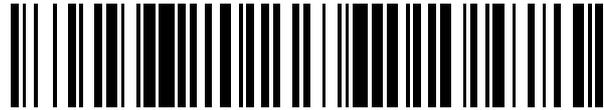


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 531 419**

51 Int. Cl.:

G01C 23/00 (2006.01)

G08G 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.09.2011** **E 11380074 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.01.2015** **EP 2573522**

54 Título: **Una pantalla de guía de velocidad de aeronave**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.03.2015

73 Titular/es:

THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-2016, US

72 Inventor/es:

FUCKE, LARS

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 531 419 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

Una pantalla de guía de velocidad de aeronave

5 La presente invención se refiere a sistemas y métodos para visualizar información de vuelo representativa de una desviación con respecto a una trayectoria de vuelo en cuatro dimensiones especificada. En particular, pero no exclusivamente, la invención se refiere a una pantalla de cabina para permitir que los pilotos lleguen a una localización específica en un momento específico y para lograr los cambios necesarios en la velocidad de la aeronave para lograr una velocidad respecto al suelo preferida.

10 Habitualmente, las trayectorias de vuelo se calculan en tres dimensiones, es decir, longitud, latitud y altitud. Se espera que los futuros sistemas de control del tráfico aéreo especifiquen una dimensión adicional en las trayectorias de vuelo, en concreto, el tiempo. En otras palabras, tales sistemas de control del tráfico aéreo no solo proporcionarán una trayectoria que una aeronave debe seguir, sino que también especificarán el momento en el que una aeronave debe estar en cada posición a lo largo de la trayectoria. Esto permitirá que el control del tráfico aéreo atenúe el requisito de la separación entre aeronaves y permita de este modo un uso más eficiente del espacio aéreo.

15 Las pantallas de cabina convencionales solo visualizan la velocidad aérea absoluta, un objetivo para la velocidad aérea absoluta, y una flecha de tendencia de la velocidad aérea. Esta última indica la velocidad prevista de la aeronave después de un período de tiempo fijo (habitualmente, de seis a diez segundos) en función de la tasa actual de cambio de la velocidad aérea. Tales pantallas de cabina son adecuadas para los sistemas de control del tráfico aéreo usados actualmente, que pueden especificar órdenes de velocidad absoluta en forma de velocidades aéreas objetivo. Sin embargo, no proporcionan a la tripulación de vuelo información que sea directamente relevante para la tarea de seguir con precisión una trayectoria de vuelo en cuatro dimensiones.

25 Las mediciones de velocidad aérea no son directamente comparables con los valores de velocidad respecto al suelo, ya que la velocidad aérea se mide en relación con el cuerpo de aire a través del que se desplaza la aeronave. Este cuerpo de aire puede moverse por sí mismo en relación con el suelo. El movimiento del cuerpo de aire se caracteriza por la velocidad del viento y la dirección del viento, cada una de las cuales puede variar a lo largo del tiempo. Por lo tanto, la velocidad respecto al suelo es equivalente a la magnitud de la suma del vector que define la velocidad aérea de la aeronave y el vector que define la velocidad del viento. Habitualmente, en esta comparación no se tiene en cuenta la dirección vertical, ya que tiene un efecto insignificante. En vista de la naturaleza variable en el tiempo de la velocidad aérea en relación con la velocidad respecto al suelo, la visualización de la velocidad aérea no es adecuada para una tripulación de vuelo que trata de seguir con precisión una trayectoria de vuelo en cuatro dimensiones.

35 El documento US 5459666 divulga una pantalla provista de un indicador de tiempo que indica el porcentaje que el valor de tiempo actual está por encima o por debajo de los valores previstos para el avance actual en una misión.

40 El documento GB 1061386 divulga una pantalla con un puntero, en la que se aplica al puntero una señal que representa la diferencia entre una velocidad respecto al suelo programada y la velocidad respecto al suelo real medida diferenciando una señal de rango.

45 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un método definido por la reivindicación 1.

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un método definido por la reivindicación 2.

50 De acuerdo con un tercer aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema definido por la reivindicación 6.

De acuerdo con un cuarto aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema definido por la reivindicación 7.

55 De acuerdo con una realización, un método visualiza información de vuelo en relación con una trayectoria de vuelo predeterminada. La trayectoria de vuelo predeterminada especifica las localizaciones y los tiempos programados correspondientes. El método incluye monitorizar una localización actual de una aeronave a lo largo de la trayectoria de vuelo predeterminada. El método incluye determinar un tiempo actual en el que la aeronave está en la localización actual. El método incluye proporcionar un tiempo programado para que la aeronave esté en la localización actual. El método incluye calcular una desviación de tiempo entre el tiempo actual y el tiempo programado. El método incluye visualizar la desviación de tiempo.

65 De acuerdo con una realización adicional, un sistema para visualizar información de vuelo incluye una memoria de almacenamiento de trayectoria de vuelo dispuesta para almacenar datos relativos a una trayectoria de vuelo predeterminada que especifica las localizaciones a lo largo de la trayectoria de vuelo y los tiempos programados

correspondientes. El sistema incluye una unidad de determinación de localización dispuesta para emitir como salida los datos de localización que definen una localización actual de una aeronave a lo largo de la trayectoria de vuelo predeterminada. El sistema incluye una unidad de temporizador de salida dispuesta para emitir como salida los datos de tiempo que definen un tiempo actual en que la aeronave está en la localización actual. El sistema incluye

5 un procesador dispuesto para recibir los datos de localización y los datos de tiempo, para determinar un tiempo programado a partir de los tiempos programados almacenados en la memoria de trayectoria de vuelo correspondiente a la localización actual, y para calcular una desviación de tiempo entre el tiempo actual y el tiempo programado. El sistema incluye una pantalla dispuesta para visualizar la desviación de tiempo.

10 Ventajosamente, tales métodos y sistemas pueden visualizar información de vuelo que es directamente representativa de una desviación con respecto a una trayectoria en cuatro dimensiones especificada de manera continua y en tiempo real, y por lo tanto puede permitir que una tripulación de vuelo modifique fácilmente la posición a lo largo de la derrota de una aeronave para seguir la trayectoria en cuatro dimensiones con mayor precisión.

15 Igualmente, estos métodos y sistemas pueden aplicarse a una trayectoria para la que no se especifica la altitud; es decir, en la que solo se especifica la latitud, la longitud, y el tiempo. En consecuencia, mientras que las realizaciones siguientes utilizan trayectorias en cuatro dimensiones, la invención comprende la visualización de la desviación de tiempo con respecto a una trayectoria especificada en dos dimensiones (lateral). En otras palabras, las localizaciones especificadas a lo largo de la trayectoria de vuelo pueden expresarse o como posiciones

20 tridimensionales, o como posiciones bidimensionales.

La memoria de almacenamiento de trayectoria de vuelo puede ser cualquier forma de memoria, incluyendo tanto una memoria volátil (por ejemplo, RAM) como una memoria no volátil (por ejemplo, un disco duro). Además, la memoria de almacenamiento de trayectoria de vuelo puede almacenar o toda la trayectoria de vuelo predeterminada, o una o

25 más partes de la trayectoria de vuelo. En diversas realizaciones, los datos de trayectoria de vuelo pueden transmitirse a la aeronave en tiempo real para su almacenamiento en la memoria de almacenamiento de trayectoria de vuelo, en cuyo caso la memoria de almacenamiento de trayectoria de vuelo puede ser una simple memoria intermedia.

30 Los datos de almacenamiento de trayectoria de vuelo pueden incluir las velocidades respecto al suelo programadas correspondientes a las localizaciones a lo largo de la trayectoria de vuelo. Como alternativa, las velocidades respecto al suelo programadas pueden derivarse de los datos de trayectoria de vuelo relativos a los tiempos programados y las localizaciones a lo largo de la trayectoria de vuelo. Por ejemplo, la tasa de cambio de la localización tal como se determina por los tiempos programados puede calcularse y usarse como velocidades

35 respecto al suelo programadas.

La unidad de determinación de localización puede estar a bordo de la aeronave o en tierra. En este último caso, la localización actual se transmitiría a la aeronave usando el medio de comunicación de datos adecuado.

40 Cuando el medio de determinación de localización está localizado en la aeronave, puede comprender un receptor GPS o algún otro dispositivo de posicionamiento por radio. Si es necesario, la altitud de la aeronave puede determinarse usando dicho receptor GPS o, más preferentemente, componentes tales como altímetros barométricos, etc. En realizaciones en las que el medio de determinación de localización está localizado en tierra, puede comprender un sistema de radar. La unidad de temporizador puede ser un reloj o un receptor de una señal de tiempo, por ejemplo, un receptor GPS. El procesador puede ser un componente de un ordenador con fines

45 generales, o puede ser un componente integrado de un dispositivo de visualización especializado.

Para una mejor comprensión de la invención y para mostrar cómo puede ponerse en práctica la misma, a continuación se hace referencia, solo a modo de ejemplo, a los dibujos adjuntos en los que:

50 La figura 1 muestra la representación esquemática de una primera realización de un sistema para visualizar información de vuelo;

La figura 2 muestra una pantalla no lineal que forma parte de la primera realización;

55 La figura 3 muestra la representación esquemática de una segunda realización de un sistema para visualizar información de vuelo;

La figura 4 muestra una pantalla lineal y no lineal combinada que forma parte de la segunda realización; y

La figura 5 muestra un diseño alternativo para presentar información de vuelo en una pantalla lineal y no lineal combinada que forma parte de una realización de la invención.

60 En una primera realización de la invención, como se muestra en la figura 1, una aeronave comprende una pantalla 100; un procesador 200; una memoria 210 de almacenamiento de trayectoria de vuelo; una unidad 220 de determinación de localización; y una unidad 230 de temporizador. Como se representa en la figura 2, la pantalla 100 está dispuesta para mostrar una desviación 110 de tiempo. La pantalla 100 puede mostrar, además, otros datos que se visualizan de manera convencional en una cabina de avión, tales como la velocidad aérea absoluta.

65

- La memoria 210 de almacenamiento de trayectoria de vuelo almacena los datos de trayectoria de vuelo relativos a la trayectoria de vuelo predeterminada que debe recorrerse por la aeronave. Tales datos pueden generarse por el sistema de gestión de vuelo de la aeronave, o pueden proporcionarse por el órgano de control del tráfico aéreo responsable del espacio aéreo a través del que se desplaza la aeronave. Los datos de trayectoria de vuelo
- 5 representan puntos discretos a lo largo de una trayectoria predeterminada que establecen las localizaciones a través de las que se pretende que se desplace la aeronave, junto con un horario que indica los tiempos programados en los que se pretende que la aeronave pase a través de cada localización. Los datos de trayectoria de vuelo tienen, preferentemente, la forma de una lista de valores de latitud, longitud, altitud y tiempo correspondientes. Sin embargo, no es necesario que los datos de trayectoria de vuelo especifiquen un valor de tiempo programado para cada
- 10 localización y, por lo tanto, la lista de valores de tiempo puede, de manera opcional, estar escasamente poblada. Cuando sea necesario, el procesador 200 puede interpolar puntos entre los datos para estimar valores intermedios y crear de este modo la impresión de datos continuos. Como alternativa, o además, el procesador 200 puede usar los modelos más sofisticados de comportamiento de aeronave para predecir puntos intermedios.
- 15 La unidad 220 de determinación de localización está dispuesta para proporcionar los datos de localización que representan la localización de la aeronave en tres dimensiones, preferentemente en forma de valores de latitud, longitud y altitud. Los aparatos adecuados para determinar la localización de la aeronave en tres dimensiones se conocen bien en la técnica, e incluyen: sistemas de navegación inercial, GPS, radar, altímetros barométricos, etc., o una combinación de estos.
- 20 El procesador 200 está dispuesto para recibir los datos de localización procedentes de la unidad 220 de determinación de localización y los datos de trayectoria de vuelo procedentes de la memoria 210 de almacenamiento de trayectoria de vuelo. De este modo, el procesador 200 determina dónde está localizada la aeronave a lo largo de la trayectoria de vuelo predeterminada en un momento determinado. (Si la posición de la aeronave se desvía de la
- 25 trayectoria de vuelo predeterminada, la localización más cercana en la trayectoria puede usarse para el método tratado a continuación).
- La unidad 230 de temporizador está dispuesta para proporcionar los datos de tiempo actual que representan el tiempo actual. La unidad 230 de temporizador puede comprender un reloj o, como alternativa, puede determinar el
- 30 tiempo comunicándose con un reloj externo, por ejemplo, un tiempo de GPS.
- El procesador 200 está dispuesto, además, para recibir los datos de tiempo actual procedentes de la unidad 230 de temporizador. El procesador 200 compara los datos de tiempo actual con el componente de tiempo programado de los datos de trayectoria de vuelo y determina de este modo una desviación 110 de tiempo. Por lo tanto, la desviación
- 35 110 de tiempo representa la diferencia entre el tiempo actual y el tiempo programado almacenado en los datos de trayectoria de vuelo correspondientes a la localización actual de la aeronave a lo largo de la trayectoria de vuelo predeterminada.
- La pantalla 100 visualiza la desviación 110 de tiempo determinada por el procesador 200. La pantalla 100 puede
- 40 visualizar la desviación 110 de tiempo visualizando el valor como caracteres numéricos y/o visualizando una gráfica. Cuando se visualiza como una gráfica, la desviación 110 de tiempo puede representarse en una escala lineal o, como se muestra en la figura 1, en una escala no lineal. Ventajosamente, la escala no lineal puede visualizar valores pequeños de desviación 110 de tiempo con mayor exactitud que valores grandes de desviación 110 de tiempo.
- 45 Durante un vuelo, la tripulación de vuelo puede monitorizar la desviación 110 de tiempo para establecer si están adelantados o atrasados con respecto al horario para su localización actual. Por lo tanto, pueden hacer los ajustes necesarios en la velocidad de la aeronave para reducir la desviación 110 de tiempo, para seguir de este modo con mayor precisión la trayectoria de vuelo predeterminada. Como se apreciará, la tripulación de vuelo puede a
- 50 continuación actuar en consecuencia sobre la velocidad aérea y usar la pantalla divulgada para monitorizar el cambio resultante en la velocidad respecto al suelo. La velocidad aérea puede modificarse controlando el empuje proporcionado por los motores de la aeronave, o ajustando las superficies de control y la configuración de la aeronave.
- Como se muestra en la figura 3, la aeronave comprende una unidad 240 de determinación de velocidad respecto al
- 55 suelo. Mientras que la pantalla permita a la tripulación de vuelo aumentar o disminuir la velocidad de la aeronave para minimizar la desviación 110 de tiempo, cuando la trayectoria de vuelo en cuatro dimensiones predeterminada incorpora una variación en la velocidad (por ejemplo, cuando el avión está despegando o aterrizando), la desviación 110 de tiempo aumentará o disminuirá en consecuencia. Con el fin de que la tripulación de vuelo pueda seguir con mayor precisión el avance a lo largo de la trayectoria de vuelo predeterminada, la pantalla también visualiza la
- 60 desviación entre la velocidad respecto al suelo de la aeronave y una velocidad respecto al suelo programada.
- Como se representa en la figura 4, la pantalla 300 muestra una desviación 320 de velocidad respecto al suelo, y también muestra la desviación 310 de tiempo y una o más de: una desviación 322 de velocidad respecto al suelo máxima permitida; y una desviación 324 de velocidad respecto al suelo mínima permitida (debe entenderse que la
- 65 desviación de velocidad respecto al suelo puede ser un valor negativo, correspondiéndose, por lo tanto, la desviación de velocidad respecto al suelo mínima con la magnitud más grande permitida de desviación en la

dirección negativa). Otras cantidades opcionales para visualizar son: la velocidad respecto al suelo actual; una velocidad respecto al suelo máxima permitida; y una velocidad respecto al suelo mínima permitida.

5 Cualquiera de las cantidades puede visualizarse usando una escala lineal o una escala no lineal. De hecho, como se muestra en la figura 4, la desviación 310 de tiempo se visualiza en una escala no lineal, mientras que la desviación 320 de velocidad respecto al suelo se visualiza en una escala lineal.

10 Además de los componentes citados anteriormente en la primera realización, los datos de trayectoria de vuelo pueden incluir los valores de velocidad respecto al suelo que indican la velocidad respecto al suelo programada a la que se pretende que la aeronave pase a través de cada localización a lo largo de la trayectoria de vuelo predeterminada. Como alternativa, la velocidad respecto al suelo programada puede determinarse a partir de los datos de trayectoria de vuelo, por ejemplo, por diferenciación. Los datos de trayectoria de vuelo de la segunda realización tienen la forma de una lista de valores de latitud, longitud, altitud y tiempo correspondientes y unos valores de velocidad respecto al suelo. De nuevo, no es necesario que los datos de trayectoria de vuelo especifiquen un valor de velocidad respecto al suelo programada para cada localización y, por lo tanto, la lista de valores de velocidad respecto al suelo puede estar escasamente poblada.

20 La unidad 240 de determinación de velocidad respecto al suelo está dispuesta para proporcionar los datos de velocidad respecto al suelo representativos de la velocidad respecto al suelo de la aeronave. Como alternativa, la velocidad respecto al suelo de la aeronave puede determinarse por el procesador 200 calculando la tasa de cambio de la localización respecto al suelo en base a la localización determinada por la unidad 220 de determinación de localización y el tiempo desde el temporizador 230.

25 El procesador 200 está dispuesto para recibir los datos de velocidad respecto al suelo procedentes de la unidad 240 de determinación de velocidad respecto al suelo y los datos de trayectoria de vuelo procedentes de la memoria 210 de almacenamiento de trayectoria de vuelo. El procesador 200 compara los datos de velocidad respecto al suelo con el componente de velocidad respecto al suelo programada de los datos de trayectoria de vuelo (o la velocidad respecto al suelo programada determinada a partir de los datos de trayectoria de vuelo) y determina de este modo una desviación 320 de velocidad respecto al suelo. Por lo tanto, la desviación 320 de velocidad respecto al suelo representa la diferencia entre la velocidad respecto al suelo actual y la velocidad respecto al suelo programada almacenada en los datos de trayectoria de vuelo correspondientes a la localización actual de la aeronave a lo largo de la trayectoria de vuelo predeterminada de acuerdo con lo determinado por el procesador 200.

35 La pantalla 100 visualiza la desviación 110 de tiempo determinada por el procesador 200. La pantalla 100 puede visualizar la desviación 320 de velocidad respecto al suelo visualizando el valor como caracteres numéricos y/o visualizando una gráfica. Preferentemente, la pantalla 300 puede mostrar la velocidad respecto al suelo actual de la aeronave, una velocidad respecto al suelo máxima permitida y una velocidad respecto al suelo mínima permitida.

40 Durante un vuelo, la tripulación de vuelo puede monitorizar la desviación 320 de velocidad respecto al suelo para establecer si avanzan demasiado rápido o demasiado lento con el fin de mantener una localización en cuatro dimensiones correcta. Si la pantalla 300 muestra una desviación 310 de tiempo que indica que la aeronave está atrasada con respecto al horario, la tripulación de vuelo puede aumentar el empuje de la aeronave de manera que la desviación 320 de velocidad respecto al suelo indica que la aeronave se mueve más rápido que su velocidad programada. Por lo tanto, aumentando el empuje de tal manera que la desviación 320 de velocidad respecto al suelo sea positiva, la desviación 310 de tiempo comenzará a disminuir. Por el contrario, disminuyendo el empuje de tal manera que la desviación 320 de velocidad respecto al suelo sea negativa, la desviación 310 de tiempo comenzará a aumentar. En otras palabras, monitorizando tanto la desviación 110 de tiempo como la desviación 320 de velocidad respecto al suelo, la tripulación de vuelo puede hacer los ajustes necesarios en el empuje, las superficies de control o la configuración de la aeronave para seguir con mayor exactitud la trayectoria de vuelo en cuatro dimensiones predeterminada.

50 Como se ha explicado anteriormente, la pantalla 300 puede visualizar, además, una velocidad respecto al suelo máxima permitida y una velocidad respecto al suelo mínima permitida. En tal realización, la aeronave comprende unos sensores 250 de aeronave para medir la velocidad aérea y el rumbo. Preferentemente, el sensor de aeronave que mide la velocidad aérea es un tubo de Pitot. Preferentemente, también se proporciona un sensor de temperatura para permitir compensar las variaciones en la densidad del aire usando métodos conocidos. Por lo tanto, la referencia a la velocidad aérea medida, tal como se usa en el presente documento, puede significar "velocidad aérea verdadera". El sensor de aeronave que mide el rumbo puede ser una brújula electrónica, un girocompás o un sistema de navegación inercial más complicado.

60 Las aeronaves pueden variar en configuración, por ejemplo por el movimiento de los flaps o las aletas. Para cada configuración, una aeronave tiene una velocidad aérea máxima asociada que define la mayor velocidad, en relación con el cuerpo de aire a través del que se desplaza, a la que el avión puede viajar seguro, por ejemplo unas velocidades más altas pueden provocar daños estructurales y/o dar como resultado efectos aerodinámicos adversos como el bataneo, o dificultar la maniobrabilidad eficaz de la aeronave. La expresión velocidad aérea máxima para la aeronave, tal como se usa en lo sucesivo en el presente documento, significa la velocidad aérea máxima

correspondiente a la configuración de la aeronave en el momento pertinente. Esta cantidad varía en relación con la velocidad respecto al suelo en función de la velocidad del viento y la dirección del viento. Por razones de seguridad, a menudo se prefiere definir una velocidad aérea máxima permitida que sea menor que la velocidad aérea máxima verdadera por un factor de seguridad adecuado. La velocidad 322 respecto al suelo máxima permitida puede determinarse como la magnitud de la suma del vector que define la velocidad aérea máxima permitida de la aeronave y el vector que define la velocidad del viento. La velocidad y la dirección del viento pueden calcularse de manera convencional, comparando la velocidad aérea medida y el rumbo (la orientación del cuerpo de la aeronave) y la velocidad respecto al suelo medida y la derrota (la dirección en la que se mueve la aeronave). La derrota puede determinarse usando los datos de localización procedentes de la unidad 220 de determinación de localización.

Como sería fácilmente evidente para los expertos en la materia, la determinación de la velocidad y la dirección del viento no es una etapa intermedia esencial en el cálculo de la velocidad respecto al suelo máxima permitida, que puede determinarse directamente a partir de la velocidad aérea y el rumbo, la velocidad respecto al suelo y la derrota, y las velocidades aéreas máximas permitidas. De hecho, la velocidad respecto al suelo máxima permitida puede calcularse como la magnitud de la suma del vector que define la velocidad aérea máxima permitida de la aeronave y el vector que define la velocidad respecto al suelo menos el vector que define la velocidad aérea. En las realizaciones preferidas de la invención, la velocidad respecto al suelo máxima permitida se mostrará en la pantalla 300.

Para cada configuración, una aeronave también tendrá una velocidad aérea de maniobra mínima asociada que define la velocidad más baja, en relación con cuerpo de aire a través del que se desplaza la aeronave, a la que la aeronave puede maniobrar con seguridad sin entrar en pérdida. La expresión velocidad aérea de maniobra mínima para la aeronave, tal como se usa en lo sucesivo en el presente documento, significa la velocidad aérea de maniobra mínima correspondiente a la configuración de la aeronave en el momento pertinente. La velocidad respecto al suelo asociada con la velocidad aérea de maniobra mínima para cada configuración variará en función de la velocidad y la dirección del viento. Por razones de seguridad, a menudo se prefiere definir una velocidad aérea mínima permitida que sea más alta que la velocidad aérea de maniobra mínima verdadera por un factor de seguridad adecuado. La velocidad respecto al suelo mínima permitida puede determinarse como la magnitud de la suma del vector que define la velocidad aérea de maniobra mínima de la aeronave y el vector que define la velocidad del viento.

Tal como se ha indicado anteriormente, la determinación de la velocidad y la dirección del viento no es una etapa intermedia esencial en el cálculo de la velocidad respecto al suelo mínima permitida, que puede determinarse directamente a partir de la velocidad aérea y el rumbo, la velocidad respecto al suelo y la derrota, y las velocidades aéreas mínimas permitidas. Por ejemplo, la velocidad respecto al suelo mínima permitida puede calcularse como la magnitud de la suma del vector que define la velocidad aérea mínima permitida de la aeronave y el vector que define la velocidad respecto al suelo menos el vector que define la velocidad aérea. En las realizaciones preferidas de la invención, la velocidad respecto al suelo mínima permitida para la presente configuración de la aeronave se mostrará en la pantalla 300.

Se visualizan la desviación 322 de velocidad respecto al suelo máxima permitida o la desviación 324 de velocidad respecto al suelo mínima permitida. Es decir, las cantidades de la velocidad respecto al suelo máxima permitida y la velocidad respecto al suelo mínima permitida pueden visualizarse como valores relativos, en relación con la velocidad respecto al suelo actual. De esta manera, pueden indicarse los límites superior e inferior para la desviación 320 de velocidad respecto al suelo. Durante un vuelo, la tripulación de vuelo puede comparar de esta manera la desviación 320 de velocidad respecto al suelo con las desviaciones 322, 324 de velocidad respecto al suelo máxima y mínima permitida, para garantizar que se hace funcionar la aeronave dentro de los límites de seguridad.

Como se ha tratado anteriormente, puede visualizarse una desviación de la velocidad respecto al suelo programada. Algunos sistemas de gestión de vuelo (o control del tráfico aéreo) pueden generar órdenes cuando una aeronave está adelantada o atrasada con respecto al horario con el fin de "capturar" una determinada posición deseada a lo largo de una derrota. Las órdenes pueden estar en la forma de una velocidad respecto al suelo deseada. En las realizaciones preferidas, la orden puede ser una velocidad respecto al suelo deseada que permitirá que la aeronave alcance una posición deseada a lo largo de la derrota en el tiempo programado para esa localización. De esta manera, el sistema de gestión de vuelo (o control del tráfico aéreo) puede dar instrucciones a la aeronave para "recuperar terreno" con la derrota programada dentro un período de tiempo deseado, o en el momento en que la aeronave alcanza una localización deseada. El sistema puede determinar la desviación entre la velocidad respecto al suelo actual y la velocidad respecto al suelo ordenada con el fin de calcular una desviación de velocidad respecto al suelo ordenada. En las realizaciones preferidas, la desviación de velocidad respecto al suelo ordenada puede visualizarse en lugar de, o además de, la desviación 320 de velocidad respecto al suelo calculada comparando las velocidades respecto al suelo actual y programada.

La figura 5 representa un diseño para presentar información de vuelo a una tripulación de vuelo. Como puede verse en la figura 5, la pantalla se presenta en un eje dispuesto como un sector 501 de un círculo en lugar de en la forma de línea recta mostrada en las figuras 2 y 4. Se proporcionan unas divisiones por debajo del sector 501 para representar gráficamente valores discretos de la desviación de tiempo a lo largo de un eje continuo. Se proporcionan

unas divisiones por encima del sector 501 para representar gráficamente valores discretos de la desviación de velocidad respecto al suelo a lo largo de un eje continuo.

- 5 La desviación 510 de tiempo y/o la desviación 520 de velocidad respecto al suelo pueden representarse en una escala lineal o no lineal. Ventajosamente, la escala no lineal puede visualizar valores pequeños de la desviación 510 de tiempo y/o la desviación 520 de velocidad respecto al suelo con mayor precisión que valores grandes. En la realización preferida de la figura 5, la desviación 510 de tiempo se visualiza en una escala no lineal, mientras que la desviación 520 de velocidad respecto al suelo se visualiza en una escala lineal.
- 10 Como se muestra en la figura 5, la desviación de velocidad respecto al suelo (y la desviación de velocidad respecto al suelo máxima permitida o la desviación de velocidad respecto al suelo mínima permitida) se representa en una escala que se mueve con el valor visualizado de la desviación de tiempo. En otras palabras, el origen del eje de desviación de velocidad respecto al suelo se corresponde con la flecha que representa la desviación de tiempo. De esta manera, la pantalla puede representar la desviación de velocidad respecto al suelo de una manera tal que su influencia en la valoración de la desviación de tiempo puede entenderse fácilmente; si se extiende a la izquierda esto indica que la flecha de desviación de tiempo se moverá a la izquierda, mientras que si se extiende a la derecha esto indica que la flecha de desviación de tiempo se moverá a la derecha. Dicha pantalla de origen en movimiento, también puede usarse con la forma lineal del diseño mostrado en las figuras 2 y 4.
- 15
- 20 Por consiguiente, una realización preferida de un diseño para presentar información de vuelo comprende:
- una escala de desviación de tiempo que tiene un origen y unas partes que se extienden a ambos lados del origen para representar los valores positivos y negativos de la desviación de tiempo;
 - un indicador de desviación de tiempo para indicar un punto a lo largo la escala de desviación de tiempo para
 - 25 indicar de este modo un valor de la desviación de tiempo;
 - una escala de desviación de velocidad respecto al suelo que tiene un origen y unas partes que se extienden a ambos lados del origen para representar los valores positivos y negativos de la desviación de velocidad respecto al suelo; y
 - un indicador de desviación de velocidad respecto al suelo para indicar un punto a lo largo de la escala de
 - 30 desviación de velocidad respecto al suelo para indicar de este modo un valor de la desviación de velocidad respecto al suelo, donde:
- el origen de la escala de desviación de velocidad respecto al suelo varía con el valor indicado de la
 - 35 desviación de tiempo.
- El diseño también comprende un indicador de desviación de velocidad respecto al suelo máxima permitida para indicar un punto a lo largo de la escala de desviación de velocidad respecto al suelo para indicar de este modo un valor máximo permitido de la desviación de velocidad respecto al suelo.
- 40 El diseño también comprende un indicador de desviación de velocidad respecto al suelo mínima permitida para indicar un punto a lo largo de la escala de desviación de velocidad respecto al suelo para indicar de este modo un valor mínimo permitido de la desviación de velocidad respecto al suelo.
- Otras realizaciones preferidas pueden incluir un indicador de velocidad respecto al suelo para indicar la velocidad respecto al suelo actual. Tal indicador podría estar provisto de una escala de velocidad respecto al suelo distinta, o podría indicar una localización a lo largo de la escala de desviación de velocidad respecto al suelo, ya que esta representa las unidades adecuadas y, por lo tanto, también podría considerarse una escala de velocidad respecto al suelo.
- 45
- 50 El diseño también comprende un indicador de velocidad respecto al suelo máxima permitida para indicar un punto a lo largo de la escala de velocidad respecto al suelo para indicar de este modo un valor máximo permitido de la velocidad respecto al suelo.
- El diseño también comprende un indicador de velocidad respecto al suelo mínima permitida para indicar un punto a
- 55 lo largo de la escala de velocidad respecto al suelo para indicar de este modo un valor mínimo permitido de la velocidad respecto al suelo.

REIVINDICACIONES

1. Un método de visualización de información de vuelo en relación con una trayectoria de vuelo predeterminada que especifica las localizaciones y los tiempos programados correspondientes a las mismas, comprendiendo el método las etapas de:
- 5
- monitorizar una localización actual de una aeronave a lo largo de la trayectoria de vuelo predeterminada;
determinar un tiempo actual en el que la aeronave está en la localización actual;
proporcionar un tiempo programado para que la aeronave esté en la localización actual;
10 calcular una desviación (310) de tiempo entre el tiempo actual y el tiempo programado; y
visualizar la desviación (310) de tiempo,
caracterizado por:
- 15 proporcionar una velocidad respecto al suelo deseada para la aeronave en la localización actual;
monitorizar una velocidad respecto al suelo actual de la aeronave;
calcular una desviación (320) de velocidad respecto al suelo entre la velocidad respecto al suelo actual y la
velocidad respecto al suelo deseada;
visualizar la desviación (320) de velocidad respecto al suelo;
20 monitorizar la velocidad aérea actual, el rumbo actual y la derrota actual de la aeronave;
definir una velocidad aérea operativa máxima para la aeronave;
calcular una desviación (322) de velocidad respecto al suelo máxima admisible en base a la velocidad
operativa máxima definida, la velocidad aérea actual, la velocidad respecto al suelo actual, el rumbo actual y
la derrota actual; y
visualizar la desviación (322) de velocidad respecto al suelo máxima admisible.
- 25
2. Un método de visualización de información de vuelo en relación con una trayectoria de vuelo predeterminada que especifica las localizaciones y los tiempos programados correspondientes a las mismas, comprendiendo el método las etapas de:
- 30 monitorizar una localización actual de una aeronave a lo largo de la trayectoria de vuelo predeterminada;
determinar un tiempo actual en el que la aeronave está en la localización actual;
proporcionar un tiempo programado para que la aeronave esté en la localización actual;
calcular una desviación (310) de tiempo entre el tiempo actual y el tiempo programado; y
visualizar la desviación (310) de tiempo,
35 **caracterizado por:**
- proporcionar una velocidad respecto al suelo deseada para la aeronave en la localización actual;
monitorizar una velocidad respecto al suelo actual de la aeronave;
40 calcular una desviación (320) de velocidad respecto al suelo entre la velocidad respecto al suelo actual y la
velocidad respecto al suelo deseada;
visualizar la desviación (320) de velocidad respecto al suelo;
monitorizar la velocidad aérea actual, el rumbo actual y la derrota actual de la aeronave;
definir una velocidad aérea operativa mínima para la aeronave;
45 calcular una desviación (324) de velocidad respecto al suelo mínima admisible en base a la velocidad
operativa mínima definida, la velocidad aérea actual, la velocidad respecto al suelo actual, el rumbo actual y
la derrota actual; y
visualizar la desviación (324) de velocidad respecto al suelo mínima admisible.
- 50
3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, donde la velocidad respecto al suelo deseada es una velocidad respecto al suelo programada.
4. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 3, que comprende además la etapa de visualizar la velocidad respecto al suelo deseada.
- 55
5. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además las etapas de:
- definir una velocidad aérea operativa mínima para la aeronave;
calcular una desviación (324) de velocidad respecto al suelo mínima admisible en base a la velocidad aérea de
maniobra mínima definida, la velocidad aérea actual, la velocidad respecto al suelo actual, el rumbo actual y la
60 derrota actual; y
visualizar la desviación (324) de velocidad respecto al suelo mínima admisible.
6. Un sistema para visualizar información de vuelo que comprende:
- 65 una memoria (210) de almacenamiento de trayectoria de vuelo dispuesta para almacenar los datos relativos a una trayectoria de vuelo predeterminada que especifica las localizaciones a lo largo de la trayectoria de vuelo y

los tiempos programados correspondientes a las mismas;
 una unidad (220) de determinación de localización dispuesta para emitir como salida los datos de localización que definen una localización actual de una aeronave a lo largo de la trayectoria de vuelo predeterminada;
 una unidad (230) de temporizador dispuesta para emitir como salida los datos de tiempo que definen un tiempo actual en el que la aeronave está en la localización actual;
 un procesador (200) dispuesto para recibir los datos de localización y los datos de tiempo, para determinar un tiempo programado a partir de los tiempos programados almacenados en la memoria de trayectoria de vuelo correspondiente a la localización actual, y para calcular una desviación (310) de tiempo entre el tiempo actual y el tiempo programado;
 una pantalla (100) dispuesta para visualizar la desviación (310) de tiempo;
 una unidad (240) de determinación de velocidad respecto al suelo dispuesta para emitir como salida los datos de velocidad respecto al suelo que definen una velocidad respecto al suelo actual medida de la aeronave, y los datos de derrota que definen una derrota medida de la aeronave; y
 unos sensores (250) de aeronave dispuestos para emitir como salida los datos de velocidad aérea que definen una velocidad aérea actual medida de la aeronave, y los datos de rumbo que definen una velocidad aérea actual medida de la aeronave,

caracterizado por que:

el sistema está dispuesto para proporcionar una velocidad respecto al suelo deseada;
 el procesador (200) está dispuesto además para recibir los datos de velocidad respecto al suelo y para calcular un desviación (320) de velocidad respecto al suelo entre la velocidad respecto al suelo actual medida y la velocidad respecto al suelo deseada correspondiente a la localización actual;
 la pantalla (100) está dispuesta además para visualizar la desviación (320) de velocidad respecto al suelo;
 la aeronave tiene una velocidad aérea operativa máxima definida;
 el procesador (200) está dispuesto además para recibir los datos de velocidad aérea procedentes del sensor de velocidad aérea, los datos de velocidad respecto al suelo y los datos de derrota procedentes de la unidad de determinación de velocidad respecto al suelo, y los datos de rumbo procedentes del sensor de rumbo;
 el procesador (200) está dispuesto además para calcular una desviación (322) de velocidad respecto al suelo máxima admisible en base a la velocidad aérea operativa máxima definida, los datos de velocidad aérea, los datos de velocidad respecto al suelo, los datos de rumbo, y los datos de derrota; y
 la pantalla (100) está dispuesta además para visualizar la desviación (322) de velocidad respecto al suelo máxima admisible.

7. Un sistema para visualizar información de vuelo que comprende:

una memoria (210) de almacenamiento de trayectoria de vuelo dispuesta para almacenar los datos relativos a una trayectoria de vuelo predeterminada que especifica las localizaciones a lo largo de la trayectoria de vuelo y los tiempos programados correspondientes a las mismas;
 una unidad (220) de determinación de localización dispuesta para emitir como salida los datos de localización que definen una localización actual de una aeronave a lo largo de la trayectoria de vuelo predeterminada;
 una unidad (230) de temporizador dispuesta para emitir como salida los datos de tiempo que definen un tiempo actual en el que la aeronave está en la localización actual;
 un procesador (200) dispuesto para recibir los datos de localización y los datos de tiempo, para determinar un tiempo programado a partir de los tiempos programados almacenados en la memoria de trayectoria de vuelo correspondiente a la localización actual, y para calcular una desviación de tiempo entre el tiempo actual y el tiempo programado;
 una pantalla (100) dispuesta para visualizar la desviación (310) de tiempo;
 una unidad (240) de determinación de velocidad respecto al suelo dispuesta para emitir como salida los datos de velocidad respecto al suelo que definen una velocidad respecto al suelo actual medida de la aeronave, y los datos de derrota que definen una derrota medida de la aeronave; y
 unos sensores (250) de aeronave dispuestos para emitir como salida los datos de velocidad aérea que definen una velocidad aérea actual medida de la aeronave, y los datos de rumbo que definen una velocidad aérea actual medida de la aeronave,

caracterizado por que:

el sistema está dispuesto para proporcionar una velocidad respecto al suelo deseada;
 el procesador (200) está dispuesto además para recibir los datos de velocidad respecto al suelo y para calcular un desviación (320) de velocidad respecto al suelo entre la velocidad respecto al suelo actual medida y la velocidad respecto al suelo deseada correspondiente a la localización actual;
 la pantalla (100) está dispuesta además para visualizar la desviación (320) de velocidad respecto al suelo;
 la aeronave tiene una velocidad aérea operativa mínima definida;
 el procesador (200) está dispuesto además para recibir los datos de velocidad aérea procedentes del sensor de velocidad aérea, los datos de velocidad respecto al suelo y los datos de derrota procedentes de la unidad de determinación de velocidad respecto al suelo, y los datos de rumbo procedentes del sensor de rumbo;
 el procesador (200) está dispuesto además para calcular una desviación (324) de velocidad respecto al suelo mínima admisible en base a la velocidad aérea operativa mínima definida, los datos de velocidad aérea, los

datos de velocidad respecto al suelo, los datos de rumbo, y los datos de derrota; y la pantalla (100) está dispuesta además para visualizar la desviación (324) de velocidad respecto al suelo mínima admisible.

5 8. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 6 o la reivindicación 7, donde:

la memoria (210) de almacenamiento de trayectoria de vuelo está dispuesta para almacenar las velocidades respecto al suelo programadas correspondientes a las localizaciones especificadas a lo largo de la trayectoria de vuelo; y

10 la velocidad respecto al suelo deseada es una velocidad respecto al suelo programada correspondiente a la localización actual.

9. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 6 o la reivindicación 7, donde:

15 el procesador (100) está dispuesto además para calcular las velocidades respecto al suelo programadas correspondientes a las localizaciones especificadas a lo largo de la trayectoria de vuelo, en base a las localizaciones especificadas a lo largo de la trayectoria de vuelo y los tiempos programados correspondientes a las mismas; y

20 la velocidad respecto al suelo deseada es una velocidad respecto al suelo programada correspondiente a la localización actual.

10. Un sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, donde la pantalla está dispuesta además para visualizar la velocidad respecto al suelo programada.

25 11. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 6, donde:

la aeronave tiene una velocidad aérea de maniobra mínima definida;

el procesador (100) está dispuesto además para calcular una desviación (324) de velocidad respecto al suelo mínima admisible en base a la velocidad aérea de maniobra mínima definida, los datos de velocidad aérea, los datos de velocidad respecto al suelo, los datos de rumbo, y los datos de derrota; y

30 la pantalla está dispuesta además para visualizar la desviación (324) de velocidad respecto al suelo mínima admisible.

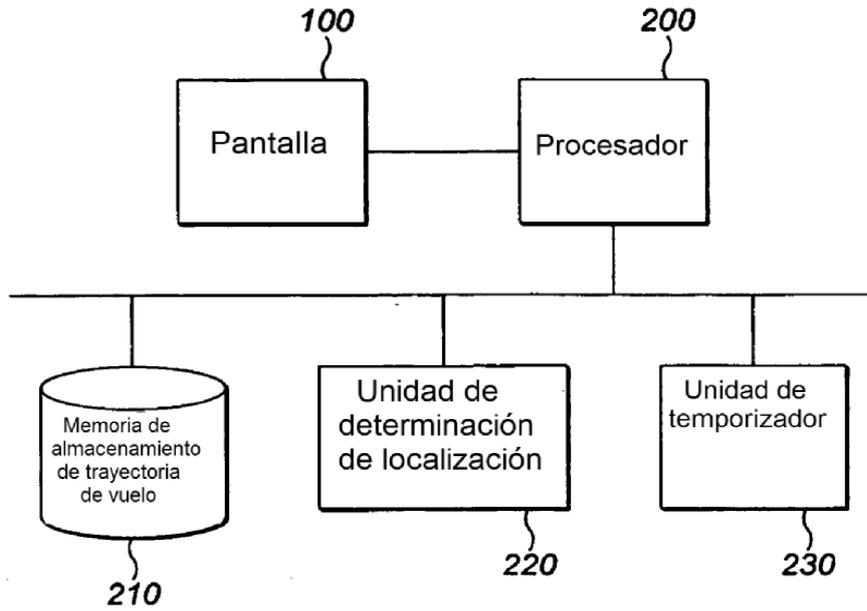


FIG. 1

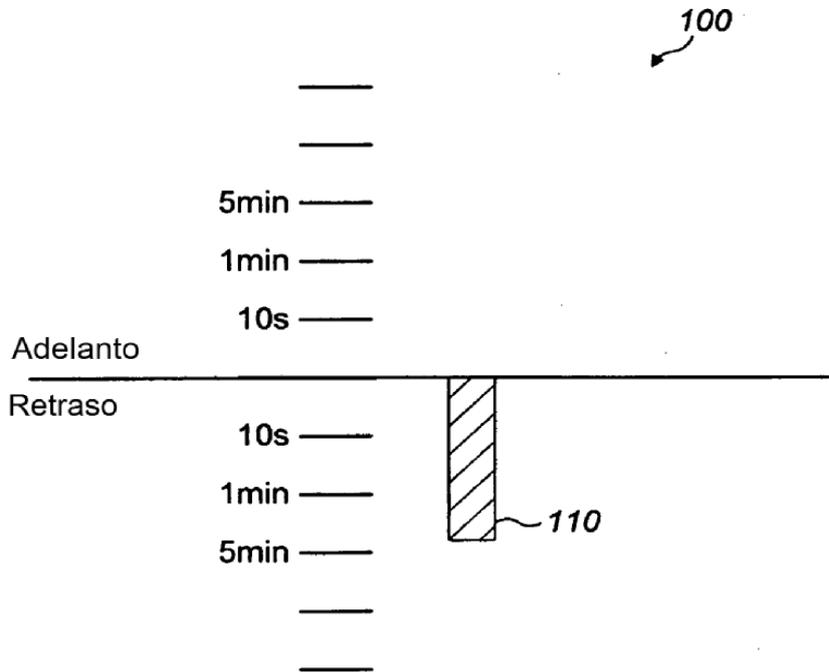


FIG. 2

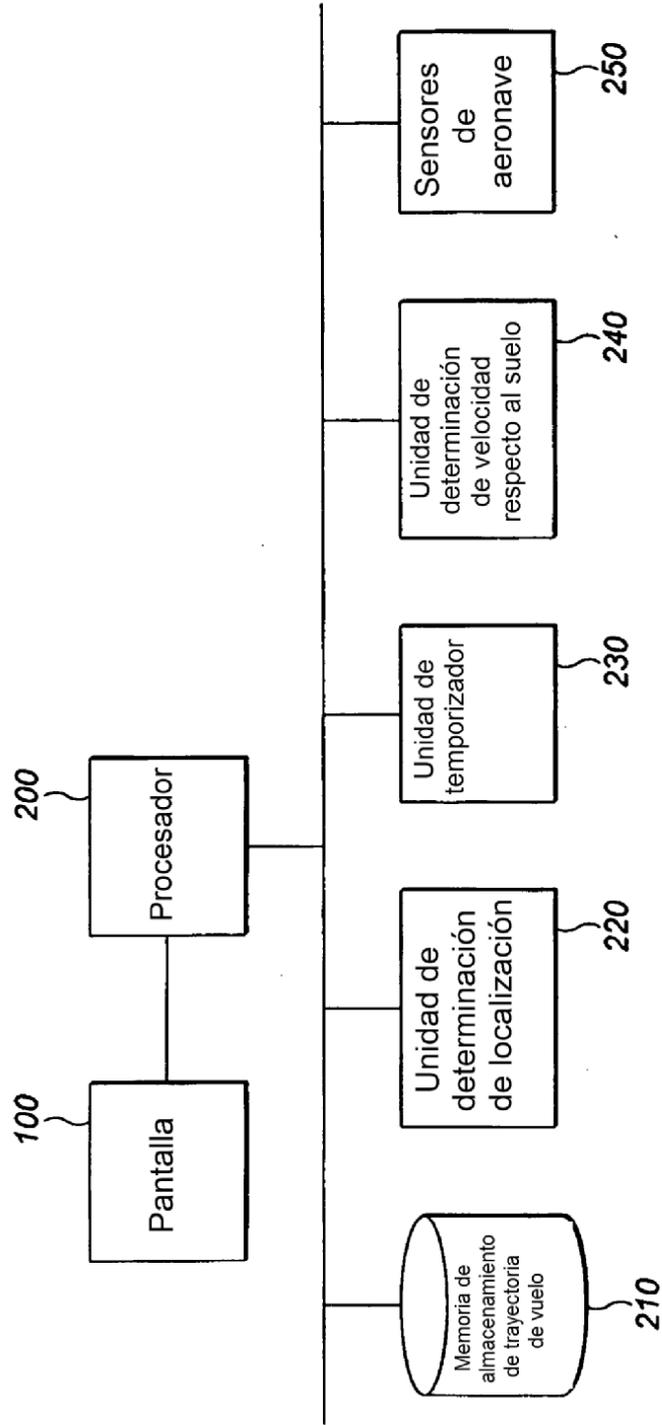


FIG. 3

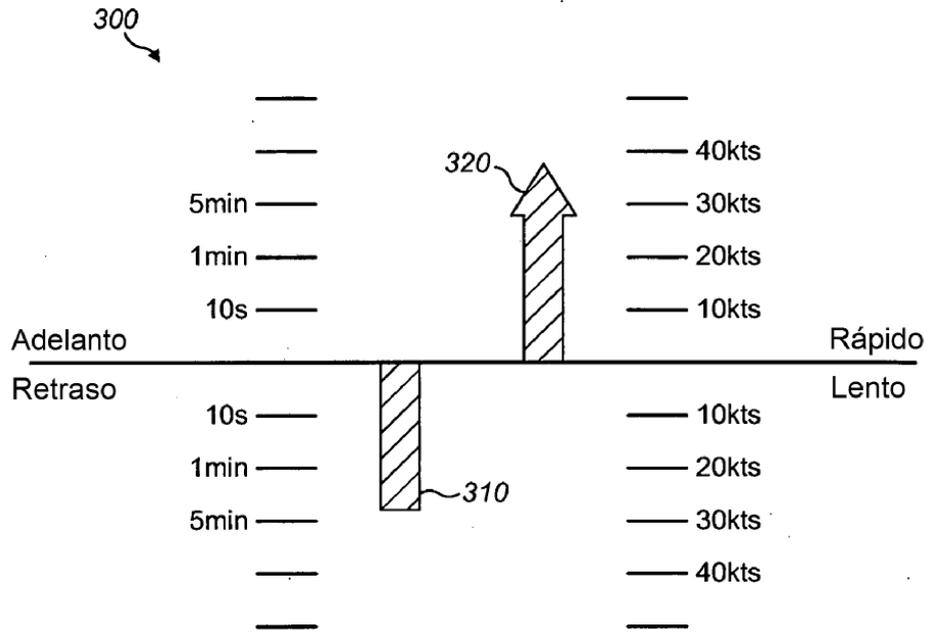


FIG. 4

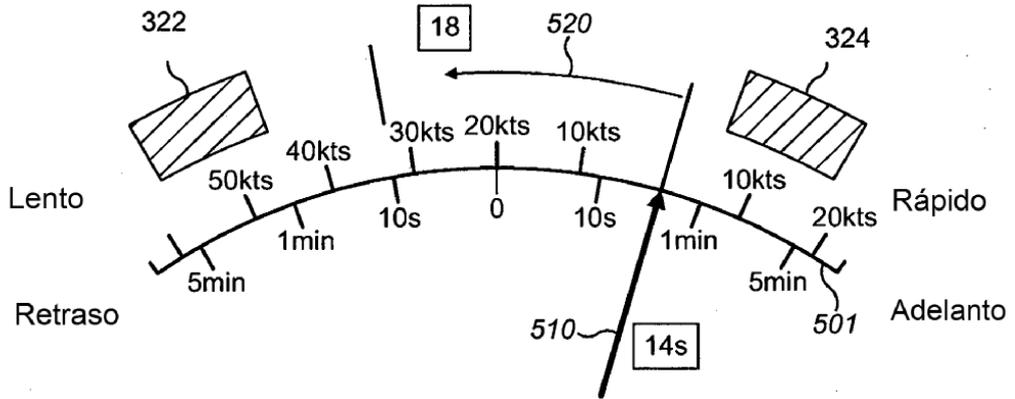


FIG. 5