

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 695 673**

51 Int. Cl.:

H04L 12/24 (2006.01)

H04L 12/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.03.2015** E 15161299 (1)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.08.2018** EP 2928119

54 Título: **Procedimiento y sistema para supervisar y analizar una red de transporte de telecomunicaciones**

30 Prioridad:

01.04.2014 IT MI20140566

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

10.01.2019

73 Titular/es:

**SIAE MICROELETTRONICA S.P.A. (100.0%)
Via Michelangelo Buonarotti 21
20093 Cologno Monzese (MI), IT**

72 Inventor/es:

**SARTORI, CRISTIAN y
ZANZOTTERA, GIUSEPPE**

74 Agente/Representante:

ILLESCAS TABOADA, Manuel

ES 2 695 673 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 y sistema para supervisar y analizar una red de transporte de telecomunicaciones

La presente invención se refiere a un procedimiento y a un sistema asociado para supervisar y analizar redes de transporte para telecomunicaciones.

5 Se sabe, en el sector técnico de las redes de telecomunicaciones, que las redes pueden dividirse funcional y estructuralmente en lo siguiente:

-) Redes de acceso, destinadas a proporcionar una conexión entre el punto de acceso/ubicación de los usuarios finales únicos y la primera estación de conmutación, o generalmente el punto de terminación de la red de transporte.

10 -) Una red de transporte (también llamada red de retroceso) que se interconecta con la red de acceso e interconecta las redes de acceso, conectándolas a la red troncal de la red

-) Una red troncal (o "red troncal de la red"): esta tiene la función de transmitir a grandes distancias grandes cantidades de datos agrupados suministrados por las redes de transporte y generalmente se realiza por medio de fibra óptica. La red troncal es una red con una estructura de malla, caracterizada por flujos de tráfico con un alto volumen y una matriz de tráfico compleja, ya que debe permitir la interconexión total entre las redes regionales.

En una red de transporte, las principales funciones son la acumulación sucesiva de datos (los flujos de datos se agrupan en jerarquías de transmisión cada vez más elevadas) y el enrutamiento de los flujos multiplexados en trayectos comunes mediante conmutación de circuitos y conmutación de paquetes para la transmisión de datos desde las redes de acceso a la red troncal de la red. Por lo tanto, esta red consiste en una red local, urbana o regional.

En cuanto a la red de transporte, también se sabe que la función de acumulación en niveles sucesivos requiere una estructura de red esencialmente jerárquica, donde es posible distinguir entre subredes de transporte a nivel local, metropolitano y regional con volúmenes y capacidades de tráfico mínimos cada vez mayores. Esta estructura se puede traducir directamente en un nivel topológico de la siguiente manera: las subredes más cercanas a la red de acceso, a saber, las subredes metropolitanas y regionales, se caracterizan por una estructura tipo estrella o bucle en la que normalmente los nodos de interconexión de bucle tienen una capacidad mayor que los otros nodos.

Aunque las redes de transporte, tanto por su complejidad como por el tipo de información transportada, utilizan comúnmente todas las principales tecnologías de transmisión (enlace de radio, fibra óptica, portadoras cableadas del tipo eléctrico (cable de cobre), satélite), la mayoría de los enlaces son generalmente del tipo de rango corto-medio y usan enlaces de radio o fibra óptica para la transmisión. En este contexto, los "enlaces traseros" se definen como aquellos enlaces de transporte que están directamente conectados a la red de acceso, mientras que los "enlaces de conexión" se definen como aquellos enlaces de transporte que combinan varios "enlaces traseros".

En cuanto a las redes de transporte con enlaces de retransmisión de radio, se sabe que estas redes pueden estar sujetas a pérdidas de rendimiento, fallos o sobrecargas de tráfico debido a la desalineación de los equipos de transmisión/recepción, un aumento repentino del tráfico en un determinado enlace, eventos atmosféricos, y similares.

También se sabe que una red de transporte puede comprender generalmente una pluralidad de enlaces de radio y que cada enlace está compuesto por dos aparatos de transmisión por radio con antena(s) asociada(s) para la transmisión/recepción del tráfico generado por/dirigido hacia la red de acceso y desde/hacia los enlaces de jerarquía inferiores; cada aparato de radio está provisto a su vez con puntos de medición (al menos uno para cada interfaz de entrada/salida E/S del aparato) donde, a intervalos predefinidos, se llevan a cabo mediciones de rendimiento relacionadas con el funcionamiento del único aparato, guardándose dichas mediciones en contadores asociados.

En este contexto, se sabe que cada red de transporte es suministrada a los clientes/usuarios (proveedores de servicios telefónicos) por los proveedores de equipos de recepción/transmisión que también proporcionan un NMS (sistema de supervisión de red) para dicho equipo. En general, cada productor/proveedor de equipos para redes de transporte proporciona sus propios NMS diseñados específicamente para su propio equipo de recepción/transmisión.

Un sistema de supervisión de red (NMS) es un complejo sistema de hardware y software para administrar y controlar el equipo de red de transporte, que tiene las tareas principales de recibir todas las señales de alarma enviadas por el equipo (señales que indican fallos de hardware de un solo aparato, mal funcionamiento, etc.), suministrar a este último los parámetros operativos necesarios y recoger regularmente los datos de los contadores de rendimiento que se detectan en los puntos de medición del único aparato en la red y almacenarlos guardándolos adecuadamente dentro de una base de datos asociada.

Una vez que los datos han sido almacenados en la base de datos del NMS, este último puede proporcionar aplicaciones que permiten la visualización gráfica de la progresión en el tiempo de cada contador individual para un único punto de medición de un aparato. Debido a la gran cantidad de contadores que se almacenarán, los datos

correspondientes se guardan generalmente en la base de datos del NMS durante un período inferior a un período límite máximo predefinido, generalmente de entre 30 días y 6-12 meses.

En cuanto a los enlaces de radio de las redes de transporte, se sabe que hacen funcionar utilizando protocolos de transporte que pueden dividirse esencialmente en dos tecnologías de transporte:

- 5 - Tecnología de transporte que utiliza protocolos de multiplexación por división de tiempo (TDM), siendo los protocolos principales el protocolo PDH (red de acceso) y, en particular, el protocolo SDH/SONET;
- La tecnología de transporte basada en protocolos de paquetes, como Ethernet e IP. Estas tecnologías de transporte de enlace de radio son normalmente independientes de la naturaleza de los datos transportados, ya que los aparatos de radio pueden transportar (mediante emulación) tanto datos del tipo de paquete en enlaces basados en tecnología TDM como datos TDM en enlaces de radio utilizando tecnología de transporte de paquetes. Dependiendo de la tecnología de transporte y el protocolo utilizado por un enlace, existen diferentes especificaciones y/o normas reglamentarias que definen tanto los contadores como las mediciones a realizar y los períodos de medición para registrarlos; para los fines de la descripción de la presente invención y para una explicación más detallada del tema, se puede hacer referencia a las normas relacionadas que se citan en el presente documento; a este respecto ver:
- 10
- 15 - "Transmisión y multiplexación (TM); sistemas de retransmisión de radio digital (DRRS); jerarquía digital síncrona (SDH); parámetros de supervisión del rendimiento del sistema de SDH DRRS; EN 301 129";
- PRESIDENTE SR. V.M. MINKIN: "Recomendaciones F. 750-4 y F. 1332-1 de ITU-R SG9; TD 6";
- y, en particular, las normas IETF RFC 2819, ITU-T G. 828, ITU-T G. 784 y M. 2120.

20 Hoy en día, con la introducción gradual de aparatos de transporte que funcionan con protocolos sin conexión, el nivel de complejidad de la gestión y supervisión de las conexiones ha aumentado exponencialmente.

Debido a la naturaleza "sin conexión" de la tecnología utilizada (por ejemplo, Ethernet) y la posibilidad de compartir estadísticamente el mismo recurso (aparato transceptor) entre varios servicios, surge entonces una gran necesidad de supervisar si las conexiones de la red de transporte y los aparatos transceptores asociados pueden asegurar efectivamente el nivel requerido de servicio/rendimiento estipulado por el cliente (proveedores de servicios) tras la firma del contrato de suministro.

Los sistemas actuales de supervisión NMS están estructurados para recopilar las mediciones relacionadas con los contadores de rendimiento de cada punto de medición individual que pertenece a un solo aparato y tienen la capacidad de almacenar datos por un período que varía de un mes a 6-12 meses (dependiendo del tamaño de la base de datos).

30 Además, el NMS actual permite que la progresión de los contadores individuales para los puntos de medición individuales se muestre en forma de gráficos y listados tabulares, pero cada progresión se refiere a contadores individuales de un solo aparato, sin dar un resumen y una visión significativa del rendimiento de la red global. El documento WO2014/008915 describe un sistema de gestión de red para controlar el rendimiento de una red de comunicación, en el que el sistema de gestión de red calcula los indicadores de rendimiento clave basándose en los datos de rendimiento recibidos y los compara con los valores objetivo correspondientes. El documento WO 01/89141 A2 describe un procedimiento para identificar y definir problemas de rendimiento en redes WAN que funcionan usando diferentes tecnologías, en el que:

- los datos de rendimiento se reciben continuamente de cada elemento de red individual (circuitos, estructuras, nodos, puertos y puntos de acceso) de la red, con dichos datos que se almacenan en una base de datos y se comparan con valores umbral únicos para identificar elementos específicos, cuyo rendimiento ha caído por debajo de un umbral predefinido;
- 40
- el rendimiento general de la red se supervisa mediante la creación de indicadores clave de rendimiento (KPI) que representan el rendimiento de toda la red e identifican problemas que son inherentes a toda la red;
- un informe de resumen de red se genera electrónicamente para mostrar los umbrales excedidos de los elementos de red individuales y los KPI para toda la red.
- 45

En el documento WO'141, todos los contadores de supervisión de rendimiento de cada elemento de red se descargan en una base de datos y se comparan con un valor umbral respectivo para identificar, para cada contador del elemento de red individual, valores que no se ajustan a los umbrales predefinidos. En cambio, los KPI siempre se calculan para toda la red como suma, promedio o promedio ponderado de las estadísticas de todos los elementos de red, a fin de identificar problemas generales de toda la red.

50 Por lo tanto, WO'191 aún requiere la descarga de enormes cantidades de datos relacionados con los contadores de cada elemento de red, permite la supervisión exclusiva de parámetros únicos de un solo elemento de red o parámetros

generales de toda la red y no proporciona ninguna indicación de cómo supervisar una red de transporte con enlaces de radio físicos.

El proveedor de servicios, sin embargo, necesita saber si la red en general está optimizada o no y si puede soportar el nivel de tráfico requerido.

5 Además, las redes de transporte están integradas en su mayoría a nivel local y regional o compuestas por aparatos suministrados por diferentes productores, mientras que los proveedores de servicios telefónicos funcionan a escala nacional o incluso internacional. En este contexto, ocurre con bastante frecuencia que un proveedor obtiene cobertura en todo el territorio para el cual se proporcionan los servicios telefónicos combinando/haciendo uso de varias redes de transporte proporcionadas a menudo por diferentes proveedores/productores de equipos y redes de transporte.

10 Esto da lugar a una situación en la que el proveedor del servicio tiene disponibles solo los sistemas de supervisión NMS únicos de las redes de transporte individuales o categorías de aparatos, teniendo cada NMS su propia base de datos en la que se almacenan los datos de un gran número de contadores asociados con los respectivos aparatos transceptores, con la gran cantidad de datos que hace que sea imposible almacenar los contadores a mediano y largo plazo y siendo los datos almacenados de difícil acceso; en esta situación, el proveedor no puede supervisar toda la red de aparatos disponibles a través de una única interfaz ni analizar su funcionamiento a largo plazo.

15 También puede surgir un problema cuando el proveedor desea o necesita supervisar o analizar el estado y/o el rendimiento en un área geográfica determinada o de un subconjunto de aparatos pertenecientes a diferentes redes de transporte o, en cualquier caso, asociados a diferentes sistemas de supervisión NMS.

20 Además, los fabricantes de equipos de radio generalmente no producen equipos para fibra óptica u otros tipos de conexiones y por lo tanto los sistemas de supervisión no se combinan o no se pueden combinar en el caso de diferentes fabricantes de equipos de radio o diferentes tecnologías de equipos de transporte (radio, fibra óptica, etc.).

25 El problema técnico que se plantea, por lo tanto, es proporcionar un sistema para supervisar una red de transporte, que comprende enlaces de radio, permitiendo a un proveedor de servicios de telecomunicación controlar si la red está funcionando o ha funcionado dentro de un intervalo de tiempo dado, de una manera adecuada para soportar el volumen, la eficiencia y la velocidad del tráfico que requiere el proveedor.

30 En conexión con este problema, se requiere además que con este procedimiento y sistema sea posible identificar y mostrar fácilmente aquellos enlaces, en particular los enlaces de radio, que no cumplen con los requisitos necesarios, lo cual facilita también la identificación de las posibles causas de la falta de conformidad encontrada. En relación con este problema, también es deseable que el procedimiento y el sistema permitan la supervisión simultánea, si se requiere, de diferentes aparatos de red de transporte, o partes de los mismos, gestionados por respectivos diferentes sistemas de supervisión NMS que pertenecen a la red de transporte global disponible para el proveedor.

También sería deseable que el procedimiento y el sistema pudieran permitir una cierta capacidad de predicción en lo que respecta a la identificación de aquellos enlaces que requieren más mantenimiento, actualización o reemplazo en vista del tráfico que debe ser soportado.

35 Estos resultados se obtienen de acuerdo con la presente invención mediante un procedimiento para supervisar y analizar redes de transporte de telecomunicaciones de acuerdo con la reivindicación 1 y un sistema de supervisión y análisis de acuerdo con la reivindicación 33.

Pueden obtenerse más detalles a partir de la siguiente descripción de ejemplos no limitadores de modo de realización del objeto de la presente invención, que se proporciona con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

40 La figura 1 muestra un diagrama general que ilustra la estructura de una red de telecomunicaciones;

La figura 2 muestra un diagrama de bloques de la estructura de un ejemplo de un sistema de supervisión y análisis de acuerdo con la invención;

La figura 3 muestra un gráfico que ilustra el principio de cálculo de acuerdo con la regla n.º 2 de una congestión KPI_{ETH} ; y

45 Las figuras 4a, 4e muestran ejemplos de modo de realización de los diferentes niveles de un paso para visualizar los resultados de acuerdo con un modo de realización preferido del procedimiento de acuerdo con la presente invención.

50 De acuerdo con la invención, se proporciona un procedimiento para supervisar una red de transporte asignada a un proveedor de servicios, en particular para analizar el estado general de la red de transporte y su idoneidad para soportar el tráfico que requiere el proveedor, así como para evaluar el rendimiento de los enlaces únicos y la forma en que estos últimos afectan el estado general de la red.

Como se muestra en la Fig. 1, y suponiendo para una descripción más sencilla una dirección de enlace ascendente con orientación de la transmisión desde el transmisor TX al receptor RX dirigida desde la red de acceso a la red troncal

de la red y una dirección de enlace descendente, opuesta a la dirección anterior, un ejemplo de una red de transporte a supervisar comprende:

- 5 - al menos un enlace de radio de punto a punto, bidireccional (enlace ascendente/descendente) (100) compuesto por dos aparatos transceptores de radio 110; cada aparato tiene interfaces de E/S provistos de puntos de medición 130 para adquirir datos de medición que se guardan en respectivos contadores de rendimiento del aparato y se identifican de manera única en la red de transporte mediante un identificador respectivo;
- 10 - al menos un sistema (NMS₁; NMS₂) para supervisar el aparato transceptor 110 de la red de transporte, provisto de una base de datos 210 para almacenar los datos de contador de rendimiento adquiridos de cada aparato transceptor de radio 110 con el cual el sistema de supervisión está asociado y relacionado con datos medidos en los puntos de medición 130 del aparato respectivo.

Cada aparato 100 de un enlace de radio 100 de la red está asociado con uno de los sistemas de supervisión (NMS₁; NMS₂) y funciona utilizando una tecnología de transporte basada en TDM o protocolos de paquetes.

El procedimiento de acuerdo con la invención comprende los pasos de:

(INSTALACIÓN)

- 15 - definir al menos un indicador de rendimiento clave KPI para los enlaces basados en tecnología TDM de la red de transporte, a continuación denominado KPI_{TDM}, definiéndose cada KPI_{TDM} sobre la base de un número predefinido de contadores de rendimiento seleccionados entre los medidos en el aparato transceptor que funcionan en protocolos TDM del enlace respectivo, guardados y almacenados en la base de datos del sistema de supervisión respectivo (NMS₁, NMS₂);
- 20 - definir al menos un indicador de rendimiento clave KPI para los enlaces basados en tecnología de paquetes de la red de transporte, a continuación denominado KPI_{ETH}, definiéndose cada KPI_{ETH} sobre la base de un número predefinido de contadores de rendimiento seleccionados entre los medidos en el aparato transceptor que funciona con tecnología de paquetes del enlace respectivo, guardados y almacenados en la base de datos del sistema de supervisión respectivo (NMS₁, NMS₂);
- 25 - proporcionar una base de datos de análisis 3001 adecuada para ser rellenada/actualizada con datos descargados de las bases de datos de los sistemas de supervisión (NMS₁, NMS₂) de la red de transporte y relativos al menos a esos contadores sobre cuya base KPI_{TDM} y KPI_{ETH} están definidos;

(INTERFAZ DE USUARIO)

- 30 - seleccionar al menos una parte de la red de transporte que comprende al menos un enlace de radio y de interés para el análisis;
- seleccionar un intervalo de tiempo para el análisis de la parte seleccionada de la red de transporte;
- definir al menos una regla para evaluar la conformidad de cada enlace de la parte de red que se analiza con los KPI(s) correspondientes definidos;
- 35 - actualizar, al menos hasta el intervalo de análisis seleccionado incluido, la base de datos de análisis con los datos de la(s) base(s) de datos de al menos un sistema (NMS₁, NMS₂) para supervisar el aparato de la red de transporte;

(ANÁLISIS)

- Para cada enlace basado en la tecnología TDM que pertenece a la parte de red de transporte seleccionada: calcular al menos un KPI_{TDM} definido, sobre la base de los datos contenidos en la base de datos de análisis proporcionada y relacionada con dichos contadores seleccionados de los dos aparatos del enlace;
- 40 - para cada enlace basado en tecnología de paquetes que pertenece a la parte de red de transporte seleccionada: calcular al menos un KPI_{ETH} definido, sobre la base de los datos contenidos en la base de datos de análisis proporcionada y en relación con dichos contadores seleccionados de los dos aparatos del enlace;
- Para cada enlace de la parte de red seleccionada: comprobar la conformidad de al menos un KPI calculado para el enlace, de acuerdo con dicha regla de evaluación.
- 45 De esta forma, es posible supervisar con un número limitado de contadores (y por lo tanto sin tener que descargar todos los datos de todos los contadores del aparato de red), basándose de los KPI calculados para cada enlace de radio, todos los enlaces de radio de la parte de la red de transporte de interés para el análisis, incluso si está gestionada por diferentes NMS, y proporcionar un análisis del estado general de la (parte de) de la red de transporte de interés y de los enlaces únicos que la forman.

De acuerdo con un modo de realización preferido, el procedimiento también prevé un paso de emitir un resultado del análisis realizado, preferentemente en la forma de:

- un resultado global para la parte de red analizada que indica, para cada KPI definido, el porcentaje de enlaces analizados que no se ajustan al KPI definido;

5 también se prevé preferentemente que dicho paso de salida del resultado también se realice en la forma de:

- un resultado detallado que comprende, para cada KPI definido, al menos una lista o tabla que puede ser consultada por el usuario y en la que se identifican todos los enlaces que no se ajustan a dicho KPI. Preferentemente, la lista o tabla también comprende una indicación de la(s) razón(es) para las cuales se consideró que el enlace no se ajustaba con el KPI asociado.

10 Con tal sistema de presentación de resultados, el usuario tiene una clara indicación del estado general de la red y la posibilidad de un análisis detallado de los enlaces que el sistema de supervisión detectó como no conformes y/o en estado crítico.

15 Sin embargo, puede preverse que el procedimiento o sistema de acuerdo con la invención pueda enviar instrucciones de gestión de red directamente al NMS sobre la base de los cálculos realizados, sin emisión de resultados o con resultados que se emitan opcionalmente a discreción del usuario. Esto se puede realizar basándose en reglas predeterminadas de "respuesta" en el caso de una condición de no conformidad.

Preferentemente, la visualización de al menos dos niveles (nivel general y nivel detallado) se realiza de la siguiente manera:

- 20 - Nivel general (ver la figura 4a): para cada KPI definido y calculado, se muestra el porcentaje de enlaces que no se ajustan a los KPI respectivos entre el número total respectivo de enlaces (TDM o paquetes) analizados, preferentemente en la forma de un botón virtual;
- 25 - Nivel detallado (ver la figura 4b): al seleccionar uno de los KPI mostrados, por ejemplo, al hacer clic en el botón virtual del nivel general correspondiente, se obtiene acceso al resultado detallado, con una lista o tabla que muestra todos los enlaces no conformes. La lista se muestra en orden decreciente desde el enlace más crítico al enlace menos crítico. Para cada enlace no conforme, se muestra información general de identificación y configuración y otros valores medidos que se definirán más completamente a continuación.

30 De acuerdo con los modos de realización preferidos que se ilustrarán a continuación, dicho paso de definir al menos una regla para evaluar la conformidad de cada enlace analizado con los KPI correspondientes comprende definir al menos un valor umbral para cada KPI definido y dicho paso de comprobación de la conformidad de cada enlace con los KPI correspondientes comprende comparar al menos un valor calculado para el KPI con al menos un valor umbral definido respectivo.

Preferentemente, al menos uno de dichos KPI de enlace se define por medio de un análisis cruzado, por ejemplo una correlación, entre un número limitado predefinido de contadores del aparato transceptor de radio del enlace, permitiendo así la exclusión de resultados menos significativos, como quedará claro a continuación.

35 Preferentemente, el paso de definir al menos un valor umbral para cada KPI definido contempla la definición de diferentes valores de umbral para diferentes categorías de enlace, preferentemente diferentes valores de umbral para enlaces de tipo trasero y enlaces de tipo alimentador; de acuerdo con una implementación preferida adicional, se puede definir un umbral para cada enlace. Esto se puede realizar también solo para uno o algunos de los KPI definidos, manteniendo para todos los demás KPI un umbral común para todos los enlaces.

40 Preferentemente, de acuerdo con los modos de realización preferidos, para definición y cálculo de uno o más de los KPI, el intervalo de tiempo de análisis se divide en subintervalos de cálculo, preferentemente con una duración correspondiente a la subdivisión temporal (período de medición) prescrita para adquirir las mediciones de contador, preferentemente igual a 15 minutos.

45 Un primer modo de realización preferido prevé que el al menos un indicador KPI_{ETH} comprende un KPI de congestión, también denominado KPI CONG, adecuado para analizar el nivel de congestión de cada enlace que funciona con tecnología basada en paquetes y proporcionar una indicación de la congestión global de la parte de la red de transporte seleccionada. De acuerdo con este modo de realización, el KPI CONG se define, para cada enlace basado en tecnología de paquetes de la parte de red de transporte seleccionada, sobre la base del número de eventos de descarte de uno o más paquetes consecutivos en el enlace (en ambas direcciones de transmisión). y de la capacidad de transporte variable utilizada por el enlace en un subintervalo de tiempo de cálculo que comprende el evento de descarte de paquete. Si el enlace consiste en un enlace de radio, la capacidad de transporte está directamente relacionada con la modulación.

50 Preferentemente, también se tienen en cuenta las alarmas enviadas desde el aparato que forman el enlace y que recibe el sistema de supervisión en dicho intervalo de tiempo de análisis.

El paso de emisión resultado de resultado global identifica la congestión de la parte de red seleccionada para el análisis como un porcentaje de los enlaces que funcionan utilizando tecnología basada en paquetes y que pertenece a la parte de red seleccionada que, en el intervalo de tiempo de análisis, no se ajustó a la regla de evaluación respectiva (valor umbral) definida para el KPI de congestión

5 Ejemplo de definición del KPI de congestión:

Parámetros de entrada y contadores seleccionados

- PÉRDIDA DEL PAQUETE DE RADIO: RPL = Número de eventos de descarte de paquetes en el enlace en el intervalo de tiempo de análisis;
- 10 • RPL (i) = Número total de eventos N_{tot} en los que uno o más paquetes consecutivos recibidos a la entrada de las interfaces de cada aparato del enlace y destinados a la transmisión en el enlace no han sido transmitidos en el enlace por dicho aparato, en el subintervalo de cálculo i-ésimo,
 - se calcula en cada subintervalo de cálculo i-ésimo y para las dos direcciones del enlace (enlace ascendente y enlace descendente);
- Modulación máxima (por ejemplo, ACM en 256QAM) en el subintervalo de cálculo;
- 15 • Alarmas del sistema de gestión (opcional)

Habitualmente, cada aparato transceptor que funciona usando un protocolo de paquete está provisto, en cada punto de medición, de un contador para calcular los eventos de descarte de paquetes, es decir, aquellos eventos donde uno o más paquetes consecutivos, destinados para la transmisión en el enlace, no han sido sin embargo transmitidos.

20 De acuerdo con los modos de realización preferidos de la invención, cuando sea factible, será posible calcular el valor de RPL "pérdida de paquetes de radio" como la suma de los valores de evento de descarte de paquetes individuales en cada punto de medición del aparato TX del enlace.

La longitud "longitud[i]" del subintervalo de cálculo se elige como igual al período de medición del (de los) contador(es), preferentemente igual a 15 minutos.

25 Para los enlaces (enlaces de radio y no radio) que funcionan en el protocolo de Ethernet, por ejemplo, el contador EtherStatsDropEvents define, para cada punto de medición, el número de eventos de descarte de paquetes en el período de medición; el cálculo de la RPL puede entonces realizarse, para cada subintervalo de cálculo i-ésimo que forma el intervalo de análisis, de la siguiente manera:

$$RPL(i) = RPL_{enlace\ ascendente}(i) + RPL_{enlace\ descendente}(i),$$

donde

30
$$RPL_{enlace\ ascendente}(i) = \sum_j EtherStatsDropEvents(i)$$

donde j = todos los puntos de medición del aparato TX de enlace ascendente del enlace, y

$$RPL_{enlace\ descendente}(i) = \sum_j EtherStatsDropEvents(i)$$

donde j = todos los puntos de medición del aparato TX de enlace descendente del enlace.

35 Además, el contador ACM también se define para todo el aparato de un enlace de radio, indicando dicho contador, para cada período de medición y por lo tanto subintervalo de cálculo, el tiempo en segundos durante el cual el aparato de transmisión de radio (TX en enlace ascendente o TX en enlace descendente) funcionó en la modulación máxima. Por lo tanto, si para el subintervalo de cálculo i-ésimo, el valor de ACM(i) es igual al número de segundos que forman dicho subintervalo, el aparato habrá trabajado en la modulación máxima para todo el i-ésimo subintervalo, concretamente en su capacidad máxima de transporte.

40 En mayor detalle, de acuerdo con este modo de realización preferido, el KPI de congestión se define y calcula sobre la base de los contadores de entrada antes mencionados y aplicando la siguiente regla:

Regla n.º 1 para la definición de KPI CONG

45 Para cada subintervalo de cálculo i-ésimo (con una duración igual al período de medición = p. ej. 15 minutos) y para cada dirección del enlace (enlace ascendente, enlace descendente) se calcula RPL(i), es decir, el número total de eventos de descarte de paquetes en el enlace, pero este RPL(i) se considera en el cálculo de la RPL(i) total solamente en el subintervalo de cálculo i-ésimo correspondiente en el que el enlace funcionó en la modulación máxima (es decir: $ACM(i)=longitud[i]$ = por ejemplo 900 s).

Por lo tanto, se lleva a cabo un análisis cruzado del número de eventos de descarte de paquetes y por consiguiente la capacidad de transporte del enlace se realiza de tal manera que se ignoran las no transmisiones que no dependen de la reducción de tamaño del enlace en relación con el tráfico o en cualquier caso de recursos insuficientes y en cambio se deben a otros factores.

- 5 Por lo tanto, el KPI de congestión se define y calcula como la suma de los valores de todos los eventos de descarte de paquetes RPL(i) considerados válidos en el intervalo de análisis seleccionado:

$$\begin{aligned} \text{KPI CONG (REGLA N.º 1)} &= \text{RPL} = \sum_i \text{RPL}(i): [\text{ACM}(i) = \text{longitud}[i]] = \\ &= (\sum_i \text{RPL}_{\text{enlace ascendente}}(i): [\text{ACM}_{\text{enlace ascendente}}(i) = \text{longitud}[i]] + \\ &\quad \sum_i \text{RPL}_{\text{enlace descendente}}(i): [\text{ACM}_{\text{enlace descendente}}(i) = \text{longitud}[i]]) \end{aligned}$$

(en el que ":" significa "tal que").

- 10 De acuerdo con la variación del modo de realización que tiene en cuenta también las alarmas recibidas, RPL(i) se pone a 0 también si, en el subintervalo de cálculo i-ésimo, se detectan alarmas del aparato de enlace de radio examinado y que indican por ejemplo un fallo en el enlace o una reducción en la capacidad de transporte del mismo.

- 15 Para el KPI de congestión puede definirse un umbral que corresponde al valor RPL máximo en todo el intervalo de análisis seleccionado, o al número total máximo de eventos de descarte de paquetes en el enlace aceptable para el proveedor en el intervalo de análisis seleccionado. Este umbral puede ser definido directamente por el usuario u obtenido automáticamente para el intervalo de análisis seleccionado sobre la base de un criterio deseado que puede ser definido más fácilmente por el usuario. Por ejemplo, el usuario puede definir el número máximo de eventos de descarte en una semana o en un día y este evento se correlaciona automáticamente con el intervalo de análisis seleccionado, definiendo el umbral del KPI.

EJEMPLO

- 20 Para un enlace genérico "enlace1" que funciona utilizando tecnología de paquetes y para un período de medición de los contadores respectivos definido como igual a 15 minutos y por lo tanto una subdivisión correspondiente del intervalo de tiempo de análisis en los i-ésimos subintervalos de cálculo de 15 minutos, se obtiene lo siguiente:

$$\text{KPI CONG (enlace1)} = \sum_i [\text{RPL}_{\text{enlace1}}(i): \text{ACM}(i)=900s]$$

- 25 en el caso de un simple análisis cruzado entre paquetes descartados y la modulación en el i-ésimo subintervalo que comprende el momento de descarte.

En el caso en que también se tengan en cuenta las alarmas recibidas en relación con el enlace 1 en dicho i-ésimo subintervalo de cálculo, se obtiene lo siguiente:

$$\begin{aligned} \text{KPI CONG (enlace1)} &= \text{RPL} = \\ &\quad \sum_i [\text{RPL}_{\text{enlace1}}(i): (\text{ACM}_{\text{enlace1}}(i)=900s \text{ Y } \text{Alarmas}_{\text{enlace1}}(i)=0)] \end{aligned}$$

- 30 Las fórmulas mostradas anteriormente deben entenderse como calculadas tanto para el enlace ascendente como para el enlace descendente, como se muestra previamente.

Si la RPL general del enlace 1 es superior al umbral definido para el enlace 1, se considerará que este último no se ajusta al KPI de congestión.

De acuerdo con un modo de realización preferido adicional, la definición del KPI de congestión prevé la definición de un nivel de análisis adicional, de acuerdo con los siguientes pasos adicionales y con referencia a la figura 3:

35 **Regla n.º 2 KPI de congestión**

Con referencia a lo descrito para la regla n.º 1, los siguientes parámetros adicionales se definen para cada enlace y para cada dirección (enlace ascendente y enlace descendente) sobre la base de los datos de eventos de descarte de paquetes en el enlace en el intervalo de tiempo de análisis seleccionado (RPL) calculado de acuerdo con la regla n.º 1:

- 40 **AVG RPL =** AVG RPL = número medio de eventos de descarte de paquetes en el enlace en el intervalo de tiempo de análisis seleccionado, considerado en el cálculo solo si en el subintervalo de cálculo correspondiente el enlace funcionaba con la modulación máxima:

$$\text{AVG RPL} = \mu = E[\sum_i [\text{RPL}(i): \text{ACM}(i) = \text{longitud}[i]]]$$

ES 2 695 673 T3

$\sigma =$ σ = Desviación estándar de la progresión de los eventos de descarte de paquetes en el intervalo de tiempo seleccionado, considerado en el cálculo solo si en el subintervalo de cálculo correspondiente el enlace funcionó en la modulación máxima:

$$\sigma = \text{STD DEV}[\Sigma_i [\text{RPL}_{\text{enlace}}(i): \text{ACM}(i) = \text{longitud}[i]]]$$

5 UMBRAL MÁXIMO $\mu + K \cdot \sigma$, donde $K = 1, 2, 3, \dots$ es un factor de tolerancia que puede ser configurado por el usuario, preferentemente igual a 1, 2 o 3;

EVENTO MÁXIMO = cada i -ésimo subintervalo incluido en el intervalo de análisis seleccionado, en el que el número de eventos de descarte de paquetes $\text{RPL}(i)$ es mayor que el UMBRAL MÁXIMO:

$$i = \text{Máximo SI } [\text{RPL}(i) > \mu + K \cdot \sigma];$$

10 INCIDENCIA = cada i -ésimo subintervalo incluido en el intervalo de análisis seleccionado, dentro del cual el número de eventos de descarte de paquetes $\text{RPL}(i)$ es mayor que el UMBRAL MÁXIMO = $\mu + K \cdot \sigma$, a menos que esto también sea cierto para el $(i-1)$ -ésimo subintervalo; en este caso para los subintervalos de cálculo $[i-1, i]$ se calcula una única incidencia:

$i =$ incidencia SI:

15 $\text{RPL}(i) > \text{UMBRAL MÁXIMO Y RPL}(i-1) \leq \text{UMBRAL MÁXIMO}$

En consecuencia, el paso para calcular el KPI de congestión para cada enlace prevé que, después del cálculo del KPI de acuerdo con la regla n.º 1, se calculan los siguientes parámetros adicionales para cada enlace y para cada dirección (enlace ascendente y enlace descendente) sobre la base de los datos de eventos de descarte de paquetes ($\text{RPL}_{\text{enlace}}$) en el intervalo de tiempo de análisis seleccionado;

20 • Cálculo de AVG RPL = número medio de eventos de descarte de paquetes en el enlace en el intervalo de tiempo de análisis seleccionado;

$$\mu = E[\Sigma_i [\text{RPL}(i): \text{ACM}(i) = \text{longitud}[i]]]$$

• Cálculo de σ , desviación estándar de la progresión de los eventos de descarte de paquetes en el intervalo de tiempo seleccionado;

25 • Cálculo del UMBRAL MÁXIMO = $\mu + K \cdot \sigma$, con $K = 1, 2, 3$, establecido por el usuario;

• Los EVENTOS MÁXIMOS se calculan;

• Se calculan los eventos de INCIDENCIA dentro del intervalo de análisis seleccionado por el usuario.

De forma correspondiente, el paso de salida del resultado comprenderá también proporcionar la cantidad total de eventos de INCIDENCIA detectados en el intervalo de análisis seleccionado.

30 Esto permite al usuario determinar fácil y rápidamente si el enlace considerado no conforme al KPI CONG ha experimentado un descarte continuo de paquetes en el intervalo de tiempo o si ha habido uno o más máximos de paquetes descartados en períodos específicos del intervalo de análisis, permitir al usuario establecer si la no conformidad del enlace se debe a una subdivisión constante del mismo o a una condición de tráfico particular en ciertos períodos. Por el mismo valor de μ , cuanto menor sea el número de eventos de incidencia, menor será el problema (menos condiciones de máximo).

35 También en este caso es posible tener en cuenta las alarmas recibidas en relación con el enlace en cada subintervalo de cálculo.

Para el KPI de congestión, el paso de emitir un resultado del análisis llevado a cabo se realiza preferentemente de la siguiente manera:

40 • Resultado detallado para cada enlace de la parte de la red analizada que no está en conformidad con el KPI de congestión:

45 Generación de una lista, en orden decreciente desde el enlace más crítico al enlace menos crítico (determinado sobre la base del valor RPL calculado), con una columna específica para el valor numérico de los eventos RPL (de acuerdo con la regla n.º 1 anterior) afectando al enlace único dentro del intervalo de tiempo seleccionado; de acuerdo con el ejemplo de modo de realización descrito, la lista también incluye una columna adicional con el número de eventos de incidencia calculados por medio de la regla n.º 2. Preferentemente, la lista tiene forma de

una tabla y, como se muestra en la Fig. 4B, tiene una columna para el valor de RPL y una columna para el número de eventos de incidencia;

- El resultado global para la parte de red analizada: la congestión de la parte de red seleccionada se muestra como un porcentaje de enlaces que han excedido el umbral definido en relación con el número total de enlaces basados en tecnología de paquetes pertenecientes a la parte de red seleccionada para el análisis.

De acuerdo con un modo de realización preferido, el al menos un KPI_{TDM} comprende un KPI no disponible (denominado a continuación KPI de indisponibilidad o KAV UNAV) que analiza en el intervalo de análisis seleccionado si cada enlace basado en la tecnología TDM de la parte de red seleccionada estaba en conformidad con los requisitos de disponibilidad esperados.

- 10 Este KPI de indisponibilidad se define y calcula sobre la base de uno o más de los contadores de ES, UAS y SES definidos para la tecnología TDM:

ES (Segundos con error): número de segundos durante el período de medición en el que se detectó al menos un bloque con error en el punto de medición de la interfaz de recepción de radio del aparato (CRC);

- 15 SES (segundos con muchos errores): número de segundos durante el período de medición con al menos un porcentaje dado de bloques con errores detectados en el punto de medición en la interfaz de recepción de radio del aparato;

UAS (Segundos no disponibles): segundos de indisponibilidad de la señal.

De acuerdo con un modo de realización preferido, el KPI de indisponibilidad se define como un conjunto de uno o más, preferentemente todos, de los siguientes tres parámetros, que son funciones de los contadores de ES, SES y UAS:

20 • $Calidad_{ES} = \left[\frac{(60 * 60 * 24 * 30 - ES_M)}{60 * 60 * 24 * 30} \right] * 100$

• $Calidad_{SES} = \left[\frac{(60 * 60 * 24 * 30 - SES_M)}{60 * 60 * 24 * 30} \right] * 100$

• $Calidad_{UAS} = \left[\frac{(60 * 60 * 24 * 365 - UAS_M)}{60 * 60 * 24 * 365} \right] * 100$

en el que:

- 25 • ES_M = valor máximo mensual total de ES en el intervalo de análisis seleccionado, con el valor mensual general de ES definido como la suma de todos los valores del contador de ES detectados en el mes;
- SES_M = valor máximo mensual total de SES en el intervalo de análisis seleccionado, con el valor mensual general de SES definido como la suma de todos los valores del contador de SES detectado en el mes;
- UAS_M = valor máximo mensual total de UAS en el intervalo de análisis seleccionado, con el valor anual general de UAS definido como la suma de todos los valores del contador de UAS detectados en el año.

- 30 Preferentemente, el "mes" y el "año" se definen sobre la base de los meses y años de calendario, independientemente de las fechas de inicio y finalización del intervalo de análisis seleccionado.

El paso de definir al menos un umbral para el KPI de indisponibilidad contempla la definición de un umbral de disponibilidad = puntos porcentuales de disponibilidad del enlace para el intervalo de análisis seleccionado.

- 35 Preferentemente, el procedimiento prevé la conversión automática de dicho umbral de disponibilidad en los siguientes tres umbrales correspondientes para los parámetros definidos anteriormente:

- $Umbral_{ES}$ = porcentaje de disponibilidad con respecto a un mes, para los valores ES
 $= 60 * 60 * 24 * 30 * (100 - \text{Umbral de disponibilidad}) / 100$

- $Umbral_{SES}$ = % de $calidad_{SES}$ (umbral de porcentaje de disponibilidad con respecto a un mes, para los valores de SES)

40 $= 60 * 60 * 24 * 30 * (100 - \text{Umbral de disponibilidad}) / 100$

ES 2 695 673 T3

- $Umbral_{UAS}$ = umbral de disponibilidad con respecto a un año, para los valores de UAS
 $=60*60*24*30*365*(100-Umbral \text{ de disponibilidad})/100$

Preferentemente, el umbral de disponibilidad está entre 98,0 y 99,99, y preferentemente igual a 99,95.

5 El paso de calcular el KPI de indisponibilidad para cada enlace basado en la tecnología TDM contempla calcular $Calidad_{ES}$, $Calidad_{SES}$ y $Calidad_{UAS}$ sobre la base de los respectivos contadores de ES, SES y UAS para el intervalo de análisis seleccionado.

El cálculo se realiza tanto en la dirección del enlace ascendente como en la dirección del enlace descendente; para cada dirección, los contadores de ES, UAS y SES considerados para la definición y cálculo del KPI son los detectados en el punto de medición en la interfaz de recepción de radio del aparato RX del enlace en la dirección considerada.

10 El paso de comprobar la conformidad de cada enlace para el KPI de indisponibilidad contempla comparar, para cada enlace basado en tecnología TDM de la parte de red seleccionada, los valores calculados de $Calidad_{ES}$, $Calidad_{SES}$ y $Calidad_{UAS}$ con los respectivos umbrales definidos, para cada dirección (enlace ascendente, enlace descendente) del enlace; si uno de los seis valores es mayor que el umbral respectivo, se considera que el enlace no se ajusta al KPI de indisponibilidad:

$$SI \text{ } Calidad_{ES} > Umbral_{ES}$$

y/o

$$SI \text{ } Calidad_{ES} > Umbral_{ES}$$

y/o

15 $SI \text{ } Calidad_{ES} > Umbral_{ES}$

entonces el enlace se ajusta al KPI de indisponibilidad.

Por lo tanto, se lleva a cabo un análisis cruzado en los tres contadores TDM citados de los dos aparatos que forman el enlace para el que se calcula el KPI, adecuadamente procesado.

EJEMPLO

20 En mayor detalle, para un enlace genérico basado en tecnología TDM, enlace2, un intervalo de análisis seleccionado del 15 de febrero al 5 de mayo del mismo año y para un KPI de indisponibilidad definido como un conjunto que comprende $Calidad_{ES}$, $Calidad_{SES}$ y $Calidad_{UAS}$, el cálculo del KPI y la verificación de la conformidad se realizarán de la siguiente manera: Enlace ascendente:

- 25
- Todos los valores del contador de ES detectados en la interfaz de recepción de radio del aparato RX de enlace ascendente durante el mes de febrero (período de 5/2 a 28/2) se suman;
 - Todos los valores de dicho contador de ES durante el mes de marzo (1 - 31/3), abril (1 - 30/4) y mayo (1 - 5/5) se suman;
 - Se determinan los valores mensuales máximos globales $ES_{M-enlace \text{ ascendente}}$ de entre los cuatro valores calculados;
 - Se calcula lo siguiente

30 $Calidad_{ES \text{ Enlace2}_{enlace \text{ ascendente}}} = \left[\frac{(60*60*24*30 - ES_{M-enlace \text{ ascendente}})}{60*60*24*30} \right] * 100$

- $Calidad_{ES \text{ Enlace2}_{enlace \text{ ascendente}}}$ se compara con el respectivo $Umbral_{ES}$ definido;
- Si $Calidad_{ES \text{ Enlace2}_{enlace \text{ ascendente}}} > Umbral_{ES}$

entonces $enlace2_{enlace \text{ ascendente}}$ no está en conformidad;

- El cálculo se repite y la conformidad se comprueba para $Calidad_{SES}$ y $Calidad_{UAS}$;
- 35 - El procedimiento se repite para la dirección del enlace descendente.

De acuerdo con una implementación preferida adicional, también se tienen en cuenta las alarmas recibidas de la red en relación con el enlace; a saber, el hecho de que se exceda uno de los tres umbrales no se tendrá en cuenta si el NMS del enlace ha recibido alarmas con respecto al aparato de este enlace en el intervalo de tiempo de análisis.

Resultados emitidos para el KPI de indisponibilidad:

- 5 • Visualización del resultado global en forma de porcentaje de enlaces no conformes en relación con el número total de enlaces basados en la tecnología TDM analizados, es decir, el número de enlaces que han superado al menos uno de los tres umbrales (ES, SES y UAS) previamente definido en relación con el número total de enlaces basados en tecnología TDM de la parte de red seleccionada para el análisis.
- 10 • Resultados detallados: la visualización de los parámetros que no se ajustan al El KPI UNAV determina por lo tanto los enlaces, entre aquellos que funcionan utilizando tecnología de protocolo TDM (por ejemplo, PDH o SDH) y que pertenecen a la parte de red seleccionada para el análisis, que, en el intervalo de tiempo de análisis excedió los umbrales de indisponibilidad definidos. Con la ayuda de estos tres parámetros definidos, que son funciones de los contadores seleccionados de entre los medidos en el aparato de los enlaces basados en la tecnología TDM, y comparándolos con los umbrales definidos, es posible indicar de una manera exhaustiva, utilizando solo los datos relativos a un número limitado de contadores predefinidos, si cada enlace está en conformidad con los requisitos y los requisitos de disponibilidad del servicio solicitados por el proveedor.

15 De acuerdo con un modo de realización preferido adicional, un denominado KPI_{Eth} de utilización o KPI UTIL, se define para los enlaces que funcionan usando protocolos de paquetes, en particular, el protocolo de Ethernet. Este KPI analiza los enlaces basados en la tecnología Ethernet de la parte de red seleccionada para determinar qué enlaces han excedido un umbral definido por el usuario para el uso medio del enlace.

Definición del KPI de utilización

20 El KPI de utilización se define como el uso medio (en un período de medición) de la interfaz de radio del aparato de transmisión TX del enlace durante todo el intervalo de análisis y en ambas direcciones (enlace ascendente, enlace descendente) del enlace.

Para los enlaces de Ethernet, el KPI de utilización se define ventajosamente como la relación entre la suma del valor del contador etherHistoryUtilization en cada período de medición incluido en el intervalo de análisis seleccionado y el número de períodos de medición incluidos en el intervalo de análisis.

25 Para los pasos de definición y cálculo, se usa el contador etherHistoryUtilization detectado en la interfaz de radio del aparato de transmisión TX del enlace, en la respectiva dirección de transmisión de enlace ascendente o de enlace descendente.

El paso de cálculo de utilización de KPI prevé determinar este promedio tanto en el enlace ascendente como en el enlace descendente para cada enlace de Ethernet de la parte de red seleccionada.

30 El umbral para el KPI de utilización se puede definir en forma de puntos porcentuales de uso medio durante el único período de medición en el intervalo de tiempo del análisis.

El paso de verificación de conformidad prevé comparar el valor del uso medio calculado con el umbral definido y, si es mayor que el umbral, se considerará que el enlace no se ajusta al KPI de utilización; la comparación se lleva a cabo tanto para el uso medio del enlace ascendente como para el uso medio del enlace descendente.

35 **Resultados de salida:**

- Resultado global como un porcentaje de enlaces que han excedido el umbral definido para el KPI de utilización en relación con el número total de enlaces basados en la tecnología de paquetes de la parte de red seleccionada para el análisis;
- 40 • Resultado detallado: Generación de una lista o tabla en orden decreciente desde el enlace más crítico (mayor desviación del umbral definido) al enlace menos crítico, con una columna que indica el valor calculado del KPI de utilización para cada enlace no conforme en el intervalo de análisis seleccionado.

De acuerdo con un modo de realización preferido adicional, se define un KPI_{Eth} de utilización de horas punta adicional, que determina qué enlaces de Ethernet han excedido un umbral de uso dado durante la fracción del intervalo de análisis en el que el enlace estaba sujeto al mayor uso (hora punta).

45

Reglas para definir y calcular la utilización de horas punta

El KPI de utilización de horas punta se define como el uso medio por hora del enlace durante las 8 horas mensuales de mayor uso (hora punta). Este promedio de uso por hora durante las 8 horas mensuales con el valor de uso más alto se define y calcula preferentemente sobre la base del contador Ethernet etherHistoryUtilization detectado en la interfaz de radio del aparato TX del enlace y en ambas direcciones del enlace.

50

Para cada dirección del enlace, los valores del contador etherHistoryUtilization relacionados con el intervalo de análisis y adquiridos con un período de medición de 15 minutos (o definido de otro modo) primero se promedian durante una hora. A continuación, se seleccionan los valores relacionados con las 8 horas con mayor promedio por hora para el cálculo del KPI de utilización de horas punta, que se define como un promedio por hora durante dichas 8 horas mensuales de uso máximo.

Si el intervalo de análisis seleccionado es diferente de 30 días, el procedimiento prevé definir la hora punta correlacionando automáticamente las 8 horas de mayor uso durante 30 días con el intervalo de análisis seleccionado:

8h: 720 h = hora punta [h]: Intervalo de análisis [h]

Por ejemplo, para un intervalo de análisis de una semana, el procedimiento prevé promediar el uso durante las 2 horas donde la suma de los valores del contador etherHistoryUtilization es más alta.

El usuario define un umbral igual al valor máximo aceptable en puntos porcentuales del uso medio por hora durante la hora punta definida.

Resultados de salida:

- Resultado global: visualización como un porcentaje de enlaces que han excedido el umbral definido en relación con el número total de enlaces de protocolo de Ethernet de la parte de red seleccionada.
- Resultados detallados: Generación de una lista en orden decreciente desde el enlace más crítico (> utilización de horas punta) al enlace menos crítico, con una columna específica que muestra, para cada enlace no conforme, el valor de utilización de horas punta medido durante el intervalo de tiempo de análisis seleccionado.

Por lo tanto, está claro cómo con el procedimiento de acuerdo con la invención es posible controlar y analizar los rendimientos de los enlaces individuales de una red de transporte asignada a un proveedor utilizando un número predefinido extremadamente pequeño de contadores de rendimiento seleccionados entre los medidos en los puntos de medición del aparato transceptor de los enlaces de red y considerando ambas direcciones de un enlace. Mediante la definición de al menos un KPI tanto para los enlaces basados en la tecnología TDM como para los enlaces basados en la tecnología de paquetes, es posible supervisar y analizar todos los enlaces de radio de la red de transporte.

Al procesar los KPI de un enlace utilizando un análisis cruzado, en particular correlacionando adecuadamente los contadores seleccionados entre sí, es posible diagnosticar solo el descarte en el rendimiento que depende de la subdimensionamiento específico o estructural de los enlaces de red. Esto puede hacerse aún más efectivo realizando un procesamiento estadístico adicional, por ejemplo, aplicando la regla n.º 2 del KPI de congestión descrita anteriormente, o considerando también las alarmas de red para el aparato de un enlace que se está analizando.

Un modo de realización preferido, ilustrado por ejemplo en la Fig. 4a,b, contempla calcular en combinación los cuatro KPI definidos anteriormente; la combinación de los cuatro KPI ha demostrado ser sorprendentemente efectiva para proporcionar al usuario final una indicación intuitiva del estado general de la red y de los enlaces individuales que requieren atención.

Ventajosamente, los diversos niveles para visualizar los resultados permiten un análisis global y muy detallado de los enlaces que son críticos para la red de transporte.

Con el procedimiento descrito, también es posible distinguir en todas las temporadas entre las tendencias excepcionales (que no requieren más acción por parte del proveedor) y las tendencias reales debido a la subdimensionamiento estructural y que producen errores continuos a lo largo del tiempo o máximos prolongados y/o numerosos.

Los modos de realización preferidos del paso para mostrar los resultados relacionados con uno o más de los KPI definidos y calculados prevén los siguientes resultados detallados adicionales:

- FIGs. 4b-4d: seleccionar un único enlace presente en la lista o tabla descrita para los modos de realización anteriores, dado el acceso a un nivel detallado adicional que muestra de nuevo los datos de identificación y configuración del enlace junto con uno o más gráficos que ilustran la tendencia en el tiempo de los contadores; dependiendo del tipo de KPI, estos gráficos pueden mostrar uno o más de los siguientes:

• **KPI_{eth}:**

- RPL en la dirección del enlace ascendente y del enlace descendente

Utilización en la dirección del enlace ascendente y del enlace descendente

Indisponibilidad de KPI:

- ES en la dirección del enlace ascendente y del enlace descendente

- SES en la dirección del enlace ascendente y del enlace descendente
- UAS en la dirección del enlace ascendente y del enlace descendente

• **Tendencia de potencia en la dirección del enlace ascendente y del enlace descendente**

- Potencia recibida: Contadores RTLM
- 5 - Potencia transmitida: Contadores DTIM

Además, es posible acceder a un nivel de mapa: al hacer una selección adecuada, se abre un mapa centrado directamente en el enlace analizado: esta función permite comprender mejor si el enlace es de tipo trasero o de alimentador y, en este último caso, cuántos enlaces combina debido a la visualización gráfica inmediata de los enlaces.

- 10 • Nivel del mapa (figura 4e): Desde el nivel de visualización general (Fig. 4a), también es posible acceder a una representación geográfica de la topología de red con referencias geográficas, utilizando Google Maps, por ejemplo. La conformidad/no conformidad de cada enlace se representa por medio de un código de color (por ejemplo, verde para los enlaces que se ajustan a, y rojo para los enlaces que no se ajustan a, al menos, uno de los KPI definidos). Seleccionar un enlace del mapa permite acceder a un resumen de las características del enlace y los resultados del análisis llevado a cabo en el enlace (KPI calculados y conformidad con los mismos).
- 15 Preferentemente, la representación del mapa también permite la posibilidad de elegir a través de una opción de filtro qué enlaces o categorías de enlaces se mostrarán (por ejemplo: mostrar solo los enlaces que no se ajustan a un KPI determinado o mostrar todos los enlaces traseros o de conexión). Al hacer doble clic en el enlace, es posible acceder directamente a otros niveles de visualización (figuras 4b-4d).

20 Debido a la posibilidad de gestionar los KPI dependiendo del tipo de enlace, con la definición de respectivos umbrales específicos diferentes, el procedimiento y el sistema de acuerdo con la invención pueden aplicar condiciones diferentes para definir la conformidad y la naturaleza crítica de una determinada categoría de enlaces. Esto es ventajoso porque un enlace trasero es un enlace conectado directamente a la red de acceso y transporta el tráfico de como máximo unas cuantas estaciones de radio de la red de acceso (2G, 3G o LTE), presentes en una misma ubicación física, mientras que un enlace de alimentador transporta en cambio el tráfico combinado de varios enlaces traseros. Debido a la naturaleza de los dos tipos de enlaces, los resultados de rendimiento esperados serán diferentes:

- 25 • Enlace trasero: progresión más irregular de la capacidad, alta probabilidad de paquetes descartados en el tiempo y un enlace que de promedio está infrautilizado;
- Enlace del alimentador: progresión más continua de la capacidad, menos paquetes descartados a lo largo del tiempo y utilización media a alta.
- 30 Por lo tanto, está claro cómo con el procedimiento de acuerdo con la invención, conociendo la naturaleza diferente de los enlaces, es posible definir umbrales diferentes en relación con el tipo de enlace y presentar los resultados de manera más significativa para el análisis y el rendimiento mejorado.

Módulos predictivos

35 Con el procedimiento de acuerdo con la invención también es posible desarrollar módulos predictivos que permitan una predicción de la tendencia futura del rendimiento de la red sobre la base de los análisis históricos realizados usando el procedimiento. En detalle, es posible registrar a intervalos regulares el resultado de los KPI (porcentaje de enlaces que superan los umbrales y enlaces únicos que son críticos) y, una vez que se ha recopilado una cantidad significativa de datos, realizar proyecciones que continúen la progresión tendencial de los indicadores de rendimiento clave mediante técnicas de interpolación de datos. Esto puede lograrse, por ejemplo, usando técnicas de regresión lineal; a este respecto, se prevé que sea posible elegir tanto el tipo como la frecuencia de interpolación y el horizonte de proyección.

Esto permite obtener una indicación tanto de la tendencia global de la red como de aquellos enlaces que progresan cada vez más rápidamente hacia la congestión, la saturación o la reducción del rendimiento de la radio.

Un módulo de predicción adicional puede prever aumentar en una cierta cantidad media (elegida por el usuario)

45 la carga de red, para definir aquellos enlaces que muy probablemente encontrarán eventos de congestión o falta de disponibilidad en el futuro cercano, permitiendo una mejor elección en cuanto a la asignación de los recursos para modernizar/actualizar los enlaces.

50 Con el procedimiento de acuerdo con la invención es posible, mediante el análisis de los KPI definidos sobre la base de los contadores de potencia recibidos, excluyendo casos excepcionales de condiciones temporales de baja recepción de señal, producir una lista de enlaces que, con el tiempo (diversos meses o años), están sujetos a un deterioro continuo, con identificación de factores externos de deterioro (probablemente debido a una desalineación de antenas, árboles que crecen entre los dos aparatos del enlace, etc.).

Con referencia ahora a la figura 2, se describe un ejemplo de una estructura de un sistema de supervisión y análisis que aplica el procedimiento de acuerdo con la invención.

Un ejemplo de un sistema 3000 comprende al menos:

- 5 - una unidad de procesamiento asociada con al menos una memoria para guardar las reglas para definir y calcular los KPI;

la unidad de procesamiento está conectada a:

- 10 - una base de datos de análisis adecuada para ser rellenada/actualizada con datos descargados de las bases de datos de los sistemas de supervisión NMS₁, NMS₂ de la red de transporte y relativos a al menos los contadores sobre los que se definen KPI_{TDM} y KPI_{ETH};
- 10 - al menos un módulo para interconectarse con la red de transporte (INTERFAZ DE RED) adecuado para la conexión con el NMS de la red de transporte para descargar los datos para rellenar/actualizar la base de datos diseñada para supervisar y recibir las alarmas relacionadas con la red de transporte;
- 15 - al menos una interfaz de usuario diseñada para:
- permitir que el usuario elija el intervalo de tiempo de análisis, la parte de red que se analizará y los umbrales de los KPI o reglas de evaluación de conformidad asociadas;
 - preferentemente, mostrar los resultados del análisis realizado.

20 La unidad de procesamiento está diseñada para calcular los KPI para los enlaces de la parte de red seleccionada sobre la base de los datos contenidos en la base de datos para supervisar y evaluar la conformidad de los mismos, preferentemente mediante la comparación de los KPI calculados con umbrales definidos por medio de la interfaz de usuario.

25 También está previsto, como se muestra esquemáticamente en las Figs. 1-2, que el sistema y el procedimiento de acuerdo con la invención puedan incluir en la supervisión y el análisis también enlaces no radioeléctricos que funcionen en el protocolo de Ethernet, por ejemplo enlaces de fibra óptica. Sin embargo, para estos enlaces no se aplicará la regla relativa en la modulación en el subintervalo de cálculo, sino que simplemente se considerarán los paquetes descartados en el enlace. Esto también se debe al hecho de que solo se prevé una capacidad de enlace fija, y no variable, para los enlaces de fibra óptica.

Aunque se describe con relación a un número de modos de realización y un número de ejemplos preferidos de implementación de la invención, se entiende que el alcance de protección de la presente patente está determinado únicamente por las reivindicaciones proporcionadas a continuación.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para supervisar y analizar una red de transporte de telecomunicaciones, la red de transporte que comprende:
 - 5 - al menos un enlace de radio punto a punto bidireccional compuesto por dos aparatos transceptores de radio, en el que cada aparato:
 - está identificado de forma única en la red por un identificador respectivo;
 - funciona con multiplexación por división de tiempo, TDM o tecnología de transporte de paquetes y
 - tiene interfaces de E/S respectivas donde los puntos de medición están presentes para adquirir datos de rendimiento, y
 - 10 - tiene contadores de rendimiento para guardar los datos adquiridos;
 - al menos un sistema (NMS₁; NMS₂) para supervisar el aparato transceptor de la red de transporte;

en el que

el aparato transceptor de cada enlace de radio de la red está asociado con uno de dichos al menos un sistema de supervisión (NMS₁; NMS₂) para el aparato transceptor de la red de transporte, y en el que

- 15 cada sistema de supervisión está provisto de una base de datos para guardar los datos de los contadores de rendimiento adquiridos por el aparato al que está asociado el sistema de supervisión;

comprendiendo el procedimiento los pasos de:

 - 20 - definir al menos un indicador clave de rendimiento, KPI_{TDM}, para los enlaces basados en tecnología TDM, definiéndose cada KPI_{TDM} sobre la base de un número predefinido de contadores de rendimiento seleccionados entre los del aparato transceptor del enlace respectivo guardado y almacenado en la base de datos del sistema de supervisión respectivo (NMS₁, NMS₂);
 - 25 - definir al menos un indicador clave de rendimiento, KPI_{ETH}, para los enlaces basados en tecnología de paquetes, definiéndose cada KPI_{ETH} sobre la base de un número predefinido de contadores de rendimiento seleccionados de entre los del aparato transceptor del enlace respectivo, guardado y almacenado en la base de datos del sistema de supervisión respectivo (NMS₁, NMS₂);
 - proporcionar una base de datos de análisis (3001) adecuada para ser rellena/actualizada con datos descargados de las bases de datos del sistema de supervisión (NMS₁, NMS₂) de la red de transporte y relativos al menos a esos contadores en base a los cuales KPI_{TDM} y el KPI_{ETH} están definidos;
 - 30 - seleccionar al menos una parte de la red de transporte de interés para el análisis y que comprende al menos un enlace de radio;
 - seleccionar un intervalo de tiempo para el análisis de la parte seleccionada de la red de transporte;
 - definir al menos una regla para evaluar la conformidad de cada enlace de la parte de red que se analizará con el correspondiente al menos un de indicador de rendimiento clave KPI definido;
 - 35 - actualizar, al menos hasta el intervalo de tiempo de análisis seleccionado incluido, la base de datos de análisis con los datos de las bases de datos de al menos un sistema (NMS₁, NMS₂) para supervisar el aparato de la red de transporte;
 - para cada enlace basado en la tecnología TDM que pertenece a la parte de red de transporte seleccionada: calcular al menos un KPI_{TDM} definido, sobre la base de los datos contenidos en la base de datos de análisis y con respecto a dichos contadores seleccionados del aparato del enlace;
 - 40 - para cada enlace basado en tecnología de paquetes que pertenece a la parte de red de transporte seleccionada: calcular el al menos un KPI_{ETH} definido, sobre la base de los datos contenidos en la base de datos de análisis y con respecto a dichos contadores seleccionados del aparato del enlace;
 - para cada enlace de la parte de red seleccionada: comprobar la conformidad de al menos un KPI calculado para el enlace, de acuerdo con dicha regla de evaluación.
- 45 2. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones anteriores, en el que dicho paso de definir al menos una regla para evaluar la conformidad de cada enlace que se analiza con el KPI correspondiente comprende definir al menos un valor umbral para cada KPI definido; y en el que dicho paso de comprobación de la conformidad

de cada enlace con el correspondiente al menos un KPI calculado comprende una comparación de al menos un valor calculado para el enlace con al menos un valor umbral respectivo definido.

3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado por que** el paso de definir al menos un valor umbral para cada KPI definido prevé la definición de diferentes valores umbral para diferentes categorías de enlaces, preferentemente diferentes valores umbral para enlaces de tipo trasero, y para enlaces de tipo alimentador y/o un valor umbral para cada enlace de la parte de red seleccionada.
4. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos uno de dichos indicadores clave de rendimiento se define y/o se calcula por medio de un análisis cruzado de dos o más contadores de rendimiento seleccionados de entre los adquiridos por el aparato transceptor de radio que forma el enlace respectivo.
5. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que para la definición y/o cálculo de uno o más de los indicadores de rendimiento clave, el intervalo de tiempo de análisis se divide en subintervalos de cálculo, preferentemente con una longitud, longitud [i], correspondiente al período de medición prescrito para actualizar las mediciones de los contadores de rendimiento, más preferentemente igual a 15 minutos.
6. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** dichos contadores de rendimiento seleccionados para definir al menos un KPI_{ETH} comprenden contadores EtherStatsdropEvents y de modulación y codificación adaptable, ACM.
7. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos un indicador KPI_{ETH} comprende un KPI de congestión definido sobre la base del número de eventos de descarte de paquetes en el enlace en ambas direcciones de transmisión (enlace ascendente, enlace descendente) y de la capacidad de transporte variable utilizada en el enlace en un subintervalo de tiempo de cálculo que comprende el momento del evento de descarte de paquete.
8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación anterior, en el que, para la definición y el cálculo del KPI de congestión, las alarmas enviadas desde el aparato del enlace y recibidas por el sistema de supervisión (NMS_1 ; NMS_2) en dicho intervalo de tiempo de análisis seleccionado también se toman en consideración.
9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, **caracterizado por que** dicho KPI de congestión se define como pérdida de paquetes de radio, RPL, en el que

$$RPL = \sum_i RPL(i)$$

donde i = cada subintervalo de cálculo incluido en el intervalo de análisis,

RPL (i) = Número total de eventos en los que uno o más paquetes consecutivos recibidos en las interfaces de entrada de un aparato de transmisión del enlace y destinados a la transmisión en el enlace no han sido transmitidos por dicho aparato, calculados en el i-ésimo subintervalo de cálculo que forma el intervalo de análisis y para ambas direcciones del enlace (enlace ascendente, enlace descendente) y **en el que:**

RPL(i) se considera que es mayor que cero solo si, para todo el subintervalo de cálculo considerado y en la dirección de transmisión respectiva (enlace ascendente, enlace descendente), el aparato de transmisión de radio del enlace funciona en su modulación máxima.

10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación anterior, **caracterizado por que**
 - dicha evaluación de la modulación a la cual el aparato de transmisión TX del enlace funcionó en el subintervalo de cálculo i-ésimo y en la dirección de transmisión respectiva (enlace ascendente; enlace descendente) se realiza por medio del contador ACM respectivo, $ACM_{enlace\ ascendente}(i)$, $ACM_{enlace\ descendente}(i)$;
 - la longitud del subintervalo de cálculo se elige como igual al período de medición de dicho contador de ACM, preferentemente igual a 15 minutos;
 - y **en ese** RPL se define y calcula de la siguiente manera: $RPL = \sum_i RPL(i)$:

$$[ACM(i) = longitud[i]] =$$

$$(\sum_i RPL_{enlace\ ascendente}(i): [ACM_{enlace\ ascendente}(i)=longitud[i]] + \sum_i RPL_{enlace\ descendente}(i): [ACM_{enlace\ descendente}(i)=longitud[i]]).$$

45

11. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación anterior, **caracterizado por que** para los enlaces de radio que funcionan en el protocolo de Ethernet, dichos contadores seleccionados son el contador EtherStatsDropEvents y el contador ACM y **por que**, para cada subintervalo de cálculo i-ésimo que forma el intervalo de análisis, $RPL_{\text{enlace ascendente}}(i)$ y $RPL_{\text{enlace descendente}}(i)$ se definen y calculan de la siguiente manera:

$$5 \quad RPL_{\text{enlace ascendente}}(i) = \sum_j \text{EtherStatsDropEvents}(i)$$

donde j = todos los puntos de medición del aparato TX de la conexión de enlace ascendente y

$$RPL_{\text{enlace descendente}}(i) = \sum_j \text{EtherStatsDropEvents}(i)$$

donde j = todos los puntos de medición del aparato TX de la conexión de enlace descendente.

12. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9-11, **caracterizado por que**, para cada enlace basado en tecnología de paquetes de la parte de red seleccionada para el análisis, durante el cálculo del KPI de congestión, $RPL(i) = 0$ se establece si, en el i-ésimo subintervalo de cálculo, se ha detectado al menos una alarma de al menos un aparato del enlace.

13. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9-12, en el que la definición y el cálculo del KPI de congestión comprenden la definición y el cálculo de los siguientes parámetros adicionales para cada enlace basado en tecnología de paquetes y para cada dirección (enlace ascendente, enlace descendente) sobre la base del datos de RPL de eventos de descarte de paquetes en el enlace en el intervalo de tiempo de análisis seleccionado:

- AVG RPL = número medio de eventos de descarte de paquetes en el enlace en el intervalo de tiempo de análisis seleccionado; estos eventos se consideran en el cálculo solo si en el subintervalo de cálculo correspondiente el enlace funcionaba con la modulación máxima:

$$20 \quad \text{AVG RPL} = \mu = E[\sum_i [RPL(i): \text{ACM}(i) = \text{longitud}[i]]]$$

- σ = desviación estándar de la progresión de los eventos de descarte de paquetes en el intervalo de tiempo seleccionado, cada uno considerado en el cálculo solo si en el subintervalo de cálculo correspondiente el enlace funcionaba en la modulación máxima:

$$25 \quad \sigma = \text{STD DEV}[\sum_i [RPL(i): \text{ACM}(i) = \text{longitud}[i]]]$$

- UMBRAL MÁXIMO = $\mu + K \cdot \sigma$, donde $K = 1, 2, 3, \dots, N$ es un factor de tolerancia seleccionable, preferentemente igual a 1, 2 o 3;

- EVENTO MÁXIMO = cada i-ésimo subintervalo de cálculo incluido en el intervalo de análisis en el que el número de eventos de descarte de paquetes $RPL(i)$, calculados de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9-12, es mayor que el UMBRAL MÁXIMO:

$$30 \quad i = \text{Máximo SI } [RPL(i) \geq \mu + K \cdot \sigma];$$

- Incidencia = cada i-ésimo subintervalo incluido en el intervalo de análisis seleccionado, dentro del cual el número de eventos de descarte de paquete $RPL(i)$, calculado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10-14, es mayor que el UMBRAL MÁXIMO, a menos que esto sea cierto también para el subintervalo (i-1)-ésimo:

i = Incidencia IF:

$$35 \quad RPL(i) > \text{UMBRAL MÁXIMO Y } RPL(i-1) \text{ MÁXIMO} \leq \text{UMBRAL}.$$

14. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación anterior, **caracterizado por que**, para cada enlace basado en tecnología de paquetes de la parte de red seleccionada que no se ajusta al KPI de congestión, el paso para emitir un resultado para el KPI de congestión comprende proporcionar, en el resultado detallado, el número total de eventos de incidencia detectados en el intervalo de análisis seleccionado.

15. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** dichos contadores de rendimiento seleccionados para definir al menos un KPI_{TDM} comprenden uno o más de entre los contadores de Segundos con errores, ES, Segundos no disponibles, UAS y Segundos con muchos errores, SES.

16. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el al menos un KPI_{TDM} comprende un KPI de indisponibilidad definido y calculado sobre la base de uno o más de los contadores de

ES, UAS y SES detectados en el punto de medición en la interfaz de recepción de radio del Aparato RX en la dirección de transmisión respectiva (enlace ascendente, enlace descendente) del enlace.

- 5 17. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación anterior, **caracterizado por que** el KPI de indisponibilidad se define como un conjunto de uno o más, preferentemente todos, de los siguientes tres parámetros, funciones de los contadores de ES, SES y UAS:

$$\bullet \text{ Calidad}_{ES} = \left[\frac{(60 * 60 * 24 * 30 - ES_M)}{60 * 60 * 24 * 30} \right] * 100$$

$$\bullet \text{ Calidad}_{SES} = \left[\frac{(60 * 60 * 24 * 30 - SES_M)}{60 * 60 * 24 * 30} \right] * 100$$

$$\bullet \text{ Calidad}_{UAS} = \left[\frac{(60 * 60 * 24 * 365 - UAS_M)}{60 * 60 * 24 * 365} \right] * 100$$

en el que:

- 10 ES_M = valor máximo mensual total del contador de ES dentro del intervalo de análisis seleccionado;
 SES_M = valor máximo mensual total del contador de SES dentro del intervalo de análisis seleccionado;
 UAS_M = valor máximo anual total del contador de UAS dentro del intervalo de análisis seleccionado.

- 15 18. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación anterior, en el que, para cada enlace basado en la tecnología TDM, el paso de calcular el KPI de indisponibilidad prevé calcular uno o más parámetros definidos Calidad_{ES} , Calidad_{SES} y Calidad_{UAS} sobre la base de los datos relativos a los respectivos Contadores de ES, SES, UAS detectados en el punto de medición en la interfaz de recepción de radio del aparato RX y relativos al intervalo de análisis seleccionado, realizándose el cálculo en ambas direcciones de transmisión.

- 20 19. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación anterior, en el que el paso de definir al menos una regla para evaluar la conformidad para el KPI de indisponibilidad contempla la definición de un Umbral de disponibilidad = puntos porcentuales de disponibilidad del enlace para el intervalo de análisis seleccionado,

y la conversión automática de dicho Umbral de Disponibilidad en los umbrales correspondientes para uno o más parámetros definidos Calidad_{ES} , Calidad_{SES} y Calidad_{UAS} :

- 25 $\bullet \text{ Umbral}_{ES}$ = porcentaje de disponibilidad con respecto a un mes, para los valores ES
 $= 60 * 60 * 24 * 30 * (100 - \text{Umbral de disponibilidad}) / 100$
 $\bullet \text{ Umbral}_{SES}$ = umbral de porcentaje de disponibilidad con respecto a un mes, para los valores de SES
 $= 60 * 60 * 24 * 30 * (100 - \text{Umbral de disponibilidad}) / 100$
 $\bullet \text{ Umbral}_{UAS}$ = umbral de disponibilidad con respecto a un año, para los valores de UAS
 $= 60 * 60 * 24 * 30 * 365 * (100 - \text{Umbral de disponibilidad}) / 100.$

- 30 20. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación anterior, en el que, para cada enlace basado en tecnología TDM de la parte de red seleccionada y para cada dirección de transmisión (enlace ascendente, enlace descendente), el paso de comprobar la conformidad del KPI de indisponibilidad calculado se realiza de acuerdo con la siguiente regla:

$$SI \text{ Calidad}_{ES} > \text{Umbral}_{ES}$$

y/o

$$SI \text{ Calidad}_{SES} > \text{Umbral}_{ES}$$

y/o

$$SI \text{ Calidad}_{UAS} > \text{Umbral}_{ES}$$

entonces: el KPI de indisponibilidad calculado para el enlace no se ajusta.

21. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos contadores de rendimiento seleccionados para definir el al menos un KPI_{ETH} comprenden el contador etherHistoryUtilization.
- 5 22. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el paso de definir al menos un KPI_{eth} comprende la definición de un KPI de utilización, definido como el uso medio de la interfaz de radio del aparato de transmisión de un enlace durante todo el intervalo de análisis y en ambas direcciones de transmisión (enlace ascendente, enlace descendente) del enlace.
- 10 23. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación anterior, en el que, para enlaces de la parte de red seleccionada que funciona en un protocolo de Ethernet, el KPI de utilización se calcula sobre la base de un contador etherHistoryUtilization detectado en la interfaz de radio del aparato de transmisión del enlace, el KPI de utilización se define como la suma de los valores de dicho contador etherHistoryUtilization en cada período de medición incluido en el intervalo de análisis dividido por el número de períodos de medición incluidos en el análisis y en el que el cálculo se realiza en ambas direcciones de transmisión.
- 15 24. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 21-23, en el que el paso de definir al menos una regla para la evaluación de la conformidad para el KPI de utilización prevé definir un umbral igual al uso máximo medio en puntos porcentuales durante el período de medición único en el intervalo de tiempo de análisis; y en el que el paso de comprobar la conformidad del KPI de utilización prevé una comparación entre el KPI calculado y el umbral definido, para cada dirección de transmisión (enlace ascendente, enlace descendente) en la que se calcula el KPI de utilización.
- 20 25. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el paso de definir al menos un KPI_{ETH} contempla la definición de un KPI de utilización de horas punta, definido como el uso medio por hora del enlace durante las 8 horas mensuales de mayor uso en ambas direcciones de transmisión (enlace ascendente, enlace descendente) del enlace.
- 25 26. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación anterior, **caracterizado por que** este uso medio por hora durante las 8 horas mensuales con mayor valor de uso se define y calcula sobre la base del contador de rendimiento de Ethernet etherHistoryUtilization.
- 30 27. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación anterior, en el que, para cada enlace basado en tecnología Ethernet de la parte de red seleccionada y para cada dirección de transmisión (enlace ascendente, enlace descendente) del enlace, el cálculo del KPI de utilización de horas punta comprende los siguientes pasos:
- promediar más de una hora los valores del contador etherHistoryUtilization relacionados con el intervalo de análisis y adquiridos en la interfaz de radio del aparato TX del enlace con un período de medición definido;
 - seleccionar los valores medios del contador etherHistoryUtilization de las 8 horas mensuales con el mayor promedio por hora;
 - calcular el promedio por hora durante dichas 8 horas mensuales con el mayor uso medio por hora;
- y en el que, si dicho intervalo de análisis definido es diferente de un mes, el paso de calcular el KPI de utilización de hora punta prevé el cálculo de un número de horas con el mayor promedio por hora proporcionado al número de horas en el intervalo de análisis seleccionado
- 40 y el cálculo del uso medio por hora durante dicho número de horas con el mayor promedio por hora.
28. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 25-27, en el que el paso de definir al menos una regla para la evaluación de la conformidad del KPI de utilización de horas punta prevé definir un umbral igual al mayor promedio por hora aceptable en las horas con mayor promedio por hora, en puntos porcentuales; y en el que el paso de comprobar la conformidad del KPI de utilización de horas punta prevé una comparación entre el KPI de utilización de horas punta calculado y el umbral definido, para cada dirección de transmisión (enlace ascendente, enlace descendente) en el que se calcula el KPI.
- 45 29. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** comprende un paso de emitir un resultado del análisis realizado, en la forma de:
- un resultado detallado que comprende, para cada KPI definido, al menos una lista o tabla que puede ser consultada por el usuario y en la que se identifican todos los enlaces que no se ajustan a dicho KPI;
 - un resultado global para la parte de red analizada que indica, para cada KPI definido, el porcentaje de enlaces analizados que no se ajustan al KPI definido;
- 50

30. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación anterior, en el que el paso de emitir un resultado del análisis realizado también comprende visualizar la progresión para cada dirección de transmisión (enlace descendente y enlace ascendente) en el intervalo de análisis de uno o más contadores utilizados para la definición y el cálculo del al menos un KPI_{TDM} KPI_{ETH} , preferentemente de todos los contadores.
- 5 31. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** comprende un paso de predicción de la tendencia de rendimiento futura de al menos un enlace de la parte de red seleccionada, llevado a cabo proyectando la progresión tendencial de uno o más KPI calculados para el enlace, preferentemente por medio de técnicas de interpolación de datos, más preferentemente por medio de regresión lineal.
- 10 32. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos un KPI_{ETH} definido también se calcula para al menos un enlace de fibra óptica de la parte de red seleccionada, suponiendo que la capacidad de transporte variable del enlace sea siempre máxima.
33. Sistema (3000) para supervisar y analizar una red de transporte de telecomunicaciones para telecomunicaciones, comprendiendo la red de transporte:
- 15 - al menos un enlace de radio punto a punto bidireccional compuesto por dos aparatos transceptores de radio, en el que cada aparato:
- está identificado de forma única en la red por un identificador respectivo;
 - funciona utilizando tecnología de multiplexación por división de tiempo, TDM, o transporte de paquetes y
- 20 - tiene interfaces de E/S respectivas donde los puntos de medición están presentes para adquirir datos de rendimiento, y
- tiene contadores de rendimiento para guardar los datos adquiridos;
- al menos un sistema (NMS1; NMS2) para supervisar el aparato transceptor de la red de transporte;
- 25 en el que el aparato transceptor de cada enlace de radio de la red está asociado con uno de dichos al menos un sistema de supervisión (NMS1; NMS2) para el aparato transceptor de la red de transporte, y en el que cada sistema de supervisión (NMS1; NMS2) está provisto de un base de datos para guardar los datos de los contadores de rendimiento adquiridos por el aparato al que está asociado el sistema de supervisión;
- el sistema (3000) para supervisar y analizar la red de transporte de telecomunicaciones que comprende:
- una unidad de procesamiento asociada con al menos una memoria adaptada para guardar reglas para:
- 30 - definir al menos un indicador clave de rendimiento, KPI_{TDM} , para los enlaces basados en tecnología TDM, definiéndose cada KPI_{TDM} sobre la base de un número predefinido de contadores de rendimiento seleccionados entre los del aparato transceptor del enlace respectivo guardado y almacenado en la base de datos del sistema de supervisión respectivo (NMS₁, NMS₂);
- 35 - definir al menos un indicador clave de rendimiento, KPI_{ETH} , para los enlaces basados en tecnología de paquetes, definiéndose cada KPI_{ETH} sobre la base de un número predefinido de contadores de rendimiento seleccionados de entre los del aparato transceptor del enlace respectivo, guardado y almacenado en la base de datos del sistema de supervisión respectivo (NMS₁, NMS₂);
- evaluar la conformidad de cada enlace de una parte de la red para su análisis con el correspondiente al menos un KPI de indicador de rendimiento clave definido;
- 40 la unidad de procesamiento está conectada a:
- una base de datos de análisis (3001) adaptada para ser rellenada/actualizada con datos descargados de las bases de datos de los sistemas de supervisión (NMS₁, NMS₂) de la red de transporte y relativos a esos contadores sobre cuya base al menos un KPI_{TDM} y al menos un KPI_{ETH} están definidos;
- 45 - al menos un módulo para interactuar con la red de transporte (INTERFAZ DE RED) configurado para enlazar con el al menos un sistema de supervisión de red, NMS, de la red de transporte para descargar los datos de llenado/actualización de la base de datos de análisis y recibir las alarmas relativas a la red de transporte;
- al menos una interfaz de usuario, configurada para permitir la definición y/o elección por parte de un usuario de las reglas de evaluación de la conformidad y de:

ES 2 695 673 T3

- al menos una parte de la red de transporte de interés para el análisis y que comprende al menos un enlace de radio; y de
 - un intervalo de tiempo para el análisis de la parte seleccionada de la red de transporte; estando la unidad de procesamiento configurada para
- 5
- ordenar la actualización, al menos hasta el intervalo de tiempo de análisis seleccionado incluido, de la base de datos de análisis con los datos de la(s) base(s) de datos de al menos un sistema (NMS₁, NMS₂) para supervisar el aparato de la red de transporte;
- 10
- calcular, para cada enlace basado en la tecnología TDM que pertenece a la parte de red de transporte seleccionada, el al menos un KPI_{TDM} definido, sobre la base de los datos contenidos en la base de datos de análisis y con respecto a dichos contadores seleccionados del aparato del enlace;
 - calcular, para cada enlace basado en tecnología de paquetes perteneciente a la parte de red de transporte seleccionada, el al menos un KPI_{ETH} definido, sobre la base de los datos contenidos en la base de datos de análisis y con respecto a dichos contadores seleccionados del aparato del enlace;
- 15
- comprobar, para cada enlace de la parte de red seleccionada, la conformidad de al menos un KPI calculado para el enlace, de acuerdo con dicha al menos una regla de evaluación definida.

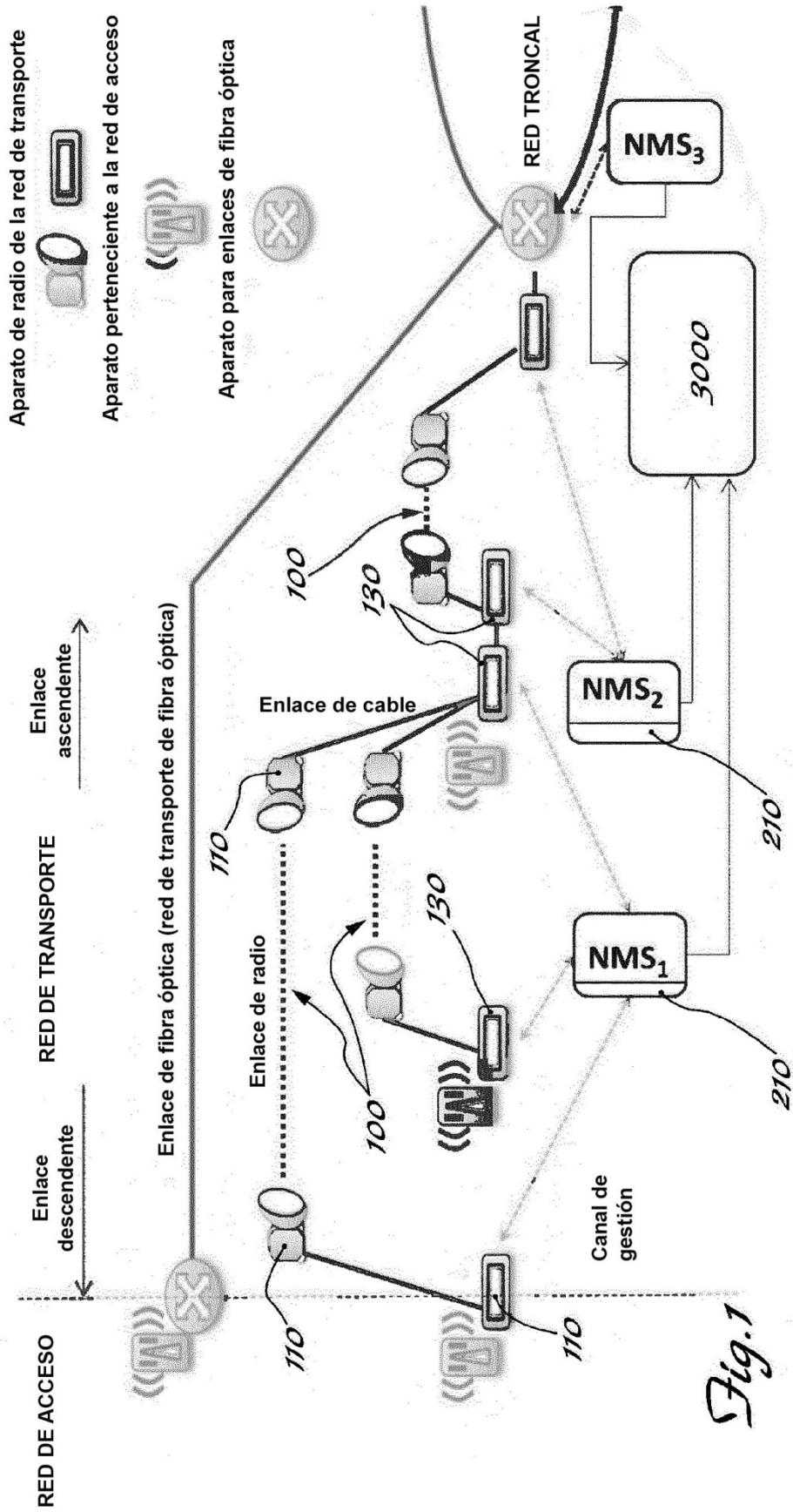
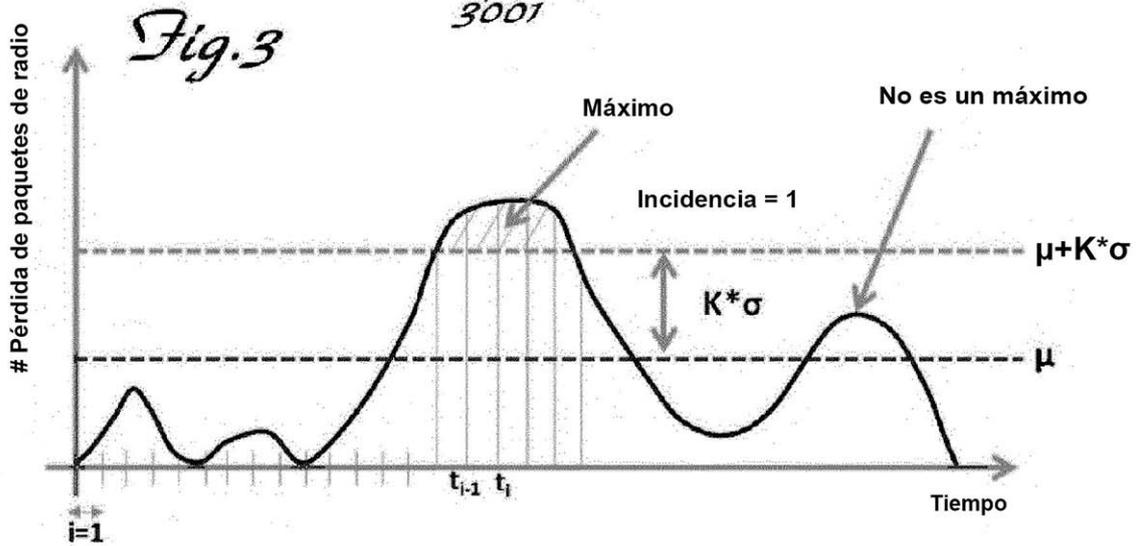
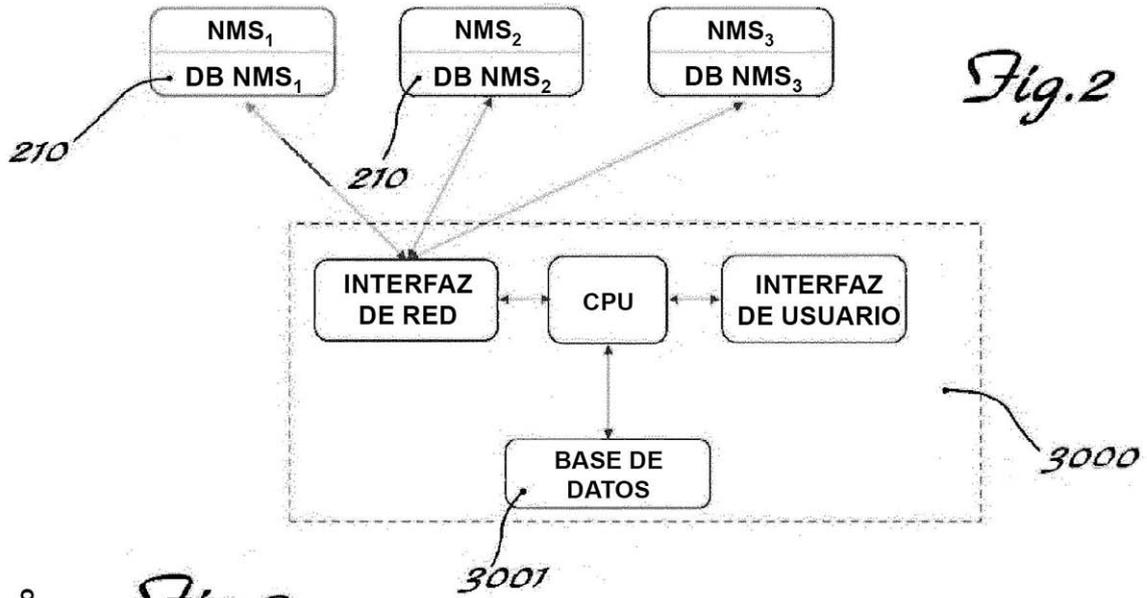


Fig.1



Administración Cerrar sesión

Busqueda de enlace

Orden

Estadística

Adaptación

Inventario

Mapa

Estadísticas

Utilización

Selección 2

Resultado

Error de enlace total

Mostrar configuración

Tamaño de cuadrícula de conjunto

Conjunto Abierto

Ver enlace

Ninguno

Todos

Error

Ver estación

Ver etiqueta

Selección de filtro

Enlace	Equipo A				Equipo B				Datos recogidos
	Estación	Etiqueta	Dirección IP	Tipo	Estación	Etiqueta	Dirección IP	Tipo	
RadioLink_AQ2305	Station_5479	Equipment_1	10.126.255.5	ALCplus2	Station_5483	Equipment_1	10.126.255.8	ALCplus2	100,00%
RadioLink_AQ0697	Station_5864	Equipment_1	10.125.18.221	ALCplus2	Station_7834	Equipment_2	10.125.18.223	ALCplus2	100,00%
RadioLink_AP1983	Station_6074	Equipment_4	10.125.29.67	ALCplus2e	Station_3887	Equipment_3	10.125.29.69	ALCplus2e	100,00%
RadioLink_AP4561	Station_5503	Equipment_9	10.126.203.225	ALCplus2	Station_5792	Equipment_1	10.126.203.227	ALCplus2	100,00%
RadioLink_AQ1515	Station_5641	Equipment_1	10.126.253.175	ALCplus2	Station_9308	Equipment_1	10.126.253.177	ALCplus2	100,00%
RadioLink_BP4073	Station_3134	Equipment_8	10.126.120.152	ALCplus2	Station_4334	Equipment_1	10.126.96.31	ALCplus2	100,00%
RadioLink_AQ4541	Station_6777	Equipment_4	10.125.29.111	ALCplus2e	Station_8850	Equipment_7	10.125.29.113	ALCplus2e	100,00%
RadioLink_BP8369	Station_1351	Equipment_1	10.126.81.95	ALCplus2	Station_3646	Equipment_3	10.126.83.78	ALCplus2	100,00%
RadioLink_AP1987	Station_3887	Equipment_4	10.125.29.71	ALCplus2e	Station_4208	Equipment_3	10.125.29.73	ALCplus2e	100,00%
RadioLink_AQ3097	Station_8391	Equipment_1	10.125.3.226	ALCplus2	Station_4187	Equipment_3	10.125.3.228	ALCplus2	100,00%
RadioLink_AQ0511	Station_8939	Equipment_1	10.126.238.49	ALCplus2	Station_7741	Equipment_1	10.126.238.52	ALCplus2	100,00%
RadioLink_AQ4461	Station_3695	Equipment_6	10.125.25.162	ALCplus2	Station_5033	Equipment_3	10.125.25.164	ALCplus2	100,00%
RadioLink_AQ2185	Station_8571	Equipment_1	10.126.252.156	ALCplus2	Station_5446	Equipment_2	10.126.252.158	ALCplus2	100,00%
RadioLink_AP4575	Station_3900	Equipment_1	10.126.198.163	ALCplus2	Station_7388	Equipment_2	10.126.198.166	ALCplus2	90,00%

Fig. 4b

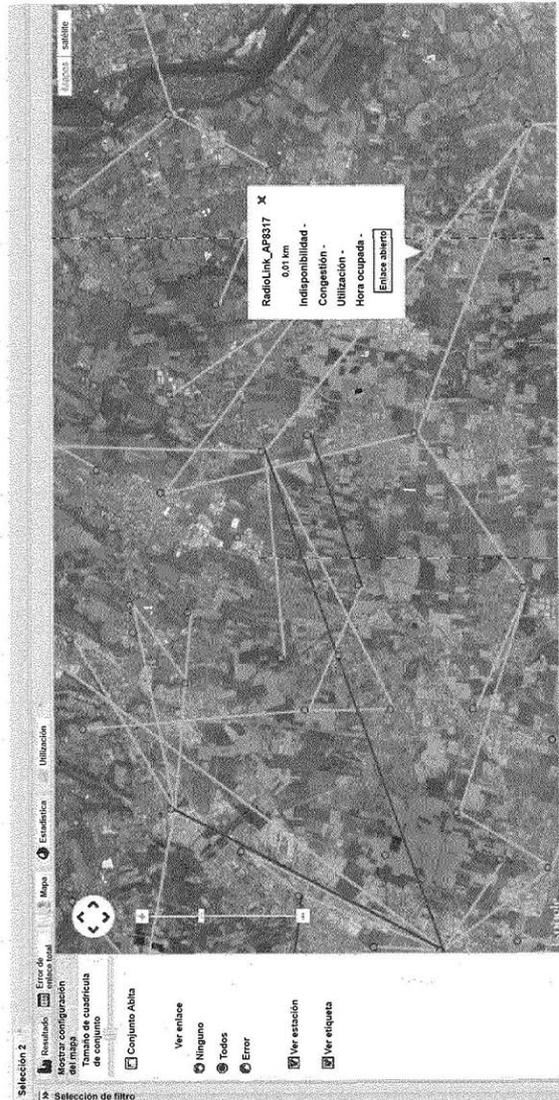


Fig. 4e

Fig.4c

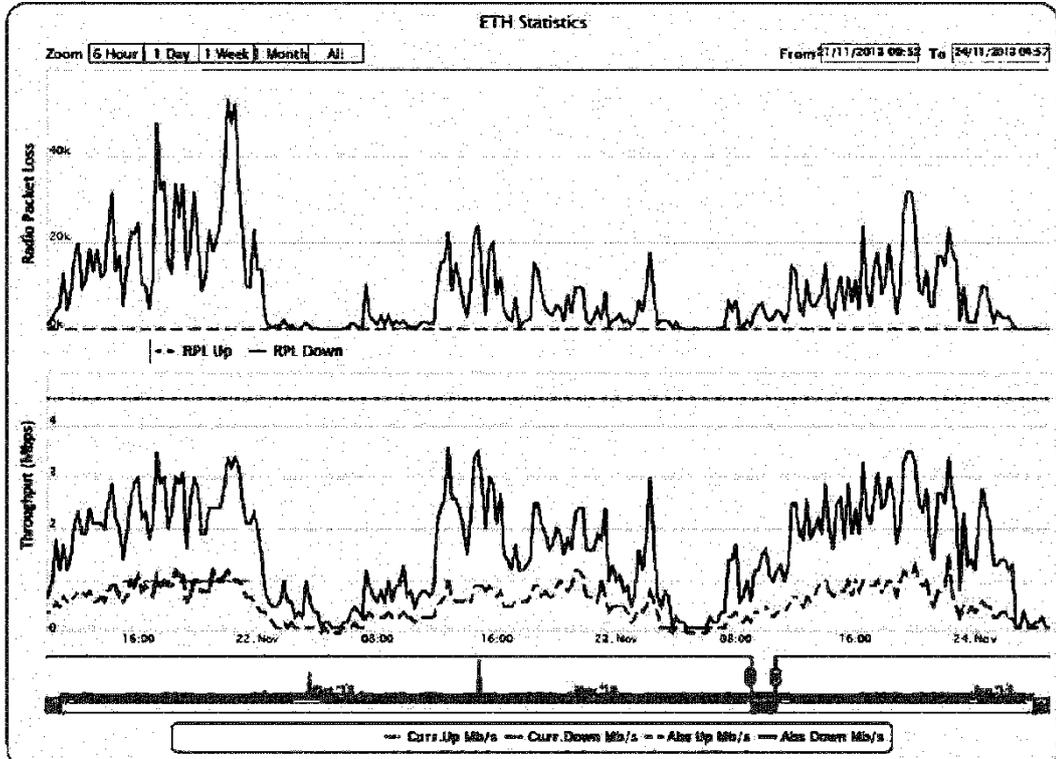
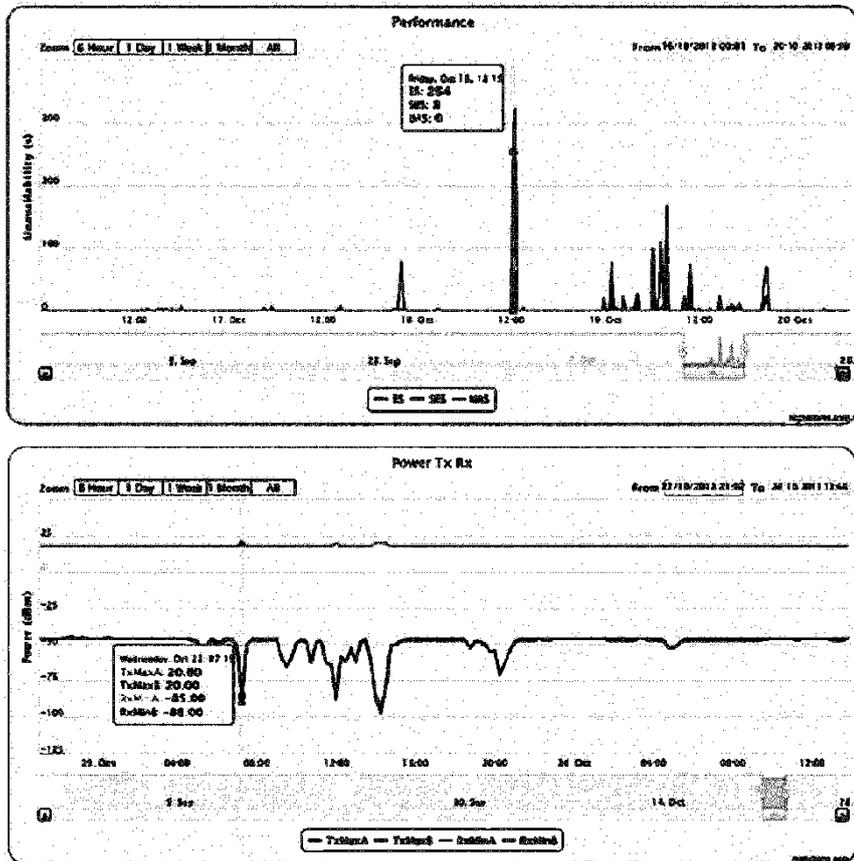


Fig.4d



REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

La lista de referencias citadas por el solicitante es, únicamente, para conveniencia del lector. No forma parte del documento de patente europea. Si bien se ha tenido gran cuidado al compilar las referencias, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP declina toda responsabilidad a este respecto.

5

Documentos de patente citados en la descripción

- WO 2014008915 A [0015]
- WO 0189141 A2 [0015]

Literatura no patente citada en la descripción

- **MR V M MINKIN CHAIRPERSON.** *Recommendations F. 750-4 and F. 1332-1 from ITU-R SG9; TD 6* [0011]