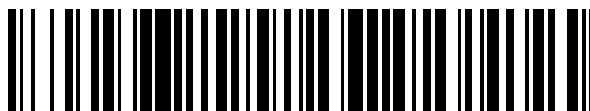


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 724 425**

51 Int. Cl.:

H04L 12/40 (2006.01)

H04L 12/66 (2006.01)

H04L 12/413 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.09.2016** **E 16188568 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.01.2019** **EP 3293922**

54 Título: **Nodo de datos inteligente para satélites**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.09.2019

73 Titular/es:

**SPACE PRODUCTS AND INNOVATION UG
(100.0%)
Hermann-Khoel-Straße 7
28199 Bremen, DE**

72 Inventor/es:

**QEDAR, RAN;
SRIDHARAN, SAISH y
FEDERICO, GIULIA**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 724 425 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

Nodo de datos inteligente para satélites

5 Campo del invento

El invento se refiere a la tecnología satelital. En particular, se refiere a técnicas para interconectar módulos de equipos electrónicos de naves espaciales que se montan en una nave no tripulada.

Contexto del invento

10 Las naves o vehículos espaciales, como los grandes satélites, generalmente comprenden varios subsistemas. Los subsistemas se comunican con un ordenador de a bordo que generalmente almacena, analiza y procesa los datos y, para algunos subsistemas, envía señales de control. Los satélites conocidos utilizan múltiples técnicas de cableado complejo para la distribución de comandos y la adquisición de señales de telemetría entre varios subsistemas. Por lo general, varios subsistemas, que comprenden también cargas
15 útiles y de aviónica, deben estar dispuestos y cableados.

El documento US 6.330.093 B1 describe una interfaz estandarizada entre un eje o estructura troncal de una nave espacial y múltiples módulos de dicha nave espacial que se acoplan a dicha estructura troncal mecánica, eléctrica y ópticamente.

20

El documento US 5.271.582 describe un vehículo espacial no tripulado en el cual múltiples cargas útiles subsidiarias están conectadas a interfaces mecánicas y eléctricas estándar provistas por un bus satelital padre modular, prescindible o recuperable.

25

The CN 202 190 284 U discloses a protocol converter for CAN bus and SpaceWire bus which comprises a central processing unit, a SpaceWire interface logic module and a CAN bus controller and which allows bus cinversiob between CAN bus data frames and SpaceWire data frames.

30

La construcción de un satélite se enfrenta a varios retos. Los módulos se montan en la nave y se interconectan con arneses de cableado extremadamente complejos. Los enlaces de comunicación entre estos diferentes subsistemas con el ordenador central deben establecerse y construirse de manera personalizada. El diseño, la integración y las pruebas de la nave espacial de esta manera se convierten en un esfuerzo costoso y prolongado en el tiempo. Incluso pequeños cambios de diseño son difíciles o prácticamente imposibles. El diseño personalizado suele estar motivado por el alto coste del peso; por lo tanto, un objetivo de diseño suele
35 ser un satellite ligero con un peso lo más pequeño posible.

Un satélite generalmente comprende una unidad terminal remota (Remote Terminal Unit, RTU) hecha a medida que está especialmente construida y configurada para el satélite en el que se va a utilizar. Por lo tanto, la RTU no es un producto masivo y no se puede extender más allá de la configuración original.

40

Las interfaces de bus satelital conocidas actualmente usan diferentes estándares, incluyendo MIL1553B, SpaceWire, CAN bus, UART, I2C y SPI. Durante el diseño y la integración, el bus del satélite se ajusta en las capas de hardware y software para que sean compatibles con el subsistema del satélite. Los subsistemas también requieren adaptación tanto en hardware como en software. Esta adaptación se realiza como una personalización para cada satélite y requiere más calificación y validación antes del vuelo.
45

Esta construcción tiene varias limitaciones, la configuración del satélite no es flexible.

Resumen del invento

El objetivo del invento es, por lo tanto, permitir una construcción flexible de un satélite.

5 Otro objetivo adicional es permitir el diseño ágil de satélites.

Otro objetivo adicional es proporcionar un sistema de satélite que permita la reconfiguración.

Otro objetivo adicional es proporcionar una prueba rápida y sencilla de los equipos espaciales.

Divulgación del invento

10 En una primera aproximación, el invento se refiere a un nodo inteligente de datos de satélite para uso en un satélite, que comprende una unidad de procesamiento de datos y que comprende una unidad de almacenamiento de datos, que comprende además al menos una interfaz, que esté calificada para el espacio, para una conexión de datos a un subsistema, especialmente una carga útil o aviónica, y/o un ordenador, preferiblemente a bordo, donde el nodo de datos para cada interfaz comprende un conector correspondiente, y la unidad de almacenamiento de datos está configurada para almacenar una variedad de hojas de datos, y la información la unidad de procesamiento está configurada, empleando la hoja de datos, para convertir un flujo de datos del subsistema en un flujo de datos estandarizado con un formato estándar que se define en el nodo de datos y para transmitir el flujo de datos estandarizado a la computadora a bordo a través de la principal interfaz de datos.

20

Las realizaciones preferidas de el invento se describen en relación con las reivindicaciones dependientes y la descripción de los dibujos adjuntos.

25

El invento se basa en la consideración de que una limitación importante del diseño actual de satélite es la falta de flexibilidad. Si se deben realizar cambios en el diseño durante las etapas posteriores de la construcción del satélite, implican procesos de recableado y reconfiguración que requieren mucho tiempo. Esto también implica un aumento dramático en los costes.

30

El solicitante ha encontrado que la configuración del satélite puede hacerse flexible al proporcionar un componente o nodo inteligente que se acopla entre el subsistema respectivo y el ordenador y actúa como una capa intermedia. Este nodo está configurado para comprender la comunicación de una variedad de subsistemas y, por lo tanto, entiende el subsistema respectivo; y para establecer una conexión de datos con el ordenador a bordo. Esto permite intercambiar el subsistema por otro subsistema si es necesario. De esta manera, los subsistemas se pueden reorganizar sin la necesidad de rehacer el cableado.

35

De esta manera, se realiza una funcionalidad similar a plug-and-play para un satélite. El diseño del satélite se vuelve mucho más flexible y permite adoptar cambios en dicho diseño a medida que estos cambios se hacen necesarios. El nodo inteligente en el satélite puede implicar un peso adicional en el satélite. Anteriormente, la adición de peso se ha considerado evitada por razones presupuestarias. Sin embargo, el solicitante ha encontrado que los costos del peso adicional de dicho nodo en los procesos típicos son considerablemente menores que el coste de las actividades típicas de reconfiguración o rediseño del satélite.

40

El nodo inteligente de datos es preferiblemente adecuado y habilitado para su uso en una nave espacial no tripulada o tripulada. El formato estándar para el flujo de datos estandarizado que se define en el nodo de datos se almacena preferiblemente en la unidad de almacenamiento de datos.

45

El subsistema es preferiblemente un módulo de carga útil o aviónica o un módulo de aviónica. La carga útil respectiva es preferiblemente un sistema de cámara, un transceptor de señal para transmisiones de televisión o un transmisor de señal de navegación global. La aviónica respectiva es preferiblemente un sensor y/o actuador para control de actitud, posición y/o térmico, una unidad de distribución de potencia, una unidad de control de potencia, o un transceptor, antena o unidades de memoria.

La unidad de procesamiento de datos y la unidad de almacenamiento de datos son términos que denotan su funcionalidad. Se pueden construir como diferentes módulos de hardware y/o software. También pueden integrarse en un módulo común de hardware y/o software.

La hoja de datos se realiza preferiblemente como una estructura de datos que comprende información sobre una aviónica o unidad de carga útil específica. Esta información comprende preferiblemente uno o más del siguiente grupo: formato de datos, lista de parámetros de telemetría y sus atributos, lista de comandos y sus atributos, modos funcionales de la unidad, proceso de inicialización o finalización de secuencias del subsistema que comprende una lista de comandos, especificaciones del subsistema, tales como tamaño, masa, voltaje, consumo de energía, interfaz de datos y precisión de medición.

En una versión preferida, la hoja de datos comprende información sobre el formato de los datos, la lista de parámetros de telemetría y sus atributos, la lista de comandos y sus atributos, los modos funcionales de la unidad, las especificaciones del subsistema, tales como tamaño, masa, voltaje, consumo de energía, interfaz de datos, y precisiones de medición.

Opcionalmente y preferiblemente, comprende además información sobre las secuencias de proceso de inicio y/o apagado que comprenden una lista de comandos.

Preferiblemente, al menos dos o más hojas de datos se almacenan en dicha unidad de almacenamiento de datos.

Preferiblemente la interfaz de espacio calificado es del grupo: SpaceWire, MIL1553B, CAN, I2C, RS422, RS232, SPI, fibrewire, wizardlink.

Preferiblemente, el nodo de datos comprende al menos dos o tres de estas interfaces. Preferiblemente, los nodos de datos comprenden las interfaces SpaceWire, MIL1553B y CAN.

Como ventaja, la unidad de procesamiento de datos está configurada para convertir protocolos entre estas interfaces. La conversión entre estos protocolos se realiza preferiblemente analizando las tramas de datos del flujo de datos de un subsistema y adoptando y/o cambiando la estructura de estas tramas de datos. De este modo, se habilita una comunicación de datos entre las respectivas interfaces que utilizan diferentes protocolos. Los protocolos típicos son TCP/IP y UDP. Como ejemplo, si un protocolo de un subsistema o el ordenador de la placa principal que envía datos requiere unidades de datos especificadas, como un ACK (confirmación de recepción), mientras que el protocolo del componente de recepción de datos no proporciona un ACK, este es insertado o proporcionado por el nodo de datos.

La unidad de procesamiento de datos está configurada ventajosamente para identificar un subsistema conec-

tado, especialmente si se trata de la carga útil o la aviónica. Esta identificación se puede realizar mediante un método descrito a continuación o una combinación de dos o más métodos descritos a continuación. El proceso de identificación se realiza preferiblemente de acuerdo con la interfaz de datos. Por ejemplo, todas las unidades o subsistemas que tienen una interfaz de datos específica están de acuerdo con el formato de datos.

La identificación se realiza preferiblemente por medio de la hoja de datos almacenada en la unidad de almacenamiento de datos. Preferiblemente, el formato de datos del flujo de datos del subsistema se compara con al menos una hoja de datos. Si el formato de los datos es idéntico o similar hasta el nivel de confianza, el subsistema respectivo se considera identificado como un subsistema que se describe en la hoja de datos. En una realización preferida, el flujo de datos del subsistema se compara con todas las hojas de datos, y se utiliza la mejor coincidencia para la identificación. El nivel de confianza viene dado preferiblemente por el porcentaje de los valores esperados coincidentes en el formato de datos (por ejemplo, el paquete de datos es una nueva versión con un 2% más de parámetros). Preferiblemente, se encuentra entre el 90% y el 100%, más preferiblemente en el 95%.

Preferiblemente, la identificación se realiza mediante la decodificación de paquetes de datos recibidos desde dicho subsistema varias veces, cada vez de acuerdo con una tabla de referencia del subsistema almacenada en dicha unidad de almacenamiento de datos y/o hoja de datos y analizando la validez de los datos para que coincidan con el subsistema más probable.

Preferiblemente, la identificación se realiza mediante una búsqueda de un número de identificación de aplicación (APID) como se define en el Estándar de Utilización de Paquetes (PUS).

Como se describió anteriormente, a partir de los métodos de identificación descritos, solo un método o una combinación de más de un método se puede realizar simultáneamente o posteriormente. Los resultados de cada método pueden compararse y, a partir de estos resultados, se puede hacer una identificación final, posiblemente empleando la lógica booleana.

Preferiblemente, después de la identificación del subsistema, el nodo de datos inicializa el subsistema. Como ventaja, se envía una secuencia de comandos para establecer la frecuencia de la telemetría, el modo de la unidad, los límites de sus valores y cualquier punto de referencia. Por ejemplo, un sensor (o rastreador) de estrellas recibiría la frecuencia a la que enviará los datos de actitud, un comando para cambiar al modo de operación, un límite en el valor de las estrellas que debe identificar y la fecha y hora actuales.

En una realización preferida, el nodo de datos está configurado para una conexión con al menos un nodo de datos adicional conectado al mismo subsistema, por lo que el nodo de datos convierte el flujo de datos de ambas conexiones del subsistema al flujo de datos estandarizado. De esta manera, las cargas útiles o la aviónica que requieren más conectores que los proporcionados en el nodo de datos se pueden conectar al ordenador de a bordo. De esta manera, un primer nodo de datos está conectado a un subsistema. El primer nodo de datos está conectado a un segundo nodo de datos que está conectado al mismo subsistema. De esta manera, el primer nodo de datos recibe dos flujos de datos del subsistema, uno directamente desde su propia conexión al subsistema y el otro desde el segundo nodo de datos conectado al mismo subsistema. El segundo nodo de datos en este caso funciona esencialmente como un router o enrutador, encaminando o enrutando los datos del subsistema al primer nodo de datos, esencialmente sin procesarlos ni modificarlos. El

primer nodo de datos convierte estos dos flujos en el flujo de datos estandarizado.

El primer nodo de datos en esta configuración o aplicación es o funciona como maestro, mientras que el segundo y cualquier otro nodo conectado a él es o funciona como esclavo y agrega otro flujo de datos a través de esa extensión de conexión, especialmente a través del protocolo I2C. El maestro identifica a un esclavo y recupera la información y se fusiona con los datos que provienen de las otras interfaces.

La unidad de procesamiento de datos está configurada preferiblemente para almacenar datos recibidos desde el subsistema conectado en la unidad de almacenamiento de datos. La unidad de almacenamiento de datos incluye para este fin un almacenamiento, preferiblemente no volátil, especialmente un disco duro, disco flash, una memoria programable de solo lectura y borrrable eléctricamente (EEPROM), o una memoria de acceso aleatorio (RAM) para almacenar los datos.

Preferiblemente, el nodo de datos comprende una carcasa en la que se proporciona al menos un conector. La carcasa permite un manejo cómodo y fácil del nodo de datos y proporciona protección para los componentes electrónicos que se encuentran dentro.

En una realización preferida, se proporciona un riel común que está configurado para recibir al menos dos conectores.

La carcasa tiene una forma ventajosa esencialmente de paralelepípedo, por lo que se proporcionan al menos dos paredes con conectores. Más preferiblemente, la carcasa está construida como un cuboide o cubo. La carcasa preferiblemente está hecha esencialmente de una o más aleaciones de aluminio, acero inoxidable o material compuesto.

En una realización preferida, al menos una pared de la carcasa comprende al menos dos conectores. Preferiblemente, al menos cuatro paredes comprenden al menos dos conectores respectivamente.

El conector respectivo es preferiblemente del grupo: DSUB, MDM, coaxial, circular, RG45, pin de 0.1 pulgadas, mini-usb.

En resumen, el nodo inteligente proporciona una serie de servicios, entre ellos la capacidad de identificación de subsistemas, la inicialización de un subsistema, el autodiagnóstico, la iniciación de una transmisión, la capacidad de analizar datos, el cambio de la hoja de datos, el monitoreo de datos y la autogestión.

Como aspecto adicional, el invento se refiere a un método para operar un nodo de datos, mediante el cual el nodo de datos está conectado a un ordenador y al menos a un subsistema conectado, mediante el cual los datos recibidos desde el subsistema por el nodo de datos se muestran por medio del ordenador. El ordenador es preferiblemente un ordenador personal. El ordenador está preferiblemente conectado al nodo de datos por una conexión Ethernet o USB. El término "visualizado" denota en un término general para permitir que un usuario del ordenador detecte y/o inspeccione los datos que, de preferencia, pueden mostrarse en una pantalla. Además o alternativamente, también puede incluir los datos disponibles como audio.

El invento en un aspecto adicional se refiere a un método para operar un nodo de datos, mediante el cual un ordenador está conectado al nodo de datos para la configuración del nodo de datos. El ordenador está prefe-

riblemente conectado al nodo de datos por una conexión Ethernet o USB. La configuración incluye preferiblemente al menos una de las operaciones del grupo: agregar, eliminar o actualizar al menos una hoja de datos, actualizar al menos una especificación de interfaz de datos (velocidad, protocolos de datos, tipos de paquetes, etc.), recuperar registros de los datos entrantes.

5 En un aspecto adicional, el invento se refiere a un sistema satelital, que comprende un ordenador de a bordo, que comprende además al menos un subsistema, por lo que se proporciona un nodo de datos descrito anteriormente que está conectado al subsistema y al ordenador de a bordo, y por lo que el ordenador está configurado para recibir el flujo de datos estandarizado del nodo de datos. Preferiblemente, se proporciona un controlador en la computadora que escucha y/o recibe el flujo de datos estandarizado de cada respectivo
10 nodo de datos.

En un aspecto adicional, el invento se refiere a un satélite que comprende un sistema satelital descrito anteriormente.

15 Las ventajas del invento son las siguientes. El nodo satelital inteligente permite un diseño ágil del satélite correspondiente y una integración simple y rápida de una nave espacial. De esta manera, una funcionalidad plug-and-play se consigue en un satélite o vehículo espacial. El nodo de datos inteligente permite conectar cualquier subsistema del satélite con el ordenador de a bordo sin instalar ningún software adicional o adaptar los conectores de hardware empleados. El nodo de datos inteligente permite continuar utilizando componen-
20 tes industriales comunes. Adapta e integra los conectores y el software estándar existentes en un solo dispositivo mediante la adición de protocolos de traducción, reconocimiento de dispositivos y funcionalidad plug and play como servicios de software. El nodo de datos satelitales inteligente elimina la necesidad de personalización actuando como una Unidad de Terminal Remota (RTU) inteligente que puede conectarse a cualquier
25 subsistema sin cambios en el hardware. Se conecta a un subsistema utilizando una de las interfaces disponibles, identifica el subsistema e informa al ordenador principal, por lo que establece un canal de comunicación sin la necesidad de una configuración personalizada.

Breve descripción de los dibujos

30 Otras características y ventajas del invento se harán más claras a partir de la siguiente descripción detallada de algunas de sus realizaciones preferidas, hechas con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos y proporcionadas como una indicación y no con fines limitativos.

En concreto, los dibujos adjuntos se incluyen para proporcionar una comprensión adicional del invento y se incorporan y constituyen una parte de esta especificación. Los dibujos junto con la descripción explican los principios del invento. En los dibujos, las características y/o componentes correspondientes se identifican con los mismos números de referencia. En estos dibujos:

FIG. 1 un sistema satelital que comprende un ordenador de a bordo, un nodo de datos inteligente y dos subsistemas;
40

FIG. 2 un diagrama de un nodo de datos satelitales inteligente en una realización preferida;

FIG. 3 un diagrama de las funcionalidades del ordenador de a bordo y el nodo de datos satelitales inteligente; y
45

FIG. 4 una realización preferida del nodo de datos de acuerdo con la FIG. 2 en una vista en perspectiva.

5 Descripción detallada del invento

FIG. 1 muestra un sistema satelital 2 que es adecuado para la instalación en una nave espacial tripulada y/o no tripulada, especialmente un satélite. El sistema satelital 2 comprende un ordenador de a bordo 6 y un subsistema 10 y un subsistema 14. Los subsistemas 10, 14 en la presente realización preferida son cargas útiles. Los subsistemas 10, 14 están conectados al ordenador de a bordo 6, respectivamente, mediante un nodo de datos de satélite inteligente 20, 24. El subsistema 10 está conectado al ordenador de a bordo 6 por el nodo de datos 20; el subsistema 14 está conectado al ordenador de a bordo 6 por el nodo de datos 24. Estas conexiones se realizan mediante las líneas de datos 12, 16. El subsistema 10 de esta manera está conectado al nodo de datos 20 por la línea de datos 12; el nodo de datos 20 está conectado a través de la línea de datos 16 al ordenador de a bordo 6. El subsistema 14 de esta manera, mediante una línea de datos 18, está conectado al nodo de datos 24; el nodo de datos 24 está conectado a través de una línea de datos 22 al ordenador de a bordo 6.

Como ya se sabe, el vehículo no tripulado comprende además una unidad terminal remota (RTU) 28 conectada por una línea de datos al ordenador de a bordo 6. Además, comprende un módulo GPS y/o un módulo de Telecomandos y Telemetría (TC/TM) 32, un panel solar 34, una batería 38, una Unidad de Control y Distribución de Energía (PCDU) 44, y termistores/calentadores 50. La unidad terminal remota (RTU) 28 administra los subsistemas 10, 14. La RTU 28 está diseñada típicamente para la misión específica y proporciona componentes electrónicos y unidades de tarjeta para suministrar señales analógicas y/o digitales y funciona como una caja de comandos externa.

El sistema satelital 2 puede diseñarse de manera flexible y permite un diseño, integración y producción ágiles de los satélites empleando los nodos de datos 20, 24. Respectivamente, los nodos de datos 20, 24 proporcionan una capa adicional entre el ordenador de a bordo 6 y el subsistema respectivo 10 o 14. Los flujos de datos de los subsistemas 10, 14 ingresan de esta manera al nodo de datos respectivo 20, 24. El nodo de datos 20, 24 procesa el flujo de datos respectivo y envía un flujo de datos estandarizado al ordenador de a bordo 6. Como se explicará más adelante, el nodo de datos respectivo 20, 24 proporciona una capacidad de conectar y usar al identificar el dispositivo o subsistema (uno o más) conectado a él sin la intervención del usuario. Estos subsistemas son las cargas de pago de los satélites o la aviónica, como el sensor/rastreador de estrellas o el sensor solar. El nodo de datos 20, 24 o el adaptador reduce la complejidad de la integración de satélites identificando el subsistema 10, 14 una vez que está conectado y siendo iniciado. La comunicación al subsistema es iniciada por los nodos de datos 20, 24 y los datos se envían al ordenador de a bordo 6 una vez que se reciben.

Mientras que en este ejemplo dos subsistemas 10, 14 están conectados al ordenador de a bordo 6, en otra realización preferida se pueden conectar subsistemas adicionales al ordenador de a bordo 6. Los subsistemas pueden ser tanto de carga útil como de aviónica.

La Fig. 2 muestra un esquema eléctrico del nodo de datos 20. El nodo de datos 20 comprende un microprocesador 60, una fuente de alimentación y auxiliar 66, diferentes interfaces y sus puentes 70, 74, 76, 78, 82, 86. Las interfaces calificadas para el espacio que se implementan en el nodo de datos 20 son SpaceWire, MIL-STD-1553B, CAN, UART, Ethernet y USB. Los puentes 70-86 para estas respectivas interfaces convier-

ten los protocolos respectivos en datos legibles y se almacenan en la memoria. El puente respectivo 70, 74, 76, 78, 82, 86 es, en el entorno actual, un módulo electrónico que contiene preferiblemente un conector y componentes electrónicos como un microprocesador y/o microcontrolador para escuchar los datos provenientes del conector, una interfaz de datos calificada por el espacio y el protocolo correspondiente. Los puentes 70, 74, 76, 78, 82, 86 en otra realización preferida pueden integrarse en el microprocesador 60.

El puente 70 proporciona una conexión USB. El puente 74 proporciona una conexión Ethernet. El puente 76 contiene la interfaz SpaceWire y comprende un conector MDM9. El puente 78 contiene la interfaz MIL-1553 y comprende un conector RS 316. El puente 82 contiene la interfaz CAN y un conector DSUB9. El puente 86 contiene la interfaz RS232 y comprende un conector DSUB25.

Los conectores del nodo de datos 20, por ejemplo, las conexiones de tipo hardware a través de las cuales se conectan los subsistemas al nodo de datos 20, son coaxiales, MDM, D-SUB. El nodo de datos 20 tiene una memoria Flash 100 y un almacenamiento de memoria RAM 106 en el que se almacenan los controladores y los datos para la identificación del subsistema respectivo, como los Documentos de control de interfaz (ICD), la hoja de datos electrónicos y una tabla de Telemetría/Telecomandos. Se proporciona un interruptor de reinicio 110 en caso de que se produzcan errores en el flujo de energía y/o datos.

El nodo de datos 20 comprende además un indicador óptico 116 que en la presente realización está construido como un LED, un reloj 120, así como una Entrada/Salida (E/S) 126 de propósito general (GP).

El microprocesador 60 es una unidad de procesamiento de datos 140 del nodo de datos 20, mientras que la memoria Flash 100 y el almacenamiento RAM 106 construyen una unidad de almacenamiento de datos 146 del nodo de datos 20.

Los nodos de datos 20, 24 sirven como adaptadores o capas intermedias respectivas entre el subsistema 10, 14 respectivamente y el ordenador de a bordo 6. El adaptador está configurado para identificar un subsistema 10, 14 conectado y para inicializarlo cuando está conectado. Comprende una funcionalidad de autodiagnóstico que es la capacidad del adaptador para identificar el fallo o error en la conexión del pin de la interfaz, es decir, un fallo en la conexión del pin del conector del nodo de datos 20 al subsistema respectivo 10, 14. El adaptador también tiene la capacidad de analizar los datos en el flujo de datos que se recibe del subsistema 10, 14 y de cambiar o agregar la hoja de datos en caso de una nueva identificación del subsistema. El subsistema 10, 14 se identifica mediante la hoja de datos y se utiliza durante las operaciones para entender y/o procesar los datos entrantes.

En la Fig. 3, se muestran las funcionalidades del ordenador de a bordo 6 y el nodo de datos 20. El ordenador de a bordo 6 comprende un módulo de aplicación 160 en el que se implantan aplicaciones de software tales como Control de actitud (AOCS), térmico o de potencia. Un módulo de software 162 está esencialmente diseñado o funcionando como un controlador que escucha y recibe uno o más flujos de datos estandarizados desde nodos de datos que están conectados a subsistemas como por ejemplo se muestra en la Figura 1. En el ejemplo mostrado, el nodo de datos 20 está conectado a uno o más subsistemas, en el ejemplo, una rueda de reacción 170, un rastreador de estrellas 174 o una unidad de potencia 178.

El nodo de datos 20, una vez que ha identificado el subsistema 170, 174, 178 conectado, recibe los datos del subsistema 170, 174, 178 y, al utilizar la hoja de datos correspondiente, los convierte en un flujo de datos estandarizado con un formato de flujo de datos estandarizado 180. El formato de flujo de datos estandarizado también se usa para los comandos que se envían desde el ordenador de a bordo 6 al nodo de datos 20.

El formato de datos estandarizado se define y almacena en los nodos 14, 20 y coincide con el formato de datos que espera el controlador correspondiente en el ordenador de a bordo 6.

El formato de datos estandarizado y el flujo de datos estandarizado correspondiente se emplean preferiblemente para la comunicación de uno o más de los siguientes componentes. Se puede utilizar para la comunicación entre unidades del ordenador incorporado (unidad de procesador, unidad de memoria, unidad de bus). Se puede utilizar para la comunicación con los sistemas de control de actitud y órbita, entre ellos sensores como rastreador de estrellas, magnetómetro, giroscopio, sensor de tierra, sensor solar, GPS/navegación y/o actuadores como ruedas de reacción/impulso, bobinas magnéticas, propulsión eléctrica. También se puede utilizar para la comunicación con sistemas de alimentación como el acondicionador de energía y la unidad de distribución, el regulador de potencia, el convertidor. También se puede utilizar para la comunicación con un sistema térmico como en el caso de enfriamiento térmico activo. También se puede utilizar para la comunicación con un sistema de propulsión como la propulsión eléctrica. También se puede utilizar para la comunicación con un sistema de comunicación, como un transceptor.

El formato 180 de flujo de datos estandarizado comprende una capa de red 186, una comunicación hardware del tipo 1553B, SpaceWire, CAN, por lo que es compatible con esos flujos de datos y un arnés 192.

La figura 4 muestra una vista en perspectiva de un nodo de datos 20. El nodo de datos 20 comprende una carcasa 220 que está esencialmente construida como un cuboide y está hecha de aleaciones de aluminio o acero inoxidable. En una primera pared lateral 226, se proporcionan un conector UART 230 y un conector coaxial 234. En una segunda pared lateral 240, un conector Ethernet 244, un conector SpaceWire (MDM) 248, 252 y un conector mini-USB 256. En una tercera pared lateral 270, se provee un conector UART 274 (por ejemplo RS232) y un conector coaxial 278. En una cuarta pared lateral 280, se proporcionan un conector de bus CAN 284 y un conector D-sub 288. En una quinta pared frontal 290, se proporciona un conector 294 de un pin I2C. La caja adaptadora o la carcasa 220 es preferiblemente de forma cúbica o tiene la forma de un cuboide y tiene rieles para que sean compatibles con múltiples conectores. Los conectores pueden ser elegidos y ensamblados en la carcasa por el usuario.

El invento así concebido puede someterse a numerosas modificaciones y variantes, todas ellas dentro del alcance del concepto inventivo. Además, todos los detalles pueden ser reemplazados por otros elementos técnicamente equivalentes. En la práctica, todos los materiales utilizados, así como las formas y dimensiones contingentes, pueden variar dependiendo de los requisitos sin apartarse del alcance de la protección de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Nodo inteligente de datos de satélite (20, 24) para uso en satélites, que comprende una unidad de procesamiento de datos (140) y que comprende una unidad de almacenamiento de datos (146), que comprende a su vez al menos una interfaz de datos calificada para uso espacial (76-86) para una conexión de datos (12, 18) a un subsistema (10, 14), especialmente una carga útil o aviónica, y / o a un ordenador de a bordo (6), por lo que dicho nodo de datos (20, 24) comprende para cada interfaz un conector correspondiente (230, 234, 244, 248, 252, 256, 274, 278, 284, 288, 294), y mediante el cual dicha unidad de almacenamiento de datos (146) está configurada para almacenar una variedad de hojas de datos, y mediante la cual dicha unidad de procesamiento de datos (140) está configurada, empleando dicha hoja de datos, para convertir un flujo de datos de dicho subsistema (10, 14) a un flujo de datos estandarizado con un formato estándar (180) que se define en dicho nodo de datos (20, 24).) y transmitir dicho flujo de datos estandarizado a dicho ordenador de a bordo (6) a través de dicha interfaz de datos.
2. El nodo de datos (20, 24) según la reivindicación 1, en el que dicha interfaz de datos calificada por el espacio es del grupo: SpaceWire, MIL1553B, CAN, I2C, RS422, RS232, SPI, fibrewire, wizardlink.
3. El nodo de datos (20, 24) según las reivindicaciones 1 o 2, en el que dicha unidad de procesamiento de datos (140) está configurada para convertir protocolos entre dichas interfaces (76-86).
4. El nodo de datos (20, 24) según cada una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que dicha unidad de procesamiento de datos (140) está configurada para identificar un subsistema conectado (10, 14).
5. El nodo de datos (20, 24) según la reivindicación 4, en el que dicha identificación se realiza por medio de dicha hoja de datos almacenada en dicha unidad de almacenamiento de datos (146).
6. El nodo de datos (20, 24) según la reivindicación 5, en el que dicha identificación se realiza mediante la decodificación de paquetes de datos recibidos desde dicho subsistema (10, 14) varias veces, cada vez de acuerdo con una tabla de referencia de subsistemas almacenada en dicha unidad de almacenamiento de datos (146) y/o la hoja de datos y el análisis de la validez de los datos para coincidir con el subsistema más probable (10, 14).
7. El nodo de datos (20, 24) según cada una de las reivindicaciones 4 a 6, en el que dicha identificación se realiza mediante una búsqueda de un número de identificación asignado a y transmitido por dicho subsistema (10, 14) y almacenado en dicha unidad de almacenamiento de datos (146).
8. El nodo de datos (20, 24) de acuerdo con cada una de las reivindicaciones 4 a 7, en el que dicha identificación se realiza mediante una búsqueda de un número de identificación de aplicación tal cual está definido en la Norma de Utilización de Paquetes (Packet Utilization Standard, PUS).
9. El nodo de datos (20, 24) de acuerdo con cada una de las reivindicaciones 4 a 8, en el que después de la identificación de dicho subsistema (10, 14), dicho nodo de datos (20, 24) inicializa dicho subsistema (10, 14).

10. El nodo de datos (20, 24) según cada una de las reivindicaciones 1 a 9, donde dicho nodo de datos (20, 24) está configurado para realizar una rutina de autodiagnóstico en la que las funcionalidades de sus componentes, especialmente de dicha unidad de procesamiento de datos (140) y/o dicha unidad de almacenamiento de datos (146) y/o dicho conector (230, 234, 244, 248, 252, 256, 274, 278, 284, 288, 294) están validados.
11. El nodo de datos (20, 24) según cada una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que dicho nodo de datos (20, 24) está configurado para una conexión con al menos un nodo de datos adicional (20, 24) que está conectado al mismo subsistema (10, 14), y por lo que dicho nodo de datos (20, 24) convierte el flujo de datos de ambas conexiones del subsistema a dicho flujo de datos estandarizado.
12. El nodo de datos (20, 24) según cada una de las reivindicaciones 1 a 11, donde dicha unidad de procesamiento de datos (40) está configurada para almacenar datos recibidos desde dicho subsistema conectado (10, 14) en dicha unidad de almacenamiento de datos (146) .
13. El nodo de datos (20, 24) según cada una de las reivindicaciones 1 a 12, que comprende una carcasa o cubierta (220) en la que por lo menos dicho conector (230, 234, 244, 248, 252, 256, 274, 278, 284, 288, 294) es proporcionado.
14. El nodo de datos (20, 24) según la reivindicación 13, en el que se proporciona un riel común que está configurado para recibir al menos dos conectores (230, 234, 244, 248, 252, 256, 274, 278, 284, 288, 294).
15. El nodo de datos (20, 24) de acuerdo con la reivindicación 13 o 14, donde dicha carcasa (220) tiene una forma esencialmente de paralelepípedo, y en la que al menos dos paredes (226, 240, 270, 280, 290) con conectores (230, 234, 244, 248, 252, 256, 274, 278, 284, 288, 294) son proporcionadas.
16. El nodo de datos (20, 24) según cada una de las reivindicaciones 13 a 15, en el que al menos una pared (226, 240, 270, 280) comprende al menos dos conectores (230, 234, 244, 248, 252, 256, 274, 278, 284, 288, 294).
17. El sistema de satélite (2), que comprende un ordenador de a bordo (6), que comprende además al menos un subsistema (10, 14), caracterizado porque un nodo de datos (20, 24) de acuerdo con cada una de las reivindicaciones 1 a 16 es proporcionado, que está conectado a dicho subsistema (10, 14) y a dicho ordenador de a bordo (6), y por lo que dicho ordenador (6) está configurado para recibir dicho flujo de datos estandarizado de dicho nodo de datos (20, 24).
18. El satélite, que comprende un sistema de satélite (2) de acuerdo con la reivindicación 17.

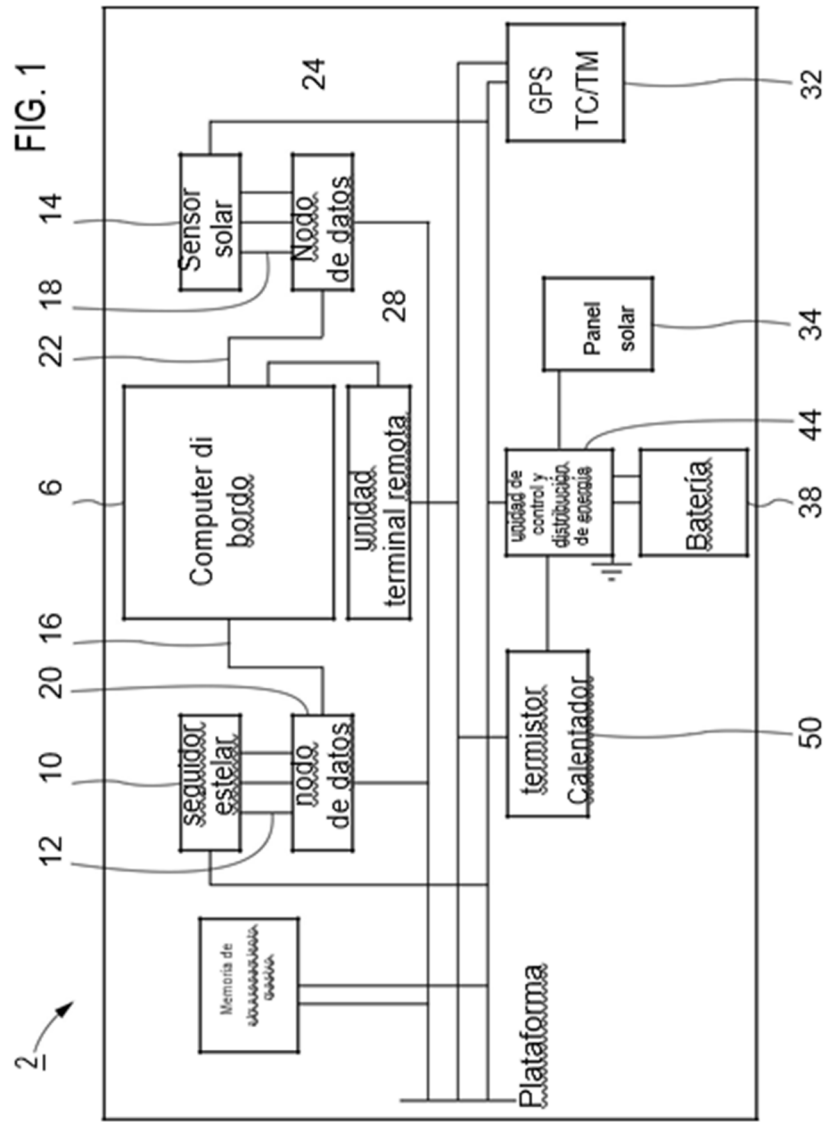


FIG. 2

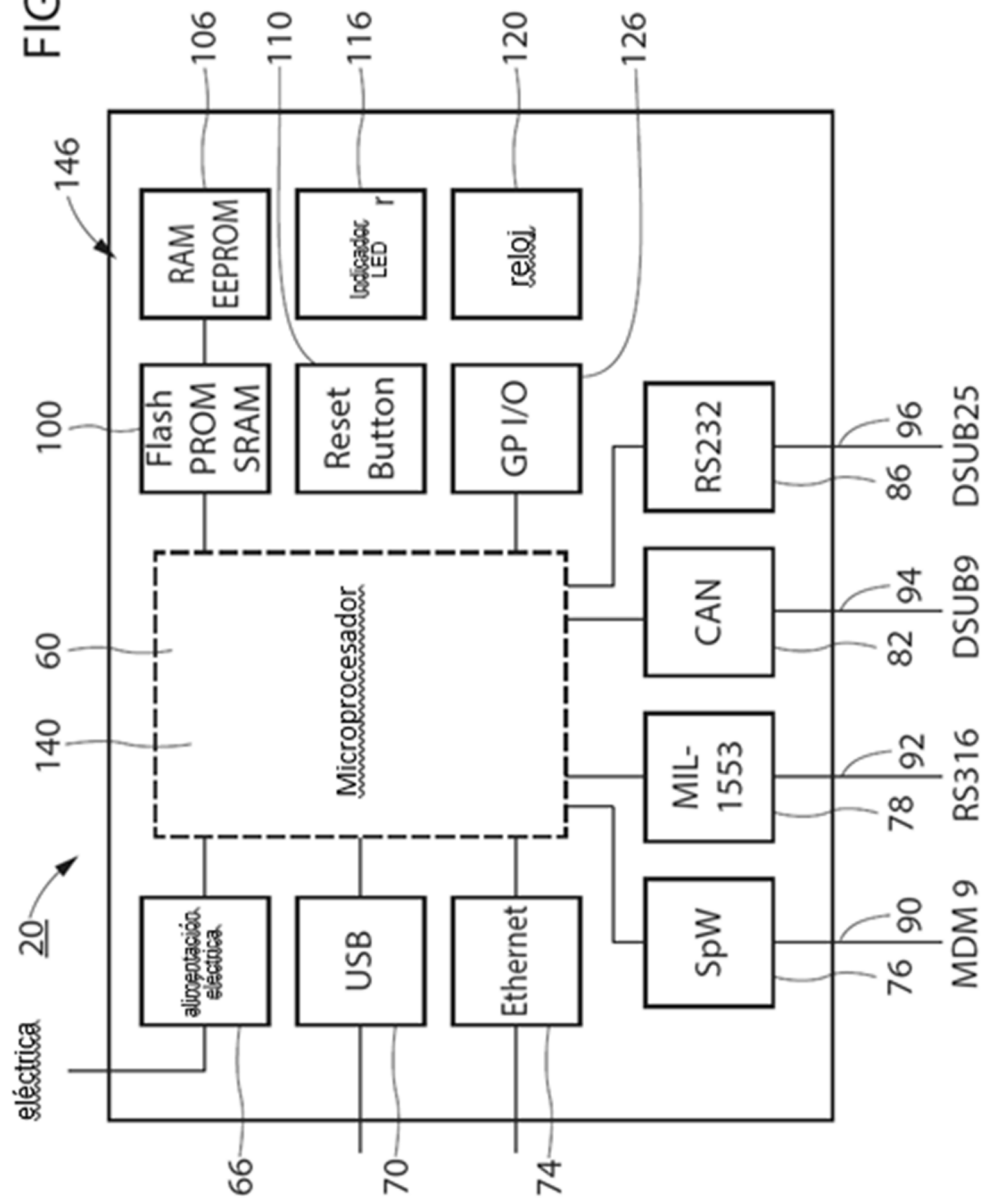


FIG. 3

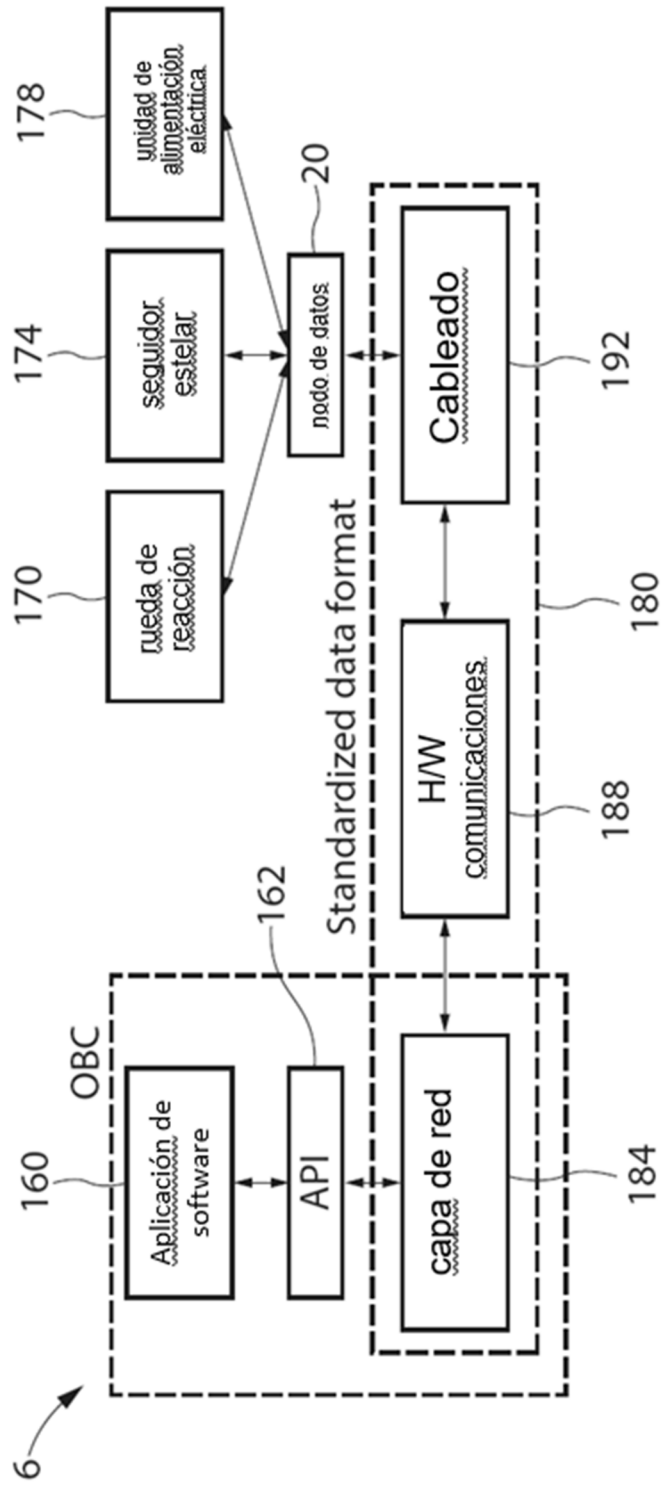


FIG. 4

