

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 745 105**

51 Int. Cl.:

H04L 29/06 (2006.01)

H04L 29/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.02.2017** **E 17157789 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2019** **EP 3367625**

54 Título: **Un procedimiento de comunicación entre dos entidades de señalización de vías ferroviarias**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.02.2020

73 Titular/es:

KAPSCH CARRIERCOM AG (100.0%)
Lehrbachgasse 11
1120 Wien, AT

72 Inventor/es:

GRUET, CHRISTOPHE;
BEICHT, PETER y
KERNSTOCK, KARL

74 Agente/Representante:

CONTRERAS PÉREZ, Yahel

ES 2 745 105 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

Un procedimiento de comunicación entre dos entidades de señalización de vías ferroviarias

5

La presente invención se refiere a un procedimiento de comunicación según protocolo TCP, UDP o SCTP entre dos entidades de señalización de vías ferroviarias en una red inalámbrica según un estándar de LTE del 3GPP.

Los sistemas de señalización de vías ferroviarias tales como CBTC (Communications Based Train Control: control de ferrocarriles basado en comunicaciones) o ETCS (European Train Control System: sistema europeo de control de ferrocarriles) se utilizan para señalización, control y protección de ferrocarriles y equipos junto a la vía ferroviaria. En el pasado, esos sistemas dependían de redes inalámbricas dedicadas tales como TETRA (Terrestrial Trunked Radio: radio terrestre troncalizada), GSM-R (Global System for Mobile Telecommunications – Rail: sistema global para telecomunicaciones móviles – vía ferroviaria) o WLAN (Wireless Local Area Networks: redes inalámbricas de área local), ya que la baja latencia y la alta disponibilidad son fundamentales para la seguridad e intereses de operabilidad.

Para explotar las capacidades de transmisión de datos de alta velocidad de estándares inalámbricos de banda ancha general modernos tales como LTE (Long Term Evolution: evolución a largo plazo) del estándar 3GPP (3rd Generation Partnership Project: proyecto asociación de tercera generación), se han hecho esfuerzos recientes para estandarizar los servicios de datos críticos de misión (MCData: Mission Critical Data), véase, por ejemplo, la especificación técnica del 3GPP (TS: Technical Specification) 23.282.

Los servicios de datos MCData utilizan la arquitectura funcional común definida en la especificación TS 23.280 del 3GPP para soportar servicios de misión crítica (MC) en LTE, y son uno de los tres servicios de MC definidos en el estándar LTE: MCPTT (MC push-to-talk: pulsar para hablar en misiones críticas) para comunicaciones de voz en misiones críticas, MCVideo para funciones de pull y push de video para misiones críticas, y MCData para servicios de datos en misiones críticas. Los servicios de datos MCData comprenden un conjunto de cuatro servicios: servicios de mensajería SDS (Short Data Service: servicio de datos cortos), servicios de FD (File Distribution: distribución de archivos), servicios de DS (Data streaming: transmisión de datos) y servicios de IC (IP connectivity: conectividad IP), véase la especificación TS 23.282 del 3GPP.

La Figura 1 muestra un ejemplo de cómo se utilizan actualmente los servicios de MC en un entorno de señalización de vías ferroviarias según el estado de la técnica. Los servicios MCPTT se utilizan para implementar comunicaciones de voz en misiones críticas entre, por ejemplo, un FRMCS (Future Railway Mobile Communication System: futuro sistema de comunicaciones móviles ferroviarias) 1 y una entidad de usuario del estándar LTE (UE) a bordo de un ferrocarril 2 a través de una red de acceso de radio (RAN: Radio Access Network) habilitada para MC del estándar LTE 3.

Unos servidores de señalización de vías ferroviarias ETCS o CBTC de ejemplo 4, 5 utilizan servicios de conectividad de protocolo de Internet (IP) proporcionados a través de la red inalámbrica 3 para comunicarse con un cliente de señalización 6 a bordo del ferrocarril 2. Esos servicios IP típicamente comprenden comunicaciones TCP (Transmission Control Protocol: protocolo de control de transmisión), UDP (User Datagram Protocol: protocolo de datagramas de usuario) o SCTP (Stream Control Transmission Protocol: protocolo de transmisión de control de flujos).

Como se muestra en la Figura 1, los servidores de señalización 4, 5 y los clientes 6 son sistemas autónomos, que comparten sólo la red inalámbrica 3 con la comunicación de voz MCPTT del sistema de comunicaciones 1 y el UE en el ferrocarril 2, mientras que tiene sus propios núcleos de comunicación de servicios IP 7, 8, 9 para procesar la autenticación, la autorización, la seguridad y la configuración de sus entidades de señalización (aplicaciones) 10, 11, 12. Esto también se aplica a escenarios en los que se utilizan servicios IC de datos MCData estandarizados más recientemente de la red inalámbrica 3.

Es un objeto de la invención proporcionar un procedimiento más eficiente, también muy fiable y de baja latencia para comunicaciones IP, en particular, comunicaciones según protocolo TCP, UDP o SCTP, entre dos entidades de señalización de vías ferroviarias a través de una red inalámbrica.

Según la invención, este objetivo se consigue con un procedimiento según la reivindicación 1. Se definen otras formas de realización en las reivindicaciones dependientes.

60

En lugar de servicios de conectividad IP genéricos de la red inalámbrica LTE del 3GPP, el procedimiento de la invención hace uso del servicio SDS de datos MCData para comunicaciones IP tunelizadas en forma de mensajes de señalización según protocolo TCP, UDP o SCTP a través de mensajes SDS de datos MCData. Debido a la

prioridad intrínseca de "misión crítica" de los mensajes SDS de datos MCDData en la red inalámbrica LTE, la señalización de misión crítica entre las entidades de señalización de vías ferroviarias es rápida y eficiente. Para los mensajes SDS de datos MCDData, el servidor de datos MSDData y los clientes de datos MCDData proporcionan todas las funciones de comunicación básicas, tales como autenticación, autorización, seguridad y configuración entre las partes de comunicación que intercambian mensajes SDS, de modo que las entidades de señalización de vías ferroviarias son liberadas de todas esas funciones. Las entidades de señalización de vías ferroviarias, es decir, los servidores y clientes de señalización de vías ferroviarias, se pueden reducir por lo tanto a "pequeñas" aplicaciones, que se basan en los protocolos básicos del servidor y clientes de SDS de datos MCDData. Además, los clientes y servidores de señalización de vías ferroviarias se pueden agregar y/o readaptar fácilmente al sistema, sin la necesidad de implementar mecanismos adicionales de autenticación, autorización, seguridad y configuración en el lado del servidor ferroviario o de los clientes.

Para lograr una baja latencia, los mensajes SDS de datos MCDData se envían preferiblemente en el modo de envío automático de datos MCDData desde el cliente de datos MCDData al servidor de datos MCDData, y preferiblemente también en el modo de recepción automática de datos MCDData desde el servidor de datos MCDData al cliente o clientes de datos MCDData. El "Envío automático" es un mecanismo de los servicios de datos MCDData en el que los datos con origen en un cliente remitente de datos MCDData se transmiten automáticamente al servidor de datos MCDData sin solicitar permiso para su transmisión, y la "Recepción automática" es un mecanismo en el que los datos son entregados automáticamente al cliente receptor de datos MCDData desde el servidor de datos MCDData sin requerir aceptación para su entrega. Según se define en la especificación TS 23.282 del 3GPP, los modos de envío automático y de recepción automática son posibles para transmisiones de no más de 1000 bytes. Dado que los paquetes de datos según protocolo TCP, UDP o SCTP de entidades de señalización de vías ferroviarias suelen ser mucho más pequeños, este límite no afecta a la operación de baja latencia.

En una forma de realización preferida, el mensaje SDS de datos MCDData es enviado en un modo de llamada privada desde un primer cliente de datos MCDData a un segundo cliente de datos MCDData. Alternativamente, el mensaje SDS de datos MCDData también se podría enviar en un modo de llamada en grupo a una pluralidad de segundos clientes de datos MCDData, si es necesario.

Con el procedimiento según la invención, se pueden implementar fácilmente estrategias de redundancia para sistemas de señalización de vías ferroviarias altamente a prueba de fallos. Con este fin, una primera forma de realización preferida del procedimiento de la invención comprende además:

- configurar un primer cliente de datos MCDData adicional para la primera entidad de señalización y registrar el primer cliente de datos MCDData adicional con el servidor de datos MCDData para transferencias SDS de datos MCDData;
- configurar un segundo cliente de datos MCDData adicional para la segunda entidad de señalización y registrar el segundo cliente de datos MCDData adicional con el servidor de datos MCDData para transferencias SDS de datos MCDData;
- recibir el mensaje de señalización procedente de la primera entidad de señalización también en el primer cliente de datos MCDData adicional;
- en el primer cliente de datos MCDData adicional, empaquetar el mensaje de señalización en un mensaje SDS de datos MCDData adicional;
- enviar el mensaje SDS de datos MCDData adicional desde el primer cliente de datos MCDData adicional al segundo cliente de datos MCDData adicional a través del servidor de datos MCDData;
- si para alguno de los dos mensajes SDS de datos MCDData ha fallado su recepción en el respectivo segundo cliente de datos MCDData, extraer el mensaje de señalización del mensaje SDS de datos MCDData que no ha fallado (que ha sido recibido) para su envío a la segunda entidad de señalización.

La duplicación de la ruta de transmisión de mensajes para los mensajes SDS de datos MCDData consigue una redundancia para compensar posibles fallos de transmisión a través de la red inalámbrica.

Mientras que esta primera forma de realización utiliza un servidor de datos MCDData común, alternativamente también se pueden duplicar los servidores de datos MCDData. Es decir, en una segunda forma de realización preferida, el procedimiento de la invención comprende:

- configurar un primer cliente de datos MCDData adicional para la primera entidad de señalización y registrar el primer cliente de datos MCDData adicional con un servidor de datos MCDData adicional para transferencias SDS de datos MCDData;
- configurar un segundo cliente de datos MCDData adicional para la segunda entidad de señalización y registrar el segundo cliente de datos MCDData adicional con el servidor de datos MCDData adicional para transferencias SDS de datos MCDData;
- recibir el mensaje de señalización procedente de la primera entidad de señalización también en el primer cliente de datos MCDData adicional;

en el primer cliente de datos MCDData adicional, empaquetar el mensaje de señalización en un mensaje SDS de datos MCDData adicional;

enviar el mensaje SDS de datos MCDData adicional desde el primer cliente de datos MCDData adicional al segundo cliente de datos MCDData adicional a través del servidor de datos MCDData adicional;

- 5 si para alguno de los dos mensajes SDS de datos MCDData ha fallado su recepción en el respectivo segundo cliente de datos MCDData, extraer el mensaje de señalización del mensaje SDS de datos MCDData que no ha fallado (que ha sido recibido) para su envío a la segunda entidad de señalización.

- 10 En tanto la primera como la segunda forma de realización, el mensaje de señalización según protocolo TCP, UDP o SCTP para transmitir puede ser duplicado en la entidad de señalización remitente para su suministro a los dos primeros clientes de datos MCDData. Para este fin, en el caso de un mensaje de señalización TCP, se puede duplicar el mensaje enviándolo como un mensaje TCP de múltiples rutas (MPTCP), en el caso de un mensaje UDP como un mensaje UDP de múltiples rutas (MPUDP), o en el caso de un mensaje SCDP como un mensaje SCTP de múltiples rutas (MPSCTP).

- 15 En una forma de realización alternativa adicional, la redundancia se puede implementar por medio de llamadas en grupo procesadas en el sistema de SDS de datos MCDData. Para este fin, una tercera forma de realización preferida del procedimiento de la invención comprende:

- 20 configurar un primer cliente de datos MCDData adicional para la primera entidad de señalización y registrar el primer cliente de datos MCDData adicional con el servidor de datos MCDData para transferencias SDS de datos MCDData;

configurar un segundo cliente de datos MCDData adicional para la segunda entidad de señalización y registrar el segundo cliente de datos MCDData adicional con el servidor de datos MCDData para transferencias SDS de datos MCDData;

- 25 definir un grupo que contenga los dos segundos clientes de datos MCDData como miembros; en el que el mensaje SDS de datos MCDData es enviado en un modo de llamada en grupo a todos los miembros del grupo.

- 30 La redundancia se puede mejorar aún más cuando el grupo comprende adicionalmente los dos primeros clientes de datos MCDData como miembros, de modo que, al recibir el mensaje SDS de datos MCDData en el primer cliente de datos MCDData adicional, el mensaje SDS de datos MCDData es reenviado en un modo de llamada en grupo a todos los miembros del grupo.

- 35 En cualquiera de esos casos, cuando se reciben mensajes de señalización duplicados, se puede procesar la eliminación de duplicados a nivel de las entidades de señalización de vías ferroviarias que reciben dichos mensajes duplicados. Alternativamente, y preferiblemente, se pueden evitar duplicados innecesarios de mensajes SDS de datos MCDData restringiendo ciertas rutas de mensajería en grupo entre los miembros del grupo en una llamada en grupo, de modo que principalmente se conservan las rutas de reenvío desde los dos clientes SDS de datos MCDData remitentes a los dos clientes SDS de datos MCDData receptores, según se explicará más adelante en detalle.

- 40 Las entidades de señalización en el procedimiento de la invención pueden ser de cualquier tipo, por ejemplo, dos controladores de ferrocarril a bordo que intercambian comunicaciones entre ferrocarriles, dos equipos junto a la vía ferroviaria, un equipo junto a la vía ferroviaria y un servidor de señalización central, etc. En formas de realización preferidas, la primera entidad de señalización es un controlador de ferrocarril a bordo y la segunda entidad de señalización es un servidor de señalización junto a la vía ferroviaria, o vice versa. En esos casos, solo la entidad de señalización móvil necesita comunicarse a través de la red inalámbrica con el servidor de datos MCDData, mientras que la entidad de señalización estacionaria se puede comunicar directamente a través de un enlace de datos conectado por cable con el servidor de datos MCDData.

- 50 Ahora se describirán con más detalle unas formas de realización de ejemplo en referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es un diagrama general de un sistema y procedimiento de señalización de vías ferroviarias según el estado de la técnica;

- 55 La Figura 2 es un diagrama general de un sistema y procedimiento de señalización de vías ferroviarias según la invención;

La Figura 3 es un diagrama funcional del modelo de plano de aplicación del servicio SDS de datos MCDData en LTE del 3GPP;

La Figura 4 es un diagrama de bloques de una primera forma de realización de un sistema y procedimiento de comunicación de señalización de vías ferroviarias según la invención.

- 60 La Figura 5 es un diagrama de datos que muestra la etapa de empaquetar un mensaje de señalización TCP en un mensaje SDS de datos MCDData; y

Las Figuras 6, 7 y 8 son diagramas de bloques de formas de realización adicionales del sistema y procedimiento de señalización de vías ferroviarias de la invención.

En cuanto a la Figura 1, que describe el estado de la técnica, se ha hecho referencia a la misma en la introducción.

La Figura 2, en la que los mismos números de referencia designan las mismas entidades que en la Figura 1, muestra el uso de un túnel SDS de datos MCDData 13 para la señalización entre los servidores de señalización de vías ferroviarias 4, 5 y el ferrocarril de ejemplo 2 con su entidad de usuario UE a través de la red inalámbrica 3. Un servidor de datos MCDData 14 para procesar servicios de datos MCDData está conectado a la red inalámbrica 3. La red inalámbrica 3 es una red LTE del 3GPP que proporciona servicios SDS de datos MCDData de acuerdo con la especificación TS 23.282 del 3GPP, cuyo modelo funcional de plano de aplicación básico está representado en la Figura 3 para el servidor de datos MCDData 14 y un cliente de datos MCDData 15 de ejemplo hospedado por la entidad de usuario UE.

Según se muestra en la Figura 3, de acuerdo con la sección 6.5.1-1 de la especificación TS 23.282 para el modelo funcional en la red, se utiliza el punto de referencia MCDData-SDS-1 para transacciones de datos SDS de unidifusión (unicast) de enlace de subida y de bajada en el plano de control de señalización por la función de distribución SDS 16 del servidor de datos MCDData 14 y la función SDS 17 del cliente de datos MCDData 15. Este punto de referencia también se utiliza para la señalización de la aplicación de datos MCDData durante el establecimiento de la sesión en soporte a la transferencia de datos SDS. El punto de referencia MCDData-SDS-2 transporta datos SDS de unidifusión de enlace de subida y de bajada en el plano de medios entre la función de distribución SDS 16 del servidor de datos MCDData 14 y la función SDS 17 del cliente de datos MCDData 15. El punto de referencia MCDData-SDS-3 transporta datos SDS de multidifusión de enlace de bajada en el plano de medios desde la función de distribución SDS 16 del servidor de datos MCDData 14 a la función SDS 17 del cliente de datos MCDData 15.

La función de distribución SDS 16 del servidor de datos MCDData 14 es responsable de las transacciones de datos SDS a los participantes de la comunicación de datos MCDData. La función de distribución SDS 16 proporciona la siguiente funcionalidad:

- recepción de transacciones de datos SDS de enlace de subida por medio del punto de referencia MCDData-SDS-2;
- replicación de datos SDS según sea necesario para su distribución a aquellos participantes de la comunicación de datos MCDData que utilizan transporte unidifusión;
- distribución de datos de enlace de bajada mediante transmisiones de unidifusión IP a aquellos participantes de la comunicación de datos MCDData que utilizan transporte unidifusión por medio del punto de referencia MCDData-SDS-2; y
- distribución de datos SDS de enlace de bajada utilizando transporte de enlace de bajada de multidifusión por medio del punto de referencia MCDData-SDS-3.

El control de transmisión/recepción 16' es responsable del control de transmisión y recepción de las transacciones de datos SDS de MCDData entre el cliente de datos MCDData remitente, el servidor de datos MCDData y el cliente de datos MCDData receptor. Para la capacidad SDS, el control de transmisión/recepción 16' es "Envío automático" y "Recepción automática" según se ha descrito anteriormente.

Para las comunicaciones SDS de datos MCDData, el servidor de datos MCDData 14 proporciona de este modo todas las funciones básicas necesarias para la autenticación, autorización, seguridad, configuración e identidad de cualesquiera clientes de datos MCDData 15 (o 15_a, 15_b, 21, 21a, 21b que se describen más adelante) conectados (registrados) con el mismo.

Esto se muestra en la Figura 4 con más detalle. La Figura 4 muestra un escenario de comunicación entre dos entidades de señalización de vías ferroviarias, en este caso un servidor de señalización de vías ferroviarias ETCS de ejemplo 4 y un cliente de señalización de vías ferroviarias de ejemplo 2. El servidor de señalización de vías ferroviarias 4 contiene una aplicación de señalización 18 que requiere conectividad IP con una aplicación de señalización 6 del cliente de señalización de vías ferroviarias 2. En particular, la comunicación IP entre las entidades de señalización de vías ferroviarias 6 y 18 se compone de mensajes de señalización 19 en forma de mensajes TCP (Protocolo de control de transmisión) de acuerdo con el estándar RFC 793 (o similar), mensajes UDP (protocolo de datagramas de usuario) según el estándar RFC 768 (o similar) y/o mensajes SCTP (Protocolo de transmisión de control de flujos) según el estándar RFC 4960 (o similar).

Se muestra un ejemplo de mensaje de señalización TCP 19 en la mitad izquierda de la Figura 5. El mensaje de señalización TCP 19 se compone de una cabecera TCP 21 y datos de carga útil 22. Para más detalles de la estructura TCP se hace referencia a la RFC 793, y a la RFC 768 y la RFC 4960, respectivamente, para estructuras UDP y SCTP comparables.

Volviendo a la Figura 4, para cada entidad de señalización, en este caso las aplicaciones 6, 18, un cliente de datos MCDData 15, 21 está configurado y registrado con el servidor de datos MCDData 14 del sistema de MC 13 de la red

inalámbrica de LTE del 3GPP 3. El modelo de registro (plano de aplicación) de la configuración y el registro del respectivo cliente de datos MCDData 15, 21 con el servidor de datos MCDData 14 es según se muestra en la Figura 3. Los clientes de datos MCDData 15, 21 y el servidor de datos MCDData 14 están configurados cada uno para comunicaciones SDS de datos MCDData para que puedan intercambiar mensajes SDS de datos MCDData 22 entre sí a través del servidor de datos MCDData 14.

Los clientes de datos MCDData 15, 21 pueden cada uno formar parte de una entidad de usuario de MC (UE) 23, 24 que contiene todas las funciones básicas de LTE 25 necesarias para la comunicación LTE a través de la red inalámbrica 3, así como cualesquiera servicios de MC adicionales tales como un cliente de MCPTT de ejemplo 26 y un cliente de MCVideo de ejemplo 27, si es necesario. Por supuesto, los clientes de MCPTT y de MCVideo 26, 27 son opcionales y no son necesarios para la operación del procedimiento de comunicación descrito en este documento.

Para completar la configuración, el sistema de MC 13 de la red inalámbrica 3 comprende funciones básicas de LTE en el lado de la red 28, que incluyen una base de datos de usuario 29 para usuarios de datos MCDData, así como (opcionalmente) un servidor de MCPTT 30 y un servidor de MCVideo 31.

Después de haber configurado y registrado los clientes de datos MCDData 15, 21 con el servidor de datos MCDData 14 para la transferencia SDS de datos MCDData, una comunicación según protocolo TCP, UDP o SCTP de ejemplo entre una de las entidades de señalización de vías ferroviarias 6, 18 y la otra (o vice versa) es según se indica a continuación.

La entidad de señalización remitente, en este caso la aplicación de señalización 6 del cliente de señalización de vías ferroviarias 2, envía un mensaje de señalización 19, por ejemplo, un paquete de datos TCP (Figura 5), a su cliente de datos MCDData 15. En el presente ejemplo, El cliente de datos MCDData 15 es parte del usuario de MC 23 hospedado por la entidad de usuario UE dentro del ferrocarril 2.

El cliente de datos MCDData 17 empaqueta el mensaje de señalización recibido 19 en un mensaje de datos MCDData 22 se muestra en la mitad derecha de la Figura 5. La etapa de empaquetar el mensaje de señalización 19 dentro del mensaje SDS de datos MCDData 22 está representada esquemáticamente por la flecha 27. Por supuesto, si el mensaje de señalización 19 está en formato UDP o SCTP, sería empaquetado de la misma manera dentro del mensaje SDS de datos MCDData 22. Además, cualquiera de los mensajes de señalización según protocolo TCP, UDP o SCTP 19 podría ser transportado en un paquete de datos IP envolvente y, como tal, ser empaquetado en el mensaje SDS de datos MCDData 22.

En general, el mensaje de señalización 19 es insertado en una parte de carga útil 32 del mensaje SDS de datos MCDData 22, complementado por una cabecera de SDS 33, es decir, una cabecera de SDS 33 y una parte de carga útil 32 que lleva el mensaje de señalización 19 que forma el mensaje SDS de datos MCDData 22. Por supuesto, el mensaje de señalización 19 podría ser colocado en otro lugar dentro del mensaje SDS de datos MCDData 22, dependiendo del formato de mensaje SDS de datos MCDData real utilizado en la implementación LTE del 3GPP específica utilizada en la red inalámbrica 3.

Para permitir los modos de envío automático y de recepción automática en la transferencia SDS de acuerdo con la especificación TS 23.282, las longitudes del mensaje SDS de datos MCDData 22 generalmente se mantienen por debajo de los 1000 bytes, que es suficiente para llevar mensajes de señalización 19 de sistemas de señalización de vías ferroviarias ETCS o CBTC desplegados actualmente.

Volviendo a la Figura 4, el mensaje SDS de datos MCDData 22 que lleva (tuneliza) el mensaje de señalización según protocolo TCP, UDP o SCTP 19 es reenviado a continuación en un modo de llamada SDS privada (1:1) desde el cliente de datos MCDData 15 a través de la red inalámbrica 3 y el servidor de datos MCDData 14 al cliente de datos MCDData 24 de la entidad de señalización de destino (receptora), en este caso, la aplicación de señalización 18 del servidor de señalización de vías ferroviarias ETCS 4.

En el cliente de datos MCDData receptor 21 se extrae el mensaje de señalización 19 del mensaje SDS de datos MCDData recibido 22. El mensaje de señalización extraído 19 es enviado a la entidad de señalización de destino final, en este caso, la aplicación de señalización 18.

Según se muestra en la Figura 4, el servidor de señalización de vías ferroviarias 4 y su usuario de MC 24 que comprende el cliente de datos MCDData 21 puede tener una conexión permanente o alámbrica con el servidor de datos MCDData 14 del sistema de MC 13, mientras que el cliente de datos MCDData 17 del usuario de MC 23 del cliente de señalización de vías ferroviarias 2 está conectado a través de la red inalámbrica 3 al servidor de datos MCDData 14. Por supuesto, también el cliente de datos MCDData 21 podría estar conectado al servidor de datos

MCDData 14 a través de la red inalámbrica 3 u otra red inalámbrica, por ejemplo, cuando es parte de una entidad de señalización móvil o remota en el campo.

La Figura 6 muestra una forma de realización alternativa del procedimiento de las Figuras 4 y 5 utilizando una ruta de mensaje doble para fines de redundancia. En este caso, el mensaje de señalización 19 a enviar está duplicado en la aplicación de señalización remitente 6 y es enviado a dos clientes de datos MCDData 15_a y 15_b que los dos han sido configurados y registrados con el servidor de datos MCDData 14 del sistema de MC 13 para la transferencia SDS de datos MCDData. De la misma manera, se han configurado dos clientes de datos MCDData 21_a y 21_b para la entidad de señalización receptora 18 y se han registrado con el servidor de datos MCDData 14 para la transferencia SDS de datos MCDData.

En cada cliente de datos MCDData 17_a, 17_b el mensaje de señalización recibido 19 es empaquetado (27) en un mensaje SDS de datos MCDData separado 22_a, 22_b. Cada uno de los dos mensajes SDS de datos MCDData 22_a, 22_b es enviado a través de la red inalámbrica 3 y el servidor de datos MCDData 14 - en un modo de llamada privada - a uno de los clientes de datos MCDData 21_a, 21_b. Es decir, el primer mensaje SDS de datos MCDData 22_a es enviado desde el un cliente de datos MCDData 17_a al un cliente de datos MCDData 21_a, y el mensaje SDS de datos MCDData 22_b es enviado desde el otro cliente de datos MCDData 17_a al otro cliente de datos MCDData receptor 21_b.

En cada uno de los clientes de datos MCDData receptores 21_a, 21_b se extrae el mensaje de señalización según protocolo TCP, UDP o SCTP original 19 del mensaje SDS de datos MCDData recibido 22_a, 22_b y es enviado a la entidad 18. Con fines de redundancia y corrección de errores, la entidad de señalización 18 puede realizar una verificación cruzada de los dos mensajes de señalización recibidos 19 entre sí o, en caso de un fallo en la comunicación de uno de los mensajes SDS de datos MCDData 22_a, 22_b o uno de los mensajes de señalización 19, utilizar el mensaje de señalización que no ha fallado (sobreviviente) 19.

Aunque en la forma de realización de la Figura 6 se ha utilizado una red inalámbrica común 3 para transmitir los dos mensajes SDS de datos MCDData 22_a, 22_b, también se podrían enviar a través de diferentes redes inalámbricas 3_a, 3_b, según se muestra en la forma de realización de la Figura 7.

De acuerdo con la Figura 7, no sólo de la red inalámbrica 3 puede estar separada en dos redes inalámbricas diferentes 3_a, 3_b, sino que también se puede duplicar el servidor de datos MCDData 14 de manera que cada red inalámbrica 3_a, 3_b utiliza su propio servidor de datos MCDData 14_a, 14_b. De esta manera, las rutas de mensaje para los dos mensajes SDS de datos MCDData 22_a, 22_b están completamente separadas para la redundancia.

La Figura 8 muestra una forma de realización adicional que usa llamadas en grupo de datos MCDData para establecer comunicaciones redundantes. De nuevo, para cada entidad de señalización 6, 18 se han configurado clientes de datos MCDData duplicados 15_a, 15_b y 21_a, 21_b y registrado, respectivamente, con el servidor de datos MCDData común 14 (o con servidores de datos MCDData separados 14_a, 14_b) para transferencias SDS de datos MCDData a través de la red inalámbrica 3 (o las redes inalámbricas 3_a, 3_b). Se inicia una duplicación de mensajes por parte del primer cliente de datos MCDData 15_a que recibe el mensaje de señalización 19 procedente de la entidad de señalización remitente 6 en que se establece una llamada en grupo (llamada 1:n) desde el cliente de datos MCDData 15_a a un grupo que comprende al menos los dos clientes de datos MCDData receptores 21_a, 21_b.

Como en las llamadas en grupo la duplicación del mensaje SDS de datos MCDData 22 en los mensajes SDS de datos MCDData 22_a, 22_b suele producirse a nivel del servidor de datos MCDData 14, la redundancia se puede mejorar aún más si el grupo de la llamada en grupo SDS de datos MCDData también comprende uno de los o los dos primeros clientes de datos MCDData 15_a, 15_b. De esta manera, el servidor de datos MCDData 14 refleja un mensaje SDS de datos MCDData recibido 22 de vuelta a uno de los o los dos primeros clientes de datos MCDData 15_a, 15_b, véase el mensaje SDS 22_c. Cualquier cliente de datos MCDData, en este caso el cliente de datos MCDData 15_b que recibe dicho mensaje SDS de datos MCDData 22_c procedente del servidor de datos MCDData 14, puede estar configurado para reenviar dicho mensaje SDS de datos MCDData recibido 22_c en una llamada en grupo adicional (1:n) a todos los demás miembros 15_a, 15_b, 21_a, 21_b del grupo, "desbordando" con ello el sistema con mensajes SDS de datos MCDData redundantes.

Para evitar desbordamientos indebidos y tráfico innecesario, se pueden reconfigurar las llamadas en grupo en el sistema de MC de modo que se suprimen ciertas conexiones dentro de una llamada en grupo, tales como el envío de un mensaje SDS de datos MCDData desde 15_a a 15_b, desde 15_b a 15_a, desde 21_a a 21_b, desde 21_b a 21_a, desde 15_a a 21_b, desde 21_b a 15_a, desde 21_a a 15_b y desde 15_b a 21_a. Por lo tanto, solo se retienen las rutas de comunicación dobles que son absolutamente necesarias para la redundancia.

En cualquiera de estas formas de realización, la entidad de señalización de destino, en este caso la aplicación de señalización 18, puede recibir uno o dos mensajes de señalización extraídos 19 procedentes de ya sea uno o los dos de clientes de datos MCDData 21_a, 21_b, y realizar una verificación cruzada de los mismos y/o usar el que no ha

fallado. Alternativamente, los clientes de datos MCDData receptores 21_a, 21_b pueden estar vinculados entre sí y negociar cuál de los mensajes SDS de datos MCDData recibidos 22_a, 22_b se utilizará para la extracción del mensaje de señalización 19. En caso de un fallo de comunicación en una de las rutas de comunicación duplicadas para los mensajes SDS de datos MCDData 22, 22_a, 22_b, 22_c, por supuesto, solo se utilizarán los mensajes SDS de datos
5 MCDData que no han fallado para la extracción de mensajes de señalización.

La invención no se limita a las formas de realización específicas descritas en el presente documento, sino que engloba todas las variantes, modificaciones y combinaciones de las mismas que caigan en el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

10

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de comunicación según protocolo de control de transmisión, TCP, protocolo de datagramas de usuario, UDP o protocolo de transmisión de control de flujos, SCTP, entre dos entidades de señalización de vías ferroviarias (6, 18) a través de una red inalámbrica (3) que proporciona servicios de datos críticos de misión, MCDData, según un estándar LTE del 3GPP que proporciona dichos servicios de datos MCDData, que comprende:
- 5 configurar un primer cliente de datos MCDData (15, 15_a) para la primera entidad de señalización (6) y registrar el primer cliente de datos MCDData (15, 15_a) con un servidor de datos MCDData (14, 14_a) de la red inalámbrica (3) para transferencias de servicios de datos cortos, SDS, de datos MCDData;
- 10 configurar un segundo cliente de datos MCDData (21, 21_a) para la segunda entidad de señalización (18) y registrar el segundo cliente de datos MCDData (21, 21_a) con el servidor de datos MCDData (14, 14_a) para transferencias SDS de datos MCDData;
- recibir un mensaje de señalización (19) transmitido según protocolo TCP, UDP o SCTP desde la primera entidad de señalización (6) en el primer cliente de datos MCDData (15, 15_a);
- 15 en el primer cliente de datos MCDData (15, 15_a), empaquetar el mensaje de señalización (19) en un mensaje SDS de datos MCDData (22, 22_a);
- enviar el mensaje SDS de datos MCDData (22, 22_a) desde el primer cliente de datos MCDData (15, 15_a) al segundo cliente de datos MCDData (21, 21_a) a través del servidor de datos MCDData (14, 14_a);
- extraer el mensaje de señalización (19) del mensaje SDS de datos MCDData (22, 22_a) en el segundo cliente de
- 20 datos MCDData (21, 21_a); y
- enviar el mensaje de señalización (19) a la segunda entidad de señalización (18).
2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el mensaje SDS de datos MCDData (22) es enviado en modo de envío automático de datos MCDData desde el primer cliente de datos MCDData (15, 15_a) al servidor de datos
- 25 MCDData (14, 14_a).
3. El procedimiento según la reivindicación 1 o 2, en el que el mensaje SDS de datos MCDData (22, 22_a) es enviado en modo de recepción automática de datos MCDData desde el servidor de datos MCDData (14, 14_a) al segundo cliente de datos MCDData (21, 21_a).
- 30
4. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el mensaje SDS de datos MCDData (22, 22_a) es enviado en un modo de llamada privada.
5. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el mensaje SDS de datos MCDData
- 35 (22) es enviado en un modo de llamada en grupo a una pluralidad de segundos clientes de datos MCDData (21_a, 21_b).
6. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende:
- configurar un primer cliente de datos MCDData adicional (15_b) para la primera entidad de señalización (6) y registrar el primer cliente de datos MCDData adicional (15_b) con el servidor de datos MCDData (14) para transferencia SDS de
- 40 datos MCDData;
- configurar un segundo cliente de datos MCDData adicional (21_b) para la segunda entidad de señalización (18) y registrar el segundo cliente de datos MCDData adicional (21_b) con el servidor de datos MCDData (14) para transferencia SDS de datos MCDData;
- recibir el mensaje de señalización (19) procedente de la primera entidad de señalización (6) también en el primer
- 45 cliente de datos MCDData adicional (15_b);
- en el primer cliente de datos MCDData adicional (15_b), empaquetar el mensaje de señalización (19) en un mensaje SDS de datos MCDData adicional (22_b);
- enviar el mensaje SDS de datos MCDData adicional (22_b) desde el primer cliente de datos MCDData adicional (15_b) al segundo cliente de datos MCDData adicional (21_b) a través del servidor de datos MCDData (14);
- 50 si para alguno de los dos mensajes SDS de datos MCDData (22_a, 22_b) ha fallado su recepción en el respectivo segundo cliente de datos MCDData (21_a, 21_b), extraer el mensaje de señalización (19) del mensaje SDS de datos MCDData que no ha fallado (22_a, 22_b) para su envío a la segunda entidad de señalización (21_b).
7. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende:
- 55 configurar un primer cliente de datos MCDData adicional (15_b) para la primera entidad de señalización (6) y registrar el primer cliente de datos MCDData adicional (15_b) con un servidor de datos MCDData adicional (14_b) para transferencia SDS de datos MCDData;
- configurar un segundo cliente de datos MCDData adicional (21_b) para la segunda entidad de señalización (18) y registrar el segundo cliente de datos MCDData adicional (21_b) con el servidor de datos MCDData adicional (14_b) para
- 60 transferencia SDS de datos MCDData;
- recibir el mensaje de señalización (19) procedente de la primera entidad de señalización (6) también en el primer cliente de datos MCDData adicional (15_b);

- en el primer cliente de datos MCDData adicional (15_b), empaquetar el mensaje de señalización (19) en un mensaje SDS de datos MCDData adicional (22_b);
enviar el mensaje SDS de datos MCDData adicional (22_b) desde el primer cliente de datos MCDData adicional (15_b) al segundo cliente de datos MCDData adicional (21_b) a través del servidor de datos MCDData adicional (14_b);
- 5 si para alguno de los dos mensajes SDS de datos MCDData (22_a, 22_b) ha fallado su recepción en el respectivo segundo cliente de datos MCDData (21_a, 21_b), extraer el mensaje de señalización (19) del mensaje SDS de datos MCDData que no ha fallado (22_a, 22_b) para su envío a la segunda entidad de señalización (18).
8. El procedimiento de la reivindicación 6 o 7, en el que el mensaje de señalización (19) es duplicado en la primera
10 entidad de señalización (6) para su envío a los dos primeros clientes de datos MCDData (15_a, 15_b).
9. El procedimiento de la reivindicación 8, en el que el mensaje de señalización según protocolo TCP, UDP o SCTP (19) es duplicado según un estándar MPTCP, MPUDP o MPSCCTP, respectivamente.
- 15 10. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende:
configurar un primer cliente de datos MCDData adicional (15_b) para la primera entidad de señalización (6) y registrar el primer cliente de datos MCDData adicional (15_b) con el servidor de datos MCDData (14, 14_b) para transferencia SDS de datos MCDData;
configurar un segundo cliente de datos MCDData adicional (21_b) para la segunda entidad de señalización (18) y
20 registrar el segundo cliente de datos MCDData adicional (21_b) con el servidor de datos MCDData (14, 14_b) para transferencia SDS de datos MCDData;
definir un grupo que contiene a los dos segundos clientes de datos MCDData (21_a, 21_b) como miembros;
en el que el mensaje SDS de datos MCDData (22) es enviado en un modo de llamada en grupo a todos los miembros del grupo.
- 25 11. El procedimiento de la reivindicación 10, en el que el grupo también contiene a los dos primeros clientes de datos MCDData (15_a, 15_b) como miembros y en el que, al recibir el mensaje SDS de datos MCDData (22) en el primer cliente de datos MCDData adicional (15_b), el mensaje SDS de datos MCDData (22) es reenviado en modo de llamada en grupo a todos los miembros del grupo.
- 30 12. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que la primera entidad de señalización (6) es un controlador de ferrocarril a bordo y la segunda entidad de señalización (18) es un servidor de señalización junto a la vía ferroviaria, o vice versa.

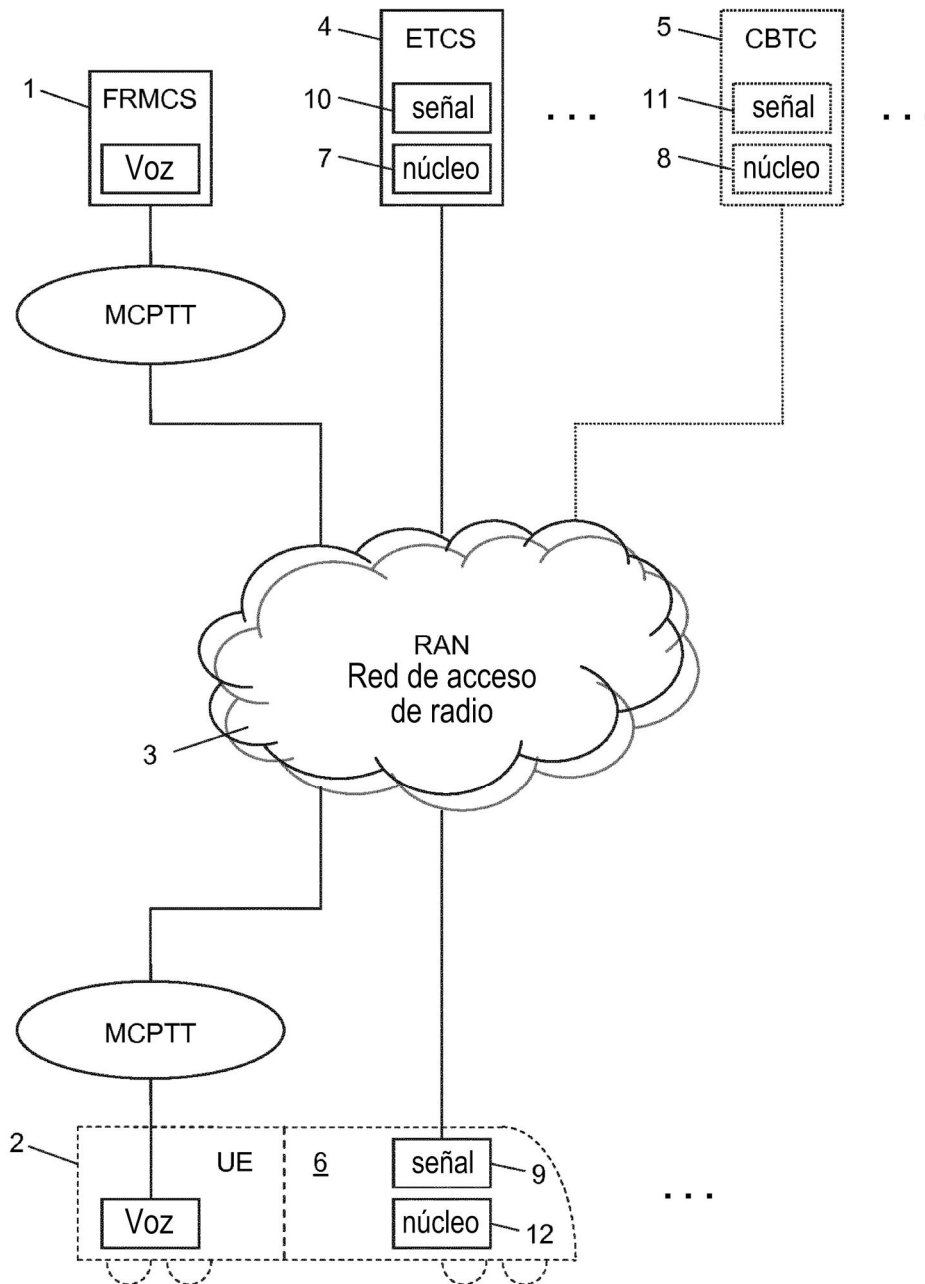


Fig. 1

(estado de la técnica)

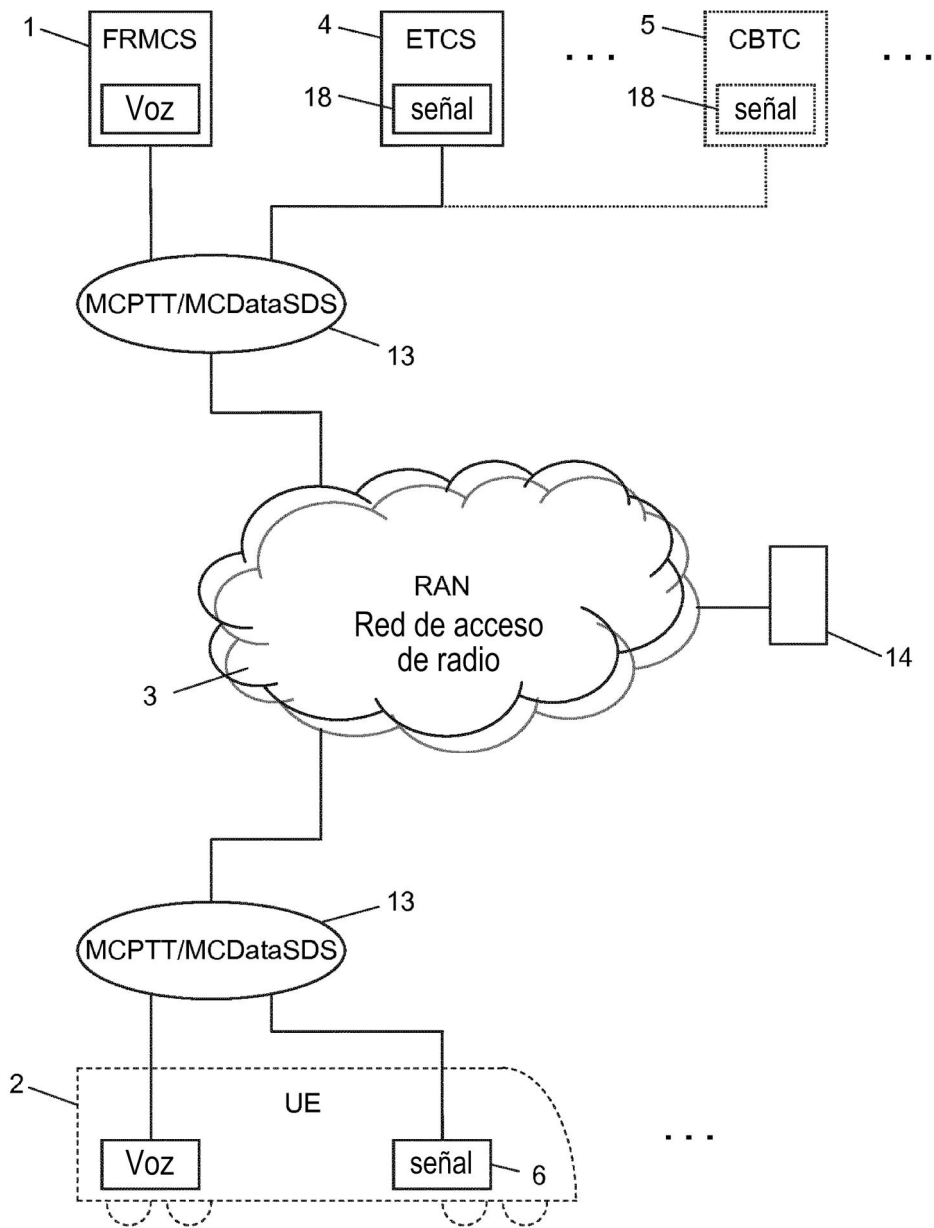


Fig. 2

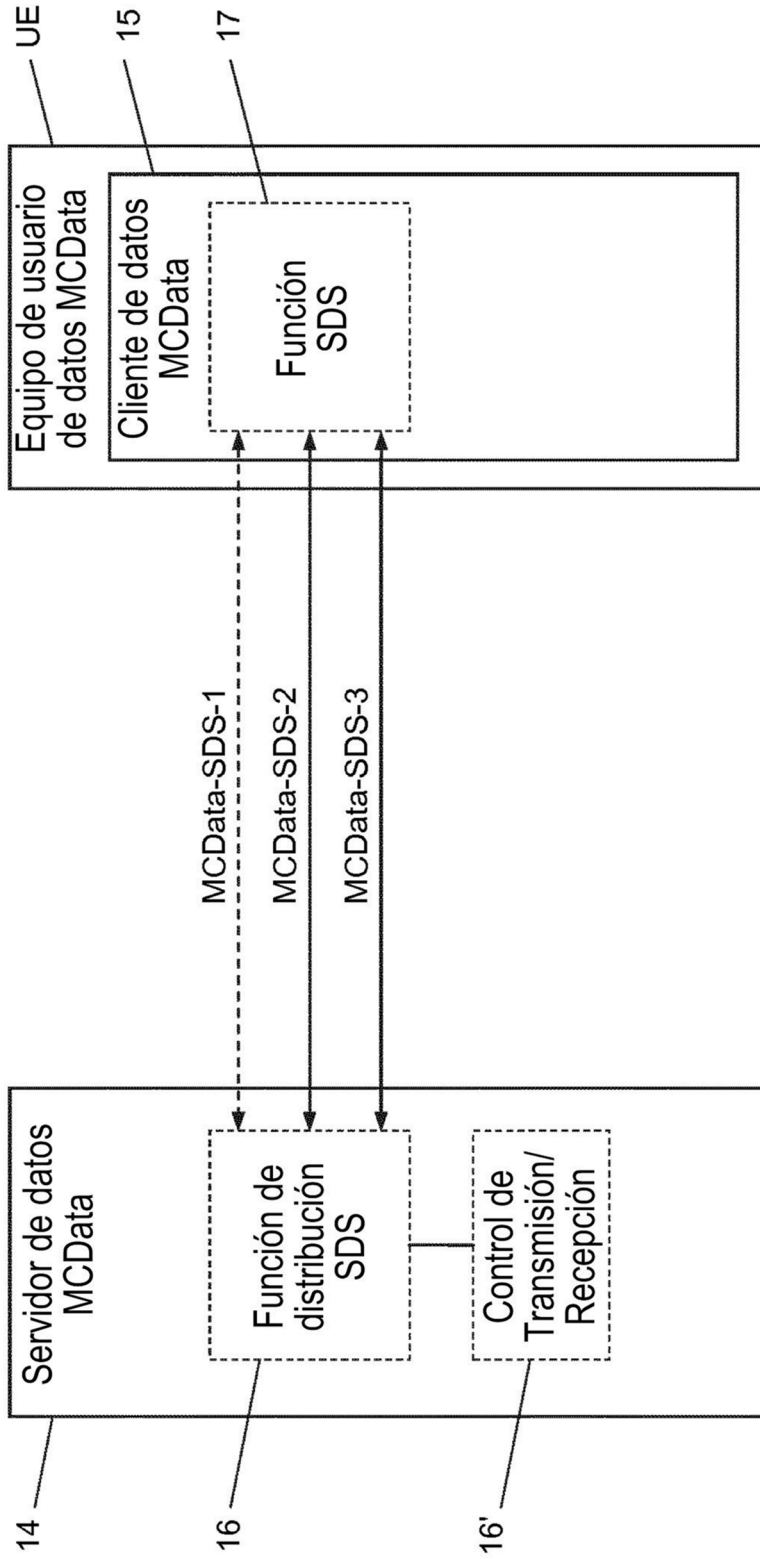


Fig. 3

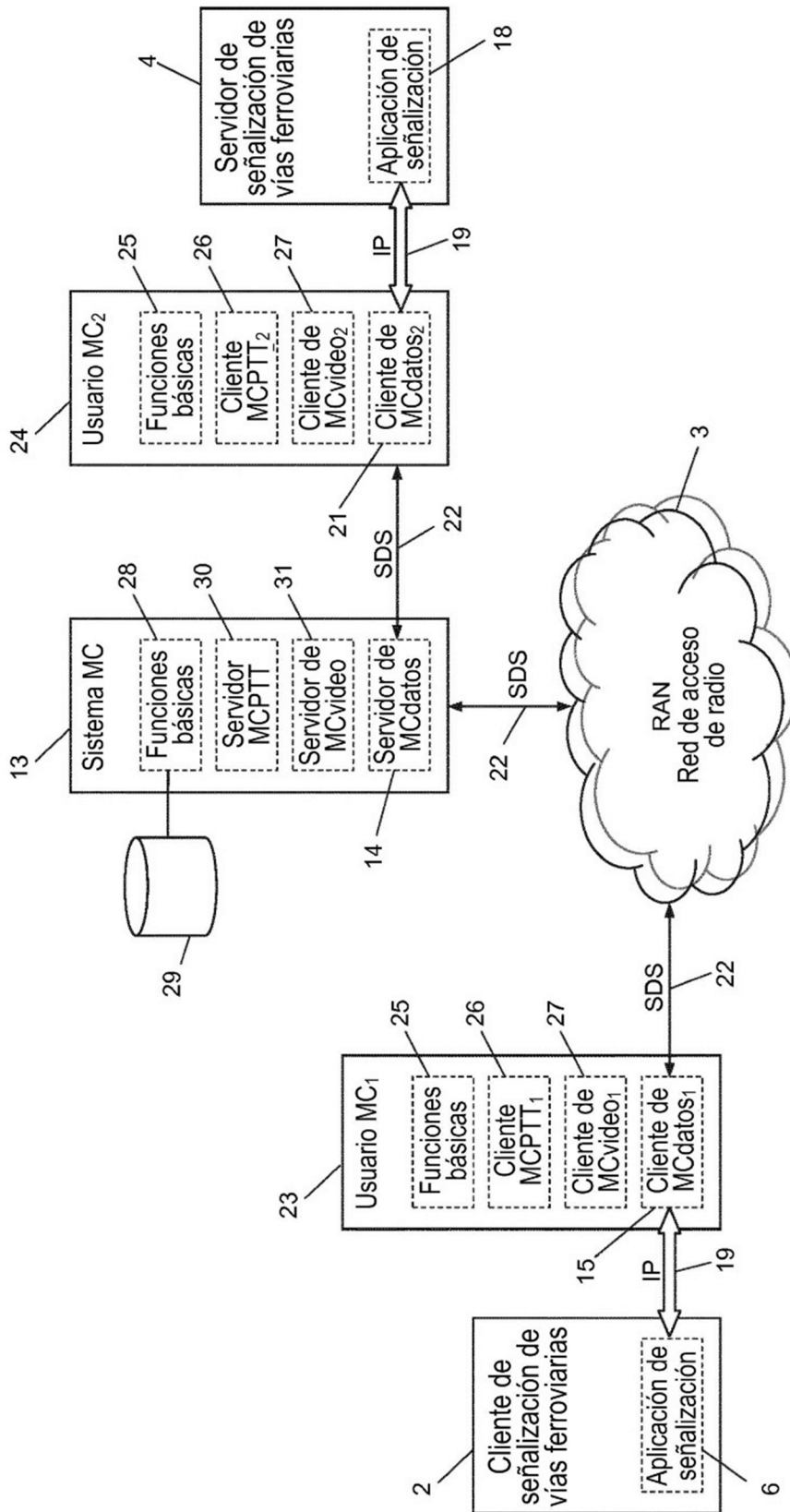


Fig. 4

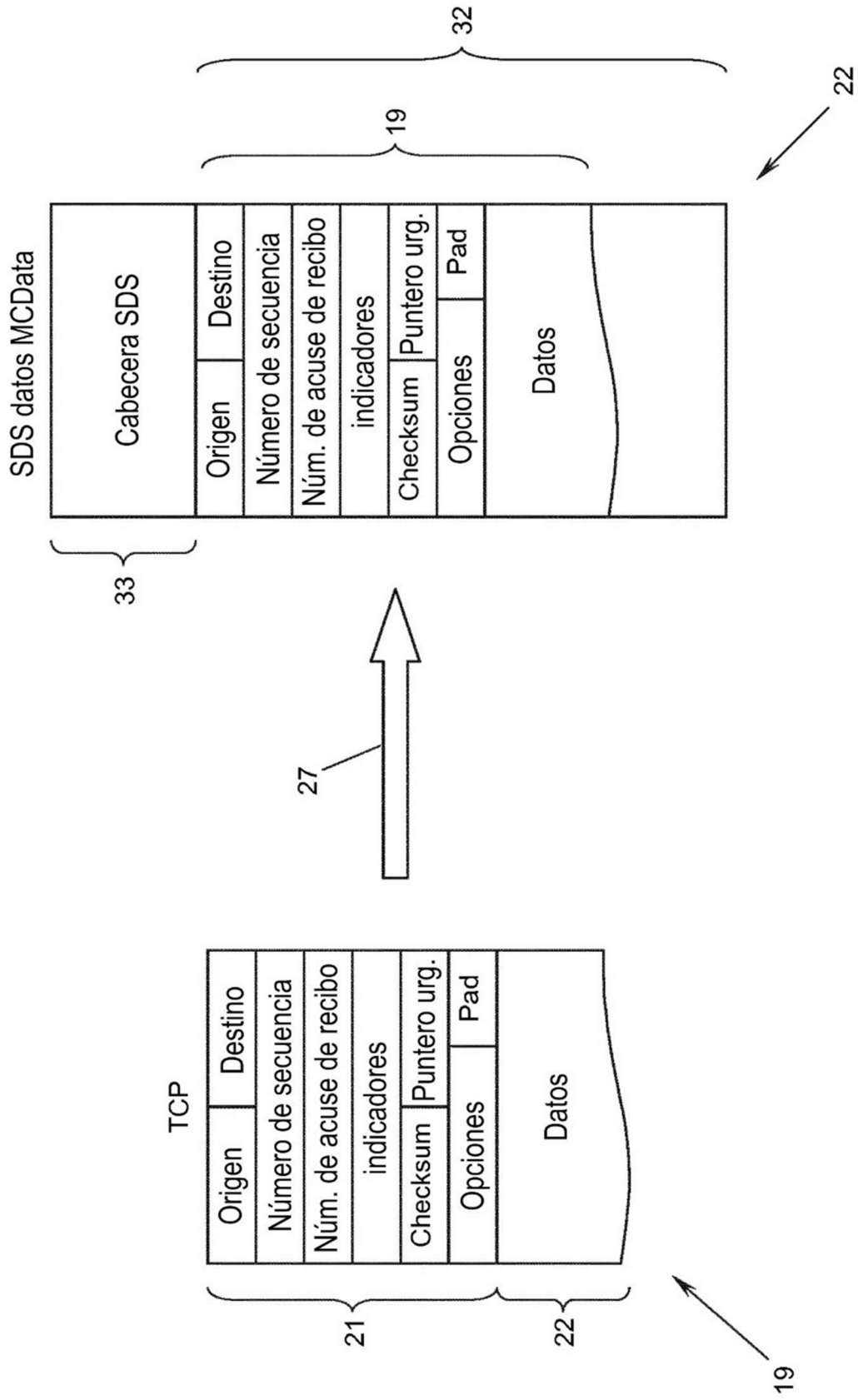


Fig. 5

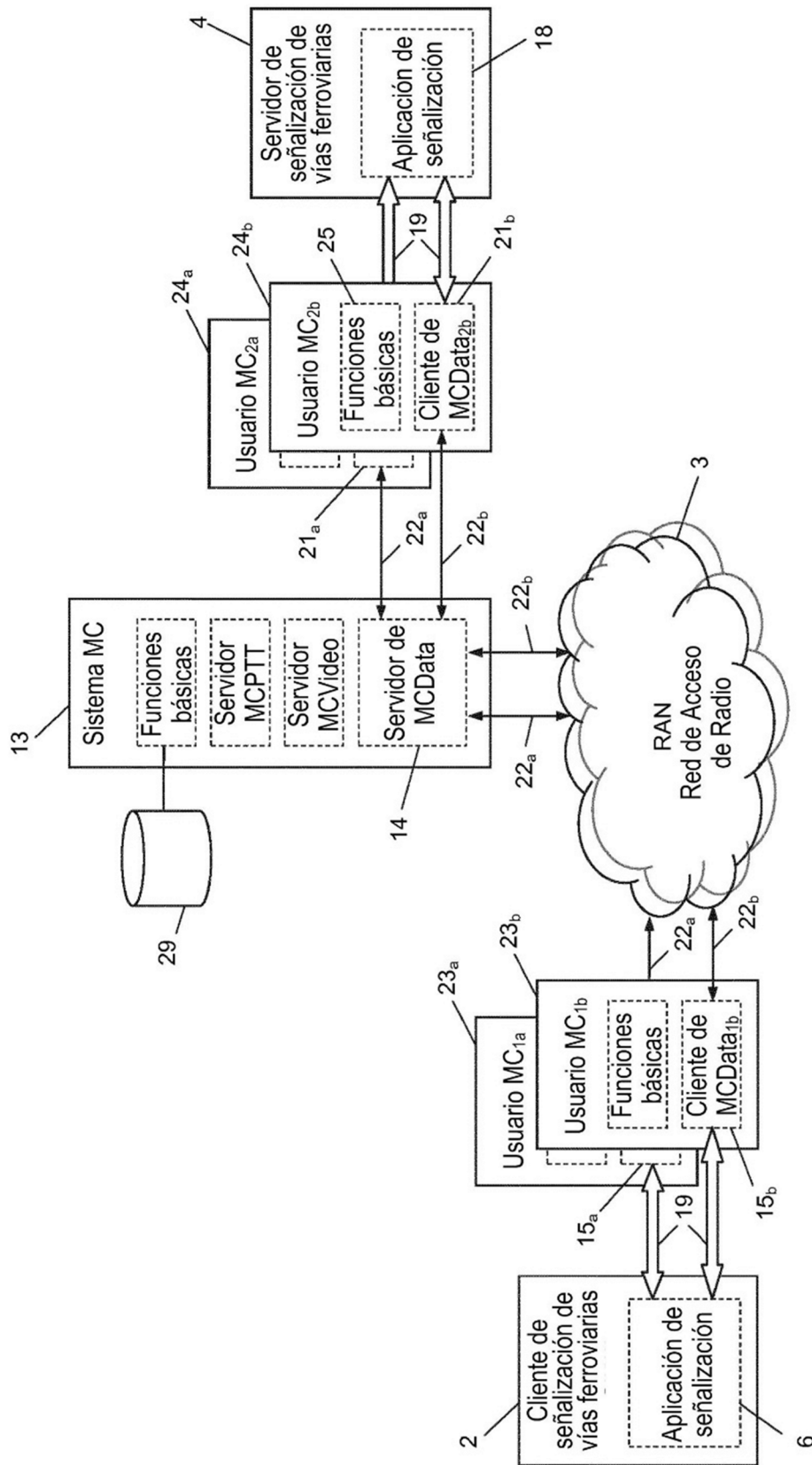


Fig. 6

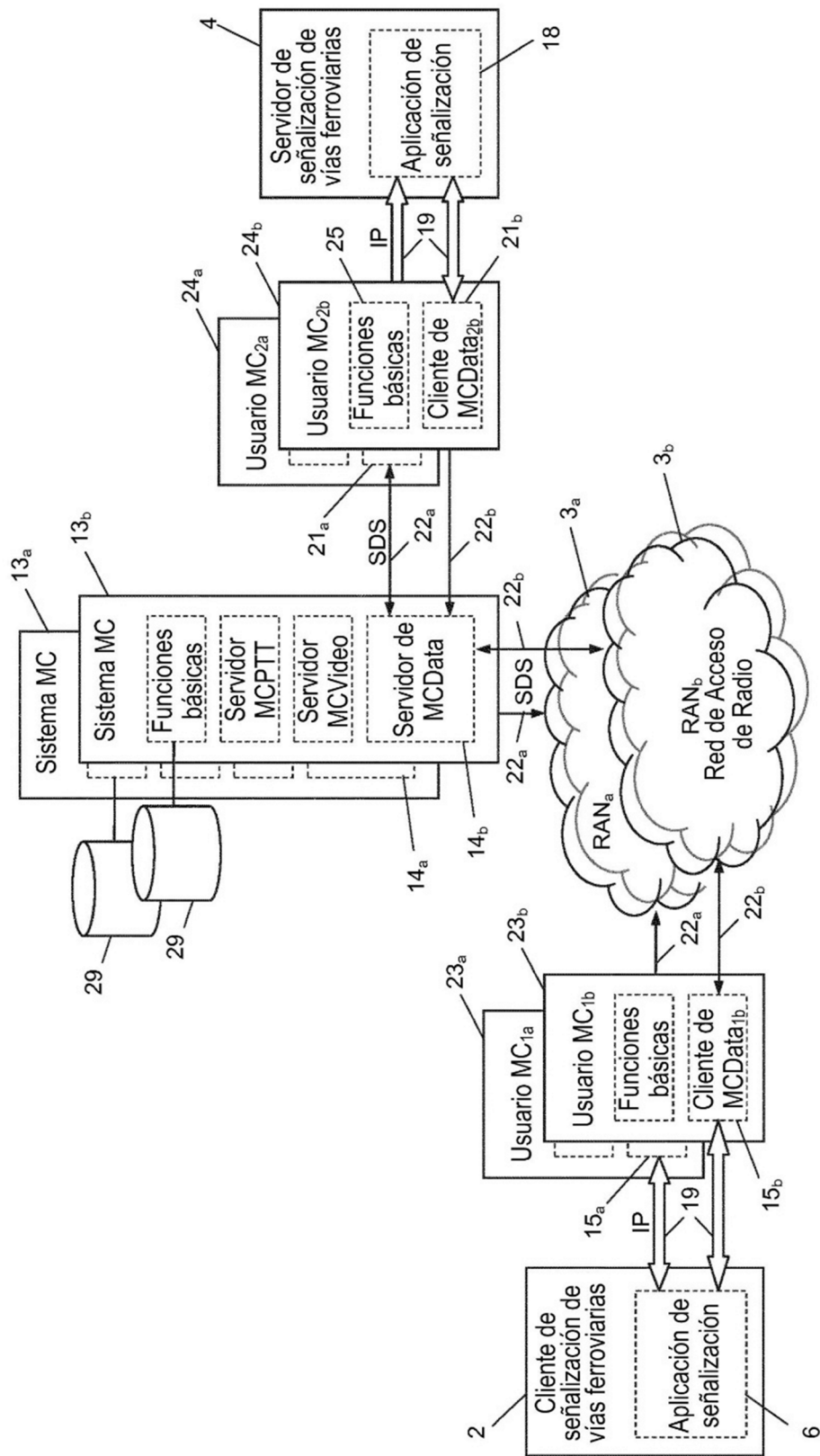


Fig. 7

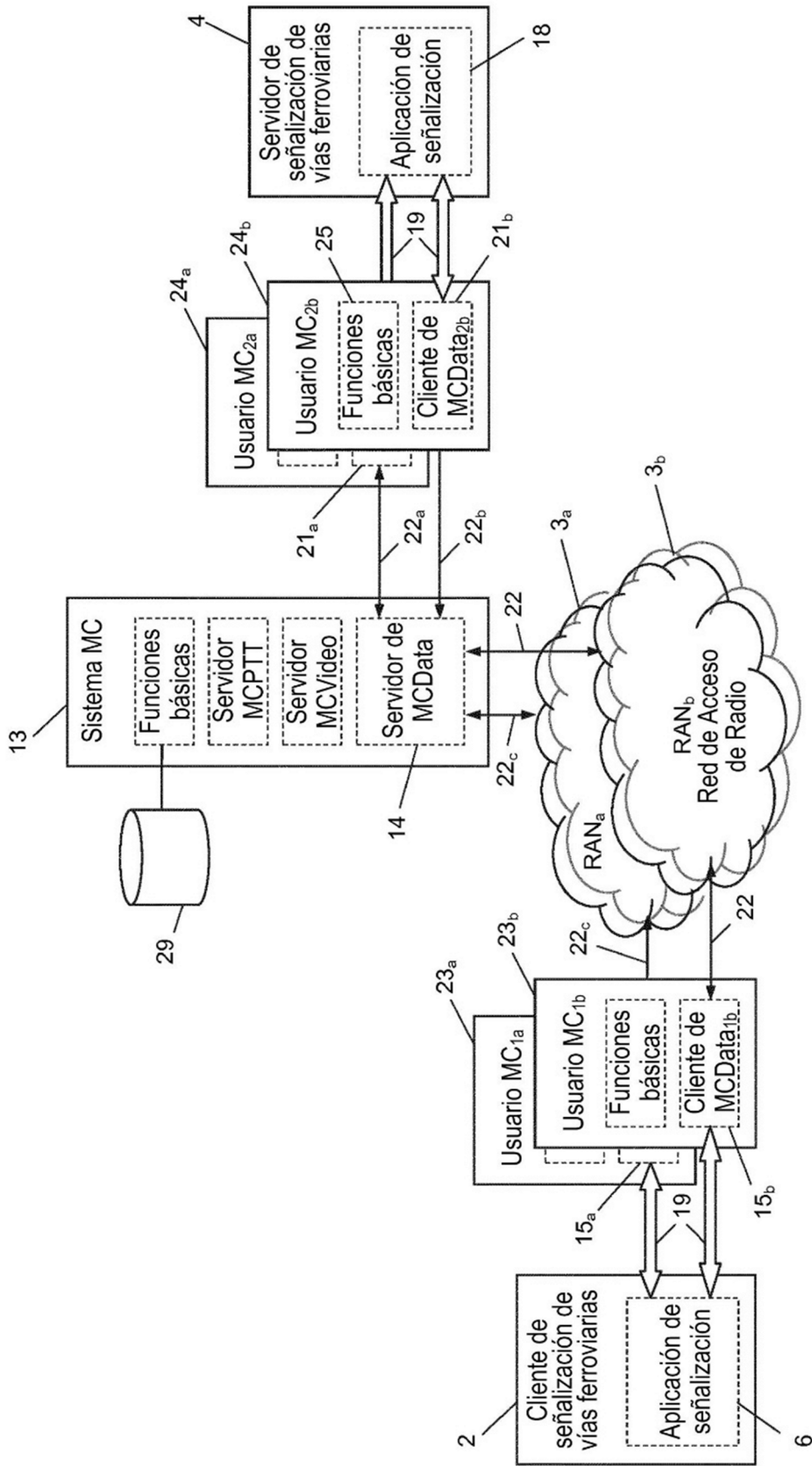


Fig. 8