

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 850**

51 Int. Cl.:

H04L 12/24 (2006.01)

H04L 12/705 (2013.01)

H04L 12/437 (2006.01)

H04L 12/40 (2006.01)

H04L 29/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.07.2010 PCT/US2010/044017**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.02.2011 WO11017233**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.07.2010 E 10806973 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.12.2018 EP 2462513**

54 Título: **Sistema de entretenimiento en vuelo de interconexión en red en serie de fibra hasta el asiento**

30 Prioridad:

06.08.2009 US 273584 P

20.08.2009 US 274726 P

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

06.06.2019

73 Titular/es:

**GLOBAL EAGLE ENTERTAINMENT INC. (100.0%)
4553 Glencoe Ave., Suite 300
Marina Del Rey, CA 90292, US**

72 Inventor/es:

**WICKLUND, ROLF;
CLINE, DOUGLAS y
PETRISOR, GREG, C.**

74 Agente/Representante:

SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro

ES 2 715 850 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 de entretenimiento en vuelo de interconexión en red en serie de fibra hasta el asiento

5 **Referencia cruzada a solicitudes relacionadas**

Esta solicitud reivindica el beneficio de la solicitud provisional de Estados Unidos con número 61/273.584 titulada "SERIAL NETWORKING FIBER-TO-THE-SEAT INFLIGHT ENTERTAINMENT SYSTEM", presentada el 6 de agosto de 2009 y a la solicitud provisional de Estados Unidos con número 61/274.726 titulada "SERIAL NETWORKING FIBER-TO-THE-SEAT INFLIGHT ENTERTAINMENT SYSTEM NETWORK MANAGEMENT", presentada el 20 de agosto de 2009.

Antecedentes de la invención

15 Los sistemas de entretenimiento en vuelo han evolucionado significativamente durante los últimos 25 años. Antes de 1978, los sistemas IFE consistían en sistemas de audio únicamente. En 1978, Bell y Howell (Avicom Division) introdujeron un sistema de vídeo de visualización en grupo basado en cintas de casete de vídeo. En 1988, Airvision introdujo el primer sistema de vídeo en asiento que permitía a los pasajeros elegir entre varios canales de vídeo difundido. En 1997, Swissair instaló el primer sistema de vídeo bajo demanda (VOD) interactivo. Actualmente, varios sistemas de entretenimiento en vuelo proporcionan VOD con controles similares al disco de vídeo digital completo. El documento US 2009/0034540 describe un sistema y método para enviar por flujo continuo numerosos flujos de VOD a través de una red.

25 Un factor en la viabilidad comercial de un sistema de entretenimiento en vuelo son las unidades sustituibles de línea (LRU) de sistema. El término "LRU" es un término de la técnica que describe en general un componente complejo (por ejemplo "caja negra") en un aeroplano que está diseñado para sustituirse rápidamente en la línea de vuelo o en el área de rampa del aeropuerto. Las LRU son beneficiosas puesto que son en general unidades independientes que pueden intercambiarse rápidamente en el caso que se requiera mantenimiento, permitiendo por lo tanto que el aeroplano continúe operando con poco tiempo de inactividad. Para instalarse en un aeroplano, en primer lugar un diseño de LRU debe aprobarse por la Administración de Aviación Federal por medios definidos en el Título 14 del Código de Normativas Federales. Las LRU de una única configuración de diseño de hardware pueden tener diferente software instalado. Unos costes de instalación, costes de operación, costes de mantenimiento y comodidad de pasajero del sistema de entretenimiento en vuelo dependen enormemente del tamaño, factor de forma, número y peso de sus LRU, así como el número de distintas LRU desplegadas en una única aeronave y a través de toda una flota de aeronaves de la línea aérea.

40 La Figura 1 ilustra sistemas de entretenimiento en vuelo convencionales que emplean una arquitectura de VOD similar a la terrestre (es decir, terminal de cabecera, área de distribución, terminal de asiento). El lado izquierdo de la Figura muestra componentes que se hallan típicamente en el terminal de cabecera del sistema o en un bastidor electrónico. El lado derecho de la Figura muestra componentes de sistema que se hallan típicamente en el terminal de asiento. La sección media de la Figura muestra componentes de sistema que se hallan típicamente en un área de distribución entre el terminal de cabecera y el terminal de asiento. Estos componentes incluyen cajas de distribución de área (ADB) que distribuyen de salida datos desde el terminal de cabecera al terminal de asiento. Las ADB están típicamente conectadas a cajas de electrónica de asiento (SEB) dentro de cada columna de asientos, que distribuyen datos hacia delante y/o hacia atrás a un grupo de asientos adyacentes en la misma columna de asientos.

50 Los proveedores de sistemas de entretenimiento en vuelo han realizado recientemente intentos para reducir el número de distintas LRU en el terminal de asiento. Se muestran cuatro ejemplos de arquitecturas de terminal de asiento convencionales en la Figura 1. Los recuadros A y D muestran arquitecturas de asiento tradicionales en las que las SEB están interpuestas entre las ADB y componentes de terminal de asiento tales como las VDU y unidades de control de pasajero (PCU). Los recuadros B y C muestran arquitecturas de asiento más nuevas que reflejan intentos para eliminar o reducir la dependencia de las SEB moviendo la funcionalidad de las SEB a las VDU y/o PCU. Este desplazamiento ha sido en general a expensas del tamaño, peso y potencia aumentados de las VDU y/o PCU.

55 La industria de entretenimiento en vuelo ha sido más lenta al reducir el número de distintas LRU en el terminal de cabecera y en el área de distribución. Además, los sistemas de entretenimiento en vuelo convencionales requieren cableado inter-área y cableado de asiento a asiento que varía a través de proveedores de sistemas de entretenimiento en vuelo e incluso a través de unos productos únicos de proveedores de sistemas de entretenimiento en vuelo, elevando los costes de instalación y mantenimiento.

65 Algunos pequeños reproductores en la industria de entretenimiento en vuelo han realizado avances en el terminal de cabecera y en el área de distribución. Por ejemplo, un reciente sistema de entretenimiento en vuelo no tiene terminal de cabecera o de área de distribución. Sin embargo, este sistema no tiene paralelo en sistemas de VOD terrestres y no puede aprovechar fácilmente los desarrollos de avances y tecnologías del mundo terrestre. Otro sistema de entretenimiento en vuelo reciente tiene un terminal de cabecera simplificado que integra los servidores de audio,

vídeo y de aplicaciones en una única LRU. Sin embargo, este sistema es propietario y no puede aprovechar fácilmente los avances en la tecnología de sistema de VOD terrestre. Además, el último sistema requiere una red de nodos de área de distribución entre el terminal de cabecera y el terminal de asiento.

5 Sumario de la invención

El sistema de fibra hasta el asiento (FTTS) descrito en la Publicación de Solicitud de Patente de Estados Unidos con N.º 2007/0077998, los contenidos de la cual se resumen en la Figura 2 ha ofrecido un sistema de entretenimiento en vuelo más modular, escalable, extensible, a prueba del futuro, cableado que aprovecha los avances de hardware y software de VOD terrestre y está empaquetado para minimizar el número de distintas LRU no únicamente en una única aeronave sino a través de toda la flota de aeronaves de la línea aérea (es decir de jets regionales a jets jumbo). Sin embargo, este sistema de FTTS tiene ciertas desventajas. En primer lugar, cada unidad de conmutación de servidor (SSU) es un único punto de fallo para todas las VDU y cualquier terminal de gestión de cabina (CMT) que se conecte directamente a esa SSU. En segundo lugar, la implementación de una topología de red cableada en estrella en la que cada VDU tiene una fibra óptica especializada de "funcionamiento doméstico" a una SSU de terminal de cabecera añade coste y complejidad al sistema. Por ejemplo, se requieren sobre tres con veintidós kilómetros (dos millas) de fibra en una instalación de aeronave de cuerpo estrecho típica y sobre seis con cuarenta y tres kilómetros (cuatro millas) en una instalación de aeronave de cuerpo ancho típica. El alto coste de la fibra de calidad de aeronave y de los conectores de fibra óptica, acoplado con el coste y complejidad de instalar estos componentes de fibra, hacen esta arquitectura muy cara de implementar.

En algunas realizaciones, la presente invención proporciona un sistema de entretenimiento en vuelo que ofrece ventajas del sistema de FTTS descrito en la Publicación de Solicitud de Patente de Estados Unidos N° 2007/0077998 mientras que muestra características superiores de recuperación de fallos y tiene requisitos de componentes de fibra reducidos. El sistema, sin embargo, no está limitado al campo de la aviación; de hecho se contemplan otras aplicaciones, tales como, pero sin limitación, autobuses, barcos, automóviles, trenes y similares.

En un aspecto de la invención, un sistema de entretenimiento en vuelo de este tipo comprende una pluralidad de unidades sustituibles de línea de terminal de cabecera físicamente interconectadas en una configuración en anillo y una pluralidad de unidades sustituibles de línea de interconexión en red conectadas en serie físicamente interconectadas en una configuración en serie, comprendiendo las unidades sustituibles de línea de interconexión en red conectadas en serie unidades de visualización de vídeo, en el que dos de las unidades sustituibles de línea de interconexión en red conectadas en serie en el borde de la configuración en serie están físicamente interconectadas directamente con dos de las unidades sustituibles de línea de terminal de cabecera, respectivamente, en el que se mantiene una trayectoria de datos de terminal de cabecera sin bucle entre unidades sustituibles de línea de terminal de cabecera activas regulando la participación de enlace en la trayectoria de datos de terminal de cabecera, en el que se mantiene la trayectoria de datos de terminal de cabecera sin bucle eliminando un enlace seleccionado desde una trayectoria de datos de terminal de cabecera anterior en respuesta a detectar un bucle en la trayectoria de datos de terminal de cabecera anterior, en el que se mantiene una o más trayectorias de datos de interconexión en red conectadas en serie sin bucle entre al menos una de las dos unidades sustituibles de línea de terminal de cabecera y unidades sustituibles de línea de interconexión en red conectadas en serie activas regulando la participación de enlace en las trayectorias de datos de interconexión en red conectadas en serie, en el que se mantienen la una o más trayectorias de datos de interconexión en red conectadas en serie sin bucle eliminando un enlace seleccionado de una trayectoria de datos de interconexión en red conectada en serie anterior, y en el que se selecciona el enlace seleccionado para minimizar el número máximo de saltos entre cualquiera de las unidades sustituibles de línea de interconexión en red conectadas en serie activas y cualquiera de las dos unidades sustituibles de línea de terminal de cabecera. La invención se amplía a un método de acuerdo con la reivindicación 9.

Se exponen algunos otros aspectos de la invención en las reivindicaciones dependientes.

Estos y otros aspectos de la invención se entenderán mejor por referencia a la siguiente descripción detallada tomada en conjunto con los dibujos que se describen brevemente a continuación. Por supuesto, la invención se define por las reivindicaciones adjuntas.

55 Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 muestra sistemas de entretenimiento en vuelo conocidos.

La Figura 2 muestra un sistema de entretenimiento en vuelo de FTTS conocido.

La Figura 3 muestra un sistema de entretenimiento en vuelo con cadenas de unidades sustituibles de línea de interconexión en red conectadas en serie y un anillo de unidad sustituible de línea de terminal de cabecera de acuerdo con algunas realizaciones de la invención.

La Figura 4 muestra una unidad sustituible de línea de terminal de cabecera para un sistema de entretenimiento en vuelo con cadenas de unidades sustituibles de línea de interconexión en red serie y un anillo de unidad sustituible de línea de terminal de cabecera de acuerdo con algunas realizaciones de la invención.

La Figura 5 muestra una unidad sustituible de línea de interconexión en red en serie genérica para un sistema de entretenimiento en vuelo con cadenas de unidades sustituibles de línea de interconexión en red serie y un anillo

de unidad sustituible de línea de terminal de cabecera de acuerdo con algunas realizaciones de la invención.

Las Figuras 6A a 6D muestran mantenimiento de trayectoria de datos de interconexión en red serie de acuerdo con algunas realizaciones de la invención.

5 Las Figuras 7A a 7D muestran mantenimiento de trayectoria de datos de terminal de cabecera de acuerdo con algunas realizaciones de la invención.

Descripción detallada de realizaciones preferidas

10 La Figura 3 muestra un sistema de entretenimiento en vuelo (IFE) con cadenas de unidades sustituibles de línea de interconexión en red en serie (SN-LRU) 311-313 y un anillo de unidades sustituibles de línea de terminal de cabecera (HE-LRU) 310 en algunas realizaciones de la invención. Como se ilustra, la cadena de SN-LRU 311 y el anillo de HE-LRU 310 están situados fuera de los asientos, mientras que las cadenas de SN-LRU 312, 313 están situadas en los asientos. En estas realizaciones, múltiples HE-LRU 309 están conectadas físicamente por el anillo mediante enlaces de fibra óptica 308. Múltiples cadenas de SN-LRU 301-305 están conectadas físicamente a las HE-LRU 309 en sus bordes (terminales) mediante los enlaces 307, por ejemplo fibras ópticas, de manera que los dos bordes de cada cadena están físicamente conectados a una diferente de las HE-LRU 309. Pueden emplearse muchos tipos de SN-LRU, por ejemplo, la unidad de interfaz de red interna de interconexión en red en serie 301, la unidad de interfaz de red externa de interconexión en red en serie 302, el cargador de datos de interconexión en red en serie 303, el CMT de interconexión en red en serie 304 (situado en general en la cocina), y las VDU de interconexión en red en serie 305.

20 Cada SN-LRU 301-305 descubre a través de mensajería de topología la HE-LRU más cercana 309. En la realización ilustrada, empezando en un borde de cadena de SN-LRU 311, la unidad 301 está conectada a una de las HE-LRU 309 mediante un enlace 307 en la dirección aguas arriba mientras se conecta a la unidad 302 en la dirección aguas abajo mediante otro enlace 306. La unidad 301 recibe desde la HE-LRU 309 en la dirección aguas arriba un mensaje de presencia que incluye un recuento de saltos a la HE-LRU 309, incrementa el recuento de saltos, y pasa el mensaje de presencia actualizado a lo largo de la dirección aguas abajo a la unidad 302. A medida que el mensaje de presencia progresa en la dirección aguas abajo, cada SN-LRU sucesiva en la cadena (por ejemplo, 302, 303, 304) incrementa el recuento de saltos. Continuando en esta cadena, la unidad 302 está conectada en la dirección aguas abajo al cargador de datos 303 a través de otro enlace 306. El cargador de datos 303 está conectado en la dirección aguas abajo al CMT 304 a través de otro enlace 306. En el enlace final de esta cadena de SN-LRU 311, el CMT 304 en el borde de la cadena está conectado de vuelta a una diferente de las HE-LRU 309 a través de otro enlace más 307. En la otra dirección, el CMT 304 recibe desde esa HE-LRU 309 un mensaje de presencia que incluye un recuento de saltos, incrementa el recuento de saltos, y pasa el mensaje de presencia actualizado a lo largo de la dirección aguas arriba al cargador de datos 303. Cada SN-LRU sucesiva en la cadena 311 incrementa el recuento de saltos en consecuencia.

35 El sistema de IFE puede incluir al menos una cadena de SN-LRU adicional 312 y probablemente al menos dos cadenas de SN-LRU adicionales 312, 313. La cadena o cadenas de SN-LRU adicionales 312, 313 pueden consistir en su mayoría cualquier tipo de SN-LRU, tal como las VDU 305. En cada borde de estas cadenas de SN-LRU adicionales 312, 313, una de las VDU de interconexión en red en serie 305 está conectada a una de las HE-LRU 309 a través de un enlace y dentro de cada una de estas cadenas de SN-LRU las VDU de interconexión en red en serie 305 están conectadas a través de enlaces. Estas cadenas de SN-LRU adicionales 312, 313 en general diseminan mensajes de presencia e información de recuento de saltos de la misma manera que la cadena de SN-LRU previamente descrita 311.

40 De manera separada, cada HE-LRU descubre a través de mensajería de topología si el anillo de HE-LRU 310 está cerrado o abierto. Cada HE-LRU 309 recibe un mensaje de presencia desde las HE-LRU vecinas 309 y retransmite el mensaje de presencia en su puerto no de entrada hasta que se determina si el mensaje de presencia realiza bucle de retorno a las HE-LRU de origen 309, caso en el que se revela que el anillo HE-LRU 310 está cerrado, o no realiza bucle de retorno a las HE-LRU de origen 309, caso en el que se revela que el anillo HE-LRU 310 está abierto.

45 La funcionalidad de servidor (por ejemplo servidor de aplicación, servidor de audio, servidor de vídeo, servidor de juegos, servidor de ficheros, servidor de sistema de información de pasajeros) está integrada en las HE-LRU 309 de una manera modular, escalable, robusta que minimiza el impacto en el sistema de IFE en el caso de que falle una o más de las HE-LRU 309. Los procesadores de gestión de red dentro de las HE-LRU 309 y las SN-LRU restauran el acceso de red de SN-LRU activas 301-305 a las HE-LRU 309 bajo los siguientes escenarios: (a) una interrupción de conexión a lo largo de una cadena SN-LRU 311-313; (b) fallo de una SN-LRU 301-305 en una cadena de SN-LRU 311-313; (c) fallo de una HE-LRU 309 en un extremo de una cadena SN-LRU 311-313. Además, los procesadores de gestión de red dentro de las HE-LRU 309 restauran el acceso de red de las SN-LRU 301-305 según se describe con respecto a las Figuras 6A-7D a las HE-LRU activas 309 bajo los siguientes escenarios: (a) una interrupción de conexión entre cualesquiera dos HE-LRU 309; (b) fallo de una HE-LRU 309. Aunque que el número de SN-LRU 301-305 en una cadena de SN-LRU 311-313 variará, las cadenas de SN-LRU relativamente cortas ofrecen en general un nivel superior de redundancia y ancho de banda de recuperación frente a fallos que las SN-LRU. En algunas realizaciones, se proporcionan indicaciones de error, por ejemplo códigos de error, para facilitar identificación, diagnóstico y/o localización del error. En algunas realizaciones las indicaciones de error se transmiten a los sistemas

de monitorización y/o mantenimiento externos.

La Figura 4 muestra una HE-LRU 400 representativa adaptada para su uso en un sistema de IFE con cadenas de SN-LRU y un anillo de HE-LRU en algunas realizaciones de la invención. En estas realizaciones, la HE-LRU 400 tiene servidores integrados de seis tipos diferentes, incluyendo uno o más servidores de aplicación 401, servidores de vídeo 402, servidores de audio 403, servidores de juegos 404, servidores de ficheros 405 y servidores de sistema de información de vuelo de pasajero 406, todos los cuales están conectados a un procesador de gestión de red integrado 407 a través de conexiones internas. A modo de ejemplo, el procesador de gestión de red 407 puede ser un conmutador gestionado.

Los servidores de aplicación 401 son controladores de sistema que proporcionan los siguientes tipos de servicios: gestión de contenido; empaquetamiento de canal; procesamiento de transacción; integración de sistema de facturación; gestión de servicios; integración de aprovisionamiento; administración y gestión de sistema; gestión de encriptación (servidores de claves, autenticación, etc.); gestión de cliente de software; integración de servidor para servidores de audio, vídeo, juegos y de ficheros o similares. Los servidores de vídeo 402 proporcionan los siguientes tipos de servicios: VOD, casi VOD; pago por visión; grabador de vídeo personal en red; vídeo de difusión o similares. Los servidores de audio 403 proporcionan los siguientes tipos de servicios: audio bajo demanda; audio de difusión o similares. Los servidores de juegos 404 proporcionan los siguientes tipos de servicios: lógica y programación para juegos; páginas web entregadas dinámicamente para juegos basados en explorador o similares. Los servidores de ficheros 405 proporcionan los siguientes tipos de servicios: contenido de Internet almacenado en caché; datos de usuario y datos de perfil de usuario almacenados en caché o similares. Los servidores de sistema de información de vuelo de pasajero 406 usan entradas desde el sistema de navegación de aeronaves y calculan diversa información de vuelo que incluye tiempo hasta destino, velocidad, altitud, temperatura del aire del exterior, tiempo en destino, localización de la aeronave para visualizar al pasajero ya sea en forma de texto o gráficamente tal como una pantalla de mapa en movimiento o similares.

El procesador 407 tiene N puertos reservados para conexiones físicas a SN-LRU en los bordes de las cadenas y K puertos reservados para conexiones físicas para otras HE-LRU en un anillo. Los K puertos reservados para las conexiones de anillo de HE-LRU están conectados a K transceptores de puerto de HE-LRU 408 a través de conexiones internas. Los transceptores de puerto 408 están a su vez conectados a un conector de panel de fibra óptica 420 a través de K conexiones de fibra óptica internas. De manera similar, los N puertos reservados para las conexiones de cadena de SN-LRU están conectados a N transceptores de puerto de SN-LRU 410 a través de conexiones internas. Los transceptores de puerto 410 están a su vez conectados al conector de panel 420 a través de N conexiones de fibra óptica internas. En algunas realizaciones, las conexiones de fibra óptica internas son simplex por el tiempo que se conectan al conector de panel 420 (por ejemplo los transceptores de puertos 408 y 410 son bidireccionales o se usa un acoplador para convertir una salida de transceptor dúplex unidireccional a formato simplex bidireccional). El conector de panel 420 coincide de manera ciega con un conector 421 cuando la HE-LRU 400 está instalada en un bastidor en el terminal de cabecera. El conector 421 tiene K cables de fibra óptica externos reservados para puertos HE-LRU que conectan a las correspondientes conexiones de fibra óptica internas de HE-LRU cuando se instala la HE-LRU 400 en el bastidor. De manera similar, el conector 421 tiene N cables de fibra óptica externos reservados para los puertos de cadena de SN-LRU que conectan a las correspondientes conexiones de fibra óptica internas de SN-LRU cuando está instalada la HE-LRU 400 en el bastidor. K y N son cada uno mayor que uno. Además, la HE-LRU 400 tiene T puertos de datos, donde $K+N$ es menor o igual que T . Bajo el control del procesador 407, la HE-LRU 400 proporciona información de presencia a cualquier SN-LRU que esté conectada directamente a la HE-LRU 400 a través de uno de los N cables de fibra óptica externos reservados para puertos de cadena de SN-LRU (es decir, cualquier SN-LRU de borde). Bajo el control del procesador 407, la HE-LRU 400 también proporciona su propia información de presencia a cualquier HE-LRU que está conectada directamente a la HE-LRU 400 a través de uno de los K cables de fibra óptica externos reservados para puertos de HE-LRU y retransmite en su puerto no de entrada cualquier información de presencia (que no originó el HE-LRU) recibida en estos puertos de las HE-LRU vecinas.

La Figura 5 muestra una SN-LRU genérica 500 adaptada para su uso en un sistema de IFE con cadenas de SN-LRU y un anillo de HE-LRU en algunas realizaciones de la invención. En estas realizaciones, la SN-LRU 500 incluye un núcleo de LRU 501 que tiene elementos de hardware y software, un primer transceptor de fibra óptica 503, un segundo transceptor de fibra óptica 504 y un procesador de gestión de red 502, que puede ser un conmutador gestionado. El procesador 502 está acoplado comunicativamente con el primer transceptor 503 y el segundo transceptor 504 mediante conexiones de cobre internas. El procesador 502 está acoplado comunicativamente con el núcleo de LRU 501 mediante una conexión interna, tal como una conexión de cobre. El primer transceptor 503 está conectado físicamente mediante, por ejemplo, un enlace de fibra óptica externo a una HE-LRU o SN-LRU aguas arriba. El segundo transceptor 504 está conectado físicamente de manera similar mediante un enlace de fibra óptica externo a una HE-LRU o SN-LRU aguas abajo. El procesador 502 proporciona al núcleo de LRU 501 acceso de red a una HE-LRU aguas arriba a través del primer transceptor 503 o a una HE-LRU aguas abajo a través del segundo transceptor 504. Las direcciones aguas arriba y aguas abajo se han asignado de manera arbitraria a la trayectoria de red a la izquierda y a la derecha de la LRU respectivamente.

La estructura y función del núcleo de LRU 501 varía por tipo de SN-LRU. Un núcleo de LRU para la unidad de interfaz de red interna 301 posibilita el acceso al audio y datos de dirección pública para características de conveniencia de pasajero tales como control de luz de lectura, llamada de auxiliar de vuelo e información de vuelo para aplicaciones tales como mapas en movimiento, etc. Un núcleo de LRU para la unidad de interfaz de red externa 5 302 posibilita comunicación con redes terrestres en general a través de redes de frecuencia de radio basadas en satélite o terrestres. Este núcleo de LRU puede posibilitar comunicación bidireccional o unidireccional dependiendo de la implementación. Las versiones bidireccionales posibilitan conectividad con redes terrestres (conectividad de banda ancha). Las versiones unidireccionales posibilitan acceso a fuentes de datos de difusión de aeronave tales como televisión (vídeo de difusión). Un núcleo de LRU para el cargador de datos 303 posibilita actualizaciones de contenido de medios (películas, audio, juegos, páginas web de Internet, ficheros, etc.), actualizaciones de clave y transferencias de datos de transacción. Este núcleo de LRU posibilita transferencia de datos usando uno de los siguientes mecanismos: disco o cinta extraíble insertado en el cargador de datos 303, unidad de disco o unidad de cinta portátil llevada a bordo y conectada temporalmente en el sistema de IFE, LAN inalámbrica u otro enlace inalámbrico. Un núcleo de LRU para CMT 304 posibilita que los auxiliares de vuelo realicen gestión de sistema y funciones de administración tales como: reinicio de LRU, previsualización de canal de vídeo, anulación de auxiliar de vuelo, estado de llamada de auxiliar, estado de luz de lectura, prueba integrada, prueba de interrogación y sistema. Los núcleos de LRU para las VDU 305 cada uno incluye un dispositivo de visualización física (por ejemplo pantalla de panel plana) que posibilita que un pasajero visualice contenido de vídeo y navegue por un menú de IFE. Estos núcleos de LRU pueden proporcionar adicionalmente funcionalidad de PCU, tal como control de volumen, control de canal, control de iluminación, botón de llamada de auxiliar, botones de menú y/o botones de selección de menú, mediante una pantalla táctil de dispositivo de visualización o botones accionados mecánicamente. Los núcleos de LRU para unidades de interfaz de visualización (no mostradas) incluyen una interfaz física a un dispositivo de visualización externo (por ejemplo pantalla de panel plano) que posibilita que un pasajero visualice contenido de vídeo y navegue por un menú de IFE. Como los núcleos de LRU para las VDU, estos núcleos de LRU pueden proporcionar adicionalmente funcionalidad de PCU, tal como control de volumen, control de canal, control de iluminación, botón de llamada de auxiliar, botones de menú y/o botones de selección de menú, mediante una pantalla táctil de dispositivo de visualización o botones accionados mecánicamente.

Las Figuras 6A a 6D ilustran mantenimiento de trayectoria de datos de interconexión en red en serie en algunas realizaciones de la invención. La Figura 6A muestra cableado físico de un sistema de IFE que tiene un anillo de cuatro HE-LRU y una única cadena de cuatro SN-LRU físicamente cableadas a la HE-LRU 1 y HE-LRU 2. Las SN-LRU están mantenidas al tanto de la HE-LRU más cercana a través de mensajería de topología y regulan la participación de enlace en trayectorias de datos de interconexión en red en serie para establecer y mantener trayectorias de datos sin bucle que minimizan el número máximo de saltos de red de cualquier SN-LRU a una HE-LRU. La Figura 6B muestra la topología de interconexión en red en serie cuando no hay fallos en la cadena. El enlace entre SN-LRU 2 y SN-LRU 3 se ha eliminado de la trayectoria de datos, dando como resultado establecimiento de dos trayectorias de datos sin bucle en el que el número máximo de saltos a una HE-LRU son dos. La Figura 6C muestra la topología de interconexión en red en serie después de reconfiguración tras detectar que el enlace entre SN-LRU 1 y SN-LRU 2 ha fallado. Esta reconfiguración se realiza añadiendo el enlace entre SN-LRU 2 y SN-LRU 3 a la trayectoria de datos para proporcionar todas las SN-LRU a al menos una trayectoria de datos de salto a una HE-LRU en la que el número máximo de saltos a una HE-LRU es tres. La Figura 6D muestra la topología de interconexión en red en serie después de la reconfiguración tras detectar que la SN-LRU 4 ha fallado. Esta reconfiguración se realiza añadiendo el enlace entre SN-LRU 2 y SN-LRU 3 a la trayectoria de datos para proporcionar todas las SN-LRU que mantienen activa al menos una trayectoria de datos de salto a una HE-LRU en la que el número máximo de saltos a una HE-LRU es tres. Las adiciones y restas de enlaces ilustrados en las Figuras 6B a 6D se hacen bajo el control del procesador de gestión de red en la SN-LRU 1, SN-LRU 2 y/o SN-LRU 3 usando el recuento de saltos y/o información de presencia recogida de la mensajería de topología. Por ejemplo, cada SN-LRU puede determinar bajo el control de su procesador de gestión de red si es una SN-LRU media de una cadena comparando los recuentos de saltos recibidos en ambos de sus puertos. Si los recuentos de saltos para ambos puertos son los mismos o difieren en únicamente un salto, la SN-LRU se auto-identifica como una LRU media; de otra manera, la SN-LRU no se auto-identifica como una LRU media. Si la SN-LRU se auto-identifica como una LRU media, la SN-LRU interrumpe la cadena para crear una topología de red sin bucle. Si los recuentos de saltos para ambos puertos difieren en un salto, la SN-LRU bajo el control de su procesador de gestión de red bloquea el puerto con el recuento de saltos superior (es decir, el puerto que tiene una trayectoria más larga a la HE-LRU más cercana) y desbloquea el otro puerto. Si el recuento de saltos para ambos puertos es idéntico, la SN-LRU bajo el control de su procesador de gestión de red bloquea uno predeterminado de los puertos y desbloquea el otro puerto.

Las Figuras 7A a 7D ilustran el mantenimiento de trayectoria de datos de terminal de cabecera en algunas realizaciones de la invención. La Figura 7A muestra cableado físico de un sistema de IFE que tiene un anillo de cuatro HE-LRU y una única cadena de cuatro SN-LRU físicamente cableadas a la HE-LRU 1 y HE-LRU 2. Cuando las HE-LRU detectan un anillo de HE-LRU cerrado como resultado de mensajería de topología, una HE-LRU designada elimina uno de sus enlaces de la trayectoria de datos para crear la trayectoria de datos sin bucle entre las HE-LRU, enlace que puede restaurarse más tarde a la trayectoria de datos para mantener la trayectoria de datos si una HE-LRU o un enlace fallan. La Figura 7B muestra la topología de red de terminal de cabecera después de detección de bucle de HE-LRU. En esa topología, el enlace entre HE-LRU 1 y HE-LRU 4 se ha eliminado de la

trayectoria de datos para eliminar el bucle. La Figura 7C muestra la topología de red de terminal de cabecera después de la reconfiguración tras detectar que el enlace entre la HE-LRU 3 y HE-LRU 4 ha fallado. Este enlace entre HE-LRU 1 y HE-LRU 4 se ha restaurado a la trayectoria de datos para mantener acceso de red a todas las HE-LRU. La Figura 7D muestra la topología de red de terminal de cabecera después de la reconfiguración tras detectar que la HE-LRU 2 ha fallado. Esta reconfiguración da como resultado de manera similar la restauración del enlace entre HE-LRU 1 y HE-LRU 4 a la trayectoria de datos para mantener acceso de red a todas las HE-LRU activas. Las adiciones y restas de enlaces ilustrados en las Figuras 7B a 7D se hacen bajo el control del procesador de gestión de red en la HE-LRU 1, HE-LRU-3, y/o HE-LRU 4 usando información de bucle recogida de mensajería de topología. En algunas realizaciones, al menos dos de las HE-LRU en un anillo de HE-LRU son de una única configuración de diseño de hardware.

En algunas realizaciones, se añaden y eliminan enlaces de trayectorias de datos regulando dinámicamente el estado de los transceptores en HE-LRU y SN-LRU entre un estado de reenvío de datos y un estado de bloqueo de datos bajo el control de los procesadores de gestión de red. De manera natural, los transceptores y sus puertos asociados y enlaces continuarán llevando mensajes de presencia y otra información de gestión incluso cuando no están participando en una trayectoria de datos.

En una realización, una característica distintiva importante de la presente invención de protocolos de árbol de expansión convencionales es que en las redes de la presente invención en las que no se forma la trayectoria de datos sin bucle entre las HE-LRU pasa a través de una SN-LRU.

Se ha de entender que la palabra "serie" como se usa en el presente documento describe la manera en que los dispositivos descritos están juntos en red y no hace referencia al tipo de comunicaciones o a la manera en la que las comunicaciones se envían a través de los enlaces de red.

Se apreciará por los expertos en la materia que la invención puede realizarse en otras formas específicas sin alejarse del alcance de las mismas. La presente descripción se considera por lo tanto en todos los aspectos que es ilustrativa y no restrictiva. El alcance de la invención se indica por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de entretenimiento en vuelo, que comprende:

5 una pluralidad de unidades sustituibles de línea de terminal de cabecera (309) físicamente interconectadas en una configuración en anillo (310); y
 una pluralidad de unidades sustituibles de línea de interconexión en red conectadas en serie (301-305) físicamente interconectadas en una configuración en serie (311-313), comprendiendo las unidades sustituibles de línea de interconexión en red conectadas en serie (301-305) unidades de visualización de vídeo, en el que las
 10 dos unidades sustituibles de línea de interconexión en red conectadas en serie (301, 304, 305) en los bordes de la configuración en serie (311-313) están físicamente interconectadas directamente con dos de las unidades sustituibles de línea de terminal de cabecera (309), respectivamente,
 en el que se mantiene una trayectoria de datos de terminal de cabecera sin bucle entre unidades sustituibles de línea de terminal de cabecera activas (309) regulando la participación de enlace en la trayectoria de datos de
 15 terminal de cabecera,
 en el que se mantiene la trayectoria de datos de terminal de cabecera sin bucle eliminando un enlace seleccionado de una trayectoria de datos de terminal de cabecera anterior en respuesta a detectar un bucle en la trayectoria de datos de terminal de cabecera anterior,
 en el que se mantienen una o más trayectorias de datos de interconexión en red conectadas en serie sin bucle entre al menos una de las dos unidades sustituibles de línea de terminal de cabecera (309) y unidades
 20 sustituibles de línea de interconexión en red activas (301-305) regulando la participación de enlace en las trayectorias de datos de interconexión en red conectadas en serie,
 en el que se mantienen la una o más trayectorias de datos de interconexión en red conectadas en serie sin bucle eliminando un enlace seleccionado de una trayectoria de datos de interconexión en red conectada en serie
 25 anterior, y
 en el que se selecciona el enlace seleccionado para minimizar el número máximo de saltos entre cualquiera de las unidades sustituibles de línea de interconexión en red conectadas en serie activas (301-305) y cualquiera de las dos unidades sustituibles de línea de terminal de cabecera (309).

30 2. El sistema de la reivindicación 1, en el que el enlace seleccionado se selecciona usando información de recuento de saltos.

3. El sistema de la reivindicación 1, en el que se mantienen las trayectorias de datos de interconexión en red conectadas en serie sin bucle añadiendo un enlace seleccionado a una trayectoria de datos de interconexión en red
 35 conectada en serie anterior en respuesta a detectar un fallo en la trayectoria de datos de interconexión en red conectada en serie anterior.

4. El sistema de la reivindicación 3, en el que el fallo es un fallo de enlace.

40 5. El sistema de la reivindicación 3, en el que el fallo es un fallo de unidad sustituible de línea.

6. El sistema de la reivindicación 1, en el que se mantiene la trayectoria de datos de terminal de cabecera sin bucle añadiendo un enlace seleccionado a una trayectoria de datos de terminal de cabecera anterior en respuesta a
 45 detectar un fallo en la trayectoria de datos de terminal de cabecera anterior.

7. El sistema de la reivindicación 6, en el que el fallo es un fallo de enlace.

8. El sistema de la reivindicación 6, en el que el fallo es un fallo de unidad sustituible de línea.

50 9. Un método de control de un sistema de entretenimiento en vuelo, que comprende:

proporcionar una pluralidad de unidades sustituibles de línea de terminal de cabecera (309) configuradas para estar físicamente interconectadas en una configuración en anillo (310);
 proporcionar una pluralidad de unidades sustituibles de línea de interconexión en red conectadas en serie (301-
 55 305) configuradas para estar físicamente interconectadas en una configuración en serie (311-313), comprendiendo las unidades sustituibles de línea de interconexión en red conectadas en serie (301-305) unidades de visualización de vídeo,
 en el que las dos unidades sustituibles de línea de interconexión en red conectadas en serie (301, 304, 305) en los bordes de la configuración en serie (311-313) están físicamente interconectadas directamente con dos de las
 60 unidades sustituibles de línea de terminal de cabecera (309), respectivamente;
 regular la participación de enlace en la trayectoria de datos de terminal de cabecera, manteniendo de esta manera una trayectoria de datos de terminal de cabecera sin bucle entre unidades sustituibles de línea de terminal de cabecera activas (309),
 en el que regular la participación de enlace en la trayectoria de datos de terminal de cabecera comprende
 65 eliminar un enlace seleccionado de una trayectoria de datos de terminal de cabecera anterior en respuesta a detectar un bucle en la trayectoria de datos de terminal de cabecera anterior; y

regular la participación de enlace en las trayectorias de datos de interconexión en red conectadas en serie, manteniendo de esta manera una o más trayectorias de datos de interconexión en red conectadas en serie sin bucle entre al menos una de las dos unidades sustituibles de línea de terminal de cabecera (309) y unidades sustituibles de línea de interconexión en red activas (301-305),

5 en el que regular la participación de enlace en las trayectorias de datos de interconexión en red conectadas en serie comprende eliminar un enlace seleccionado de una trayectoria de datos de interconexión en red conectada en serie anterior,

10 en el que se selecciona el enlace seleccionado para minimizar el número máximo de saltos entre cualquiera de las unidades sustituibles de línea de interconexión en red conectadas en serie activas (301-305) y cualquiera de las dos unidades sustituibles de línea de terminal de cabecera (309).

Figura 1
(Técnica anterior)

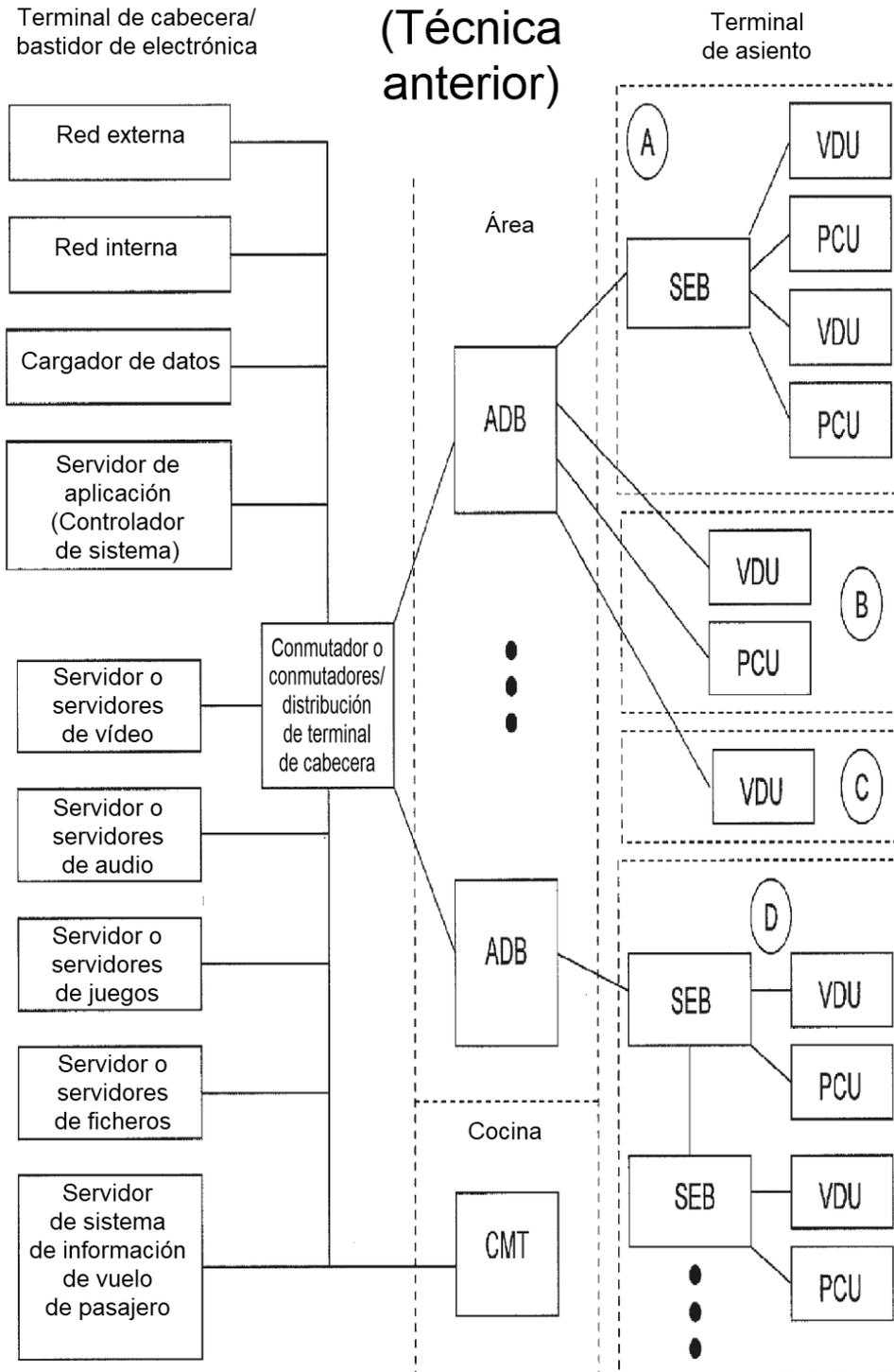
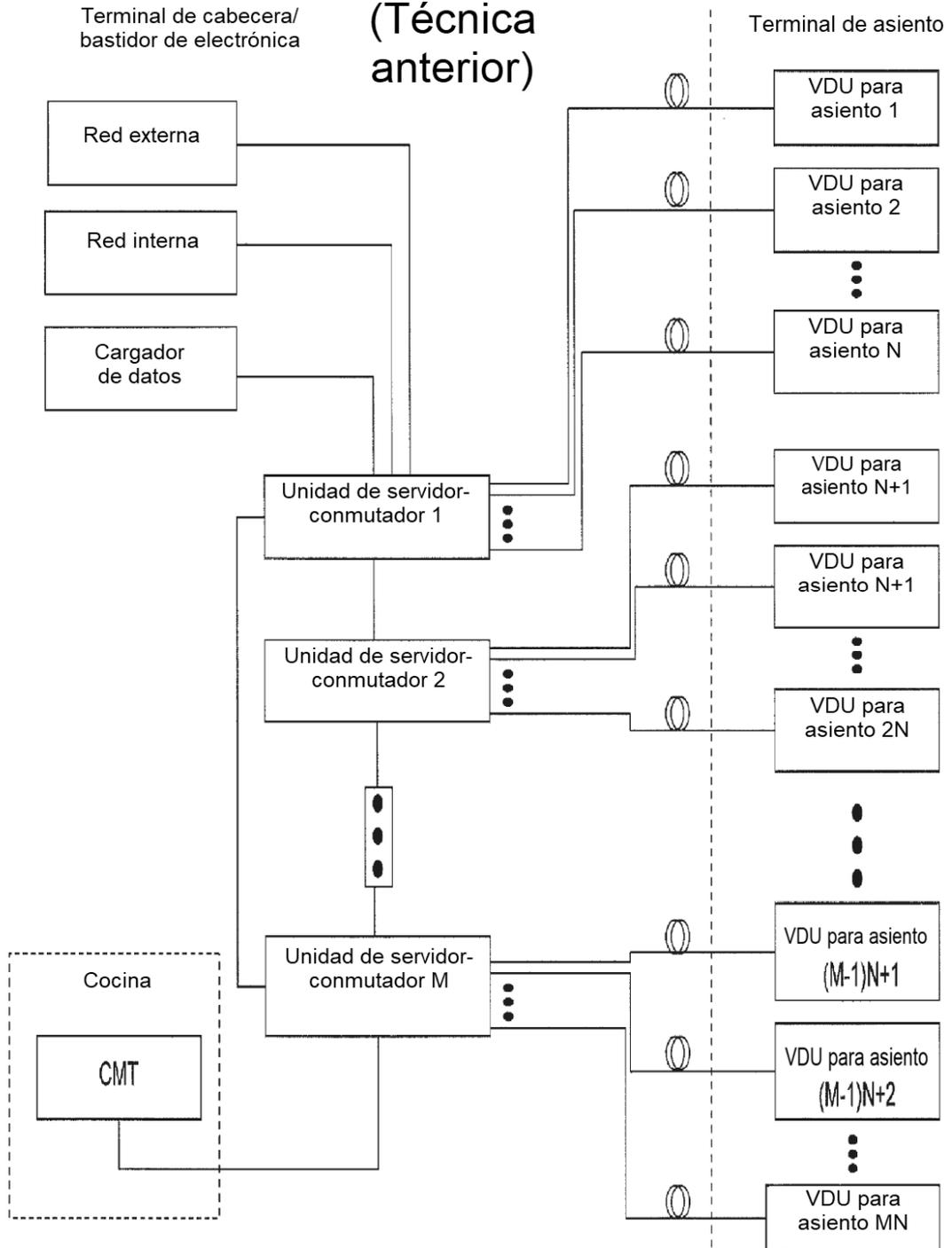


Figura 2
(Técnica anterior)



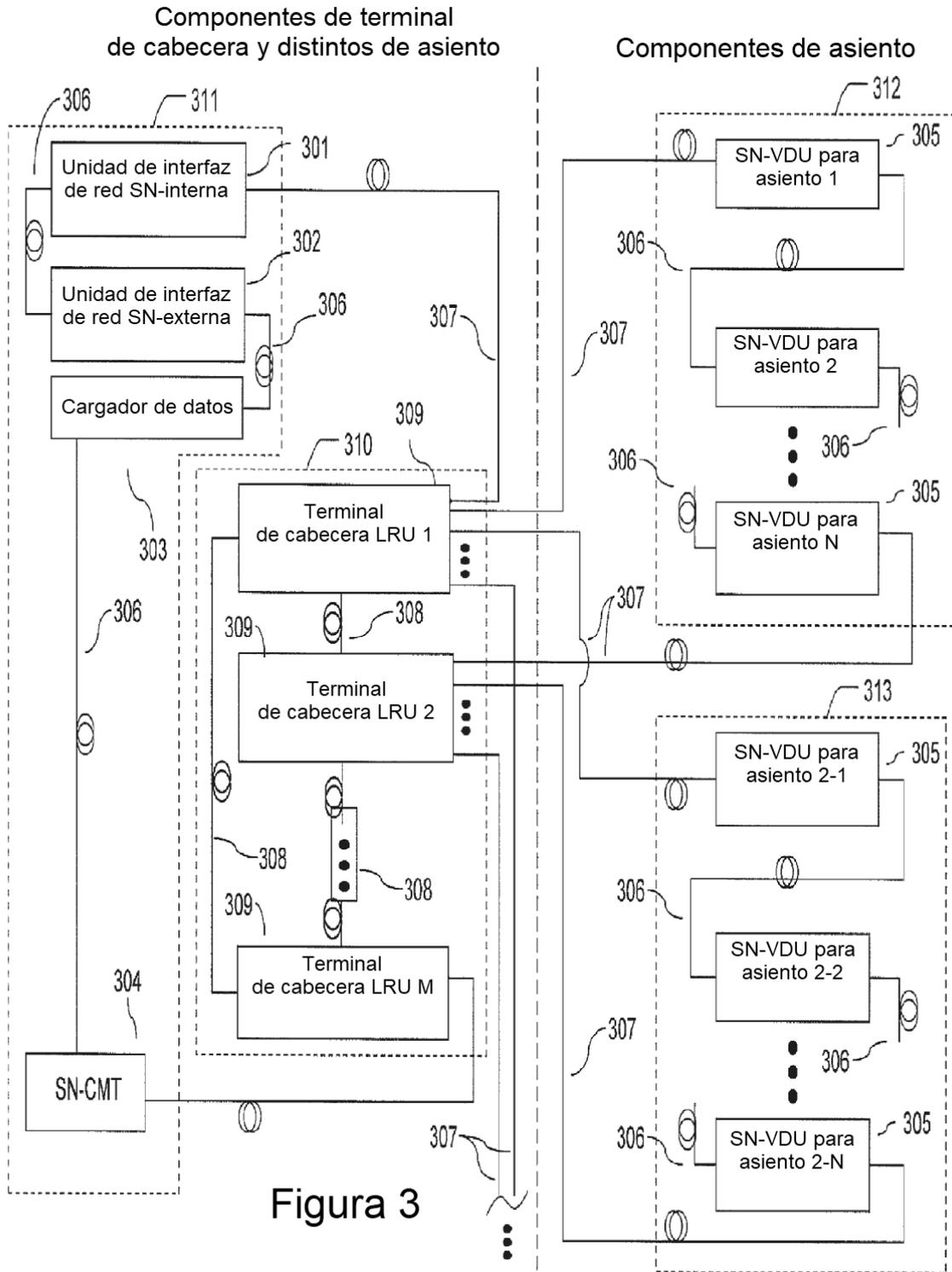


Figura 4

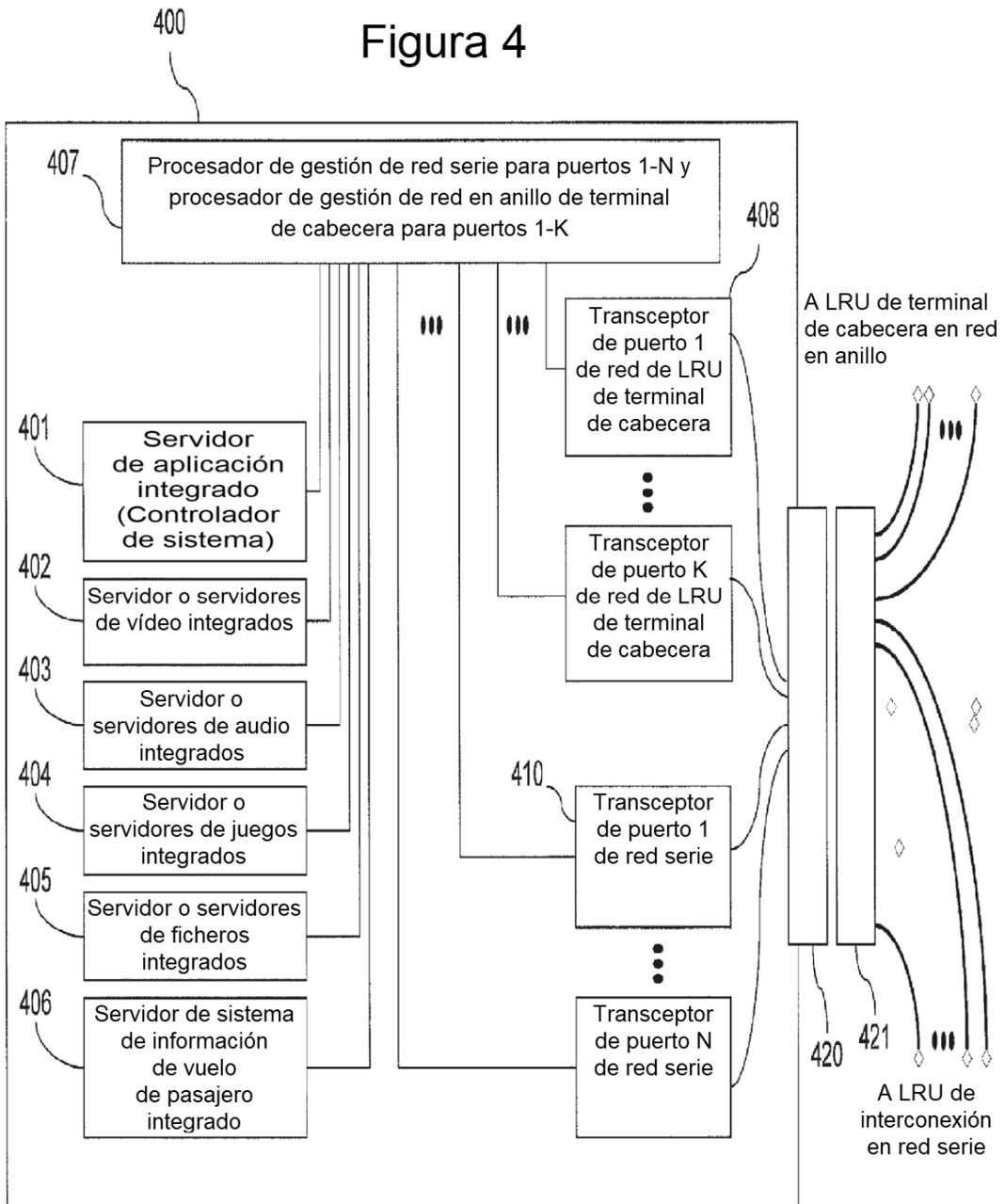


Figura 5

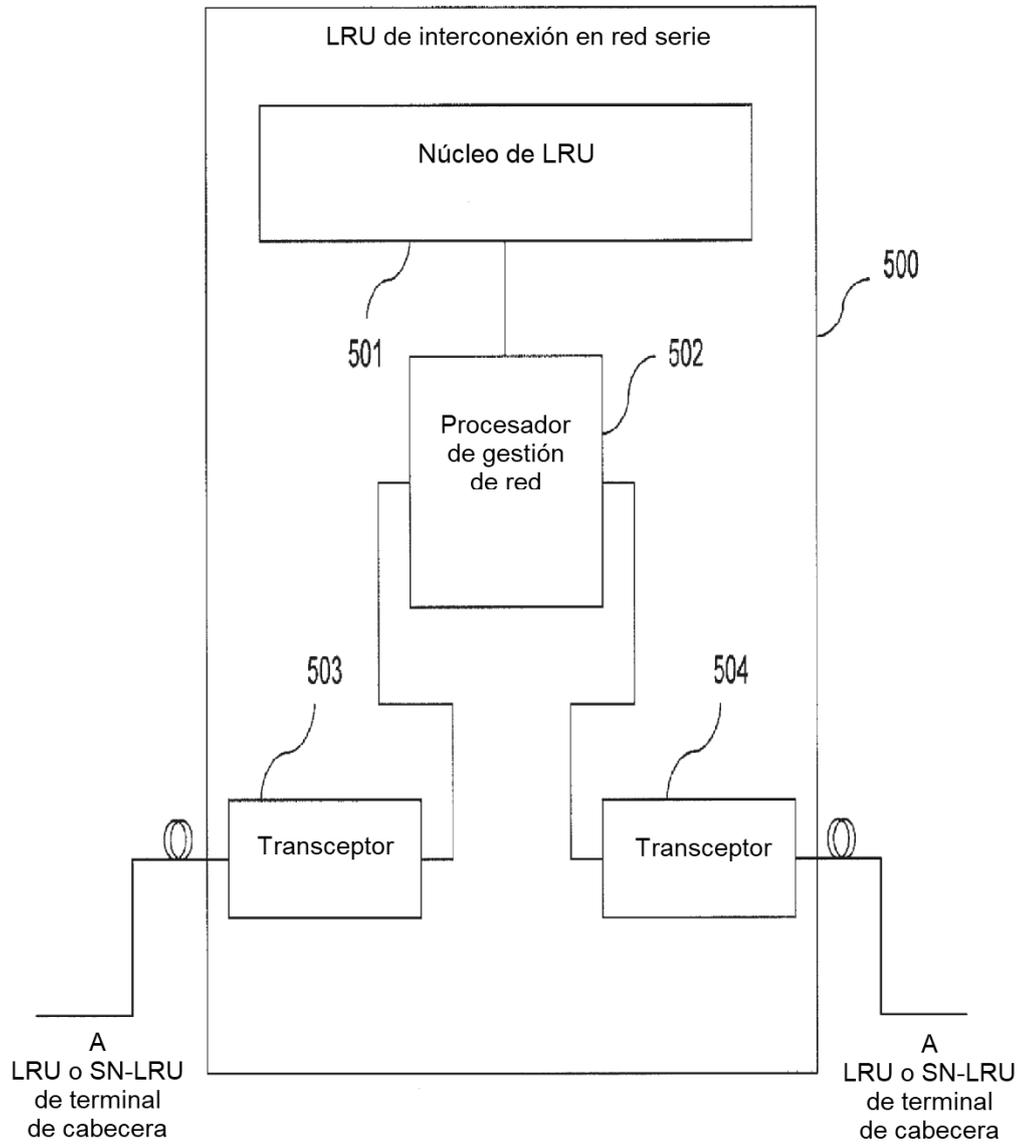


Figura 6A

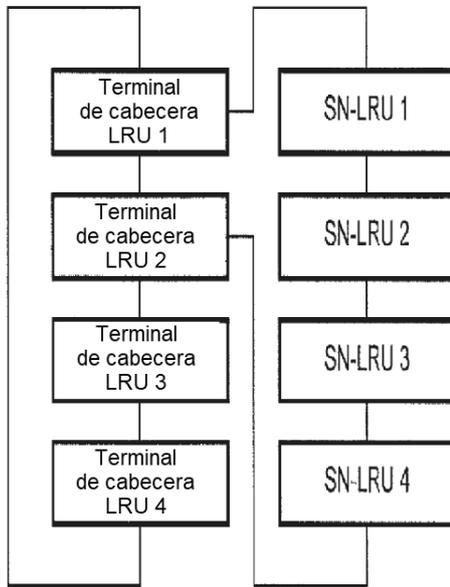


Figura 6B

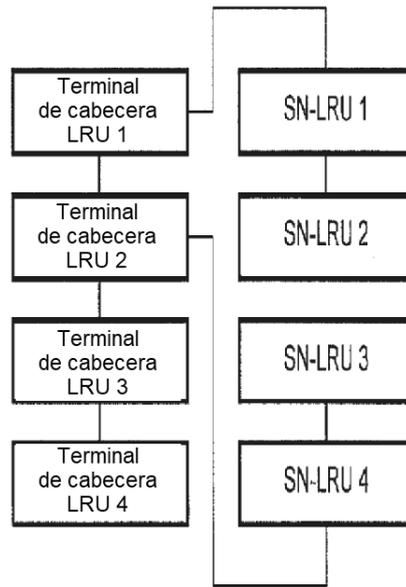


Figura 6C

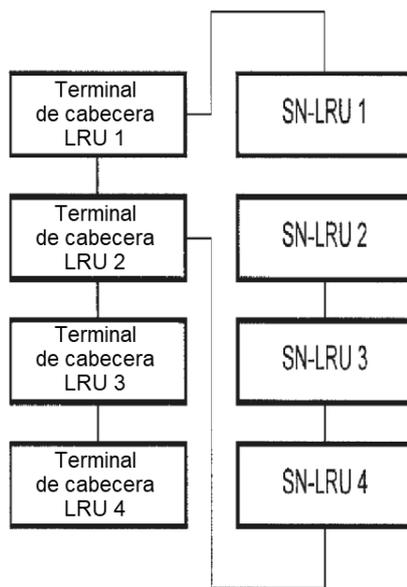


Figura 6D

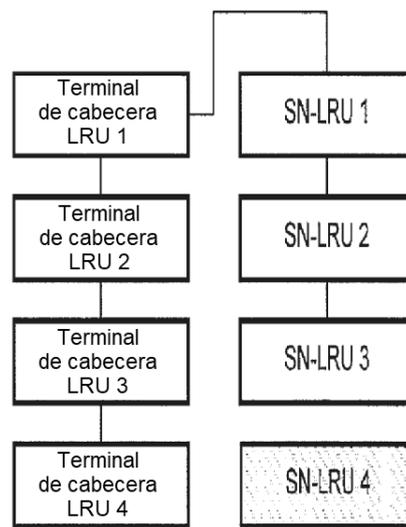


Figura 7A

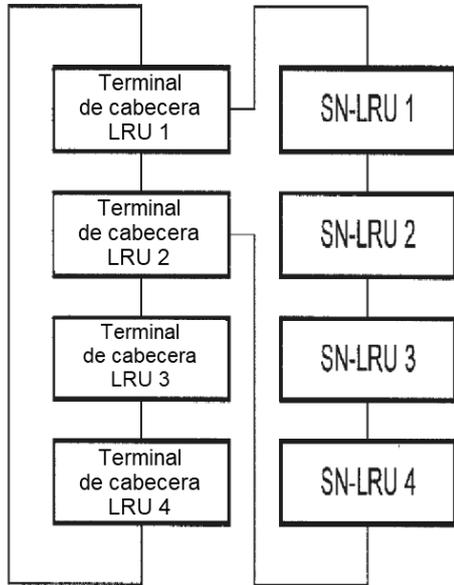


Figura 7B

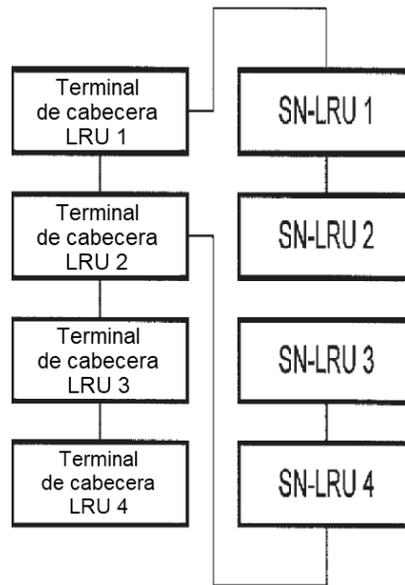


Figura 7C

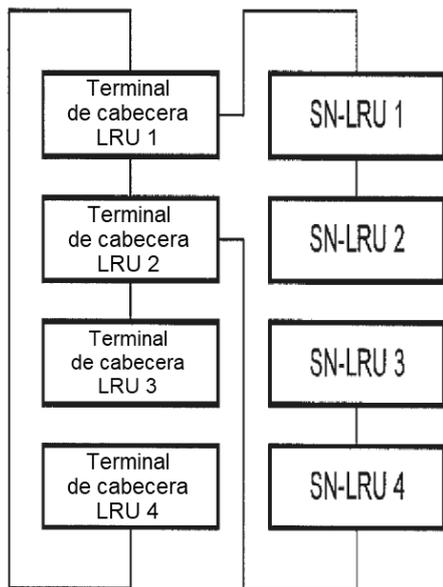


Figura 7D

