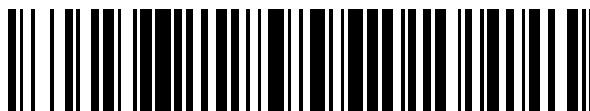


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 784 849**

51 Int. Cl.:

**H04L 1/04** (2006.01)

**H04L 1/08** (2006.01)

**H04L 1/22** (2006.01)

**H04L 1/00** (2006.01)

**H04L 1/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.09.2012 PCT/EP2012/067383**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.04.2013 WO13053551**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.09.2012 E 12769966 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2020 EP 2764648**

54 Título: **Procedimiento para la optimización del tiempo de propagación en la transmisión de comunicaciones móviles de mensajes de datos, orientada a paquetes**

30 Prioridad:

**12.10.2011 DE 102011084344**

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

**01.10.2020**

73 Titular/es:

**SIEMENS MOBILITY GMBH (100.0%)**

**Otto-Hahn-Ring 6  
81739 München, DE**

72 Inventor/es:

**KENDELBACHER, DETLEF;  
PLIQUETT, VOLKER y  
STEIN, FABRICE**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 784 849 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la optimización del tiempo de propagación en la transmisión de comunicaciones móviles de mensajes de datos, orientada a paquetes

5 La presente invención hace referencia a un procedimiento para la optimización del tiempo de propagación en la transmisión de comunicaciones móviles de mensajes de datos, orientada a paquetes entre vehículos ferroviarios y dispositivos de líneas fijos, entre vehículos ferroviarios y/o entre dispositivos de líneas fijos para un ETCS (Sistema de Control Ferroviario Europeo) desde el nivel 2.

10 El ETCS define un estándar europeo para sistemas de control de trenes. Desde el nivel 2 del ETCS, se realiza una transmisión de comunicaciones móviles de los mensajes de datos entre vehículos ferroviarios y dispositivos de líneas fijos, en particular, dispositivos de control, en base al sistema global para las comunicaciones móviles GSM. Los protocolos para la transmisión de comunicaciones móviles se describen en el así denominado como estándar EURORADIO.

15 De acuerdo con el estado del arte, para los sistemas que se encuentran momentáneamente en el funcionamiento ETCS se utilizan servicios de datos orientados a la conexión. Estos servicios proporcionan una transmisión de comunicaciones móviles transparente de mensajes de datos con un rendimiento definido y un tiempo de propagación o de latencia máximo garantizado.

20 La disponibilidad de una calidad de transmisión de datos suficientemente alta, es decir, la calidad de servicio QoS (del inglés: Quality of Service) es un principio decisivo para la eficiencia del funcionamiento ETCS. Por ello, los operadores ferroviarios establecieron su propia infraestructura de radio GSM a lo largo de las rutas para las líneas ETCS, denominadas redes GSMR. Las redes GSM operan en una banda de frecuencia que se desplaza con respecto a la red pública de comunicaciones móviles GSM y es significativamente más estrecha.

25 Con el aumento en el número y tamaño de los sistemas ETCS instalados, se presenta el problema de las frecuencias de radio limitadas en el GSMR. Particularmente en los nodos ferroviarios, como, por ejemplo, las grandes estaciones de tren, a causa de numerosas solicitudes de conexión en paralelo para diversos servicios de voz y datos se pueden producir sobrecargas de las redes GSMR y, con ello, el deterioro o la falta de disponibilidad de los servicios de red.

30 Para evitar futuras deficiencias operativas debido a la escasa frecuencia de radio, en el futuro se extiende el protocolo EURORADIO a la transmisión de comunicaciones móviles orientada a paquetes. Con este procedimiento de transmisión, los mensajes de datos entre vehículos ferroviarios y dispositivos de las líneas se pueden transmitir más eficientemente y economizando recursos.

El tráfico de datos entre el vehículo ferroviario y el dispositivo de línea se realiza de forma esporádica y discontinua. En determinados momentos, se intercambian mensajes de datos de unos pocos bytes a kilobytes, mientras que, durante la mayor parte de la duración de la conexión, no hay mensajes de datos pendientes de transmisión. Esta característica es particularmente adecuada para servicios orientados a paquetes.

35 Lo crítico en este caso es el tiempo de propagación, es decir, la duración de la transmisión o el tiempo de latencia. Para un desarrollo funcional sin problemas, el tiempo de latencia máximo de los datos no debe exceder algunos segundos, convencionalmente, 1 - 3 segundos. Los tiempos de latencia en el rango de 10 segundos y más no resultan operacionalmente aceptables.

40 Garantizar la latencia requerida es actualmente un problema importante para la introducción de servicios de datos GPRS orientados a paquetes en el sistema ETCS. A diferencia de los servicios de datos orientados a la conexión utilizados hasta ahora, este tipo de servicios de datos sin conexión no proporcionan una capacidad de transporte definida con un tiempo de latencia máxima garantizada. Dado que la ruta de los datos a través de los diferentes nodos de paquetes y su tiempo de procesamiento es indefinida, su tiempo de latencia resulta como una distribución estocástica. El tiempo de latencia es suficientemente acotado para la mayoría de los paquetes de datos. Sin embargo, hay excepciones en las cuales se presentan retrasos de la transmisión en el GPRS que dificultan el funcionamiento ETCS y no son aceptables.

45 El objeto de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento para la optimización del tiempo de propagación en la transmisión de comunicaciones móviles de mensajes de datos, orientada a paquetes que permite una reducción en la frecuencia de los retrasos de transmisión, de modo que el QoS requerido para las operaciones ferroviarias se pueda garantizar en una ubicación y tiempo invariables.

De la solicitud US 2004/0027999 A1 se conoce una segmentación de mensajes de difusión (del inglés: Broadcast) para una comunicación inalámbrica; en donde cada segmento se envía múltiples veces.

De la solicitud US 6,801,499 se conoce un procedimiento en el cual los datos en tiempo real, como, por ejemplo, los datos de audio o video se pueden enviar múltiples veces.

De la solicitud US 204/0199662 se conoce un procedimiento en el cual se envían copias de los datos a través de diferentes proveedores.

- 5 En la solicitud EP 1 404 144 A1 se describe un procedimiento para la transmisión de datos a un dispositivo móvil en una red inalámbrica.

Dicho objeto se resuelve, conforme a la invención, mediante un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1.

En este caso, los mensajes de datos se pueden fragmentar según la figura 2 antes de la copia; en donde los fragmentos no descartados del lado de la recepción se vuelven a reunir en mensajes de datos.

- 10 El procedimiento según la presente invención se basa en la introducción de una diversidad para que los datos útiles ETCS a transmitir mediante la transmisión multitrayectos. Los datos útiles o los mensajes de datos no sólo se transmiten una única vez desde un transmisor a un receptor, sino n veces. A través de un protocolo especial, los datos útiles se copian del lado de la transmisión, eventualmente provistos de informaciones redundantes para la corrección de errores (codificación FEC) y se envían múltiples veces. Del lado de la recepción, el protocolo se ocupa del filtrado, eventualmente, de la corrección de errores y de la reorganización de todos los datos recibidos, de modo  
15 que los datos útiles ETCS se puedan seguir procesando por completo y en el orden correcto.

- La transmisión múltiple aumenta el volumen de los mensajes de datos. Sin embargo, ya que los mensajes de datos para el ETCS son de naturaleza esporádica y presentan un volumen de datos relativamente reducido, se puede esperar baja influencia en la carga de la red por la extensión asociada con la transmisión múltiple. Debido a sus características, a saber, el bajo volumen de transmisión, pero requisitos de alta latencia, los mensajes de datos ETCS son particularmente adecuados para la transmisión multitrayectos conforme a la invención.  
20

- La transmisión multitrayectos redundante de los datos útiles puede influir en la distribución de los tiempos de latencia de tal manera que la probabilidad de retrasos en la transmisión fuera del QoS aceptable se reduce considerablemente. La transmisión multitrayecto reduce la probabilidad de "valores atípicos" en referencia a la duración de la transmisión, siempre que las propiedades de la transmisión de los canales de transmisión sean suficientemente independientes entre sí en términos de tiempo y/o ubicación.  
25

La transmisión multitrayectos se puede utilizar bidireccionalmente. Para ello, se requieren cambios y extensiones especiales en los protocolos de transmisión del lado de la transmisión y del lado de la recepción.

- Las formas de ejecución ventajosas están caracterizadas en las reivindicaciones relacionadas y se explican con más detalle a continuación mediante representaciones figurativas. Las figuras muestran:  
30

Figura 1: una vista general esquemática del procedimiento.

Figura 2: los pasos del procedimiento.

Figura 3: una secuencia en el tiempo para la limitación del rendimiento.

- 35 En la transmisión multitrayectos se suprime la capa 2 definida momentáneamente en el protocolo EURORADIO (protocolo HDLC asíncrono) para garantizar la integridad de los datos útiles. La capa 3 (protocolo T.70 para segmentar/reensamblar los datos útiles) también se puede suprimir.

En cambio, como se muestra en la figura 1, en el protocolo EURORADIO se integra una función TX del lado de la transmisión y una función RX del lado de recepción. Los valores característicos de estas funciones TX y RX se basan en los servicios de los proveedores, por ejemplo, en el GPRS orientado a paquetes.

- 40 Las capas de protocolo EURORADIO superiores (capa 4: X.224 y el protocolo de seguridad) pueden permanecer invariables. Las aplicaciones ETCS del lado de las líneas y del lado del vehículo también permanecen invariables.

A continuación, se describe en detalle la función TX en base a la figura2.

- 45 La función TX proporciona a las capas de protocolo superiores una interfaz de acceso (API) para la transferencia de datos (PDU de datos útiles). Justo a las PDU de datos útiles, se transfieren la dirección lógica de origen (ETCS-ID/transmisor) y la dirección lógica de destino (ETCSID/receptor).

Tras la transmisión de la PDU de datos útiles a la API, se realiza su procesamiento a través de la función TX.

5 Antes de su posterior procesamiento, las PDU de datos útiles que se transfieren se evalúan, eventualmente, en referencia a su prioridad de transmisión. Las PDU de datos útiles con alta prioridad (los mensajes de datos HP) se procesan preferentemente y eventualmente superan a las PDU de datos útiles con menor prioridad que aún no se han procesado en el módulo TX. La priorización es una propiedad opcional de las funciones TX y RX basadas en la transmisión de información de emergencia en tramas UI HDLC.

10 La marca de priorización de los datos de HP en el protocolo EURORADIO del momento sobre HDLC se realiza mediante atributos locales que no son visibles en la respectiva PDU. En el módulo TX, como también mediante la trama UI HDLC, se realiza una identificación especial de los mensajes de datos de HP a fin de que se pueda distinguir en el módulo RX entre los mensajes de datos de HP y los mensajes de datos normales.

El procesamiento del lado de la transmisión de cada PDU de datos útiles en el módulo TX se realiza en cuatro pasos.

Primer paso: Fragmentación 1

15 En el primer paso, las PDU de datos útiles que exceden un tamaño definido se segmentan en fragmentos. El tamaño máximo de los fragmentos es un parámetro fijo, que se adapta ventajosamente a las propiedades de transmisión de la respectiva dirección de transmisión del canal de datos. Cuanto mayor sea la tasa de interferencia promedio durante la transmisión, más cortos serán los fragmentos de la PDU de datos útiles.

20 En este paso, el último fragmento de cada PDU de datos útiles está provisto de un marcador especial que identifica de forma exclusiva la finalización de la PDU de datos útiles y permite al receptor volver a ensamblar la PDU de datos útiles fragmentada.

Segundo paso: Secuenciación 2

25 Cada fragmento recibe un marcador de secuencia exclusivo de acuerdo con la secuencia en el flujo de datos, por ejemplo, mediante un número de secuencia. La provisión de marcadores de secuencia debe ser lo suficientemente grande como para poder distinguir entre todos los fragmentos de datos útiles ubicados entre el transmisor y el receptor en la ruta de transmisión dentro de una ventana de tiempo máximo definida.

30 Los marcadores de secuencia se pueden utilizar nuevamente para la implementación computacional, por ejemplo, mediante un contador de circulación. Sin embargo, un marcador de secuencia sólo se puede usar nuevamente del lado de la transmisión cuando existe la seguridad de que no se pueden transferir copias de fragmentos de datos útiles con el mismo marcador de secuencia desde uno de los canales de transmisión del lado de recepción. Este es el caso después de un tiempo máximo de espera dependiente del proveedor - parámetro del canal: RX\_MAX\_DELAY. Después de que este período de espera haya expirado, con seguridad, los datos enviados ya no se transmitirán del lado de la recepción.

35 La provisión de valores para los marcadores de secuencia debe ser lo suficientemente grande como para poder secuenciar con exactitud el número máximo de posibles fragmentos de PDU de datos útiles dentro del tiempo de espera RX\_MAX\_DELAY. Esta provisión de valores se puede calcular para ETCS a partir del rendimiento máximo de datos y el RX\_MAX\_DELAY específico del proveedor. El RX\_MAX\_DELAY se ubica generalmente en el orden de magnitud de 30 minutos.

Adicionalmente, en este segundo paso se puede realizar una identificación de la prioridad de transmisión. En este caso, resulta ventajoso separar el marcador de secuencia para cada prioridad.

40 Tercer paso: Control multitrayecto en el tiempo 3

45 En el tercer paso, los fragmentos de PDU de datos útiles se copian de acuerdo con una norma específica, que también determina en qué intervalos en el tiempo y/o en qué canales de transmisión se envía un fragmento de PDU de datos útiles de forma redundante, es decir, múltiples veces. Las copias, eventualmente, con codificación FEC, se transmiten en momentos específicos a los canales de transmisión respectivamente proporcionados para ello. En el momento t1, x copias del fragmento de PDU de datos útiles se transfieren a x canales de transmisión. En el momento t2, y copias del fragmento de PDU de datos útiles se transfieren a y canales de transmisión y así sucesivamente.

El número del momento de transmisión especificado en esta norma, su distancia entre sí y el número de copias de los fragmentos de PDU de datos útiles a transferir en el respectivo momento se pueden definir de manera flexible. La

extensión en el tiempo se realiza preferentemente en función del comportamiento en el tiempo y de error de las características del canal del proveedor; en donde para ello, eventualmente, se realizan mediciones para determinar un comportamiento adaptado al canal.

5 Cuando se conoce una duración de interferencia típica del proveedor, por ejemplo, debido a la transferencia de células en la red de comunicaciones móviles, el ciclo de transmisión es preferentemente alrededor del doble de la duración promedio de la interferencia.

Cuarto paso: Control multitrayecto espacial 4

10 En el cuarto paso, las copias de un fragmento de PDU de datos útiles transferido en un momento determinado se transfieren a diferentes canales de transmisión de uno o más proveedores. Un canal de transmisión consiste, en este caso, en la combinación de una referencia de canal físico, por ejemplo, un acceso de comunicaciones IP a un proveedor GPRS dado, y propiedades lógicas de transmisión, por ejemplo, propiedades de subred o secciones de comunicación involucradas de acuerdo con la norma de enrutamiento proyectada.

Por ejemplo, las copias de un fragmento de PDU de datos útiles se pueden transmitir cuatro veces en un momento  $t_1$ , de la siguiente manera:

- 15
- como un paquete a través del acceso de comunicación IP 1 a la red de paquete del proveedor A;
  - como un paquete a través del acceso de comunicación IP 2 a la red de paquete del proveedor A;
  - como un paquete a través del acceso de comunicación IP 0 a la red de paquete del proveedor B; y
  - como un paquete a través del acceso de comunicación IP 1 a la red de paquete del proveedor B.

20 El control múltitrayecto espacial en el cuarto paso se realiza nuevamente para cada uno de los momentos  $t_1, t_2 \dots$  definidos en el tercer paso, es decir, del control múltitrayecto en el tiempo. Allí, se puede indicar una norma individual para el control múltitrayecto espacial en cada momento  $t_1, t_2 \dots$ , de modo que el número y los canales de transmisión utilizados en los momentos  $t_1, t_2 \dots$  pueden ser diferentes.

25 Mediante la diversificación espacial del fragmento de PDU de datos útiles se asumen las diferentes propiedades de los canales de transmisión disponibles. En la medida que hay múltiples proveedores disponibles, se pueden transferir copias del fragmento de PDU de datos útiles a diferentes proveedores, con lo cual se puede aumentar la probabilidad de una transmisión correcta dentro de la latencia máxima requerida. Además, dentro de un proveedor se pueden transferir simultáneamente varias copias a diferentes canales de transmisión, siempre y cuando el proveedor proporcione canales o subredes de transmisión alternativos, eventualmente, con diferentes prioridades o clases de QoS. Ya que la ruta de los datos en la red de paquete del proveedor es relativamente indeterminada y los paquetes de datos individuales, o bien, los mensajes de datos son independientes entre sí, a través de cada copia de un fragmento de PDU de datos útiles en diferentes canales de transmisión lo más independientes posible se puede lograr un aumento de la probabilidad para el cumplimiento del retraso de transmisión permisible o del tiempo de latencia. Para transferir los datos a diferentes proveedores se pueden utilizar, por ejemplo, múltiples dispositivos de comunicaciones móviles que están registrados en diferentes redes de proveedores.

35 La figura 3 ilustra una secuencia en el tiempo para la limitación del rendimiento. Mediante la transmisión múltiple de fragmentos de PDU de datos útiles a través de canales de transmisión alternativos aumenta el rendimiento de datos en la red de transmisión. Ya que la capacidad de transmisión en las comunicaciones móviles es un recurso limitado y, ante un exceso de determinadas cargas de red, surgen efectos negativos en los tiempos de latencia, el rendimiento adicional causado por el procedimiento de múltitrayecto debe ser convenientemente limitado. Para ello resulta adecuado, por ejemplo, el uso de una técnica de ventana (WindowSize) conocida de la tecnología para protocolos de transmisión. El procesamiento completo de un fragmento de PDU de datos útiles del lado de la transmisión exige un tiempo determinado  $t_{s,m1}$ . El último momento posible de recepción en el tiempo de la última copia enviada de este fragmento de PDU de datos útiles es  $t_{s,m1} + t_{TX\_DELAY}$ . Por lo general,  $t_{TX\_DELAY}$  se encuentra en el orden de magnitud de algunos segundos. Esto significa que un fragmento de PDU de datos útiles enviado permanece dentro de la ventana de transmisión considerada durante este período en el tiempo. En cada momento, del lado de la transmisión sólo se procesan otros fragmentos de PDU de datos útiles a enviar cuando el número de fragmentos de PDU de datos útiles contenidos en la ventana de transmisión es menor que el tamaño de ventana máximo admisible, de lo que resulta una limitación de los fragmentos de PDU de datos útiles enviados por unidad en el tiempo.

50 A continuación, se describe en detalle la función RX en base a la figura2.

La función RX proporciona del lado de la recepción de los datos ETCS a la API multitrayecto RX, los fragmentos de PDU de datos útiles que incluyen la dirección lógica de origen y de destino (ETCS-ID/transmisor y ETCS-ID/receptor) para las capas de protocolo superiores.

5 Los fragmentos de PDU de datos útiles transferidos a la API corresponden en longitud, contenido y secuencia a los del lado de la transmisión. Los fragmentos de PDU de datos útiles no se pierden sin ser detectados.

La función RX se basa en los servicios de al menos un proveedor y procesa fragmentos de PDU de datos útiles recibidos en los siguientes cuatro pasos: Primer paso Recepción de los fragmentos de PDU de datos útiles 5

10 Mediante la función RX se reciben todos los fragmentos de PDU de datos útiles transmitidos en el procedimiento de multitrayecto. Las copias de dichos fragmentos pueden llegar en paralelo o con desfase de tiempo desde diferentes canales de transmisión, es decir, desde diferentes proveedores, dispositivos de comunicaciones móviles y/o canales de transmisión con diferentes propiedades lógicas de transmisión. Se aceptan todos los fragmentos de PDU de datos útiles y, en la secuencia en la que llegan, se procesan en el segundo paso.

Segundo paso: Filtrado duplicado 6

15 En el segundo paso, se filtran las copias de los fragmentos de PDU de datos útiles recibidos. Todos los fragmentos de PDU de datos útiles entrantes se seleccionan en base a su marcador de secuencia. El respectivo primer fragmento de PDU de datos útiles de un marcador de secuencia se transfiere al tercer paso de procesamiento: la resecuenciación 7. Todos los otros duplicados del mismo marcador de secuencia se descartan dentro del período en el tiempo  $TRX\_MAX\_DELAY$  (en referencia al momento de transferencia del primer fragmento de PDU de datos útiles con el mismo marcador de secuencia al tercer paso de procesamiento).

20 Tercer paso: Resecuenciación 7

25 Los fragmentos de PDU de datos útiles pueden llegar en cualquier orden, ya que toman caminos diferentes e indefinidos en la red de transmisión. Por lo tanto, la función RX debe reestablecer el orden original de los fragmentos de PDU de datos útiles en el tercer paso de procesamiento. Para ello, se gestiona el marcador de secuencia esperado en el momento, por ejemplo, la lectura de contador esperada. Tan pronto como se recibe un fragmento de PDU de datos útiles con un marcador de secuencia que corresponde al marcador de secuencia esperado en el momento, el marcador de secuencia, por ejemplo, el contador de secuencia se incrementa correspondientemente y el fragmento de PDU de datos útiles se transfiere al cuarto paso de procesamiento: la desfragmentación 8.

30 Cada fragmento de PDU de datos útiles cuyo marcador de secuencia es mayor que el marcador de secuencia esperado se almacena temporalmente hasta que el marcador de secuencia esperado se haya elevado al valor del marcador de secuencia del fragmento de PDU de datos útiles almacenado temporalmente. Sólo entonces el fragmento de PDU de datos útiles almacenado temporalmente se transfiere al cuarto paso de procesamiento: la desfragmentación 8. Los fragmentos de PDU de datos útiles que se hayan almacenado temporalmente del lado RX por más tiempo que  $RX\_MAX\_DELAY$  también se descartan. Por las capas de protocolo superiores, en caso de errores de transmisión persistentes, los canales de comunicación afectados pueden eliminarse como corrección de errores.

Así, los fragmentos de PDU de datos útiles se envían posteriormente al cuarto paso de procesamiento en la secuencia correcta, es decir, en el orden en que se generan sin interrupciones.

Cuarto paso: Desfragmentación 8

40 Los fragmentos de PDU de datos útiles entrantes deben volver a ensamblarse en PDU de datos útiles completos antes de su transferencia a las capas de protocolo superiores. Esto se realiza en el cuarto paso del procesamiento de RX del lado de la recepción. En este paso de procesamiento, los fragmentos de PDU de datos útiles se almacenan temporalmente en su correcto orden hasta que una PDU de datos útiles completa está disponible del lado de la recepción. Sólo entonces, se ensamblan en la PDU de datos útiles todos los fragmentos de PDU de datos útiles que pertenecen a una PDU de datos útiles en la secuencia correcta y se transfieren a las capas de protocolo superiores como una PDU de datos útiles completa. La sobrecarga del protocolo multitrayecto se elimina durante la desfragmentación, es decir, se eliminan los duplicados de los segmentos a descartar del lado de recepción.

45 El procedimiento conforme a la invención se puede implementar en diferentes manifestaciones y variantes. Las posibilidades para la extensión en el tiempo y local de los fragmentos de PDU de datos útiles a transmitir se pueden utilizar y combinar de manera flexible. La transmisión multitrayecto se puede combinar en el tiempo y localmente, por ejemplo, de tal manera que los fragmentos de PDU de datos útiles se transfieran a dos proveedores diferentes con un desfase de tiempo. También es posible una limitación exclusivamente a la extensión en el tiempo o local.

Otra realización del procedimiento conforme a la invención consiste en variar la norma de transmisión en función de las propiedades de transmisión momentáneas de las rutas de transmisión. Por ejemplo, en el caso de que una red de un proveedor esté dañada, se puede cambiar automáticamente a otro proveedor; en donde, por ejemplo, se pueden utilizar redes de comunicaciones móviles públicas y no públicas como alternativa.

5 Además, los fragmentos de PDU de datos útiles se pueden tratar selectivamente con el procedimiento de multitrayectos conforme a la invención. Por ejemplo, solamente los mensajes de datos de tiempo crítico o sus fragmentos se pueden enviar múltiples veces, mientras que los mensajes de datos normales sólo se transmiten una única vez.

10 También es posible una variación del número de las transmisiones redundantes dependiendo de diferentes variables características, como, por ejemplo, el volumen de datos, la ubicación, los canales de transmisión disponibles, la velocidad o la frecuencia de interferencia.

La extensión en el tiempo de los datos de transmisión puede presentarse con diferentes desfases de tiempo. Por ejemplo, el tiempo de espera se puede aumentar cada vez que se vuelve a enviar un fragmento de PDU de datos útiles copiado.

15

**REIVINDICACIONES**

5 1. Procedimiento para la optimización del tiempo de propagación en la transmisión de comunicaciones móviles de mensajes de datos, orientada a paquetes, entre vehículos ferroviarios y dispositivos de líneas fijos, entre vehículos ferroviarios y/o entre dispositivos de líneas fijos para un ETCS (Sistema de Control Ferroviario Europeo) desde el nivel 2.; en donde los mensajes de datos se retrasan múltiples veces del lado de la transmisión y se envían como copias a través de múltiples canales de transmisión, cuyo comportamiento en respuesta a perturbaciones tiene poca o ninguna correlación con el tiempo y el canal; en donde los mensajes de datos se copian y se definen momentos ( $t_1$ ,  $t_2$  ...) en los cuales las copias se transfieren a los canales de transmisión previstos (3) y las copias transferidas se transfieren en un momento determinado ( $t_1$ ,  $t_2$  ...) a diferentes canales de transmisión de diferentes proveedores para la transmisión (4); en donde los diferentes canales de transmisión están conformados por diferentes proveedores, dispositivos de comunicaciones móviles y/o canales de transmisión con diferentes propiedades lógicas de transmisión, y las copias se descartan del lado de la recepción (6) y los mensajes de datos se reorganizan en la secuencia original (7, 8); en donde la extensión en el tiempo y/o espacial se realiza dependiendo del proveedor debido a la transmisión de las copias de los mensajes de datos o de sus fragmentos que se realiza desplazada múltiples veces en el tiempo y a través de diferentes canales de transmisión.

2. Procedimiento según la reivindicación 1,

caracterizado porque,

los mensajes de datos se fragmentan del lado de la transmisión antes de la copia y los fragmentos que no se descartan del lado de la recepción se vuelven a reunir en mensajes de datos.

20 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes,

caracterizado porque,

los mensajes de datos o sus fragmentos están provistos de marcadores de secuencia del lado de la transmisión de acuerdo con su secuencia.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes,

25 caracterizado porque,

las copias de los mensajes de datos o sus fragmentos a descartar se eliminan del lado de la recepción.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes,

caracterizado porque,

30 los mensajes de datos o sus fragmentos están provistos de marcadores de priorización del lado de la transmisión y se reorganizan del lado de la recepción en la secuencia de su priorización.

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes,

caracterizado porque,

35 la extensión en el tiempo y/o espacial se realiza dependiendo del medio debido a la transmisión de las copias de los mensajes de datos o de sus fragmentos, que se realiza desplazada múltiples veces en el tiempo y a través de diferentes canales de transmisión.

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes,

caracterizado porque,

40 está prevista una transmisión de copias de los mensajes de datos o de sus fragmentos en ambas direcciones de transmisión; en donde una extensión en el tiempo y espacial se realiza dependiendo de la dirección debido a la transmisión múltiple de las copias de los mensajes de datos o de sus fragmentos.



FIG 1

