

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 571 942**

51 Int. Cl.:

B64C 25/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.01.2009 E 09250112 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.05.2016 EP 2082956**

54 Título: **Sistema y método de control de tren de aterrizaje activado eléctricamente**

30 Prioridad:

23.01.2008 US 18291

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

27.05.2016

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-1596, US**

72 Inventor/es:

**TROTTER, STEVEN J.;
SUNDQUIST, BETH L. y
ARSLAN, FREDERIC R.**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 571 942 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema y método de control de tren de aterrizaje activado eléctricamente

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere, en general, a sistemas de tren de aterrizaje de una aeronave y, más en particular, a trenes de aterrizaje a controlados eléctricamente.

10 En general, los trenes de aterrizaje de aeronaves convencionales se accionan mecánicamente. En ciertos sistemas de tren de aterrizaje de aeronave anteriores, la secuencia de extensión y retracción del tren de aterrizaje se realiza mecánicamente en función de la posición de unas válvulas conectadas a los engranajes, compuertas y carretillas principales de tren de aterrizaje individuales. Las válvulas dirigen el flujo de fluido hidráulico a los actuadores, para
 15 retraer o extender el tren de aterrizaje y abrir o cerrar las compuertas del tren de aterrizaje, y colocar las carretillas de tren de aterrizaje principales. El fluido hidráulico para accionar estos actuadores se suministra desde un sistema hidráulico central. Tales sistemas de tren de aterrizaje accionados mecánicamente tienden a aumentar el peso de la aeronave, especialmente en aeronaves de pasajeros comerciales a gran escala, ya que se requiere un número significativo de válvulas y de tubos hidráulicos para operar este tipo de sistemas de tren de aterrizaje de accionamiento mecánico. Por lo tanto, es deseable obtener un diseño de sistema de tren de aterrizaje que reduzca
 20 el número de componentes mecánicos necesarios (tales como válvulas), disminuya la cantidad de tubos hidráulicos y de este modo reduzca el peso total de la aeronave.

El documento EP 1739 010 divulga una arquitectura de sistema para gestionar un tren de aterrizaje de aeronave de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, y es adecuada para extender/retraer trenes de aterrizaje auxiliares retráctiles, ruedas de dirección orientables y ruedas de frenado bloqueadas. La arquitectura comprende una red de
 25 comunicación que tiene conectada a la misma actuadores de extensión/retracción, actuadores de dirección, y actuadores de frenado, junto con una o más unidades de control adaptadas para controlar todos los actuadores conectados a las mismas. La arquitectura comprende adicionalmente una primera red de comunicación en estrella y una segunda red de comunicación en estrella. Las unidades de control reciben información de unos concentradores de datos conectados a las redes de comunicación.

Flight Crew Operating Manual for Bombardier Global Express XRS, Rev 41, 8 de julio de 2014, Volumen 2; y Flight Crew Operating Manual for Bombardier Challenger 300, Rev 1, 13 de septiembre de 2004, Volumen 2, describen sistemas de control del tren de aterrizaje y su operación.
 35

Sumario

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un sistema de control de tren de aterrizaje tal como se establece en la reivindicación 1, y un método de operación del sistema de control de tren de aterrizaje de la
 40 reivindicación 1, tal como se establece en la reivindicación 6

Se proporciona un sistema de control de tren de aterrizaje activado eléctricamente. Un módulo de procesamiento del sistema de control de tren de aterrizaje está provisto de un software de sistema de control del tren de aterrizaje, adaptado para recibir datos relativos a la posición de una palanca de tren de aterrizaje. Unos sensores de
 45 proximidad están acoplados para comunicar con el módulo de procesamiento. Los sensores de proximidad proporcionan al software de sistema de control de tren de aterrizaje datos de posición en relación con el tren de aterrizaje. El software de control de tren de aterrizaje está adaptado para convertir en señales de mando los datos recibidos desde la palanca de tren de aterrizaje y los datos recibidos desde los sensores de proximidad. Las señales de mando pueden enviarse a unidades de distribución de energía remotas y a unidades de concentración de datos, para energizar o desenergizar bobinas de solenoide de las válvulas activadas eléctricamente. El sistema de control
 50 de tren de aterrizaje tiene la capacidad controlar electrónicamente las válvulas de control usando una arquitectura de control modular de alta integridad. Esto permite utilizar un conjunto reducido de válvulas de control para reducir al mínimo el peso de la aeronave, y permite utilizar lógica de control para optimizar la secuenciación del tren de aterrizaje para mejorar el rendimiento, capacidad de gestión, integridad y disponibilidad del sistema.

Se proporciona un método de control de tren de aterrizaje de una aeronave. Los datos relativos a la posición de una palanca del tren de aterrizaje se envían a un módulo de procesamiento que cuenta con un software de control del tren de aterrizaje. Los sensores de proximidad están acoplados con el módulo de procesamiento para proporcionar al software de sistema de control de tren de aterrizaje datos de posición relacionados con el tren de aterrizaje. Los
 60 datos recibidos desde la palanca de tren de aterrizaje y los datos de los sensores de proximidad se convierten a señales de mando, para controlar las válvulas activadas eléctricamente del tren de aterrizaje. El método de control de tren de aterrizaje permite ventajosamente la colocación óptima de un conjunto reducido de válvulas de control, para reducir al mínimo el peso de la aeronave, y permite el uso de lógica de control para optimizar la secuenciación del tren de aterrizaje para mejorar el rendimiento del sistema. También puede implementarse una arquitectura de
 65 doble canal para proporcionar un alto nivel de disponibilidad y capacidad de gestión de la aeronave.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es un diagrama de bloques de un sistema de control de tren de aterrizaje ejemplar.

5 Descripción detallada

Se proporciona un sistema de control de tren de aterrizaje de una aeronave. Un módulo de procesamiento del sistema de control de tren de aterrizaje almacena un software de sistema de control de aterrizaje, que recibe datos relativos a la posición de una palanca de tren de aterrizaje. Unos sensores de proximidad en las zonas del tren de aterrizaje y de los alojamientos de rueda de la aeronave están acoplados para comunicar con el módulo de procesamiento, para proporcionar al software de sistema de control de tren de aterrizaje datos de posición relacionados con el tren de aterrizaje. El software de control de tren de aterrizaje convierte los datos recibidos desde la palanca de tren de aterrizaje, y los datos recibidos desde los sensores de proximidad, en señales de mando para controlar las válvulas activadas eléctricamente asociadas con el tren de aterrizaje. Las señales de mando pueden enviarse a una unidad de distribución de energía para proporcionar energía eléctrica para energizar o desenergizar bobinas de solenoide de las válvulas activadas eléctricamente. En particular, las señales de mando también se pueden enviar simultáneamente a una unidad remota de concentración de datos para completar un circuito de energización, en combinación con la unidad de distribución de energía.

Una unidad de concentración de datos de sensor de proximidad supervisa los sensores de proximidad, y comunica la información de estado de sensor al sistema de núcleo común de la aeronave. La unidad de concentración de datos de sensor de proximidad envía la información de estado de sensor a través de un bus de red de área común, para la recepción en una unidad de concentración de datos. Como puede observarse, la unidad de concentración de datos envía la información de estado de sensor a través de buses de red de datos y conmutadores de redes comunes al módulo de procesamiento que almacena el software de sistema de control de tren de aterrizaje. El software de sistema de control de tren de aterrizaje opera como parte del sistema de núcleo común de la aeronave.

El software de sistema de control de tren de aterrizaje supervisa conmutadores eléctricos de la palanca de tren de aterrizaje para que determinen la posición de la palanca de tren de aterrizaje. En un ejemplo, cada uno de los conmutadores eléctricos está acoplado para la comunicación con las respectivas unidades remotas de concentración de datos, en las que las unidades de concentración de datos comunican la posición de cada conmutador eléctrico al software de sistema de control de tren de aterrizaje. Según se proporciona en el presente documento, se puede implementar un par de subsistemas redundantes que tengan una arquitectura de doble canal como parte del sistema de control de tren de aterrizaje.

Con referencia a la Fig. 1, se muestra un diagrama de bloques que proporciona una representación funcional de un sistema de control del tren de aterrizaje ejemplar. En este ejemplo, una palanca de tren de aterrizaje situada en la cubierta de vuelo puede estar provista de diversos conmutadores eléctricos. Por ejemplo, la palanca de tren de aterrizaje puede tener unos conmutadores eléctricos triples redundantes (no mostrados) que el sistema de control de tren de aterrizaje use para determinar la posición de la palanca de tren de aterrizaje. Un software de sistema de control de tren de aterrizaje supervisa estos conmutadores en relación a las posiciones hacia arriba y hacia abajo de la palanca, para determinar mandos de pilotaje. Los conmutadores eléctricos están acoplados a una unidad de concentración de datos remota. Por ejemplo, cada uno de los tres pares de conmutadores de posición elevada y descendida pueden estar cableados, o conectados de otro modo, para la comunicación con una correspondiente unidad 16A, 16B, 16C de concentración de datos remota. Los concentradores 16A, 16B, 16C de datos remotos, en este ejemplo, comunican la posición de cada par de conmutadores al software de sistema de control de tren de aterrizaje. Un concentrador de datos remoto proporciona procesamiento de entrada/salida (E/S) y consolidación de datos, para reducir al mínimo las extensiones de cable en la aeronave. Los datos analógicos se convierten en datos digitales, y se transmiten a su función alojada a través de una red de datos común. Adicionalmente, las unidades 16 de concentración de datos remotas proporcionan diversas E/S analógicas para activar un hardware propio de una función alojada. El software de sistema de control de tren de aterrizaje procesa entonces las señales de conmutador de entrada, para producir datos de alta integridad de la posición de la palanca de tren de aterrizaje.

Los sensores de proximidad están situados para su ubicación en los trenes de aterrizaje y en las zonas de alojamiento de rueda de la aeronave. En un ejemplo, los sensores de proximidad están situados en los trenes de aterrizaje del morro, trenes de aterrizaje principales izquierdos y trenes de aterrizaje principales derechos, y en las zonas de alojamiento de rueda correspondientes al morro, y a los trenes de aterrizaje principales izquierdos y trenes de aterrizaje principales derechos. Los sensores de proximidad proporcionan datos de posición del tren de aterrizaje y de las compuertas y carretillas de tren principales, en relación con la secuenciación de extensión y retracción del engranaje. Aunque los expertos en la técnica entienden fácilmente el funcionamiento de las operaciones del tren de aterrizaje y de las compuertas de tren, incluyendo la extensión y la retracción del tren de aterrizaje durante las acciones de vuelo de aeronave, puede hacerse referencia adicional a la Patente de Estados Unidos n.º 6.854.689, de los mismos solicitantes, presentada el 09 de febrero de 2004, Titulada "Methods and System for Operating Aircraft Landing Gears".

En el ejemplo mostrado en la Fig. 1, el sistema 10 de control de tren de aterrizaje se ha implementado con múltiples subsistemas, tales como un subsistema A y un subsistema B. En particular, la Fig. 1 proporciona un ejemplo de representación funcional de un canal individual de control de subsistema A y un canal individual de control de subsistema B. La arquitectura de doble canal proporciona un alto nivel de disponibilidad y de capacidad de gestión de aeronave. En la presente memoria, aeronave se refiere a cualquier tipo de aeroplano, helicóptero u otro tipo de aeronave.

Como se observa en la Fig. 1, un conjunto de sensores 20A de proximidad, identificados como sensores de subsistema A, están acoplados a una unidad 22A de concentración de datos de sensor de proximidad. Otro conjunto 20B de sensores de proximidad, identificado como sensores de subsistema B, están acoplados a otra unidad 22B de concentración de datos de sensor de proximidad. Las unidades 22A, 22B de concentración de datos de sensor de proximidad proporcionan un seguimiento de los sensores 20A, 20B de proximidad, por ejemplo, para su uso en la secuenciación del tren de aterrizaje. Las unidades 22A, 22B de concentración de datos de sensor de proximidad están estacionadas a través de la aeronave, para concentrar los datos de sensor lo más cerca posible del propio sensor, y para minimizar y simplificar el cableado de la aeronave. Las unidades de concentración de datos de sensor de proximidad contienen electrónica para la interconexión con sensores de proximidad pasivos. Las unidades 22A, 22B de concentración de datos de sensor de proximidad digitalizan los datos de excitación y de seguimiento recibidos desde los sensores 20A, 20B de proximidad, y los transmite a recursos informáticos comunes (CCR).

Los sensores 20A, 20B de proximidad de cada subsistema, por ejemplo, pueden estar cableados a sus respectivas unidades 22A, 22B de concentración de datos de sensor de proximidad, o implementados de otra manera para la comunicación con las mismas. En un ejemplo, puede usarse un conjunto de once sensores de proximidad como sensores de proximidad de subsistema A, y puede usarse otro conjunto de once sensores de proximidad como sensores de proximidad de subsistema B. En este caso, por ejemplo, cada uno de los subsistemas A y B puede tener un sensor de proximidad de subida de tren de aterrizaje de morro; un sensor de proximidad de bajada de tren de aterrizaje de morro; un sensor de proximidad de apertura de compuerta de tren de aterrizaje de morro; un sensor de proximidad de tren de aterrizaje principal replegado izquierdo; un sensor de proximidad de subida de tren de aterrizaje principal izquierdo; un sensor de proximidad de bajada de tren de aterrizaje principal izquierdo; un sensor de proximidad de apertura de compuerta de tren de aterrizaje izquierdo; un sensor de proximidad de tren de aterrizaje principal replegado derecho; un sensor de proximidad de subida de tren de aterrizaje principal derecho; un sensor de proximidad de bajada de tren de aterrizaje principal derecho; y un sensor de proximidad de apertura de compuerta de tren de aterrizaje derecho. Sin embargo, se pueden emplear selectivamente cualquier cantidad y disposición de diversos sensores de proximidad.

Las unidades 22A, 22B de concentración de datos de sensor de proximidad supervisan los sensores 20A, 20B de proximidad y comunican información de estado de sensor al sistema 35 de núcleo común de la aeronave, a través de unos buses 24A, 24B de red de área común y de dos correspondientes unidades 16D, 16E de concentración de datos remotas. Los buses 24A, 24B de red de área común pueden ser buses de datos en serie. Las unidades 16D, 16E de concentración de datos remotas envían esta información a través de los buses 26 de red de datos común y de los conmutadores 28 de red a los respectivos módulos 30A, 30B de procesamiento general, asociados con los subsistemas A y B. Los buses 26 de red de datos común generalmente son buses empleados en la red de datos común. La red de datos común, en este ejemplo, puede tener una topología en estrella con un conjunto de conmutadores de red redundantes, distribuidos. Como puede observarse, la red de datos común puede estar configurada en una disposición redundante dual. Por ejemplo, pueden proporcionarse dos conjuntos de conmutadores 28 de red independientes que formen un canal A y B en la red.

Cada una de las unidades 30A, 30B de módulo de procesamiento general puede contener una respectiva partición del software 14A, 14B de sistema de control de tren de aterrizaje. Adicionalmente, por ejemplo, cada uno de unos armarios 32A, 32B de recurso informático común (CCR) puede contener un respectivo módulo 30A, 30B de procesamiento general con unas particiones 14A, 14B de software de sistema de control de tren de aterrizaje asociadas, almacenadas en el mismo. La utilización de múltiples unidades 22A, 22B de concentración de datos de sensor de proximidad independientes, buses 24A, 24B de área común, concentradores 16D, 16E de datos remotos, recursos informáticos comunes 32A, 32B, y módulos 30A, 30B de procesamiento general proporcionan un alto grado de disponibilidad e integridad del sistema. El sistema 35 de núcleo común es una arquitectura integrada aviónica modular que proporciona un conjunto informático, redes y recursos de entrada/salida compartidos para soportar las necesidades informáticas y de interfaz de sistema para múltiples sistemas de aeronave. En este ejemplo, el sistema 35 de núcleo común puede comprender el recurso informático común, la red de datos común, y el concentrador de datos remoto. Como puede observarse, el recurso informático común, por ejemplo, puede ser un diseño modular y configurable con un par de armarios 32A, 32B de recurso informático común.

Como puede observarse en el ejemplo establecido en la Fig. 1, se proporcionan dos particiones 14A, 14B de software de control de tren de aterrizaje para el sistema 10 de control de tren de aterrizaje. La partición 14A de software de control de tren de aterrizaje para el subsistema A puede estar alojada en un armario 32A de recursos informáticos comunes, como un armario CCR izquierdo. El software 14A de control de tren de aterrizaje recibe información de la palanca 12 de tren de aterrizaje y de los sensores 20A de proximidad del subsistema A. El software 14A de control de tren de aterrizaje también puede recibir información de otras fuentes de la aeronave,

tales como la velocidad del aire, la altitud y la presión del sistema hidráulico, y otras fuentes de la aeronave. El software 14A de control de tren de aterrizaje convierte esta información recibida en señales de mando que se envían a unas unidades 36A de distribución de energía remotas y a unos concentradores 16D de datos remotos, para proporcionar energía eléctrica para energizar o desenergizar las bobinas de solenoide en las válvulas 40A eléctricamente activadas asociadas con el subsistema A.

La partición 14B de software de control de tren de aterrizaje para el subsistema B puede estar alojada en otro armario 32B de CCR, tal como un armario CCR izquierdo. El software 14B de control de tren de aterrizaje recibe información de la palanca 12 de tren de aterrizaje y de los subsistemas 20B de sensor de proximidad. El software 14B de control de tren de aterrizaje también puede recibir información de otras fuentes de la aeronave, tales como la velocidad del aire, la altitud y la presión del sistema hidráulico, y otras fuentes de la aeronave. El software 14B de control de tren de aterrizaje convierte esta información recibida en señales de mando que se envían a unas unidades 36B de distribución de energía remotas y a unos concentradores 16E de datos remotos, para proporcionar energía eléctrica para energizar o desenergizar las bobinas de solenoide en las válvulas 40B eléctricamente activadas asociadas con el subsistema B. Las señales de mando pueden enviarse simultáneamente a las unidades 16D, 16E de concentración de datos para completar un circuito de energización, en combinación con la unidad 36A, 36B de distribución de energía.

Se utilizan múltiples unidades remotas 36A, 36B de distribución de energía independiente y concentradores 16D, 16E de datos remotos para proporcionar un alto grado de disponibilidad e integridad del sistema. El sistema de distribución de energía remoto de la aeronave puede utilizar controladores de energía de estado sólido alojados en las unidades 36 de distribución de energía remotas, para distribuir energía a las cargas eléctricas de la aeronave. Por ejemplo, puede distribuirse energía de 28 VCC y de 115 VCA a las cargas eléctricas de la aeronave. Las unidades 36A, 36B de distribución de energía a distancia reciben comandos a través de la red de datos común. Por ejemplo, si una de las dos particiones 14A, 14B de software de control de tren de aterrizaje tiene una avería o se desactiva por cualquier razón, entonces, la otra partición de software puede seguir al mando de la extensión y retracción del tren de aterrizaje.

Como puede observarse, el control de accionamiento del tren de aterrizaje se efectúa mediante un sistema 10 de control integrado que tiene la palanca 12 de control de tren de aterrizaje, dos subsistemas de control independientes (subsistema A y subsistema B), y las válvulas 40A, 40B de control operadas por solenoide. Los subsistemas de control de tren de aterrizaje están provistos de las particiones 14A, 14B de software alojadas en el recurso informático común 32A, 32B, los buses 24, 26 de datos, las unidades 36A, 36B de distribución de energía remota, los concentradores 16A-E de datos remotos, los concentradores 22A, 22B de datos de sensor de proximidad, y sensores 20A, 20B de proximidad. Los dos subsistemas de control actúan en paralelo para controlar las válvulas 40A, 40B de control operadas por solenoide para retraer y extender el tren de aterrizaje. El control de la extensión y retracción del tren se efectúa mediante las particiones 14A, 14B de software de sistema de control de tren de aterrizaje alojadas en el recurso informático común 32A, 32B. El software 14A de control de tren de aterrizaje para controlar el subsistema A puede estar alojado en el CCR izquierdo 32A. El software 14B de control de tren de aterrizaje para controlar el subsistema B puede estar alojado en el CCR Derecho 32B. Las particiones de software de control de tren de aterrizaje reciben datos del movimiento hacia arriba/hacia debajo de la palanca de tren, y datos de posición del tren y de las compuertas de tren, desde las unidades 16 de concentrador de datos remotas a través de la red de datos común (CDN) de la aeronave. El software 14A, 14B de control de tren de aterrizaje puede emitir, por ejemplo, comandos de secuenciación del tren a las unidades 16D, 16E de concentración de datos remotas y a las unidades 36A, 36B de distribución de energía a distancia, a través de los buses 26 de CDN. Las unidades 36A, 36B de distribución de energía remotas y las unidades 16D, 16E de concentración de datos pueden entonces, por ejemplo, proporcionar energía de 28 VCC y rutas de masa, respectivamente, a las válvulas de control operadas por solenoide para retraer y extender el tren de aterrizaje, abrir y cerrar las compuertas de tren, y posicionar las carretillas del tren de aterrizaje principal.

Se proporciona control eléctricamente activado para la secuencia de retracción y extensión del tren de aterrizaje. Por ejemplo, para la retracción del tren, tras un periodo de tiempo preseleccionado después del despegue (por ejemplo, un segundo), se ordena automáticamente la apertura de las compuertas de alojamiento de rueda del tren de aterrizaje principal, y se ordena el desplazamiento de las carretillas de tren de aterrizaje principal a su posición de reposo. El software 14A, 14B de control de tren de aterrizaje inicia en el despegue la apertura de las compuertas de tren de aterrizaje principal y el repliegue de las carretillas de tren de aterrizaje principal, para reducir el tiempo que transcurre desde la elevación de la palanca hasta la retracción del tren y el cierre de las compuertas, para mejorar la velocidad de ascenso de la aeronave en despegues con limitaciones por obstáculos. Si la tripulación de vuelo no mueve el tren de aterrizaje a la posición ARRIBA dentro de un periodo de tiempo, tal como 10 segundos desde el despegue, las compuertas del tren de aterrizaje principal se cierran y las carretillas de tren de aterrizaje principal pueden situarse en la posición inclinada. Cuando se coloca la palanca de tren de aterrizaje en la posición ARRIBA, puede darse la orden de apertura de las compuertas de alojamiento de ruedas delanteras del tren de aterrizaje de morro.

En este ejemplo de retracción del tren de aterrizaje, cuando las compuertas del tren de aterrizaje de morro están casi totalmente abiertas, se da orden de desbloqueo y retracción del tren de aterrizaje de morro. También se da

orden de desbloqueo y retracción del tren de aterrizaje principal si las dos compuertas de alojamiento de rueda de tren de aterrizaje principal están casi totalmente abiertas y las dos carretillas de tren de aterrizaje principal están en la posición replegada. Si las compuertas de alojamiento de rueda de tren de aterrizaje principal no están casi completamente abiertas, o la carretilla de tren de aterrizaje principal no está en su posición replegada, pueden retrasarse el desbloqueo y retracción del tren de aterrizaje principal hasta que ambas compuertas de alojamiento de rueda de tren de aterrizaje principal estén casi totalmente abiertas y ambas carretillas de tren de aterrizaje principal estén en la posición replegada. Una vez que el tren de aterrizaje de morro está elevado y bloqueado, puede darse orden de cierre y bloqueo de las compuertas de alojamiento de ruedas delanteras de tren de aterrizaje de morro. Puede darse orden de cierre y bloqueo de las compuertas de alojamiento de rueda de tren de aterrizaje principal cuando ambos trenes de aterrizaje principales estén elevados y bloqueados. Tras un periodo de tiempo preseleccionado después de cerrar y bloquear las compuertas de tren de aterrizaje de morro y ambas compuertas de tren de aterrizaje principal (por ejemplo, diez segundos), puede darse orden a las válvulas de control de tren de aterrizaje de morro y de tren de aterrizaje principal para que aislen los circuitos de accionamiento del tren de aterrizaje de morro y del tren de aterrizaje principal con respecto a la presión del sistema hidráulico. Ambos trenes de aterrizaje principal se pueden secuenciar juntos, por ejemplo. El tren de aterrizaje de morro se puede secuenciar independientemente del tren de aterrizaje principal.

El control de extensión del tren, por ejemplo, se puede llevar a cabo cuando se coloque la palanca de control de tren de aterrizaje en la posición ABAJO, para ordenar la extensión del tren. Cuando la palanca de control de tren de aterrizaje esté situada en la posición ABAJO, puede darse orden de desbloqueo y apertura de las compuertas de alojamiento de ruedas delanteras de tren de aterrizaje de morro y de las compuertas de alojamiento de rueda de tren de aterrizaje principal. En este ejemplo, una vez que las compuertas de alojamiento de rueda de tren de aterrizaje principal están casi totalmente abiertas, puede darse orden de desbloqueo del tren de aterrizaje de morro desde la posición elevada. Puede darse orden de desbloqueo del tren de aterrizaje principal desde la posición elevada cuando ambas compuertas de alojamiento de ruedas de tren de aterrizaje principal estén casi totalmente abiertas. Inicialmente puede darse orden de retracción del tren de aterrizaje principal, por ejemplo, para descargar los blocajes de arriba del tren de aterrizaje principal antes del desbloqueo y extensión. El tren de aterrizaje de morro y el tren de aterrizaje principal se pueden extender bajo la influencia de cargas de aire y el peso del tren. Una vez que el tren de aterrizaje de morro está casi abajo, puede darse orden de cierre de las compuertas de alojamiento de ruedas delanteras de tren de aterrizaje principal. Cuando ambos trenes de aterrizaje principales estén casi abajo, puede darse orden de cerrar las compuertas de alojamiento de ruedas de tren de aterrizaje principal y de inclinar las carretillas. Ambos trenes de aterrizaje principales están secuenciados juntos. El tren de aterrizaje de morro puede estar secuenciado independientemente del tren de aterrizaje principal.

Como puede observarse en el presente documento, el sistema 10 de control del tren de aterrizaje tiene la capacidad de controlar electrónicamente las válvulas de control utilizando una arquitectura de control modular de alta integridad. Esto permite la colocación óptima de un conjunto reducido de válvulas de control para reducir al mínimo el peso del aeroplano, y permite usar la lógica de control para optimizar la secuenciación del tren de aterrizaje para mejorar el rendimiento, capacidad de gestión, integridad y disponibilidad del sistema. La arquitectura de doble canal proporciona un alto nivel de disponibilidad y capacidad de gestión de la aeronave. Ambos canales (A, B) de control están continuamente activos. El uso de canales independientes y redundantes, y el hecho de contar con comandos simultáneos tanto para una unidad 36 de distribución de energía remota como para una unidad 16 de concentración de datos remota para energizar una bobina de solenoide, proporciona un alto nivel de integridad para mitigar los modos de fallo que podrían causar una operación errónea del tren. La supervisión del circuito de solenoide protege de los fallos latentes en el sistema 10 de control de tren de aterrizaje eléctrico.

La descripción anterior de las realizaciones preferidas de la invención se ha presentado con fines de ilustración y de descripción, y no pretende ser exhaustiva o limitar la invención a las formas precisas divulgadas. Las descripciones se han seleccionado para explicar mejor los principios de la invención, y su aplicación práctica, para permitir a otros expertos en la técnica utilizar mejor la invención en diversas realizaciones y diversas modificaciones, según resulte adecuado para el uso particular contemplado. Se pretende que el alcance de la invención no esté limitado por la memoria descriptiva, sino que esté definido por las reivindicaciones expuestas a continuación.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de control de tren de aterrizaje de una aeronave, que comprende:

5 un primer subsistema (A) y un segundo subsistema (B), comprendiendo cada subsistema:

un módulo (30A, 30B) de procesamiento con un software (14A, 14B) de sistema de control de tren de aterrizaje, adaptado para recibir los datos relativos a la posición de una palanca (12) de tren de aterrizaje, y una pluralidad de sensores (20a, 20b) de proximidad con el módulo de procesamiento, a través de un
 10 concentrador (22A, 22B) de datos de sensor de proximidad, para proporcionar al software del sistema de control de tren de aterrizaje datos de posición relacionados con el tren de aterrizaje; y
 donde el software de control de tren de aterrizaje está configurado para convertir en señales de mando los datos recibidos desde la palanca de tren de aterrizaje y los datos recibidos desde los sensores de proximidad.

15 **caracterizado por que**

la palanca (12) de tren de aterrizaje tiene múltiples pares de conmutadores eléctricos, siendo cada par de conmutadores para determinar unas posiciones elevada y descendida de la palanca (12) del tren de aterrizaje, y estando conectadas para comunicar con un correspondiente concentrador (16A, 16B, 16C) de
 20 datos remoto dispuesto para comunicar al software (14A, 14B) de sistema de control de tren de aterrizaje la posición determinada por un par de conmutadores;

la primera unidad (22A) de concentración de datos de sensor proximidad del primer subsistema (A), y la segunda unidad (22B) de concentración de datos de sensor de proximidad del segundo subsistema (B) están conectadas a través de unos buses (24A, 24B) de red de área común a unos correspondientes primero y
 25 segundo concentradores (16D, 16E) de datos remotos, respectivamente, para comunicar información de estado de sensor a un sistema (35) de núcleo común de la aeronave; y

el primer y segundo concentradores (16D, 16E) de datos remotos están conectados a través de unos buses (26) de red de datos común y de unos conmutadores (28) de red al correspondiente primer módulo (30A) de procesamiento general del primer subsistema (A) y al segundo módulo (30A, 30B) de procesamiento general del segundo subsistema (B), respectivamente, para enviar esta información de estado de sensor;
 30 donde el primer y segundo subsistemas (A, B) son un par de subsistemas redundantes que tienen una arquitectura de doble canal; y

el sistema (35) de núcleo común comprende el primer y segundo módulos (30a, 30b) de tratamiento, los buses (26) de red de datos común y los concentradores (16A-16E) de datos remotos.

35 2. El sistema de control del tren de aterrizaje de la reivindicación 1, donde el software de control del tren de aterrizaje está configurado para proporcionar las señales de mando para controlar unas válvulas activadas eléctricamente, asociadas con el tren de aterrizaje, y que comprende adicionalmente una unidad (36) de distribución de energía, en el que el software de control de tren de aterrizaje está configurado para proporcionar las señales de mando a la
 40 unidad de distribución de energía, para proporcionar energía eléctrica para energizar o desenergizar unas bobinas (40) de solenoide de las válvulas activadas eléctricamente.

45 3. El sistema de control de tren de aterrizaje de la reivindicación 2, donde el software de control de tren de aterrizaje está configurado para proporcionar las señales de mando de forma simultánea a la unidad de concentración de datos, para completar un circuito de energización en combinación con la unidad (36) de distribución de energía.

4. El sistema de control de tren de aterrizaje de la reivindicación 2, donde los sensores de proximidad están situados en unas zonas de tren de aterrizaje y de alojamiento de rueda de la aeronave.

50 5. El sistema de control de tren de aterrizaje de la reivindicación 1, donde cada uno del primer sistema de procesamiento general del primer subsistema (A) y la segunda unidad de procesamiento general del segundo subsistema (B) contienen una partición del software de control de tren de aterrizaje.

55 6. Un método de control del tren de aterrizaje de una aeronave que comprende el sistema de control del tren de aterrizaje de una de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el método:

detectar la posición de una palanca de tren de aterrizaje usando una pluralidad de conmutadores eléctricos que envían datos, relativos a una posición de una palanca de tren de aterrizaje, a un módulo (10) de procesamiento que tiene el software de control del tren de aterrizaje;

60 detectar la posición del tren de aterrizaje usando la pluralidad de sensores de proximidad, que proporcionan al software de sistema de control del tren de aterrizaje datos de posición relacionados con el tren de aterrizaje; y
 convertir en señales de mando los datos recibidos desde la palanca del tren de aterrizaje y los datos de los sensores de proximidad.

65 7. El método de la reivindicación 6, que comprende adicionalmente el envío de las señales de mando a una unidad (36) de distribución de energía, para proporcionar energía eléctrica para energizar o desenergizar unas bobinas de

solenoides de las válvulas activadas eléctricamente asociadas con el tren de aterrizaje.

- 5 8. El método de la reivindicación 6, en el que la unidad de concentración de datos de sensor de proximidad supervisa los sensores (36) de proximidad, y comunica la información de estado de sensor al sistema de núcleo común de la aeronave.

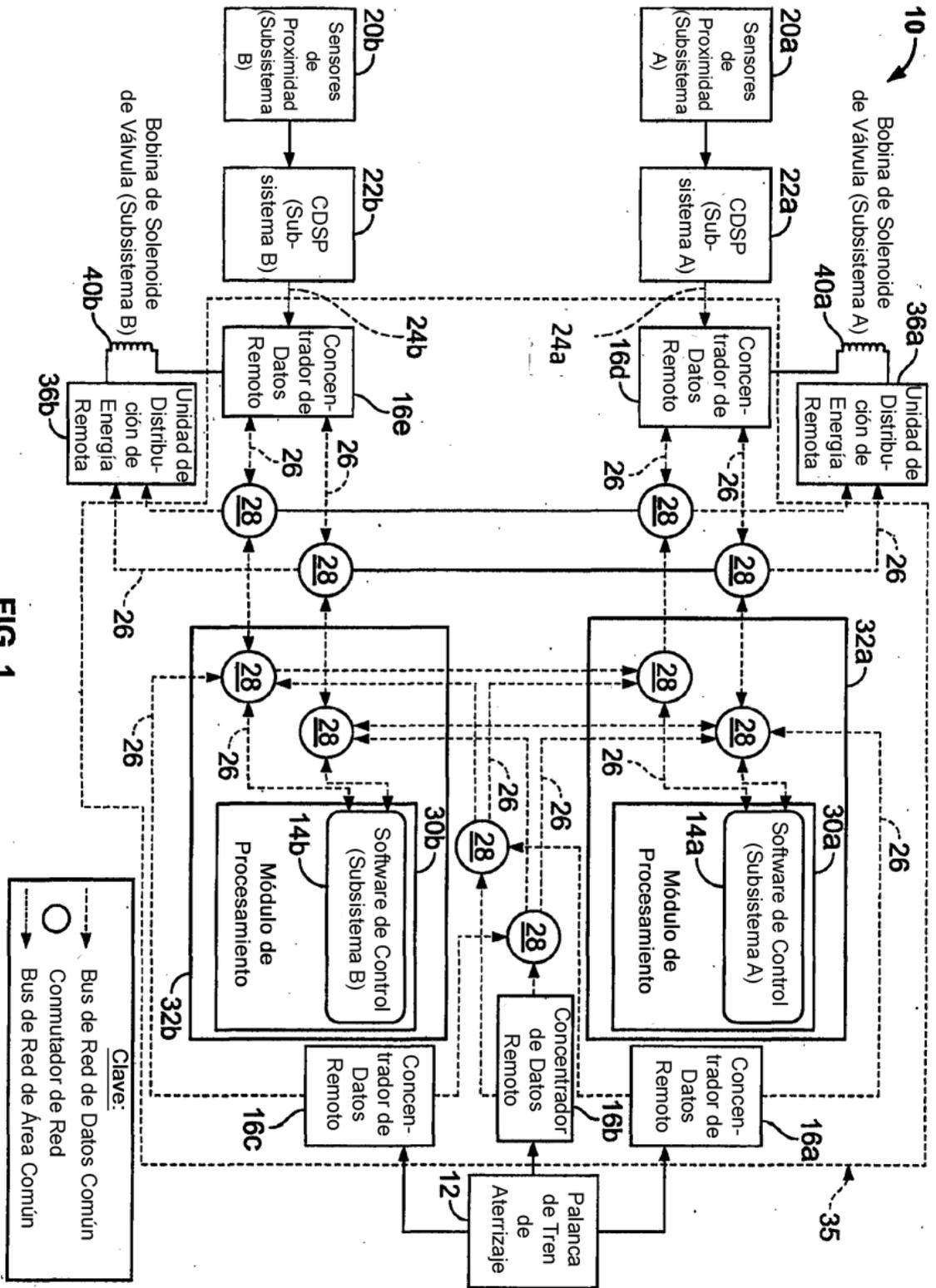


FIG. 1