



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 359 518**

51 Int. Cl.:  
**B64D 43/00** (2006.01)  
**G01C 23/00** (2006.01)  
**G01D 7/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07076060 .8**  
96 Fecha de presentación : **07.12.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1930239**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **11.06.2008**

54 Título: **Procedimiento y aparato para indicar el estado de funcionamiento de un motor de aviación.**

30 Prioridad: **07.12.2006 US 635418**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**24.05.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**24.05.2011**

73 Titular/es: **THE BOEING COMPANY**  
**100 North Riverside Plaza**  
**Chicago, Illinois 60606-2016, US**

72 Inventor/es: **Clark, Samuel T.;**  
**Houck, Andrew W.;**  
**Sikora, Joseph A. y**  
**Bowe, Roglenda, R.**

74 Agente: **Arias Sanz, Juan**

ES 2 359 518 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

Procedimiento y aparato para indicar el estado de funcionamiento de un motor de aviación

5 **Campo técnico**

La presente exposición se refiere en general a un procedimiento y un sistema para indicar características de motores de aviación, como el estado de funcionamiento de los motores, a la tripulación de vuelo del avión.

10 **Antecedentes**

15 Los modernos visualizadores de cabina de vuelo de motores de aviación incluyen típicamente pantallas de visualización computarizadas dedicadas a presentar información del estado del motor. Estas pantallas de visualización típicamente presentan a los pilotos datos del motor que indican los valores de una diversidad de parámetros de funcionamiento del motor. Por ejemplo, las pantallas de visualización pueden presentar una visualización primaria del motor (mostrada en la FIG. 1) y una visualización secundaria del motor (mostrada en la FIG. 2).

20 La visualización primaria del motor puede presentar datos de parámetros del motor de primer nivel, como la visualización de relación de presión de escape (EPR) 30, la visualización de velocidad del ventilador (N1) 32, y la visualización de temperatura de los gases de escape (EGT) 34. La visualización primaria del motor puede incluir múltiples conjuntos de visualizaciones (en la FIG. 1 se muestran 2), un conjunto para cada motor de la aeronave.

25 La visualización secundaria del motor puede incluir información correspondiente a otros parámetros de funcionamiento del motor. Por ejemplo, la visualización secundaria del motor mostrada en la FIG. 2 puede incluir la visualización de velocidad de rotación del eje de la turbina (N2) 36, la visualización de flujo de combustible 38, la visualización de presión de aceite 40, la visualización de temperatura de aceite 42, la visualización de cantidad de aceite 44, y la visualización de vibración del motor 46.

30 Una característica asociada a los enfoques precedentes para visualizar datos del motor es que el piloto u otro miembro de la tripulación que maneja la aeronave debe poder monitorizar/ver los datos rápida y fácilmente, integrar e interpretar los datos, y determinar si los datos garantizan la apreciación o la acción de la tripulación. Si se requiere una acción, en muchos casos, el piloto debe determinar qué acción es la más apropiada para las circunstancias.

35 Las tareas fundamentales de la tripulación son pilotar, navegar y comunicar. Las tareas de monitorización, detección e interpretación relacionadas con los sistemas del avión deberían minimizarse. La interfaz con los sistemas del avión debe ser sencilla y destacada. Durante el arranque del motor o la recuperación de una condición por debajo del ralentí, la tripulación debe monitorizar, detectar e interpretar el arranque del motor o el progreso de la recuperación (por ejemplo, recuperación/no recuperación), los modos y submodos de automatización (por ejemplo, automático, semiautomático, autoarranque, reencendido automático, teniendo en cuenta diversas condiciones anómalas), y el estado del motor (por ejemplo, extinción de llama, por debajo del ralentí, rodado sin encendido, en marcha). Actualmente, no está previsto ningún medio explícito o fácil para ayudar a la tripulación en la determinación de los modos y submodos de automatización, si el arranque/recuperación del motor está progresando normalmente, o cuánto durará probablemente el arranque/recuperación. Las tareas resultantes de monitorización, detección e interpretación de la tripulación introducirán carga de trabajo de la tripulación y errores potenciales. La tripulación puede interrumpir y retrasar inapropiadamente, o terminar el arranque del motor. A la inversa, puede que la tripulación no intervenga, cuando sea necesario, de manera oportuna. Bajo algunas circunstancias el piloto puede tener que monitorizar e interpretar si está desarrollándose un arranque del motor usando cualquier dato/información de que se disponga. Deben encontrarse y desarrollarse modos de proporcionar nueva información dentro del contexto del paradigma existente de indicaciones del motor.

50 Las soluciones anteriores implican tareas de monitorización, detección, interpretación o integración de la tripulación. Además, no se ha proporcionado indicación explícita de parámetros del motor de la velocidad objetivo de marcha al ralentí o el estado por debajo del ralentí/de marcha del motor. La velocidad objetivo de marcha al ralentí es la velocidad del núcleo del motor por debajo de la cual el motor se considera por debajo del ralentí. La velocidad objetivo de marcha al ralentí es la velocidad del núcleo del motor a y por encima de la cual el motor se considera en marcha, puede aceptar cargas eléctricas y otras cargas, y puede generar empuje útil controlable por la tripulación. Este valor de parámetro varía como una función de la altitud, la temperatura y otros factores como la marca y el modelo del motor. Por consiguiente, la tripulación debe conocer, recordar y típicamente estimar el valor de parámetro del motor al que el motor estará marchando, y/o desviar tiempo y esfuerzo para verificar que el motor está en marcha - a menudo en una situación de elevada carga de trabajo o crítica en cuanto a tiempo.

60 Se proporciona una visualización de la técnica anterior por el documento US 5.668.542 A.

Existe una necesidad de un sistema y un procedimiento para implementar información/indicaciones explícitas, fiables y significativas del arranque/recuperación del motor que apoyen a la toma de decisiones de la tripulación por toda la gama

de regímenes de arranque/recuperación del motor y las posibles averías/anomalías del motor.

### Resumen de la invención

5 Una o más realizaciones de la presente invención proporcionan nueva información de arranque para complementar el paradigma existente de indicaciones del motor. Durante el arranque del motor o la recuperación de una condición por debajo del ralentí, actualmente la tripulación debe monitorizar, detectar e interpretar cambios de indicaciones de parámetros del motor para determinar si el arranque/recuperación del motor está progresando aceptablemente, estimar cuánto durará probablemente el arranque/recuperación del motor, y determinar cuándo está en marcha el motor. Las tareas de monitorización y detección aumentan la carga de trabajo de la tripulación y desvían la atención de la tripulación de la tarea principal de pilotar y controlar el curso de la aeronave. Las principales responsabilidades de la tripulación, los niveles crecientes y la sofisticación de la automatización del motor diseñada para optimizar el arranque/la recuperación/el funcionamiento de motor, la amplia gama de posibles condiciones y circunstancias de funcionamiento, y la falta de indicaciones colocadas explícitas de automatización y estado del motor, a veces dificultan la interpretación correcta/exacta de las indicaciones del motor por parte de la tripulación.

Una o más realizaciones de la presente invención apoyan la apreciación de la tripulación y la toma de decisiones relacionada con la respuesta de intervención/no intervención proporcionando información/indicaciones que ayudan explícita o implícitamente a la tripulación a determinar inmediata, fácil y rápidamente, de un vistazo, el progreso del arranque/recuperación del motor, el modo de automatización del motor, y el estado de funcionamiento (por ejemplo, por debajo del ralentí o en marcha) de un motor de aviación. Opcionalmente, puede proporcionarse información/indicaciones que también ayuden a la tripulación a determinar inmediata, fácil y rápidamente, de un vistazo, cuánto tardará probablemente el arranque/recuperación del motor. Las realizaciones de la invención también pueden tener aplicación en situaciones en las que la velocidad del motor de aviación disminuye anómalamente hacia una velocidad objetivo de marcha al ralentí o para alguna otra condición anómala como la discrepancia entre el empuje ordenado y el indicado.

En la reivindicación 1 se desvela un procedimiento según la presente invención.

En la reivindicación 9 se desvela el sistema correspondiente.

Otras realizaciones de la invención se desvelan y reivindican más adelante.

### Breve descripción de los dibujos

35 La FIG. 1 es un dibujo que ilustra indicaciones principales típicas del motor para una pantalla de cabina de vuelo conocida.

La FIG. 2 es un dibujo que ilustra indicaciones secundarias típicas del motor para una pantalla de cabina de vuelo conocida.

40 La FIG. 3 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema conocido para visualizar información/indicaciones de un motor de aviación.

45 La FIG. 4 es un dibujo que ilustra una visualización para presentar información/indicaciones de arranque/recuperación de un motor de aviación de acuerdo con una realización de la invención.

Las FIGS. 5-7 son dibujos que ilustran visualizaciones para presentar información/indicaciones de arranque/recuperación de un motor de aviación de acuerdo con realizaciones adicionales de la invención.

50 A continuación se hará referencia a los dibujos en los que elementos similares de diferentes dibujos llevan los mismos números de referencia.

### Descripción detallada de la invención

55 La presente exposición describe un procedimiento y un sistema para visualizar características de motores de aviación. Muchos detalles específicos de ciertas realizaciones de la invención se exponen en la siguiente descripción y en las FIGS. 4-7 para proporcionar una perfecta comprensión de estas realizaciones.

60 La Fig. 3 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra un sistema 10 que visualiza el estado de uno o más motores de aviación para visualización por la tripulación de la aeronave. El sistema 10 comprende un ordenador 12 que tiene uno o más dispositivos de entrada/salida 14, un procesador 16, una memoria 18, y una unidad de visualización 20. En otras realizaciones, las funciones llevadas a cabo por el sistema 10 pueden estar distribuidas por una pluralidad de ordenadores o plataformas de procesamiento. Los dispositivos de entrada/salida 14 pueden recibir señales que corresponden a señales de automatización y parámetros de funcionamiento del motor 22, y, opcionalmente, señales de entrada de la tripulación

24, y sensores y entradas ambientales y de sistemas de la aeronave 25. El procesador 16 puede determinar el estado de funcionamiento de cada motor, basándose al menos en parte en una o más de las señales de automatización o parámetros de funcionamiento del motor 22. El procesador 16 puede entonces dirigir la visualización de un icono en la unidad de visualización 20 que indique cualitativa o cuantitativamente el estado de funcionamiento del motor (proporciona apreciación de la tripulación). El procesador 16 puede dirigir opcionalmente la visualización de un icono en la unidad de visualización 20 que indique explícita o implícitamente al piloto (a) si se requiere una acción y, si es así, (b) qué acción sería.

En una realización, el ordenador 12 puede ser similar en general a los ordenadores de aviónica existentes, pero puede ser programado y/o configurado para llevar a cabo los procedimientos precedentes. Por ejemplo, el ordenador 12 puede incluir un ordenador controlador de motor (control electrónico de motor o FADEC) y/o un ordenador de visualización de la aeronave. En cualquiera de estas realizaciones, uno o más de los dispositivos de entrada/salida 14 puede configurarse para recibir las señales de parámetros de funcionamiento del motor 22 directamente de los motores de la aeronave y/o de ordenadores o procesadores intermedios. Uno o más de los dispositivos de entrada/salida 14 puede configurarse para recibir las señales de entrada de la tripulación 24 y, por consiguiente, puede incluir un teclado numérico, una alfombrilla de ratón, una pantalla táctil, conmutadores, palancas de control, u otro de tales dispositivos. Las señales de entrada de la tripulación 24 pueden usarse para adaptar ciertos aspectos a la manera en que la información se presenta en la unidad de visualización 20, o para obtener información adicional, sin afectar al contenido de la información. Uno o más de los dispositivos de entrada/salida 14 también puede configurarse para acceder a un medio legible por ordenador (como un CD, disquete o dispositivo de memoria USB). Las direcciones para llevar a cabo procedimientos de acuerdo con diversas realizaciones de la presente invención pueden transferirse de o almacenarse en tales medios, y/o almacenarse en la memoria 18. La unidad de visualización 20 en la que se presenta la información puede incluir una pantalla CRT, una pantalla LCD, o cualquier otro dispositivo que esté configurado para presentar visualmente a la tripulación información relacionada con el motor.

Típicamente, la velocidad del núcleo, es decir,  $N_2$  en los motores General Electric (GE) y Pratt & Whitney (PW), y  $N_3$  en los motores Rolls Royce (RR), es un valor normalizado. La velocidad objetivo de marcha al ralentí es la velocidad del núcleo mínima a la que el estado de funcionamiento del motor no es una condición por debajo del ralentí. La velocidad objetivo de marcha al ralentí varía de motor a motor, y también varía como una función de las condiciones de funcionamiento para un motor/una aeronave particular. Más específicamente, el valor del parámetro de velocidad objetivo de marcha al ralentí varía como una función de la altitud, la presión, la temperatura y otros factores como la marca y el modelo del motor.

De acuerdo con diversas realizaciones de la presente invención, la velocidad del núcleo actual y la velocidad objetivo de marcha al ralentí de un motor de aviación en funcionamiento se calculan mediante un procesador local (no mostrado en la FIG. 3) y se envían al procesador 16 a través de los dispositivos de entrada/salida 14. Siempre que la velocidad del núcleo actual del motor de aviación es inferior a su velocidad objetivo de marcha al ralentí, el procesador 16 hace que la unidad de visualización 20 visualice símbolos que indican esa condición. En otras realizaciones, la información/indicación de automatización y estado del motor puede visualizarse en momentos en los que la velocidad del núcleo actual del motor de aviación está en o por encima de su velocidad objetivo de marcha al ralentí.

De una manera convencional, mientras el motor de aviación está funcionando, el procesador 16 controla la unidad de visualización 20 para visualizar un primer indicador que representa la velocidad del núcleo actual calculada. En caso de que el modo de funcionamiento del motor de aviación esté en una condición por debajo del ralentí, el procesador 16 también controla la unidad de visualización 20 para visualizar un segundo indicador que representa la velocidad objetivo de marcha al ralentí del motor de aviación. En el caso en que los indicadores son símbolos gráficos, el primer y segundo indicadores se colocan en una relación espacial que indica que la velocidad del núcleo actual del motor de aviación es inferior a su velocidad objetivo de marcha al ralentí. En el caso en que los indicadores son símbolos numéricos, el valor numérico del primer indicador que indica la velocidad del núcleo actual del motor de aviación será inferior al valor numérico del segundo indicador que indica la velocidad objetivo de marcha al ralentí. Preferentemente, el primer y el segundo indicadores deberían estar colocados y diferenciados adecuadamente – el real del objetivo. Opcionalmente, el segundo indicador no se visualiza cuando la velocidad del núcleo actual es mayor que la velocidad objetivo de marcha al ralentí excepto cuando están presentes ciertas condiciones anómalas, como que la velocidad del motor de aviación disminuye anómalamente hacia la velocidad objetivo de marcha al ralentí o como cuando existe discrepancia entre el empuje ordenado y el indicado.

De acuerdo con una realización de la invención, la información tanto gráfica como alfanumérica del arranque/recuperación del motor está integrada con la visualización de la velocidad del núcleo del motor ( $N_2$  en motores GE y PW, y  $N_3$  en motores RR). La velocidad objetivo de marcha al ralentí se visualiza gráficamente sobre una escala de dial redondo, y se visualiza numéricamente encima de la visualización numérica de velocidad del núcleo existente. Una flecha dinámica con longitud basada en la aceleración o deceleración de la velocidad del núcleo visualiza la velocidad del núcleo predicha en algún periodo de tiempo (por ejemplo, 15 ó 30 segundos). Además, puede visualizarse información de estado del motor y modo de automatización de arranque/recuperación del motor. En otras realizaciones, la información gráfica y alfanumérica de arranque/recuperación del motor puede integrarse con otros parámetros del motor o implementarse por

separado.

La FIG. 4 ilustra una visualización adecuada para presentación en el dispositivo de visualización 20 (véase la FIG. 3) de acuerdo con una realización de la invención. Los números 2, 4, 6 y 8 de la FIG. 4 se refieren a información/indicaciones propuestas de arranque/recuperación del motor de acuerdo con esta realización. Estas indicaciones pueden usarse solas o en combinaciones.

En la realización mostrada en la FIG. 4, una marca graduada 2 en una escala de dial redondo 50 proporciona una indicación gráfica de la velocidad objetivo de marcha al ralentí. Este valor numérico se sitúa en el contexto de la indicación gráfica actual y general de la velocidad del núcleo del motor. La velocidad del núcleo actual está indicada por el indicador gráfico 52 en la FIG. 4. En una implementación, la marca graduada 2 es de color verde. Obsérvese que pueden usarse diferentes colores de indicación (por ejemplo, blanco) para asegurar la codificación contextual coherente, para asegurar la notoriedad, para correlacionar con otras indicaciones/anuncios, o para otros propósitos. La funcionalidad se produce por el uso de velocidad objetivo de marcha al ralentí detectada o inferida y calculada o predefinida.

La visualización vista en la FIG. 4 también tiene una indicación numérica 4 que corresponde a la indicación gráfica 2 de la velocidad objetivo de marcha al ralentí. Este valor numérico 4 está colocado encima de la indicación numérica 54 de la velocidad del núcleo actual. De nuevo, pueden usarse diferentes colores de indicación (por ejemplo, blanco) para asegurar la codificación contextual coherente, para asegurar la notoriedad, para correlacionar con otras indicaciones/anuncios, o para otros propósitos. También de nuevo, la funcionalidad se produce por el uso de velocidad objetivo de marcha al ralentí detectada o inferida y calculada o predefinida.

La visualización vista en la FIG. 4 también tiene una flecha blanca creciente/decreciente dinámicamente 6 que es generalmente paralela a una tangente a la escala de dial redondo 50 en el lugar donde el indicador gráfico de velocidad del núcleo actual 52 se cruza con la escala de dial redondo. La dirección de la flecha indica si la velocidad del núcleo está acelerando o decelerando. La longitud de la flecha está basada en la magnitud de la aceleración o deceleración de la velocidad del núcleo y visualiza la velocidad del núcleo predicha en algún momento futuro (por ejemplo, 3, 5, 10, 15 ó 30 segundos). De nuevo, pueden usarse diferentes colores de indicación (por ejemplo, verde) para asegurar la codificación contextual coherente, para asegurar la notoriedad, para correlacionar con otras indicaciones/anuncios, o para otros propósitos. La funcionalidad se produce por el uso de la aceleración/deceleración del motor detectada o inferida y calculada utilizada por un filtro de primer orden y un algoritmo de ganancia. En una realización alternativa, la flecha puede ser curvada y concéntrica con el dial redondo.

La flecha indica la  $N_2$  predicha en algún intervalo predeterminado (por ejemplo, 10 segundos) basada en la aceleración o deceleración del motor. En una posible implementación, una flecha de longitud fija mínima, de longitud aproximadamente el 5% de  $N_2$ , se visualiza para algún nivel mínimo de aceleración, por ejemplo, en algún lugar entre el 0,05 y el 5% de  $N_2/s$ . La flecha se quita cuando la aceleración disminuye a cero o cerca de cero. La flecha se visualiza para una deceleración mayor que aproximadamente el 0,5% de  $N_2/s$ . La flecha se quita cuando la deceleración es  $< 0,45\%$  de  $N_2/s$ . En esta implementación, la visualización está sesgada para mostrar niveles muy pequeños de aceleración positiva del motor (recuperación), y no visualiza niveles relativamente pequeños de deceleración. Tales implementaciones están diseñadas típicamente para promover la correcta respuesta del piloto, es decir, para prevenir la intervención no deseada del piloto y permitir que la automatización intente o complete la recuperación.

Como es bien sabido, cada motor de aviación moderno está controlado por un sistema de control electrónico de motor (EEC). Autoarranque es una función dentro del EEC que controla el arranque del motor. Para arrancar el motor, la tripulación típicamente selecciona un conmutador de arranque en "conectado" o "arranque", espera que el motor ruede sin encendido/gire/acelere hasta alguna velocidad mínima, luego selecciona un conmutador de control de combustible en "conectado" o "marcha" para permitir que fluya combustible al motor. Típicamente, hay un conmutador de arranque respectivo y un conmutador de control de combustible respectivo para cada motor. Poner el conmutador de control de combustible en encendido típicamente activa la función de autoarranque.

El panel de visualización desvelado en este documento también puede incluir información/indicaciones alfanuméricas de estado del motor y modo de automatización de arranque/recuperación del motor. La información alfanumérica visualizada puede incluir modo(s) de automatización actual, temporizadores de cuenta atrás que indican el tiempo estimado hasta que esté en marcha, acomodación de automatización, o retardo inducido por automatización. La FIG. 4 muestra un campo 8 donde puede visualizarse información de modo. Las indicaciones de modo codificadas por color están pensadas para proporcionar apreciación de uno o más de lo siguiente: (1) modo de automatización, por ejemplo, AUTOARRANQUE, REENCENDIDO AUTOMÁTICO, RODADO SIN ENCENDIDO, ENCENDIDO, etc. (en texto (de información) blanco); (2) procedimiento o progreso de arranque/recuperación del motor, por ejemplo, 1:40 RESTANTE, RETARDO :30; ABORTAR, IMPOSIBLE VOLVER A ARRANCAR, etc. (en texto (de información) blanco); y (3) estado del motor, por ejemplo, APAGADO (blanco), EN MARCHA (verde), FALLO DE MOTOR (texto en ámbar relacionado con condición no normal). La intención de esto no es ser una lista completa. Pueden usarse diferentes colores de indicación (por ejemplo, verde, blanco, ámbar, rojo, etc.) para asegurar una codificación contextual coherente, para asegurar la notoriedad, para correlacionar con otras indicaciones/anuncios, o para otros propósitos. La funcionalidad se produce por

los modos y estados del motor y la automatización detectados o inferidos, y/o por el uso de la aceleración/deceleración del motor detectada o inferida y calculada utilizada por un filtro de primer orden y un algoritmo de ganancia. En otras realizaciones, la información/indicación del estado del motor y el modo de automatización puede ser gráfica y/o alfanumérica, y puede integrarse con otros parámetros del motor o implementarse por separado.

5 El indicador APAGADO indica que el motor ha sido apagado manualmente. Los conmutadores de control de combustible del cuadrante del acelerador están en posición de corte (corte del flujo de combustible al motor) y la automatización del motor está típicamente inhibida/desactivada.

10 El indicador AUTOARRANQUE (texto blanco) indica que la automatización está en modo de Autoarranque y funcionando par arrancar el motor, es decir, la automatización de arranque del motor está activa y siguiendo la programación para arrancar/recuperar el motor, incluyendo rodado sin encendido del motor entre intentos de arranque. El modo de Autoarranque se inicia típicamente seleccionando un conmutador de Autoarranque del panel de control en "conectado", y seleccionando un conmutador de arranque del motor en "conectado" o "arranque", luego seleccionando el conmutador de control de combustible en "conectado" o "en marcha", o pasando cíclicamente el conmutador de control de combustible a "desconectado" o "corte" y luego a "conectado" o "en marcha". La indicación AUTOARRANQUE se quita cuando la automatización ya no está intentando el arranque del motor. El AUTOARRANQUE se visualiza mientras la aeronave está en tierra durante el arranque normal y en vuelo si el conmutador de control de combustible del motor se pasa cíclicamente de conectado/en marcha a desconectado/corte y de vuelta a conectado/en marcha. En tierra, la automatización de arranque del motor típicamente realizará múltiples intentos de arranque. En vuelo, la automatización de arranque del motor típicamente seguirá intentando volver a arrancar hasta que la tripulación ordene manualmente el apagado del motor.

25 El indicador REENCENDIDO AUTOMÁTICO (texto blanco) indica que el motor ha fallado (se ha ido por debajo del ralentí) y la automatización de Reencendido automático está intentando automáticamente recuperar el motor a la marcha al ralentí. Este indicador se sustituye por la indicación de modo de Autoarranque si el conmutador de control de combustible del motor se pasa cíclicamente de conectado/en marcha a desconectado/corte y de vuelta a conectado/en marcha, permitiendo así típicamente la automatización de Autoarranque. El modo de Reencendido automático típicamente se inicia automáticamente cuando se detecta una extinción de llama del motor en vuelo. La indicación REENCENDIDO AUTOMÁTICO se quita típicamente cuando la automatización ya no está intentando el REENCENDIDO/la recuperación del motor, o cuando se inicia AUTOARRANQUE.

35 El indicador RODADO SIN ENCENDIDO (texto blanco) indica que el flujo de combustible al motor ha sido cortado automática o manualmente, y el arrancador del motor está engranado/girando o "haciendo rodar sin encendido" el motor. El rodado sin encendido ocurre típicamente y se visualiza en tierra al comienzo de cada arranque después de que comienza el rodado sin encendido pero antes de que el control de combustible se seleccione a marcha. El rodado sin encendido también ocurre típicamente después de cada intento de arranque automático, pero en la realización actual se visualiza sólo después del tercer intento de Autoarranque, o cuando se ordena rodado sin encendido manual por parte de la tripulación. Opcionalmente, el indicador de RODADO SIN ENCENDIDO podría visualizarse después de cada intento de arranque automático, o siempre que esté ocurriendo rodado sin encendido.

40 El indicador EN MARCHA (texto verde) se visualiza temporalmente durante algún tiempo predeterminado (por ejemplo, 10 segundos) después de que se alcance la velocidad de marcha al ralentí.

45 En la realización actual, las indicaciones propuestas de arranque/recuperación del motor sólo aparecen cuando un motor está por debajo del ralentí (por debajo de la velocidad de marcha al ralentí). Un motor se va por debajo del ralentí cuando el motor está apagado (desconectado intencionadamente), o ha fallado por alguna razón (por ejemplo, daño, sobrecarga/pérdida, agotamiento de combustible, etc.). Cuando el fallo del motor ocurre al ralentí (por ejemplo, durante el descenso o la aproximación), las indicaciones ayudan a identificar la condición y el motor afectado. Durante el arranque normal, o la recuperación/rearranque desde el fallo, las indicaciones ayudan a la tripulación a determinar si el arranque/recuperación del motor está progresando y a estimar cuánto tardará el arranque/recuperación del motor. Las indicaciones se borran una vez que el motor está en marcha (después del arranque o recuperación del fallo). En otras realizaciones, la información/indicación de automatización y el estado del motor puede visualizarse en momentos en los que la velocidad del núcleo actual del motor de aviación está en o por encima de su velocidad objetivo de marcha al ralentí.

55 La FIG. 5 muestra una parte de una pantalla de visualización que visualiza información/indicaciones de arranque/recuperación del motor de acuerdo con una realización alternativa de la invención. En este ejemplo, el número 55.5 representa de nuevo la velocidad objetivo de marcha al ralentí, que se visualiza directamente encima de la velocidad del núcleo actual 37.6. La flecha 6 indica de nuevo la dirección y magnitud de la aceleración/deceleración de la velocidad del núcleo, proporcionando así una predicción visible de la velocidad del núcleo futura. En lugar de una escala de dial redondo, se usa una escala de barra vertical 56 para representar gráficamente la velocidad del núcleo actual y la velocidad objetivo de marcha al ralentí. El área rellena 58 debajo de la flecha 6 indica la velocidad del núcleo actual. La línea horizontal 2' en la parte superior de la escala de barra vertical 56 indica la velocidad objetivo de marcha al ralentí. La información de estado del motor y modo de automatización puede visualizarse en el campo 8.

La FIG. 6 muestra una parte de una pantalla de visualización que visualiza información/indicaciones de arranque/recuperación del motor de acuerdo con otra realización alternativa de la invención. En este ejemplo, el número 55.5 representa de nuevo la velocidad objetivo de marcha al ralentí, que se visualiza directamente encima de la velocidad del núcleo actual 22.3. La flecha 6 indica de nuevo la dirección y magnitud de la aceleración/deceleración de la velocidad del núcleo, proporcionando así una predicción visible de la velocidad del núcleo futura. En lugar de una escala de barra vertical, se usa una escala de barra horizontal 56' para representar gráficamente la velocidad del núcleo actual y la velocidad objetivo de marcha al ralentí. El área rellena 58 a la izquierda de la flecha 6 indica de nuevo la velocidad del núcleo actual. La línea vertical 2" más a la derecha de la escala de barra horizontal 56' indica la velocidad objetivo de marcha al ralentí. Si se desea, la información de estado del motor y modo de automatización (no mostrada en la FIG. 6) también puede visualizarse en la pantalla.

La FIG. 7 muestra una parte de una pantalla de visualización que visualiza información/indicaciones de arranque/recuperación del motor de acuerdo con una realización alternativa adicional de la invención. En este ejemplo, el número 55.5 representa de nuevo la velocidad objetivo de marcha al ralentí, que se visualiza directamente encima de la velocidad del núcleo actual (48.7 para un motor y 34.2 para el otro motor). La flecha 6 indica la dirección (creciente o decreciente), pero no la magnitud de la aceleración/deceleración de la velocidad del núcleo. En este ejemplo, la pantalla de visualización no incluye indicadores gráficos de velocidad del núcleo actual ni velocidad objetivo de marcha al ralentí en relación con una escala. Más información se visualiza en la pantalla para ambos motores en campos respectivos. En el ejemplo mostrado en la FIG. 7, el estado de un motor es RECUPERÁNDOSE mientras que el estado del otro motor es ARRANCANDO.

De acuerdo con las realizaciones desveladas de la invención, la velocidad objetivo de marcha al ralentí de un motor de aviación puede visualizarse gráfica y/o numéricamente. Además, se visualiza la velocidad del motor predicha. Opcionalmente, también se proporciona información de estado de arranque/recuperación del motor y modo de automatización. La información anteriormente mencionada está diseñada para disminuir las tareas/la carga de trabajo de monitorización, detección e interpretación de la tripulación, y minimizar el potencial de intervención inapropiada o no deseable de la tripulación (interrupción de automatización, apagado del motor, etc.). La acción (o inacción) oportuna y correcta de la tripulación con respecto al arranque, recuperación y re arranque del motor promueve las operaciones seguras y eficientes del avión. Una o más realizaciones de la presente invención tienen el potencial de ahorrar tiempo y dinero a la aerolínea; reduciendo el tiempo relacionado con el arranque/rampa del avión (mediante mayor apreciación/previsibilidad del estado del motor por parte de la tripulación), reduciendo el potencial de apagado inadvertido/innesecario del motor (de un motor en buen estado/no afectado, o un motor de recuperación lenta), y reduciendo los impactos colaterales (inspecciones/mantenimiento no programados del motor, impactos negativos en operación/cualificación de operaciones con bimotores de alcance ampliado, etc.).

Una o más realizaciones de la invención pueden mejorar la apreciación del estado del sistema y el modo de automatización, tiene potencial de mayor eficiencia operacional y reducción de tasa de apagado en vuelo. Tal como se desveló anteriormente, la velocidad objetivo de marcha al ralentí puede visualizarse cuando la velocidad del núcleo actual de una aeronave en funcionamiento es inferior a la velocidad objetivo de marcha al ralentí. Además, o alternativamente, la velocidad objetivo de marcha al ralentí puede visualizarse cuando la velocidad del núcleo actual de una aeronave en funcionamiento está disminuyendo anómalamente hacia la velocidad objetivo de marcha al ralentí o para alguna otra condición anómala como la discrepancia entre el empuje ordenado y el indicado.

Alternativamente o además de indicadores visuales, pueden darse al piloto indicadores auditivos (ya sea tono o voz) por parte del sistema. Los mensajes auditivos pueden generarse usando un generador de tonos o un simulador de voz. Por ejemplo, podría generarse automáticamente un mensaje de voz que anuncie información de arranque/recuperación del motor como la velocidad objetivo de marcha al ralentí y la velocidad del núcleo actual, o la dirección y magnitud de la aceleración/deceleración de la velocidad del núcleo. También puede anunciarse información del estado del motor y el modo de automatización.

En ausencia de lenguaje explícito en cualquier reivindicación del procedimiento que exponga el orden en el que deberían realizarse ciertas etapas, no debería interpretarse que las reivindicaciones del procedimiento requieren que las etapas se realicen en el orden en el que se enumeran.

## REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para comunicar información de un motor de aviación a un piloto, que comprende las siguientes etapas:
- 5 (a) calcular una velocidad del núcleo actual y una tasa de cambio de velocidad de un motor de aviación en funcionamiento (26, 28); y
- (b) generar un primer indicador (52, 54) en una pantalla (20) que indica dicha velocidad del núcleo actual calculada mientras el motor de aviación está funcionando; caracterizado por
- 10 (c) generar un segundo indicador (2, 4) en la pantalla al menos siempre que el estado de funcionamiento del motor de aviación está en una condición por debajo del ralentí, indicando dicho segundo indicador una velocidad objetivo de marcha al ralentí del motor de aviación; y
- (d) generar un tercer indicador (6) en la pantalla que indica la dirección en la que está cambiando la velocidad del núcleo actual, visualizando la velocidad del núcleo predicha en algún momento futuro.
- 15 2. El procedimiento según se recita en la reivindicación 1, en el que dichos primer y segundo indicadores se generan cuando la velocidad del núcleo actual está disminuyendo anómalamente hacia dicha velocidad objetivo de marcha al ralentí.
3. El procedimiento según se recita en la reivindicación 1, en el que dichos primer y segundo indicadores se generan cuando la velocidad del núcleo actual del motor de aviación es mayor que dicha velocidad objetivo de marcha al ralentí y están presentes ciertas condiciones anómalas.
- 20 4. El procedimiento según se recita en la reivindicación 1, 2 ó 3, que además comprende la etapa de visualizar una escala de referencia (50), siendo indicadores gráficos (2, 52) dichos primer y segundo indicadores situados respectivamente a lo largo de dicha escala de referencia.
- 25 5. El procedimiento según se recita en la reivindicación 4, en el que dicha escala de referencia tiene un primer color y dicho segundo indicador tiene un segundo color diferente de dicho primer color.
- 30 6. El procedimiento según se recita en la reivindicación 4, en el que el color o el formato gráfico de dicho segundo indicador cambia cuando la velocidad del núcleo actual ya no es inferior a dicha velocidad objetivo de marcha al ralentí.
7. El procedimiento según se recita en cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que dichos primer y segundo indicadores son numéricos (4, 54).
- 35 8. El procedimiento según se recita en cualquiera de las reivindicaciones 1-7, que además comprende la etapa de generar un cuarto indicador (8) que indica el estado actual del motor o el modo de automatización para arranque, recuperación o funcionamiento del motor.
- 40 9. Un sistema (10) para indicar información de un motor de aviación a bordo de una aeronave, que comprende: un dispositivo indicador (20) que puede controlarse electrónicamente para generar indicadores; y un procesador (16) programado para controlar dicho dispositivo indicador para generar indicadores que indican la velocidad del núcleo actual de un motor de aviación en funcionamiento (26, 28), una velocidad objetivo de marcha al ralentí en respuesta a la recepción de una señal que indica que está presente una condición de funcionamiento predeterminada y la dirección en la que está cambiando la velocidad del núcleo actual, en el que se usa el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-8.
- 45 10. El sistema según se recita en la reivindicación 9, en el que dicha condición de funcionamiento predeterminada es que la velocidad del núcleo actual es inferior a dicha velocidad objetivo de marcha al ralentí.
- 50 11. El sistema según se recita en la reivindicación 9, en el que dicha condición de funcionamiento predeterminada es que la velocidad del núcleo actual está disminuyendo anómalamente hacia dicha velocidad objetivo de marcha al ralentí.
- 55 12. El sistema según se recita en cualquiera de las reivindicaciones 9-11, en el que dicho procesador además está programado para controlar dicho dispositivo indicador para generar un indicador que indica el estado actual del motor o el modo de automatización para arranque, recuperación o funcionamiento del motor.

INDICACIONES PRIMARIAS DEL MOTOR

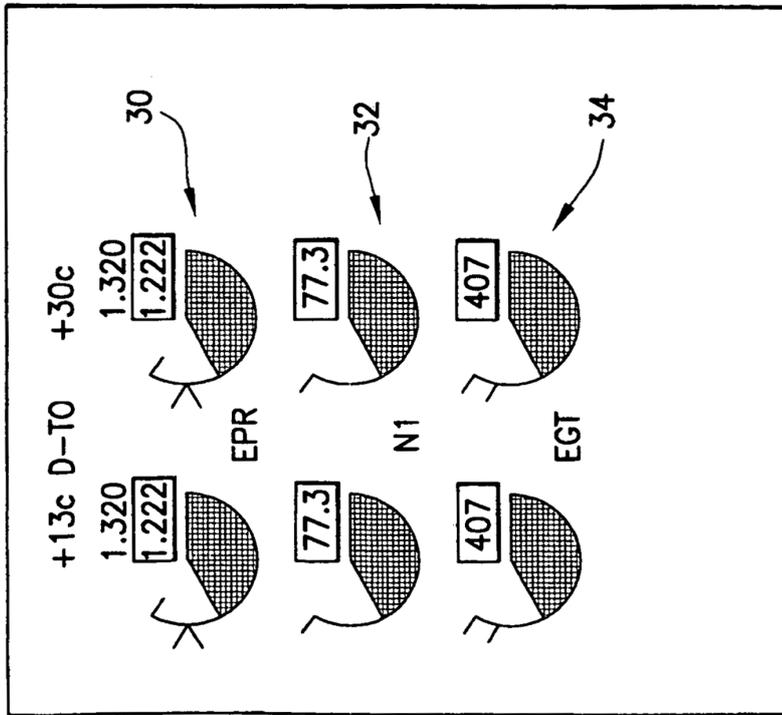


FIG.1

INDICACIONES SECUNDARIAS DEL MOTOR

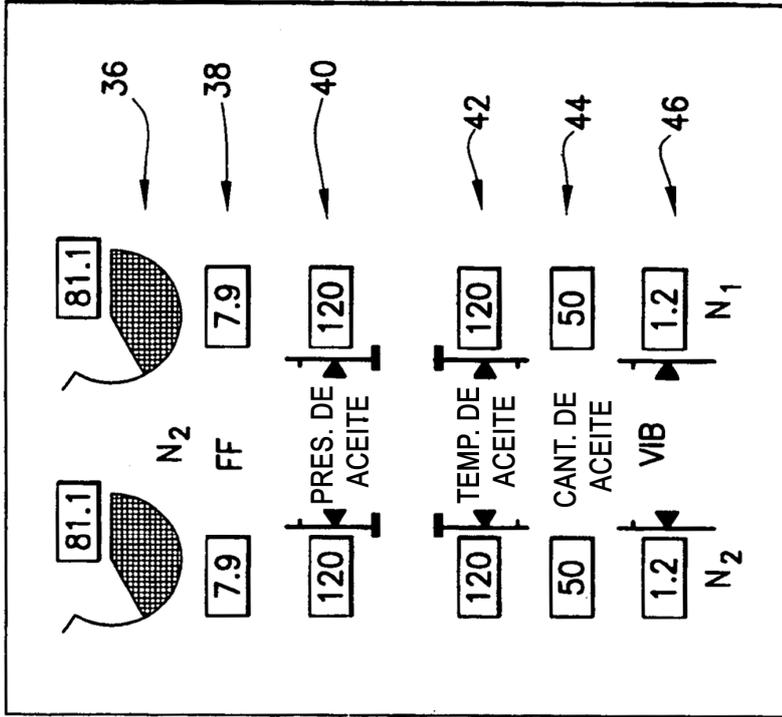


FIG.2

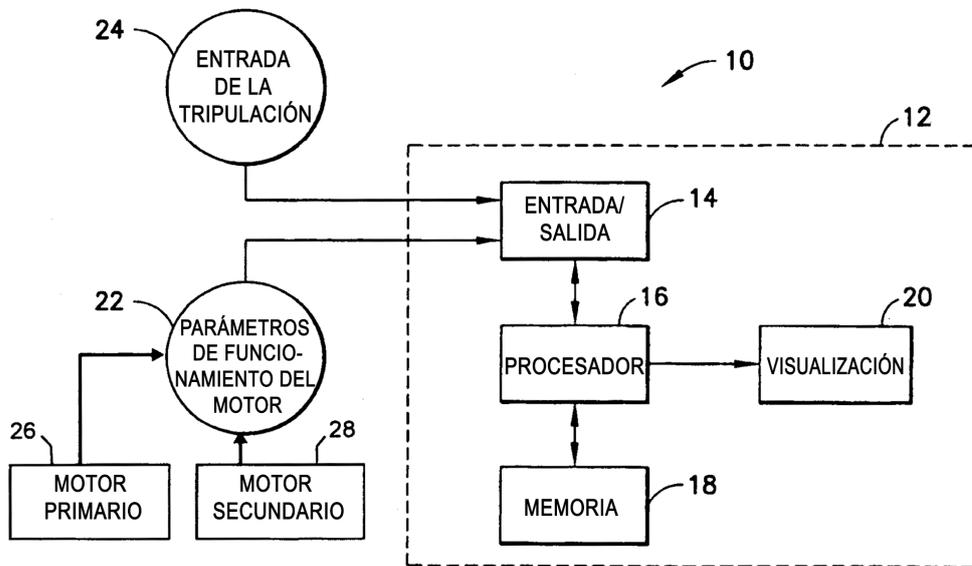


FIG.3

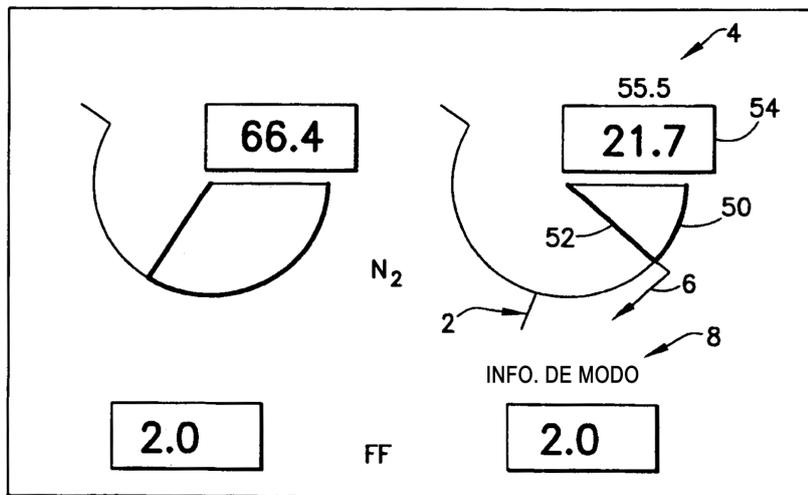


FIG.4

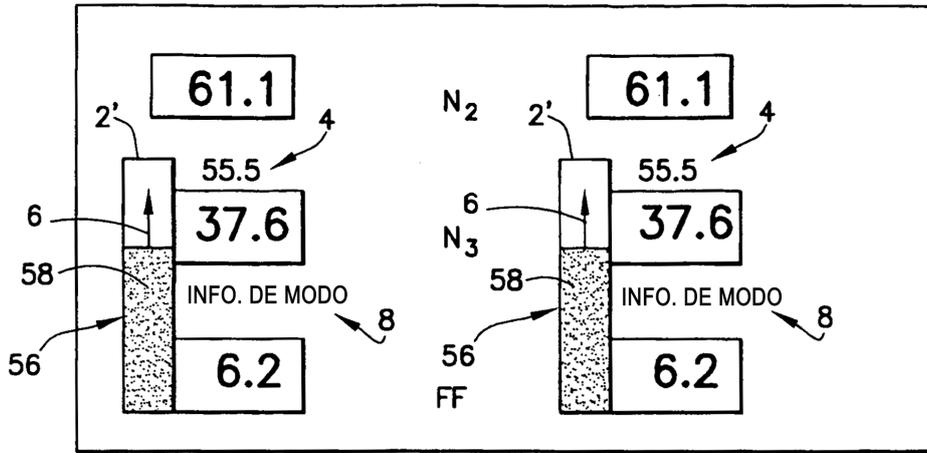


FIG. 5

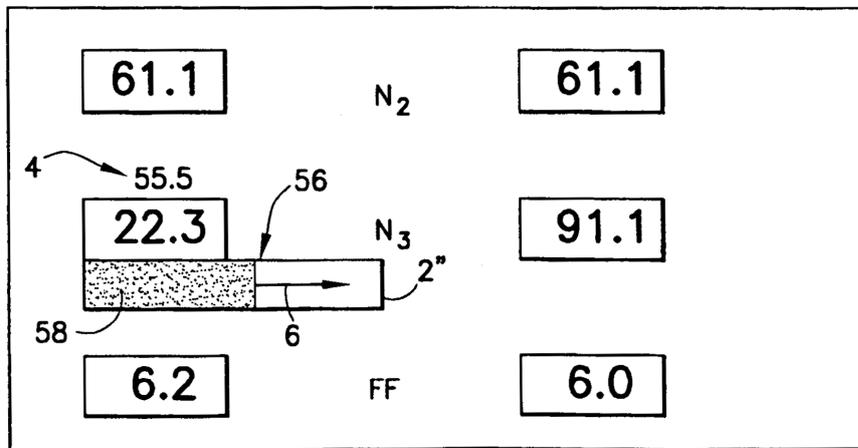


FIG. 6

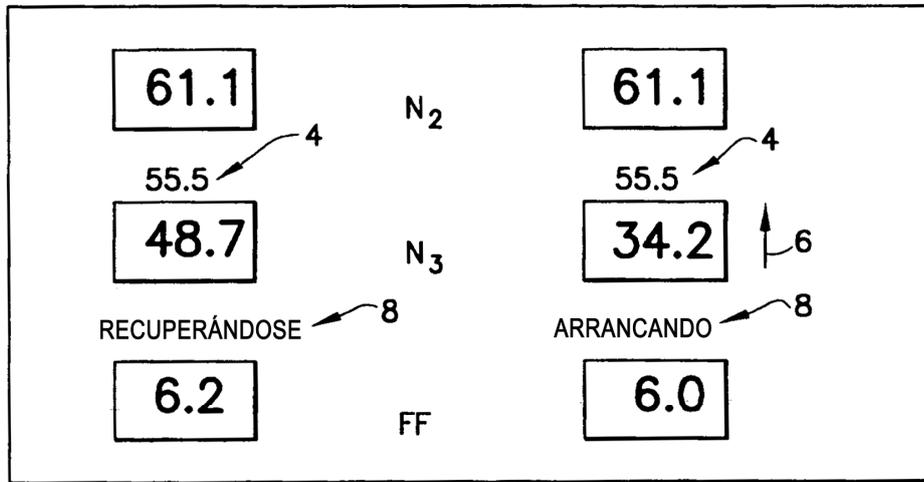


FIG.7