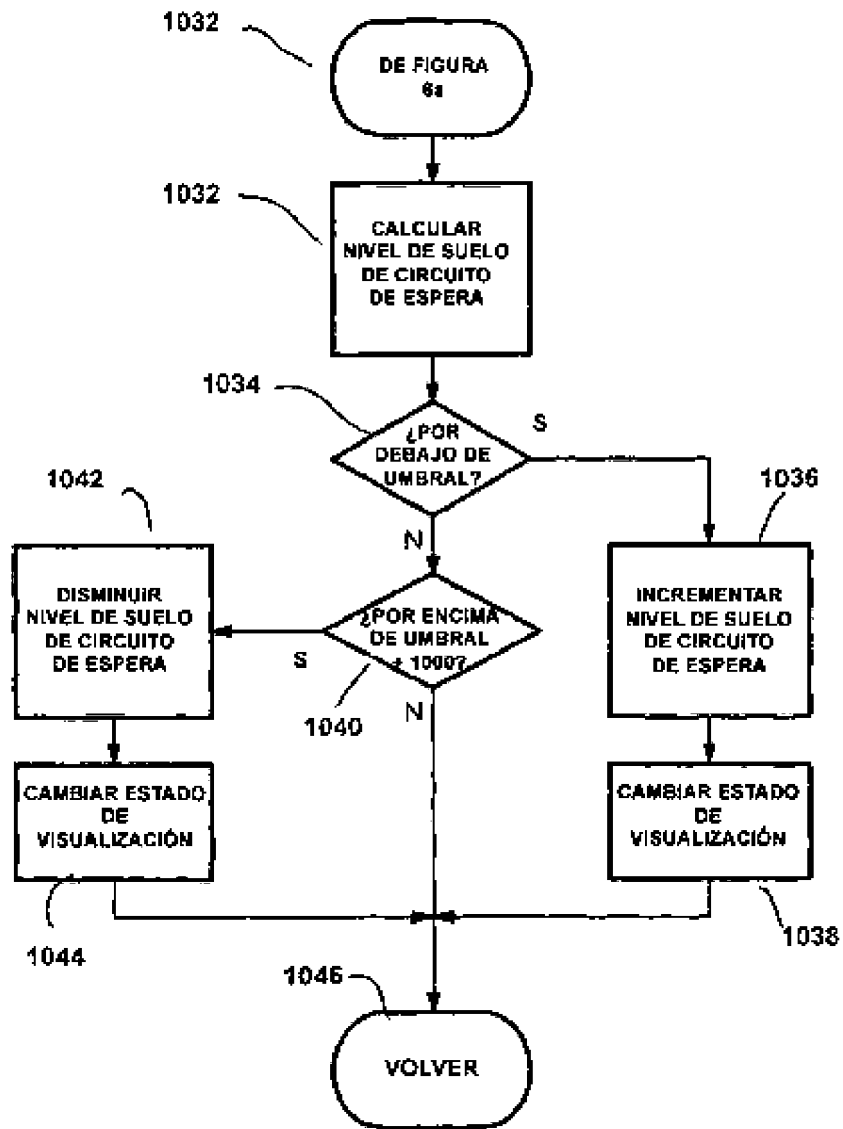


FIG. 6b

110			
100			
090	BMA739	089	090
080	BAW419	080	080
070			

FIG. 7a

110			
100			
090	BMA739	089	090
080	BAW419	080	080
070			

FIG. 7b

110			
100			
090	BMA739	089	090
080	BAW419	080	080
070			

FIG. 7c