



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 290 695**

(51) Int. Cl.:
H04Q 7/38 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **04728232 .2**

(86) Fecha de presentación : **19.04.2004**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1738607**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **03.01.2007**

(54) Título: **Procedimiento y sistema para la asignación de servicios en redes de comunicación, red y programa para computadora relacionadas con los mismos.**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.02.2008

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.02.2008

(73) Titular/es: **Telecom Italia S.p.A.**
Piazza degli Affari 2
20123 Milano, IT

(72) Inventor/es: **Barbaresi, A.;**
Merlo, Andrea y
Araque, Javier, Leonardo, Quijano

(74) Agente: **Ponti Sales, Adelaida**

ES 2 290 695 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 la asignación de servicios en redes de comunicación, red y programa para computadora relacionadas con los mismos.

Ámbito de la invención

La presente invención se refiere a técnicas para asignar servicios en redes de comunicaciones.

La invención se desarrolló poniendo especial atención a su posible uso en redes de radio móviles, en particular para gestionar recursos de radio disponibles. Un ámbito preferido de la invención, aunque no exclusivo, es la gestión de recursos de radio comunes de una red de radio de telefonía móvil “heterogénea”, es decir, una que comprende diferentes sistemas.

Antecedentes

En el ámbito de los sistemas de telefonía móvil, existen diferentes tecnologías y numerosas normas. Los sistemas más ampliamente utilizados actualmente, en especial sistemas de segunda generación, como el GSM (*Global System for Mobile Communications*, Sistema global para comunicaciones móviles), son complementados actualmente, y lo serán cada vez más en el futuro, con nuevos tipos de sistemas de telefonía móvil como por ejemplo los sistemas de tercera generación, como el UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*, Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles), o sistemas de cuarta generación que aún están en fase de definición, o por nuevos sistemas LAN (*Local Area Network*, Red de Área Local) inalámbricos de banda ancha.

Las redes actuales de telefonía móvil de segunda generación se han diseñado principalmente para ofrecer servicios de voz, mientras que los de tercera y cuarta se han concebido para ofrecer nuevos tipos de servicios de datos y multimedia. Es previsible que las nuevas redes de telefonía móvil no sustituyan completamente a las redes de segunda generación actualmente existentes y que son utilizadas corrientemente, pero que se complementen con ellas.

Luego, las redes que resulten de la integración de tecnologías disponibles podrán dar a los clientes la posibilidad de utilizar nuevos servicios, que se añadirán al servicio de voz habitual. La integración se hace posible por las características de las nuevas normas, definidas de tal manera que permiten a nuevos sistemas ser utilizados conjuntamente y de manera sinérgica con las redes de telefonía móvil actuales. En la norma 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*, Proyecto Conjunto de Tercera Generación), que define las características del sistema UMTS, se especifican, por ejemplo, diferentes procedimientos que permiten a la red UMTS interaccionar con la red GSM.

En particular, las normas 3GPP TR25.881 “Mejora de RRM a través de RNS y RNS/BSS, versión 5”, y 3GPP TR25.891, “Mejora de RRM a través de RNS y RNS/BSS, versión 6”, definen los modelos funcionales y las arquitecturas de red en las que se aplican los algoritmos CRRM.

Una clara tendencia de mercado es la utilización de tecnologías LAN inalámbricas (WLAN) en una región de territorio limitada (llamada “hot-spot” o punto de acceso inalámbrico) para ofrecer acceso de banda ancha a usuarios caracterizados por su alta movilidad.

En general, los sistemas LAN inalámbricos se limitan a dar acceso a servicios de telecomunicaciones en una región limitada del territorio. Consecuentemente, no tienen una arquitectura compleja como la que caracteriza a las redes de radio móviles (GSM o UMTS).

Las tecnologías LAN inalámbricas se pueden utilizar en una red de radio móvil en el segmento de acceso. Por esta razón, en las especificaciones de los diferentes sistemas, tanto los de radio móviles y las LAN inalámbricas, se llevan a cabo actualmente una serie de actividades, con el objetivo de definir más adecuadamente mecanismos de interacción para permitir la utilización de tecnologías LAN (e.g. IEEE 802.11 o HIPERLAN2) para el acceso a redes de transporte de radio móviles de tercera generación.

El documento de la norma 3GPP TR 23.934 “Sistema para la interacción en redes locales inalámbricas (WLAN) 3GPP, definición funcional y arquitectónica”, versión 6, especifica, por ejemplo, los requisitos funcionales que deben satisfacer las diferentes arquitecturas de red que incluyen los accesos LAN inalámbricos de la IEEE 802.11 en la red UMTS. De manera similar, el documento de la norma ETSI, (*European Telecommunication Standards Institute*, Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones) TR 101.95 “*Broadband Radio Access Networks (BRAN)* (Redes de acceso radio de banda ancha); HIPERLAN tipo 2; requerimientos y arquitecturas para la interacción entre HIPERLAN/2 y sistemas de telefonía móvil de tercera generación” especifica los mecanismos de interacción de la norma LAN inalámbrico de banda ancha, llamada HIPERLAN2, con la red UMTS.

Las terminales móviles multi-modo (como los teléfonos móviles, los asistentes digitales personales (PDA), las tarjetas de conexión para PC, etc.), diseñadas para poder utilizar diferentes tecnologías disponibles ya están presentes en el mercado, y lo serán en cantidades mucho mayores los próximos años. Por lo tanto, estas terminales móviles no tienen su uso restringido a una única red (en especial, siguiendo una única norma), sino que pueden utilizar diferentes

sistemas indiferentemente, basados en diferentes normas. Un ejemplo de este tipo son los aparatos “multi-modo” que ya son capaces de manejar indistintamente normas GSM, UMTS y LAN inalámbricas 802.11b.

Mediante mecanismos apropiados, también es posible hacer que servicios que ya funcionan en un sistema sean transferidos a otro sistema. Un procedimiento para gestionar el proceso de transferencia de un sistema que ya está funcionando de un sistema a otro se describe, por ejemplo, en el documento WO-A-3/069938.

En el momento en el que se realiza una solicitud de un cierto tipo de servicio capaz, por sus características, de ser suministrado por diferentes sistemas de acceso (GSM, UMTS o LAN inalámbrica), es posible seleccionar el sistema que se utilizará atendiendo a consideraciones de oportunidad y eficiencia global de la red multi-acceso.

En un contexto como el que se ha descrito antes, un operador de una red que utiliza tecnologías GSM y UMTS y “hot-spots” LAN inalámbricas se ve confrontado con el problema de ser capaz de usar, de forma integrada y sinérgica, todos los recursos ofrecidos por estos sistemas para maximizar la eficiencia del conjunto y la explotación de la red de telecomunicaciones.

Luego, este contexto de aplicación presupone la existencia de criterios para la gestión de recursos comunes de radio (CRRM) para determinar, caso por caso y según el tipo de servicio solicitado por el usuario, qué política seguir para seleccionar el sistema más adecuado para ofrecer el servicio y qué criterio aplicar para alcanzar los objetivos de eficiencia establecidos.

Las diferentes normas mencionadas más arriba especifican solamente las arquitecturas, procesos y mecanismos para la interacción de los diferentes sistemas, incluyendo la selección inicial del sistema a utilizar cuando se solicita un servicio.

Sin embargo, las normas dejan abierta la elección del criterio más apropiado para utilizar estas herramientas de forma eficaz y eficiente.

En principio, sin salir del alcance de las arquitecturas de red y de las herramientas de interacción disponibles con diferentes normas, se pueden adoptar diferentes metodologías de gestión de recursos de radio comunes más o menos válidos.

En general, las solicitudes que llegan a una red no son de un único tipo (por ejemplo solo voz), sino que son de diferentes tipos (por ejemplo voz, *streaming*/ datos interactivos caracterizados por diferentes velocidades de transferencia, etc.).

Para tener en cuenta esta situación, uno puede decidirse *a priori* por poner a punto una cierta cantidad de recursos para gestionar exclusivamente un servicio específico. Sin embargo, esta elección “rígida” puede no ser ventajosa si lo que uno quiere es evitar la emergencia de una situación en la que ya no se puedan satisfacer solicitudes de un cierto tipo de servicio, como resultado de una ocupación completa de los recursos que tiene dedicados. Esto también podría ocurrir incluso si la red multi-acceso aún tiene recursos disponibles (que están *a priori* dedicados exclusivamente a la utilización de otro servicio).

Por lo tanto, en el caso más general, sería preferible que los diferentes servicios, incluso si son de diferentes tipos, pudieran ocupar el mismo conjunto de recursos radio, hechos globalmente accesibles por los sistemas individuales que componen la red multi-acceso.

Por ejemplo, en el caso del sistema GSM, se pueden emplear “canales” de radio individuales (identificados por la frecuencia y el intervalo de tiempo que utilizan) tanto para gestionar un usuario de voz, como para gestionar un (o más) usuario de datos (también para diferentes tipos de servicios de datos).

Asimismo, con la capacidad en *downlink* disponible en una celda del sistema UMTS, y con la capacidad que tienen las terminales móviles de transmitir en *uplink*, se pueden gestionar usuarios que solicitan diferentes servicios, hasta alcanzar un nivel límite de interferencia total.

Los diferentes servicios, según sus características, necesitan diferentes cantidades de recursos radio para su gestión.

Los recursos disponibles de la red multi-acceso se pueden utilizar tanto para un servicio como para otro. Al escoger explotar los recursos de radio disponibles para gestionar cualquiera de los servicios considerados, sin apartar, *a priori*, parte de estos recursos para su uso exclusivo para un servicio específico, los recursos de la red multi-acceso se pueden explotar más flexiblemente y eficientemente, siempre que se adopten unas disposiciones adecuadas. En esta situación, se debe prestar especial atención a la selección de los sistemas más adecuados para gestionar las solicitudes de servicio que llegan a la red.

Actualmente, se conocen unos cuantos procedimientos generales que pueden usar los algoritmos CRRM para escoger un sistema en lugar de otro, tal como se sugiere en el capítulo de la Tesis Doctoral del Instituto de Tecnología Real de Estocolmo (Mayo 2003): “*Radio Resource Sharing and Bearer Service Allocation for Multi-Bearer Service, Multi-Access Networks*” (En la fecha de presentación de la presente solicitud, la tesis en cuestión está disponible en

la siguiente dirección: www.s3.kth.se/radio/Publication/pub2003/af_phd_thesis_A.p). Estos procedimientos utilizan, por ejemplo, una lista de prioridades predefinida, tal como se sugiere en WO-A-02/32160, que se deben asociar a los diferentes casos que se pueden dar o contienen un criterio de selección predefinido, que puede variar según las características del servicio de que se trate. Los criterios de asignación se basan en las características de cada servicio (como la clase de servicio, la velocidad de transferencia garantizada, los requerimientos máximos en términos de retraso en la transferencia y el *jitter* (variación en el retardo)) y en el estado de carga de la red cuando llega la nueva solicitud.

Estos procedimientos intentan asignar, en cada ocasión, el sistema de acceso más adecuado para satisfacer los requerimientos de calidad de cada tipo de servicio.

El solicitante ha comprobado que una característica compartida por los procedimientos mencionados es que tienen en cuenta las solicitudes individuales de servicios que llegan a la red en un momento dado, sin considerar los diferentes tipos de servicios que pueden ser solicitados en diferentes instantes.

Por lo tanto, la aplicación de estos procedimientos pueden conducir a situaciones en las que, para acomodar una nueva solicitud de un cierto servicio, se utilizan recursos específicos de la red, incluso cuando no es estrictamente necesario; Esto va en detrimento de las solicitudes posteriores de otros tipos de servicios que, debido a las diferentes características intrínsecas, podrían utilizar exclusivamente los recursos ya asignados a la primera solicitud de servicio considerada.

En otras palabras, considerando la gestión de una única solicitud a la vez, y al no adoptar ninguna disposición dinámica, los procedimientos del estado del arte implementan criterios de asignación que dependen fuertemente de la secuencia temporal particular de las solicitudes que llegan a la red.

La gestión de una solicitud de servicio en cualquier momento determinado, es función de las asignaciones previas, porque determinan el estado de carga total de la red multi-acceso en el momento en el que se gestiona la nueva solicitud. Luego, los criterios adoptados por los procedimientos del estado del arte, implican una lógica de tipo FIBS ("*First In, Best Served*", Primero Llegado, Mejor Servido).

Lo expuesto también se aplica sustancialmente a las soluciones descritas en los documentos WO-A-02/32160, WO-A-02/32179, WO-A-02/054677, y JP-A-2001352576, soluciones en la que la selección de la asignación se hace atendiendo a las solicitudes individuales, teniendo en cuenta únicamente la situación momentánea de la red.

Descripción de la invención

De la descripción anterior sobre la situación actual, aparece claramente que hay una necesidad de definir soluciones capaces de gestionar, de un modo más satisfactorio, la asignación de una nueva solicitud de servicio en una red de radio móvil multi-acceso.

El objeto de presente invención es satisfacer la necesidad mencionada.

Según la presente invención, dicho objeto se consigue mediante un procedimiento que tiene las características descritas en las reivindicaciones adjuntas. La presente invención también se refiere al sistema correspondiente, a la red que comprende dicho sistema, y a un producto de programa que se puede cargar en la memoria de al menos una computadora y que comprende partes de código de programa para implementar el procedimiento mencionado. Tal como se usa aquí, la referencia a tal producto para computadora es equivalente a la referencia a medios legibles por una computadora que contienen instrucciones para controlar un sistema de computadora con el fin de coordinar la implementación del procedimiento según la invención. La referencia a "al menos una computadora" se propone destacar la posibilidad de realizar la presente invención de forma distribuida y/o modular.

En la realización preferida actual, la solución aquí descrita permite controlar, en una red de comunicaciones multi-recurso (por ejemplo una red GSM mixta, UMTS, red WLAN), el suministro de servicios por al menos un recurso. El recurso en cuestión es capaz de suministrar simultáneamente, con una máxima capacidad de servicio conjunta, dos o más servicios, y por lo tanto al menos un primer y un segundo tipo de servicios (por ejemplo un servicio de voz y un servicio de datos) a un primer conjunto de usuarios y a un segundo conjunto de usuarios, respectivamente. Sin embargo, la situación es tal que el crecimiento del primer conjunto de servicios (en especial el crecimiento en el número de usuarios a quienes se suministra el primer tipo de servicios) es capaz de determinar un decremento en la capacidad de dar servicio a nuevos usuarios de dicho al menos segundo tipo de servicio (en especial para conducir a una reducción en la capacidad de suministrar otros tipos de servicios a nuevos usuarios que los solicitan). La solución aquí descrita, en presencia de una solicitud de servicio de primer tipo, puede estimar al menos un parámetro que representa la probabilidad de que, en un intervalo de tiempo determinado, el número de solicitudes de servicio de dicho al menos segundo tipo es tal que no causa que se alcance dicha máxima capacidad de servicio conjunto. El parámetro se compara con al menos un valor umbral respectivo, y si el parámetro es mayor que el valor umbral respectivo, acepta la solicitud de servicio de primer tipo. Preferentemente, si el parámetro es menor o igual al valor umbral, se realizan las siguientes etapas:

- evaluar el posible decremento en la capacidad de dar servicio a nuevos usuarios de dicho al menos un segundo tipo de servicio causado por la aceptación de dicha solicitud de servicio de primer tipo,
- comparar el posible decremento con un valor umbral de decremento respectivo.

ES 2 290 695 T3

La solicitud de servicio del primer tipo solo es aceptada si dicho posible decremento es menor que dicho valor umbral de decremento (por ejemplo, igual a 2 usuarios). Sino, la solicitud se bloquea.

La solución descrita a continuación se aplica, en la presente realización preferida a una serie de disposiciones que tienen como finalidad evitar las ineficiencias del estado de la técnica antes mencionadas (FIBS), superando el problema de la dependencia de las prestaciones de la red de la secuencia temporal de llegada de las solicitudes.

Para superar las limitaciones descritas más arriba, y para optimizar la utilización de los recursos de la red, la solución preferente aquí descrita utiliza una región de capacidad conjunta asociada a la red multi-acceso y a las combinaciones de servicios a considerar. De esta manera, para cada nueva solicitud de servicio es posible considerar tanto la combinación del tráfico total que tiene que gestionar la red y la capacidad mayor o menor de los sistemas individuales para atender simultáneamente a una cierta cantidad de usuarios de cada tipo.

En general, entre todas las posibles combinaciones del número de usuarios que utiliza cada servicio, algunas combinaciones permiten una mejor explotación global de los recursos de radio disponibles en la red, mientras que otras son menos eficientes.

En este sentido, independientemente de la secuencia temporal de las solicitudes, la solución aquí descrita es capaz de dejar a la red multi-acceso operar con la combinación de servicios más adecuada para la explotación de todos los recursos disponibles, reduciendo por lo tanto la probabilidad de que se bloquee el acceso a un servicio. El bloqueo del acceso a un servicio ocurre cuando la red no es capaz de satisfacer una solicitud de suministro de un servicio porque ya no tiene más recursos disponibles suficientes.

Más concretamente, la solución aquí descrita define un procedimiento para la selección del sistema cuya utilización es más apropiada en las diferentes situaciones que se dan en una red de radio móvil multi-acceso. La solución en cuestión permite determinar la probabilidad de que los sistemas individuales que constituyen la red multi-acceso puedan alcanzar un estado límite, en el cual ya no quedan recursos disponibles. Esto no sólo se hace según el grado de uso de los sistemas individuales cuando llega la nueva solicitud para asignar cierto servicio (situación instantánea), sino que también considera los siguientes factores:

- Posibilidad de que recursos ocupados sean liberados (algunos usuarios acaban un servicio que está siendo suministrado);
- Posibilidad de que sean ocupados recursos libres (nuevos usuarios que solicitan un servicio).

Luego, estimando las probabilidades de que puedan llegar nuevas solicitudes y de que puedan terminar servicios que están siendo suministrados, es posible determinar la evolución más probable de la red multi-acceso en el tiempo.

Preferentemente, la asignación de nuevas solicitudes de servicio a un sistema en lugar de otro, se realiza de tal manera que se minimiza la probabilidad de que la evolución del sistema en el tiempo pueda conducir a evitar que la red no tenga más recursos disponibles para satisfacer las solicitudes; minimizando la probabilidad de alcanzar estas situaciones límite, también se minimiza la probabilidad de bloquear algunas nuevas solicitudes debido a la falta de recursos disponibles.

Esencialmente, en una red de radio móvil multi-acceso la solución aquí descrita resuelve el problema de la selección del sistema más adecuado para atender a la solicitud de un determinado conjunto de servicios, adoptando un criterio capaz de seleccionar el mejor sistema en cada ocasión basado en la combinación óptima de servicios que el sistema es capaz de gestionar. Por lo tanto, el sistema de selección no está ligado a la secuencia temporal de las solicitudes de servicio que alcanzan la red multi-acceso, sino que está ligado a los cálculos probabilísticos del tipo de servicios que podrían llegar en un intervalo de tiempo determinado.

Breve descripción de los dibujos

La invención se describirá a continuación, únicamente a título de ejemplo no limitativo, haciendo referencia a las figuras adjuntas, en las cuales:

- La figura 1 muestra un posible escenario de aplicación de la solución aquí descrita;
- Las figuras 2 y 3 muestran la arquitectura de red en la que puede encontrar su aplicación la solución aquí descrita;
- La figura 4 muestra un posible ejemplo de la región de capacidad de una celda del sistema UMTS, que tiene que gestionar dos servicios diferentes, por ejemplo un servicio de voz y un servicio de transmisión de datos a 16 Kbps en *uplink* y 128 kbps de *downlink*;
- La figura 5 muestra la región de capacidad conjunta de una red multi-recursos (multi-acceso) si, además de la célula UMTS, se consideran una celda GSM capaz de atender hasta 20 usuarios de voz y un acceso WLAN capaz de atender a 28 usuarios de datos;

ES 2 290 695 T3

- Las figuras 6 y 7 muestran dos diagramas de flujo de la solución aquí descrita;
- Las figuras 8 y 9 muestran dos ejemplos de utilización de la región de capacidad conjunta de la figura 5.

5 Descripción detallada de realizaciones de la invención

La solución aquí descrita se refiere a la gestión de recursos de radio utilizados en redes de radio móviles. Luego, la solución descrita está diseñada para ser implementada en aparatos de red cuyas funciones están relacionadas con la gestión y el control de los recursos de radio de las celdas que comprende la red durante la operación normal del sistema.

Un posible escenario de aplicación de la solución aquí descrita se ilustra en la figura 1 que muestra una región del territorio, designada por la referencia 10, atendida por una red de radio móvil GSM, y un subconjunto de dicha región, designado por la referencia 20, también atendida por la red UMTS (el área cubierta por el segmento para acceder al segmento UMTS coincidirá en su mayor parte con la del sistema GSM). También se considera la presencia de una área de territorio restringida adicional, designada por la referencia 30 en la que los servicios son ofrecidos por sistemas inalámbricos LAN.

En casos de interés práctico, el área WLAN suele estar situada en la región también servida por las celdas del sistema UMTS, puesto que su utilización es suministrada en todos aquellos casos caracterizados por la presencia de una alta concentración o una baja movilidad de usuarios que requieren servicios de datos.

El contexto de aplicación descrito más arriba corresponde a una arquitectura de red del tipo ilustrado en la figura 2 y, con más detalle en la figura 3.

El sistema mostrado en la figura 2 comprende una red de acceso GERAN (GPRS-EDGE red de acceso de radio), designada por la referencia 15 utilizada por sistemas GSM/GPRS/EDGE, una red de acceso UTRAN (*Universal Terrestrial Radio Access Network*, Red de Acceso Universal Radioeléctrico Terrestre), designada por la referencia 25, utilizada por el sistema UMTS, y una red de acceso BRAN (*Broadband Radio Access Network*, Red de Acceso Radio de Banda Ancha) designada por la referencia 35 utilizada por sistemas inalámbrico LAN. Además, la referencia 40 de la figura 2 designa el núcleo de red 3G.

En la figura 3, el segmento de transporte de la red multi-acceso (el núcleo de red 3G, también aquí designada por la referencia 40, como en la figura 2) está interconectado con la red de acceso GERAN 15, mediante la interfaz 41, con la red de acceso UTRAN 25, mediante la interfaz 42 y con la red inalámbrica LAN 35, mediante la interfaz 43.

En la figura 3, el aparato de red que controla los recursos de radio del sistema GSM, llamado BSC (Controlador de Estación Base), se designa por la referencia 11.

El aparato de red llamado RNC (Controlador de red de Radio), que controla los recursos radio del sistema UMTS, se designa en cambio por la referencia 22 en la figura 3, mientras que el aparato de red llamado APC (Controlador de Punto de Acceso), que controla los AP (puntos de acceso) de la LAN inalámbrica, se designa por la referencia 33.

Estos 3 aparatos de red, controlador de estación base 11, controlador de red de radio 22, y controlador de punto de acceso 33, pueden intercambiar información entre ellos mediante el núcleo de red 40.

Como alternativa, si hay dos interfaces específicas 21 y 31, el controlador de estación base 11 puede comunicarse directamente mediante la interfaz 21 con el controlador de red de radio 22, y el controlador de red de radio 22 puede comunicarse directamente a través de la interfaz 31 con el controlador de punto de acceso 33. De modo similar puede haber una interfaz (no representada específicamente en los dibujos) que permite al controlador de estación base comunicarse directamente con el controlador de punto de acceso 33.

La solución CRRM descrita aquí puede residir y puede ser implementada en el controlador de estación base 11, el controlador de red de radio 22 y el controlador de punto de acceso 33.

Como alternativa, la solución se puede realizar en una entidad de red llamada servidor CRRM, referencia 50 en la figura 3, que se utiliza específicamente para la gestión común de los recursos de radio de la red multi-acceso.

El servidor CRRM 50 puede solicitar información sobre las celdas GSM desde el controlador de estación base 11 mediante la interfaz 51 y sobre las celdas UMTS desde el controlador de red de radio 22 mediante la interfaz 52, y sobre los "hot-spot" de la LAN inalámbrica desde el controlador de punto de acceso 33 mediante la interfaz 53.

Se puede deducir que tanto la arquitectura que proporciona la distribución de las partes de la gestión común de los recursos de radio en los controladores de red individual (BSC 11, RNC 22 y APC 33), como la arquitectura de la figura 3 en la que está la unidad centralizada, servidor CRRM 50, son adecuados para soportar una solución CRRM genérica.

ES 2 290 695 T3

En este sentido la solución aquí descrita no tiene ningún requerimiento adicional o diferente respecto a los ya prescritos por la norma 3GPP en su versión actual y por sus versiones posteriores, tanto para la arquitectura de interacción entre UTRAN 25, GERAN 15 y LAN Inalámbrica 35, como para la arquitectura funcional CRRM.

- 5 En general, en el escenario descrito se pueden considerar diferentes tipos de servicio. Junto con el servicio de voz clásico se puede prever la presencia de uno o más servicios de datos.

10 Los servicios de datos pueden ser, por ejemplo, una llamada de videoteléfono (servicio de datos de tipo conversacional), navegación WEB (de clase interactiva), la realización de contenidos multimedia suministrados por un servidor de red, (clase *streaming*), o acceso al buzón privado (clase *background*), etc.

Según su propio tipo específico, cada servicio se puede asignar a uno o más de los accesos de red que constituyen el sistema.

- 15 Un servicio de voz puede, por ejemplo, ser suministrado a través de la red GSM o de la red UMTS, mientras que un servicio de datos puede ser suministrado a través de una red UMTS o de la red LAN inalámbrica.

20 El criterio para seleccionar el sistema más adecuado entre el GSM el UMTS y la LAN inalámbrica se describe más abajo considerando, únicamente a título de ejemplo, la presencia de dos servicios diferentes: un servicio de voz y un servicio de transferencia de datos a 128 Kbps en *downlink* y 16 Kbps en *uplink*; el servicio de voz puede ofrecerse a través del sistema GSM o del sistema UMTS, mientras que el servicio de datos puede ser ofrecido a través del sistema UMTS o el sistema LAN inalámbrico.

25 La tecnología LAN inalámbrica específica considerada en la presente invención satisface la norma IEEE 802.11b.

En la solución aquí descrita, se examinan las diferentes combinaciones de los dos servicios descritos por la “región de capacidad” conjunta.

- 30 En general, la región de capacidad para un único sistema identifica las diferentes combinaciones de la cantidad de usuarios a los que puede atender el sistema para cada servicio según los recursos disponibles.

35 Un posible ejemplo de región de capacidad para una celda del sistema UMTS, que tiene que gestionar los dos servicios tomados como referencia, se ilustra en la figura 4. En la figura 4 el eje X muestra la cantidad de usuarios de voz (n_v) y el eje Y muestra la cantidad de usuarios de datos (n_d).

El borde de la región de capacidad es el límite más allá del cual el sistema ya no puede aceptar usuarios adicionales; por lo tanto, cada uno de sus puntos representa la combinación de tráfico óptimo, en el que el sistema trabaja con su capacidad total.

- 40 Como alternativa, bajo esta área, el sistema está infrautilizado, porque podría ser posible asignar otros usuarios, basándose en recursos de radio disponibles.

Considerando un valor específico para una de sus cantidades, de la curva de la región de capacidad se puede deducir el valor máximo que la otra cantidad puede asumir para ocupar totalmente los recursos disponibles del sistema.

45 Luego, en el caso considerado, en presencia de 14 usuarios de voz ($n_v=14$), se obtiene de la curva que la celda UMTS puede atender como máximo a 6 usuarios de datos ($n_d=6$). Con un número mayor de usuarios de voz, el máximo número de usuarios de datos que se pueden gestionar será en cambio menor.

- 50 Inversamente, volviendo partiendo de nuevo de la curva de la figura 4 se deduce que, en presencia de 8 usuarios de servicios de datos ($n_d=8$), el máximo número de usuarios de voz que pueden ser gestionados simultáneamente con usuarios de datos ya activos es igual a 7 ($n_v=7$).

55 En el caso de una red multi-acceso del tipo aquí considerado a modo de ejemplo, junto con el sistema UMTS también hay que considerar la presencia de otros sistemas de acceso constituidos por el GSM y la LAN inalámbrica (WLAN).

60 El máximo número de usuarios gestionados por el acceso LAN inalámbrico para un servicio determinado, puede determinarse sobre la base de la tecnología LAN inalámbrica utilizada y sobre el nivel mínimo de la calidad del servicio a ofrecer a los usuarios (por ejemplo fijando un límite mínimo para la velocidad de transferencia de datos a ofrecer a cada usuario presente, o un límite en los retardos de transferencia tolerables).

65 Considerando que, con los recursos radio asignados, la celda del sistema GSM puede gestionar como máximo 20 usuarios de voz (el servicio de datos considerado no está gestionado por el sistema GSM), y que el “hot-spot” de la LAN inalámbrica puede gestionar hasta un máximo de 28 usuarios de datos (el servicio de voz no está gestionado por el sistema LAN inalámbrico), se puede determinar la región de capacidad conjunta correspondiente, mostrada en la figura 5.

ES 2 290 695 T3

La región de capacidad conjunta puede representar todas las combinaciones de tráfico posibles de toda la red multi-acceso considerada. Por lo tanto, la curva mostrada en la figura 5, indica el número total de usuarios de voz (en la GSM o en la UMTS) y los usuarios de datos (en la UMTS o en la WLAN) que pueden ser gestionados por la red multi-acceso que comprende los tres sistemas aquí mencionados.

En el ejemplo de la figura 5, en presencia de 41 usuarios de voz ($n_v=41$), a partir de la curva se obtiene que la red multi-acceso puede gestionar como máximo 31 usuarios de datos ($n_d=32$), mediante la utilización conjunta de los sistemas de acceso individuales.

Globalmente, la solución aquí descrita proporciona una gestión diferente para las solicitudes de servicio de voz y para las solicitudes de servicio de datos.

El diagrama de flujo de la figura 6 representa la parte relativa a la gestión de las solicitudes de servicio de voz mientras que el diagrama de flujo de la figura 7 representa la parte relativa a la gestión de las solicitudes de servicio de datos.

Respecto a la gestión de las solicitudes referentes al servicio de voz (figura 6), cuando llega una nueva solicitud de servicio de voz, al principio en una etapa condicional 100 se evalúa la disponibilidad de recursos libres en el sistema GSM (que es el sistema preferente para solicitudes de este tipo), con el fin de, preferentemente, asignar solicitudes de servicio de voz a este sistema.

Luego, si hay recursos GSM disponibles en la etapa 102, la nueva solicitud es asignada al sistema GSM.

Si todos los recursos del sistema GSM están ocupados, en una etapa condicional 200 se evalúa la disponibilidad de recursos libres en el sistema UMTS.

Si todos los recursos del sistema UMTS ya están utilizados, la nueva solicitud de servicio de voz se bloquea en la etapa 202.

En cambio, en presencia de recursos libres suficientes en el sistema UMTS, el procedimiento continua con las etapas 300 y 400 del procedimiento que permiten una evaluación que tiene como objetivo estimar si la elección de asignar la solicitud a dicho sistema UMTS es oportuna o no.

Según la solución aquí descrita, la simple presencia de suficientes recursos libres en el sistema UMTS no determina necesariamente la asignación de la solicitud de servicio de voz a dicho sistema, puesto que de hacerlo así se podría influir negativamente en la capacidad de satisfacer solicitudes de servicios diferentes del servicio de voz, que pueden emplear este sistema (en la situación del ejemplo aquí considerado el servicio de datos de la clase *streaming*).

Para permitir a la red multi-acceso trabajar con una combinación óptima de servicios, la solución aquí descrita contempla la posibilidad de que sea ventajoso bloquear algunas solicitudes de servicio de voz, con el fin de dejar recursos libres para el servicio de datos.

Esto se realiza mediante la estimación de las probabilidades de que el sistema pueda recibir, durante el tiempo medio residual de los servicios (de cualquier tipo) que ya están siendo suministrados, un número de solicitudes de servicios de datos inferior a la máxima capacidad permitida (incluyendo que la solicitud de servicio de voz sea gestionada entre los servicios que están siendo suministrados).

La probabilidad de llegada de un menor número de solicitudes de datos que la máxima capacidad del sistema en el intervalo de tiempo Tr_1 , se define como " p_1 ".

El tiempo residual medio (Tr_1) es el intervalo de tiempo antes de cuya finalización es razonable esperar a que uno o más servicios (de cualquier tipo) que ya están siendo suministrados en la red multi-acceso sean completados, liberando los recursos ocupados y cambiando la carga del sistema.

Por lo tanto, de media, mientras este intervalo de tiempo no ha finalizado, se puede considerar que ninguno de los servicios que están siendo suministrados acabarán. Durante este intervalo, las nuevas solicitudes de servicio de datos que llegan se añadirían a la combinación de los servicios que están siendo suministrados, determinando una utilización de servicios adicionales.

En esta condición, cuanto mayor sea la probabilidad de alcanzar el máximo nivel de capacidad permitido por el sistema, más alta será la probabilidad de tener que bloquear cualquier solicitud adicional que pudiera llegar a la red después de que se alcance la máxima capacidad de gestión.

Para calcular la probabilidad " p_1 " y el tiempo residual medio Tr_1 , utilizado en la etapa condicional 300 de la figura 6 para tomar la decisión de asignar o no la solicitud, se pueden utilizar por ejemplo las siguientes expresiones.

$$p_1 = e^{-\lambda_d Tr_1} \sum_{k=0}^C \frac{(\lambda_d Tr_1)^k}{k!} \quad (1)$$

en la que los parámetros de la ecuación (1) tienen los siguientes significados:

- λ_d : es la frecuencia media de llegadas de solicitudes de servicio de datos;
- C: es la capacidad residual del sistema más uno;
- Tr_1 : es el tiempo residual medio de todos los servicios que están siendo suministrados.

La capacidad residual del sistema (más uno) para usuarios de datos (cantidad C, que aparece en la ecuación (1)), tiene la siguiente expresión:

$$C = C_d(n_v + 1) - n_d + 1 \quad (2)$$

Donde:

- n_d : es el número de usuarios de datos simultáneamente activos en el sistema;
- n_v : es el número de usuarios de voz simultáneamente activos en el sistema;
- $C_d(n_v + 1)$: es el máximo número de usuarios de datos que pueden ser gestionados por la red multi-acceso en presencia de $(n_v + 1)$ usuarios de voz.

El número de usuarios de datos que pueden ser gestionados por la red si la solicitud considerada es aceptada, indicado en la ecuación (2) por la función $C_d(n_v + 1)$, se deduce de la región de capacidad conjunta (figura 5), antes descrita.

El tiempo residual medio de un servicio que está siendo suministrado (Tr_1), que aparece en la ecuación (1), si la solicitud es aceptada, viene dado por la siguiente ecuación:

$$T_{r_1} = \frac{1}{\left(\frac{n_d}{T_d} + \frac{n_v + 1}{T_v}\right)} \quad (3)$$

Donde:

- n_d : es el número de usuarios de datos simultáneamente activos en el sistema;
- n_v : es el número de usuarios de voz simultáneamente activos en el sistema;
- T_v : es la duración media de una llamada telefónica;
- T_d : es la duración media de una conexión de datos.

Si se verifica que la probabilidad calculada " p_1 " (etapa 300) excede un valor umbral " S_1 ", suministrado como parámetro de entrada del procedimiento, en una etapa 302 del procedimiento propuesto se asigna entonces la solicitud de servicio de voz al sistema UMTS.

Un valor alto de " p_1 " significa una gran probabilidad de llegada de un menor número de solicitudes de datos que el número que puede ser gestionado, de modo que se justifica la elección de aceptar la solicitud de servicio de voz que está siendo gestionada.

Si en cambio no se verifica la condición mencionada, es entonces posible que pueda llegar tal número de solicitudes de servicios de datos que pueda alcanzar el máximo número que se puede gestionar. En esta condición, la solución descrita proporciona, en una etapa condicional 400, una evaluación de la pérdida de capacidad de usuarios de datos que ocurriría si se aceptara la solicitud de servicio de voz.

ES 2 290 695 T3

La condición de la etapa 400 del diagrama de flujo del procedimiento mostrado en la figura 6 verifica si la pérdida de capacidad de usuarios de datos es mayor o igual a una pérdida o decremento umbral respectivo, escogido - por ejemplo - igual a 2 tal como se muestra en la condición (4).

$$C_d(n_v) - C_d(n_d+1) \geq 2 \quad (4)$$

en la cual:

- $C_d(n_v)$: es el número máximo de usuarios de datos que pueden ser gestionados por la red multi-acceso en presencia de n_v usuarios;
- $C_d(n_d+1)$: es el número máximo de usuarios de datos que pueden ser gestionados por la red multi-acceso en presencia de n_d+1 usuarios.

Si se verifica la condición (4) (etapa 400), se bloquea la solicitud de servicio de voz, en una etapa 404, debido a la gran pérdida de capacidad de la red multi-acceso para gestionar usuarios de datos adicionales. En cambio, si no se verifica la condición, entonces la solicitud de servicio de voz es asignada al sistema UMTS en la etapa 402.

La figura 8 muestra un ejemplo representativo de la utilización de la condición (4).

En referencia a la figura 8, y considerando que la condición se evalúa cuando la red multi-acceso tiene una carga total de 46 usuarios de voz y 28 usuarios de datos (punto 1 en la figura), cuando llega una nueva solicitud de servicio de voz, si la solicitud es aceptada, pasaría al punto 2 de la figura 8.

La condición (4) evalúa la variación en la capacidad de los usuarios de datos durante el paso entre esos dos puntos. Con 46 usuarios de voz (punto 1), la capacidad residual de usuarios es igual a 2 usuarios, mientras que si se acepta la llamada de voz en cuestión (punto 2), la capacidad de usuarios de datos se reduciría a 0 unidades (el punto 2 está exactamente en el borde de la región de capacidad).

Por lo tanto, aceptar la solicitud de servicio de voz causaría la pérdida de 2 unidades en la capacidad de usuarios de datos. Por lo tanto, en el caso del ejemplo examinado, la pérdida de capacidad, al ser igual a 2, causaría que se verificase la condición (4) y, consecuentemente, se bloquearía la solicitud de servicio de voz.

Respecto a la gestión de las solicitudes de servicios de datos, el procedimiento de la figura 7 comprueba en una primera etapa condicional 500 si hay suficientes recursos libres en el sistema GSM (que es el sistema preferente para solicitudes de este tipo), para asignar servicios de datos en la LAN inalámbrica, y en caso afirmativo, que en una etapa 502 la solicitud de servicio de datos sea asignada a este sistema.

Luego, para ofrecer el servicio de datos, se prefiere el acceso WLAN, cuando está disponible. Esta estrategia tiene la ventaja de que reserva los recursos del sistema UMTS que también se pueden emplear para ofrecer el servicio de voz.

En presencia de una solicitud de servicio de datos que puede emplear el sistema UMTS, o si el sistema UMTS carece de los recursos necesarios, en una etapa condicional 600 la solución propuesta evalúa antes de nada si hay suficientes recursos libres para asignar el servicio de datos al sistema alternativo (UMTS).

Si no, en una etapa 602 del procedimiento la solicitud es forzosamente bloqueada.

En cambio, en presencia de recursos libres suficientes en el sistema UMTS, el procedimiento continua con las etapas 700 y 800 si la elección de asignar la solicitud en dicho sistema UMTS es oportuna o no.

Según la solución aquí descrita la simple presencia de suficientes recursos libres en el sistema UMTS no determina forzosamente la asignación de la solicitud de servicio de datos a dicho sistema, puesto que de hacerlo así se podría comprometer la capacidad de satisfacer solicitudes de servicios diferentes del servicio de datos, que podrían emplear este sistema (en la situación del ejemplo considerado el servicio de voz).

Para permitir a la red multi-acceso trabajar con una combinación óptima de los dos servicios, es posible que, en situaciones específicas, sea oportuno bloquear algunas solicitudes de servicio de datos, con el fin de dejar recursos libres para el servicio de voz.

Por esta razón, la solución descrita realiza la estimación de las probabilidades de que el sistema pueda recibir, durante el tiempo medio residual de los servicios (de cualquier tipo) que ya están siendo suministrados, un menor número de solicitudes de servicios de voz que la máxima capacidad permitida (incluyendo también que la solicitud de servicio de datos sea gestionada entre los servicios que están siendo suministrados).

La probabilidad de llegada de un menor número de solicitudes de voz que la máxima capacidad del sistema en el intervalo de tiempo Tr_2 , se define como " p_2 ".

ES 2 290 695 T3

El tiempo residual medio (Tr_2) es el intervalo de tiempo antes de cuya finalización es razonable esperar a que uno o más servicios (de cualquier tipo) que ya están siendo suministrados en la red multi-acceso serán completados, liberando los recursos ocupados y cambiando la carga del sistema.

5 Por lo tanto, de media, mientras este intervalo de tiempo no ha finalizado, se puede considerar que ninguno de los servicios que están siendo suministrados acabarán. Durante este intervalo, las nuevas solicitudes de servicio de voz que llegan se añadirían a la combinación de los servicios que están siendo suministrados, determinando una utilización de servicios adicionales.

10 En esta condición, cuanto mayor sea la probabilidad de alcanzar el máximo nivel de capacidad permitido por el sistema, más alta será la probabilidad de tener que bloquear cualquier solicitud adicional que debería llegar a la red después de que se alcance la máxima capacidad de gestión.

15 Para calcular la probabilidad " p_2 " y el tiempo residual medio Tr_2 , utilizado en la etapa condicional 700, se pueden utilizar por ejemplo las siguientes expresiones:

$$20 \quad p_2 = e^{-\lambda_v Tr_2} \sum_{k=0}^C \frac{(\lambda_v Tr_2)^k}{k!} \quad (5)$$

25 en el que los parámetros de la ecuación (1) tienen los siguientes significados:

- λ_v : es la frecuencia media de llegadas de solicitudes de servicio de voz;
- C: es la capacidad residual del sistema más uno;
- 30 - Tr_2 : es el tiempo residual medio de todos los servicios que están siendo suministrados.

La capacidad residual del sistema (más uno) para usuarios de datos (cantidad C de la ecuación (5)), tiene la siguiente expresión:

$$35 \quad C = C_v(n_d + 1) - n_v + 1 \quad (6)$$

Donde:

- 40 - n_d : es el número de usuarios de datos simultáneamente activos en el sistema;
- n_v : es el número de usuarios de voz simultáneamente activos en el sistema;
- 45 - $C_v(n_d + 1)$: es el máximo número de usuarios de voz que pueden ser gestionados por la red multi-acceso en presencia de $(n_d + 1)$ usuarios de datos.

El número de usuarios de voz que pueden ser gestionados por la red si la solicitud considerada es aceptada, indicado en la ecuación (6) por la función $C_v(n_d + 1)$, se deduce de la región de capacidad conjunta de la figura 5, antes descrita.

50 El tiempo residual medio de un servicio que está siendo suministrado (Tr_2), que aparece en la ecuación (5), si la solicitud es aceptada, viene dado, en cambio, por la siguiente ecuación:

$$55 \quad T_{r2} = \frac{1}{\left(\frac{n_d}{T_d} + \frac{n_v + 1}{T_v}\right)} \quad (7)$$

60 Donde:

- n_d : es el número de usuarios de datos simultáneamente activos en el sistema;
- n_v : es el número de usuarios de voz simultáneamente activos en el sistema;
- 65 - T_v : es la duración media de una llamada telefónica;
- T_d : es la duración media de una conexión de datos.

ES 2 290 695 T3

Si se verifica que la probabilidad calculada “ p_2 ” (etapa 700) excede un valor umbral “ S_2 ”, suministrado como parámetro de entrada del procedimiento, entonces en una etapa 702 el procedimiento propuesto asigna la solicitud de servicio de voz al sistema UMTS.

5 Un valor alto de “ p_2 ” significa una gran probabilidad de llegada de un menor número de solicitudes de voz que el número que puede ser gestionado, de modo que se justifica la elección de aceptar la solicitud de servicio de datos que está siendo gestionada.

10 Si no se verifica la condición mencionada, es entonces probable que pueda llegar tal número de solicitudes de servicios de voz que pueda alcanzar el máximo número que se puede gestionar.

15 En esta condición, la solución descrita proporciona, en una etapa condicional 800, una evaluación de la pérdida de capacidad de usuarios de voz que ocurriría si se aceptara la solicitud de servicio de datos. La condición de la etapa 800 del diagrama de flujo del procedimiento de la figura 7 verifica si la pérdida de capacidad de usuarios de voz es mayor o igual a una pérdida o decremento umbral respectivo, escogido - por ejemplo - igual a 2 tal como se muestra en la condición (8).

$$C_v(n_d) - C_v(n_d+1) \geq 2 \quad (8)$$

20 en la cual:

- $C_v(n_d)$: es el número máximo de usuarios de voz que pueden ser gestionados por la red multi-acceso en presencia de n_d usuarios de voz;
- 25 - $C_v(n_d+1)$: es el número máximo de usuarios de voz que pueden ser gestionados por la red multi-acceso en presencia de n_v+1 usuarios de datos.

30 Si se verifica la condición (8) (etapa 800), se bloquea la solicitud de servicio de datos, en una etapa 804, debido a la gran pérdida de capacidad de la red multi-acceso para gestionar usuarios de voz adicionales.

En cambio, si no se verifica la condición (8), entonces la solicitud de servicio de datos es asignada al sistema UMTS en una etapa 802.

35 La figura 9 muestra un ejemplo representativo de la utilización de la condición (8).

En referencia a la figura 9, y considerando que la condición se evalúa cuando la red multi-acceso tiene una carga total de 39 usuarios de voz y 31 usuarios de datos (punto 1 en la figura), cuando llega una nueva solicitud de servicio de datos, si la solicitud es aceptada, pasaría al punto 2 de la figura.

40 La condición (8) evalúa la variación en la capacidad de los usuarios de voz durante el paso entre esos dos puntos. Con 31 usuarios de voz (punto 1), la capacidad residual de usuarios de voz es igual a 5 usuarios, mientras que si se acepta la llamada de voz en cuestión (punto 2), la capacidad de usuarios de datos se reduciría a 2 unidades.

45 Por lo tanto, aceptar la solicitud de servicio de datos causaría la pérdida de 3 unidades en la capacidad de usuarios de voz. Por lo tanto, en el caso del ejemplo examinado, la pérdida de capacidad, al ser mayor que dos, causaría que se verificase la condición (8) y, consecuentemente, se bloquearía la solicitud de servicio de datos.

50 Los procesos descritos mas arriba se aplican respectivamente cuando llega una solicitud de servicio de uno u otro tipo (típicamente voz y datos).

Cuando llega una solicitud de servicio de voz, antes de aceptarla se comprueba si la aceptación podría determinar una pérdida de la capacidad de gestión de datos mientras que cuando llega una solicitud de datos, antes de aceptarla, se verifica si esta podría determinar una pérdida en la capacidad de gestión de voz.

55 Por encima de todo, el resultado final es que, cuando nos aproximamos al límite máximo de uso de los recursos, se acepta únicamente el tipo de solicitudes de servicio que “cuesta” menos (o el que causa la menor reducción en la capacidad de servicio).

60 Respecto a esto también se notará que las dos expresiones (1) y (5) previamente introducidas pueden sintetizarse en una única expresión del tipo

$$65 \quad p_x = e^{-\lambda_y Tr_x} \sum_{k=0}^C \frac{(\lambda_y Tr_x)^k}{k!} \quad (1)$$

ES 2 290 695 T3

en el que los parámetros de la ecuación (1) adoptan los siguientes significados:

- p_x ($x=1$ o, respectivamente, 2): es dicha probabilidad,

5 - λ_y : ($y=2$ o, respectivamente, 1) es la frecuencia media de llegadas de solicitudes de servicio de dicho al menos segundo tipo que se gestiona (es decir del servicio alternativo con respecto al servicio del primer tipo);

- C: es la capacidad residual del sistema más uno;

10 - Tr_x : es el tiempo residual medio de todos los servicios suministrados en ese tiempo por dicha red.

Más abajo se describe un ejemplo concreto de operación de la solución descrita, implementada con unos valores umbrales de S_1 y de S_2 igual a 0.9.

15 La duración media de las llamadas de voz se considera de 120 segundos y la duración media de las sesiones *streaming* se consideran de 200 segundos ($T_v = 120$ y $T_D = 200$). También se considera que la frecuencia media de llegada de solicitudes de servicio de voz (λ_v) es de 0.32 segundos⁻¹ mientras que la frecuencia media de llegada de solicitudes de datos (λ_d) es de 0.16 segundos⁻¹ (estos valores corresponden a un tráfico de voz global de aproximadamente 38 Erlang en el sistema multi-acceso y un sistema de datos de 32 conexiones simultáneamente activas, considerando que no hay bloqueo).

20 En un momento determinado, la carga total de la red se considera de 41 usuarios de voz y 31 usuario de datos. Los 41 usuarios de voz se subdividen en los 20 usuarios de voz en la celda GSM (De las cuales todos los recursos están ocupados) y 21 usuarios de voz en la celda UMTS (la cual aún tiene recursos libres disponibles). Los 31 usuarios de datos se subdividen entre 28 usuarios de datos en la “*hot-spot*” de la LAN inalámbrica (cuyos recursos permiten asignar usuarios adicionales sin mantener el nivel mínimo de calidad asociado al usuario) y 3 usuarios de datos en la celda UMTS.

30 Si una solicitud de servicio de voz alcanza la red, la solución aquí descrita basada en el procedimiento de la figura 6 verifica la disponibilidad del sistema GSM (etapa 100).

Puesto que todos los recursos del sistema GSM están ocupados, se verifica la disponibilidad de suficientes recursos libres en el sistema UMTS (etapa 200).

35 Puesto que el UMTS aún tiene recursos libres disponibles, se evalúa la condición de la etapa 300, concretamente se evalúa si “ P_1 ” es mayor que S_1 . Dado el estado de carga del sistema, el valor de “ P_1 ” según la ecuación (1) es igual a 0.9593. Como el valor de “ P_1 ” excede 0.9 (umbral S_1) la llamada de voz es asignada al sistema UMTS.

40 Si una solicitud de servicio de datos alcanza la red, la solución aquí descrita basada en el procedimiento de la figura 7, verifica si la “*hot-spot*” del WLAN puede utilizarse para ofrecer el servicio solicitado. Puesto que los recursos del sistema LAN están en un nivel de uso tal que no permite asignar usuarios adicionales sin mantener el mínimo nivel de calidad asociado al servicio, se realiza la evaluación de si el sistema UMTS tiene suficientes recursos libres para asignar al servicio (etapa 600).

45 Considerando 21 usuarios de voz, el máximo número de usuario de datos que pueden ser asignados al sistema UMTS es, en el ejemplo particular aquí considerado, igual a 4 (tal como se deduce de la región de capacidad de la celda UMTS, de la figura 4, tomada como referencia). Puesto que se ha considerado la presencia de únicamente 3 usuarios de datos en la celda UMTS, la solicitud de servicio de datos puede asignarse a la celda UMTS. La operación siguiente consiste en verificar en la etapa 700 si “ p_2 ” excede el umbral S_2 .

50 Dado el estado de carga del sistema, el valor de “ p_2 ” según la ecuación (5) es igual a 0.8691. Puesto que el valor de “ p_2 ” es menor que 0.9 (umbral S_2), no se verifica la condición de la etapa 700 y por lo tanto se evalúa la condición de la etapa 800, indicada por la condición (8).

55 Puesto que con 41 usuarios de voz, en el paso de 31 usuarios de datos a 32 usuarios de datos, se tendría una pérdida de la capacidad de usuarios de voz de 3 unidades (basada en la región de capacidad conjunta de la figura 5, utilizada como ejemplo). Se verifica la condición, causando que la solicitud sea bloqueada.

60 Para describir la solución aquí presentada, la presencia del servicio de voz y de un servicio de datos específico (clase *streaming* a 128 Kbps en *downlink* y 16 Kbps en *uplink*) se consideró para un total de únicamente dos tipos de servicio.

65 Se pondrá de manifiesto enseguida para los expertos en la materia que la solución aquí descrita puede también extenderse al caso de más de dos servicios.

En presencia de un número de servicio igual a S, por ejemplo, aún es posible determinar una región de capacidad capaz de representar todas las posibles combinaciones de usuarios de cada servicio atendido por la red multi-acceso. Definiendo n_i como el número de usuarios que utiliza el i-ésimo servicio y dado un cierto número de sistemas de acceso

que constituye la red, los expertos en la materia pueden deducir, para cada caso posible, la relación que caracteriza las cantidades n_i , definiendo completamente la región de capacidad conjunta de la red multi-acceso, como función de los tipos de servicios individuales considerados y de los recursos de radio con que se han dimensionado los diferentes sistemas de acceso.

Para describir el procedimiento propuesto, también se escogió hacer referencia al servicio de voz y a un servicio de datos de la clase *streaming* a 128 KBPS de *downlink* y 16 KBPS de *uplink*.

La solución aquí descrita puede aplicarse más generalmente si se necesita considerar otros tipos de servicio. De forma similar a lo que se describe aquí, según los servicios específicos considerados (y sus características en términos del perfil de calidad a garantizar) es posible determinar las combinaciones óptimas que la red multi-acceso puede gestionar, que se pueden representar mediante la región de capacidad conjunta.

Por razones de simplicidad ilustrativa, se ha considerado implícitamente aquí que la región de capacidad conjunta asociada a la red multi-acceso y a los servicios considerados puede determinarse *a priori*, basándose en las características de los sistemas de acceso individuales.

Sin embargo, esta consideración no es imperativa por sí misma. Los principios básicos de la solución aquí descrita siguen siendo válidos también en el caso hipotético de que sea necesario, o simplemente más conveniente, determinar la región de capacidad conjunta en el momento en el que una solicitud de servicio específica debe ser gestionada.

La región de capacidad conjunta se utiliza para calcular " P_1 " y " P_2 " (Expresiones del parámetro C de las ecuaciones (2) y (6)) o cuando es necesario cuantificar (mediante las condiciones (4) y (8)) la pérdida de capacidad de la red multi-acceso si se acepta una solicitud de servicio (etapa 400 en el diagrama de flujo de la figura 6 y etapa 700 en el diagrama de flujo de la figura 7).

En estas situaciones, las estimaciones del máximo número de usuarios que pueden ser atendidos o la evaluación de la pérdida de capacidad pueden hacerse con procedimientos alternativos, por ejemplo basados en el estado específico de los sistemas individuales de la red multi-acceso, en lugar de en evaluaciones de la capacidad del sistema hechas *a priori*.

En el caso de una celda del sistema UMTS, por ejemplo, el número máximo de usuarios que pueden ser atendidos depende del nivel de interferencia instantáneo. En lugar de considerar el nivel medio de interferencias generadas por un cierto número de usuarios activos en el sistema, es posible considerar el nivel real de interferencia medido por el sistema (que es función de la posición de los usuarios en el territorio y de si los usuarios están transmitiendo o no). Utilizando esta solución, en la práctica, se puede utilizar una región de capacidad conjunta que en lugar de ser determinada *a priori*, es identificada de vez en cuando también sobre la base de las condiciones instantáneas de los sistemas individuales.

De manera similar, las expresiones usadas, a modo de ejemplo, para calcular los parámetros " P_1 " y " P_2 " en las dos condiciones correspondientes a las etapas 300 y 700 de los diagramas de flujo de las figuras 6 y 7 pueden ser sustituidas por expresiones alternativas equivalentes.

Por lo tanto, en términos generales, se pueden utilizar diferentes expresiones con el fin de estimar, de modo más o menos aproximado, la probabilidad de que la red multi-acceso alcance la condición límite como resultado de la llegada de nuevas solicitudes de servicio.

Del mismo modo en lugar de las cantidades " P_1 " y " P_2 " se puede suponer la utilización de diferentes parámetros (en términos de número y semánticos) con el objetivo de evaluar la probabilidad de que las solicitudes de un servicio determinado puedan causar que la red multi-acceso alcance su límite de capacidad.

Como ejemplo de aplicación práctica del procedimiento propuesto, se consideró un escenario en el que el sistema GSM, el sistema UMTS y el sistema WLAN se utilizan como única red de radio móvil integrada.

Más generalmente, la solución aquí descrita se aplica (con los mismos procesos básicos) en presencia de redes de acceso caracterizadas por diferentes normas (independientemente de las normas específicas consideradas), y utilizadas como un sistema único.

Los principios en los que se basa el criterio propuesto no se refiere específicamente a ninguna de las normas tomadas como referencias (GSM, UMTS o WLAN).

En especial, las diferentes combinaciones de servicio que puede gestionar la red multi-acceso, representada por la región de capacidad conjunta, pueden identificarse (de un modo conocido para los expertos en la materia) según las características de las normas que regulan los sistemas de acceso considerados.

Otra aplicación práctica de los procedimientos de asignación propuestos corresponden al caso de un único sistema de acceso, en el que hay dos o más capas de telefonía móvil jerárquicamente diferentes (en una red de radio móvil las estructuras de celda jerárquicas se identifican por el acrónimo "HCS"). Un único sistema en el que, sin embargo, hay

al menos dos capas diferentes (por ejemplo MACROceldas y MICROceldas) que se pueden considerar para todas las intenciones y propósitos como un sistema "heterogéneo", porque se presenta el problema de gestionar conjuntamente los recursos radio de las celdas pertenecientes a las dos capas. Dichas celdas, por sus características, se caracterizan por diferentes áreas (superpuestas) de cobertura y cantidades de recursos de radio.

Por lo tanto, también en estos casos es posible utilizar los procedimientos propuestos para identificar cual es la capa a utilizar más adecuada para ofrecer el servicio solicitado, sustituyendo el concepto de red heterogénea sobre la base de las diferentes tecnologías de acceso de radio (RAT) utilizadas, por el concepto heterogéneo basado en las diferentes capas de celda jerárquicas utilizadas.

La solución aquí descrita en la parte alta de los diagramas de flujo de las figuras 6 y 7 puede implementarse ventajosamente de diferentes formas mutuamente equivalentes, por ejemplo utilizando un número diferente de variables internas o utilizando un flujo diferente de instrucciones y comparaciones sin modificar por ello la lógica de base de los criterios aquí descritos.

En la descripción aquí suministrada, simplemente por razones de conveniencia, se consideró implícitamente que las solicitudes para activar un determinado servicio siempre eran originadas por el usuario ("*UE Originated*").

También es posible que la red alcance a un usuario que ofrece un determinado servicio (*UE Terminated*), sin ningún tipo de consecuencias en los procesos para gestionar la selección del sistema que puede ser utilizado más ventajosamente.

Naturalmente, sin alterar el principio de la invención, se pueden variar los detalles constructivos y las realizaciones, incluso de forma considerable, con referencia a lo que se ha descrito y se ha ilustrado únicamente a título de ejemplo no limitativo aquí, sin salirse por ello del alcance de la presente invención tal como se define en las siguientes reivindicaciones.

Referencias citadas en la descripción

Esta lista de referencias citadas por el solicitante es sólo para conveniencia del lector. No forma parte del documento de Patente Europea. Aunque se haya tenido un gran cuidado en recoger las referencias, no puede excluirse la presencia de errores u omisiones y por ello la EPO declina cualquier responsabilidad a este respecto.

Documentos de patentes citados en la descripción

- WO 3069938 A [0012]
- WO 0232160 A [0026] [0032]
- WO 0232179 A [0032]
- WO 02054677 A [0032]
- JP 2001352576 A [0032]

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para controlar, en una red de comunicación multi-recursos (10,20,30), el suministro de servicios por al menos un recurso, en el que dicho al menos un recurso es capaz de suministrar simultáneamente, con una capacidad máxima de servicio conjunta, al menos un primer y un segundo tipo de servicios a un primer conjunto de usuarios y a un segundo conjunto de usuarios, respectivamente; pudiendo el incremento en dicho primer conjunto de usuarios determinar un decremento en la capacidad de dar servicio a nuevos usuarios de dicho al menos segundo tipo de servicio, **caracterizado** por el hecho de que, en presencia de una solicitud de servicio de dicho primer tipo, comprende las etapas de:

- estimar (300, 700) al menos un parámetro (p_1, p_2) que representa la probabilidad de que, en un intervalo de tiempo determinado (Tr_1, Tr_2), el número de solicitudes de servicio de dicho al menos segundo tipo es tal que no causa que se alcance dicha capacidad máxima de servicio conjunta,

- comparar (300, 700) dicho al menos un parámetro con al menos un valor umbral respectivo (S_1, S_2), y

- si dicho al menos un parámetro (p_1, p_2) es mayor que dicho valor umbral respectivo (S_1, S_2), aceptar dicha solicitud de servicio de dicho primer tipo.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho de que si dicho al menos un parámetro (p_1, p_2) es menor o igual a dicho valor umbral respectivo (S_1, S_2), comprende las siguientes etapas:

- evaluar (400, 800) un posible decremento en la capacidad de dar servicio a nuevos usuarios de dicho al menos un segundo tipo de servicio causado por la aceptación de dicha solicitud de servicio de primer tipo,

- comparar (4, 8) dicho posible decremento con un valor umbral de decremento respectivo, y

-i) aceptar (402, 802) dicha solicitud de servicio de dicho primer tipo si dicho posible decremento es menor que dicho valor umbral de decremento, y

-ii) bloquear (404, 804) dicha solicitud de servicio de dicho primer tipo si dicho posible decremento es mayor o igual que dicho valor umbral de decremento.

3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** por el hecho de que comprende la etapa consistente en definir dicha capacidad máxima servicio conjunta en términos del número de usuarios de cada servicio como función de los recursos que, en dicha red multi-recursos, pueden suministrar simultáneamente dicho primer tipo de servicio y dicho segundo tipo de servicio.

4. Procedimiento según la primera reivindicación, **caracterizado** por el hecho de que comprende las siguientes etapas:

- verificar preventivamente (100, 500) la capacidad de satisfacer dicha solicitud de dicho primer tipo de servicio por otro recurso de dicha red multi-recurso, preferentemente utilizable con respecto a dicho al menos un recurso, y

- si existe dicha capacidad, satisfacer (102, 502) dicha solicitud de servicio mediante dicho otro recurso preferentemente utilizable.

5. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho de que comprende la etapa consistente en verificar preventivamente (600) la capacidad de satisfacer dicha solicitud de primer tipo de servicio por dicho al menos un recurso y, en ausencia de dicha capacidad, la etapa consistente en bloquear dicha solicitud de servicio de dicho primer tipo.

6. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho de que dicho al menos un parámetro coincide con el valor de dicha probabilidad (p_1, p_2).

7. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho de que comprende la etapa consistente en identificar dicho intervalo de tiempo determinado (Tr_1, Tr_2) como el tiempo residual medio de todos los servicios suministrados en ese tiempo por dicha red multi-recursos.

8. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho de que comprende la etapa de calcular dicha probabilidad con el siguiente tipo de expresión:

$$p_x = e^{-\lambda_y Tr_x} \sum_{k=0}^C \frac{(\lambda_y Tr_x)^k}{k!} \quad (1)$$

ES 2 290 695 T3

en el que los parámetros de la ecuación (1) adoptan los siguientes significados:

- p_x ($x=1$ o, respectivamente, 2): es dicha probabilidad,

5 - λ_y : ($y=2$ o, respectivamente, 1) es la frecuencia media de llegadas de solicitudes de servicio de dicho al menos segundo tipo;

- C: es la capacidad residual del sistema más uno;

10 - Tr_x : es el tiempo residual medio de todos los servicios suministrados en ese tiempo por dicha red.

9. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicha red multi-recursos comprende una pluralidad de recursos que incluyen sistemas de comunicación según las diferentes normas (GSM, UMTS, WLAN).

15 10. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho de que dicha red multi-recursos comprende una pluralidad de recursos que incluyen diferentes capas de una misma norma de comunicación.

11. Sistema para controlar, en una red de comunicaciones multi-recurso (10, 20, 30), el suministro de servicios por al menos un recurso, en el que dicho al menos un recurso es capaz de suministrar simultáneamente, en una
20 capacidad máxima de servicio conjunta, al menos un primer y un segundo tipo de servicios a un primer conjunto de usuarios, respectivamente; pudiendo el incremento de dicho primer conjunto de usuarios determinar un decremento en la capacidad de dar servicio a nuevos usuario de dicho al menos un segundo tipo de servicio, comprendiendo el sistema al menos un módulo de estimación (50, 11, 22, 33) configurado para estimar (300, 700) al menos un parámetro (p_1 , p_2) que representa la probabilidad de que, en un intervalo de tiempo determinado (Tr_1 , Tr_2), el número de solicitudes
25 de servicio de dicho al menos segundo tipo es tal que no causa que se alcance dicha capacidad máxima de servicio conjunta; estando dicho al menos un módulo de estimación (50, 11, 22, 33) configurado para comparar (300, 700) en presencia de una solicitud de servicio de dicho primer tipo, dicho al menos un parámetro con al menos un valor umbral respectivo (S_1, S_2) e indicar la aceptabilidad de solicitud de servicio de dicho primer tipo si dicho al menos un parámetro (p_1 , p_2) excede dicho valor umbral respectivo (S_1, S_2).

30 12. sistema según la reivindicación 11, **caracterizado** por el hecho de que dicho al menos un módulo de estimación (50, 11, 22, 33) está configurado para realizar, si dicho al menos un parámetro (p_1 , p_2) es menor o igual a dicho valor umbral respectivo (S_1, S_2), las siguientes operaciones:

35 - evaluar (400, 800) un posible decremento en dicha capacidad de dar servicio a nuevos usuarios de dicho al menos segundo tipo inducido por la aceptación de la solicitud de servicio de dicho primer tipo,

- comparar (4, 8) dicho posible decremento con un valor umbral de decremento respectivo, y

40 -i) indicar la aceptabilidad (402, 802) de dicha solicitud de servicio de dicho primer tipo si dicho posible decremento es menor que dicho valor umbral de decremento, y

-ii) bloquear (404, 804) dicha solicitud de servicio de dicho primer tipo si dicho posible decremento es mayor o igual que dicho valor umbral de decremento.

45 13. Sistema según la reivindicación 11 ó 12, **caracterizado** por el hecho de que el sistema está configurado para definir dicha capacidad máxima de servicio conjunta en términos del número de usuarios de cada servicio como función de los recursos que, en dicha red multi-recursos, pueden suministrar simultáneamente dicho primer tipo de servicio y dicho segundo tipo de servicio.

50 14. Sistema según la reivindicación 11, **caracterizado** por el hecho de que el sistema está configurado para realizar las operaciones consistentes en:

55 - verificar preventivamente (100, 500) la capacidad de satisfacer dicha solicitud de dicho primer tipo de servicio por otro recurso de dicha red multi-recurso, preferentemente utilizable con respecto a dicho al menos un recurso, y

- si existe dicha capacidad, satisfacer (102, 502) dicha solicitud de servicio mediante dicho otro recurso preferentemente utilizable.

60 15. Sistema según la reivindicación 11, **caracterizado** por el hecho el sistema está configurado para realizar la operación consistente en verificar preventivamente (600) la capacidad de satisfacer dicha solicitud de primer tipo de servicio por dicho al menos un recurso y, en ausencia de dicha capacidad, la operación consistente en bloquear dicha solicitud de servicio de dicho primer tipo.

65 16. Sistema según la reivindicación 11, **caracterizado** por el hecho dicho al menos un parámetro coincide con el valor de dicha probabilidad (p_1 , p_2).

ES 2 290 695 T3

17. Sistema según la reivindicación 11, **caracterizado** por el hecho de que dicho al menos un módulo de estimación (50, 11, 22, 33) está configurado para identificar dicho intervalo de tiempo determinado (Tr_1 , Tr_2) como el tiempo residual medio de todos los servicios suministrados en ese tiempo por dicha red multi-recursos.

18. Sistema según la reivindicación 11, **caracterizado** por el hecho de que dicho al menos un módulo de estimación (50, 11, 22, 33) está configurado para calcular dicha probabilidad con el siguiente tipo de expresión:

$$p_x = e^{-\lambda_y Tr_x} \sum_{k=0}^C \frac{(\lambda_y Tr_x)^k}{k!} \quad (1)$$

en el que los parámetros de la ecuación (1) adoptan los siguientes significados:

- p_x ($x=1$ o, respectivamente, 2): es dicha probabilidad,

- λ_y : ($y=2$ o, respectivamente, 1) es la frecuencia media de llegadas de solicitudes de servicio de dicho al menos segundo tipo;

- C : es la capacidad residual del sistema más uno;

- Tr_x : es el tiempo residual medio de todos los servicios suministrados en ese tiempo por dicha red.

19. Red de comunicaciones multi-recursos que incorpora un sistema como el reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 11 a 18.

20. Red según la reivindicación 19, en el que dicha red multi-recursos comprende una pluralidad de recursos que incluyen sistemas de comunicación según las diferentes normas (GSM, UMTS, WLAN),

21. Red según la reivindicación 19, en la que dicha red multi-recursos comprende una pluralidad de recursos que incluyen diferentes capas de una misma norma de comunicación.

22. Programa de computador producto que se puede cargar en la memoria de al menos un computador electrónico y que comprende partes de código de programa para implementar el procedimiento reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.

Fig. 1

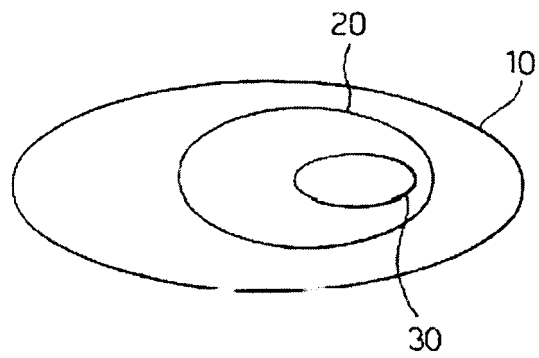


Fig. 2

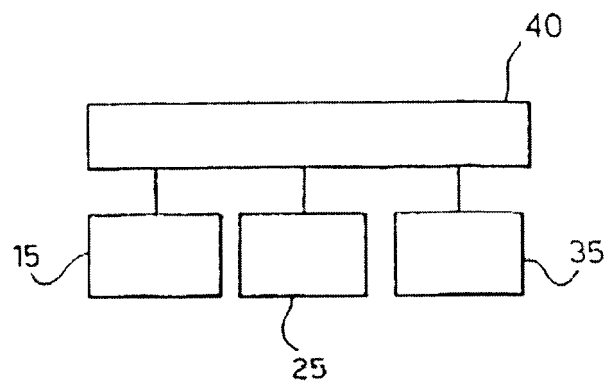


FIG. 3

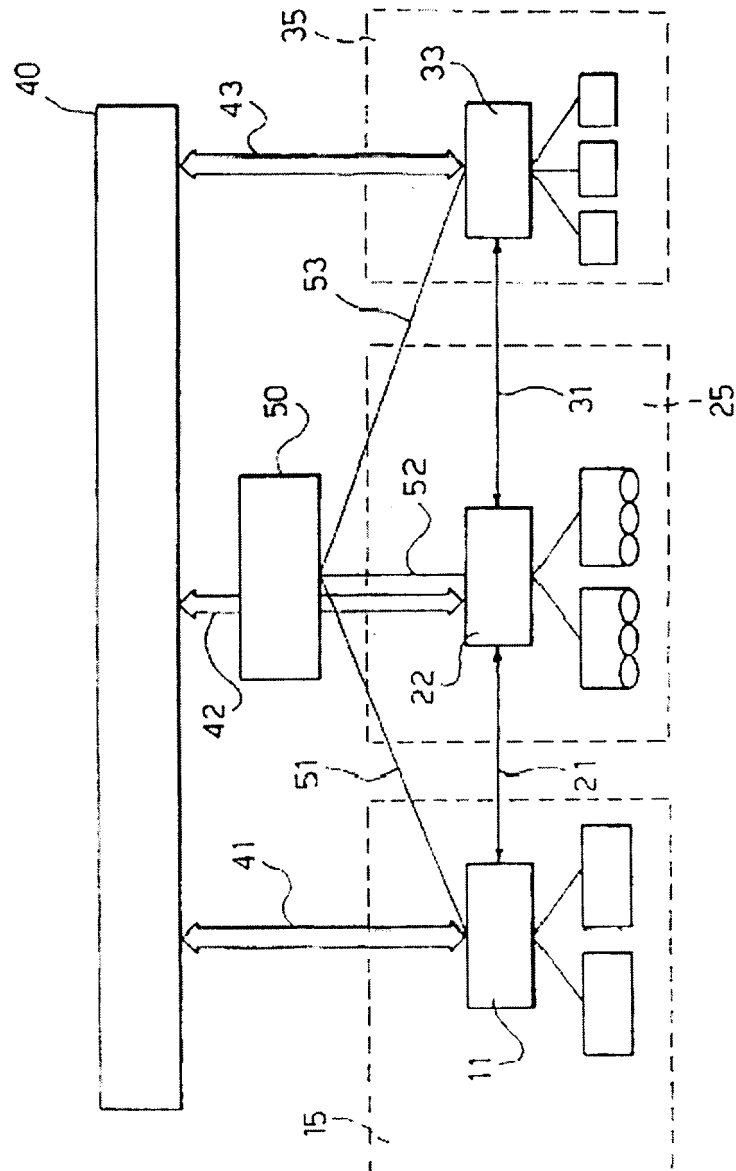


Fig. 4

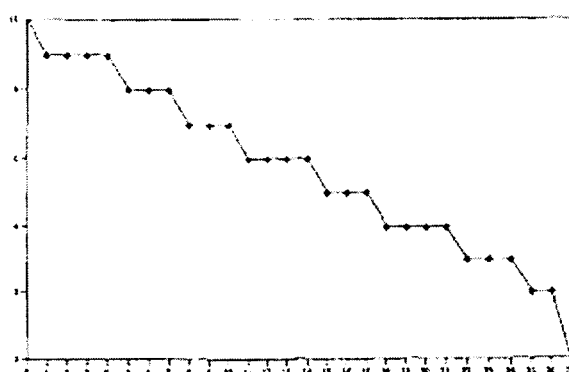


Fig. 5

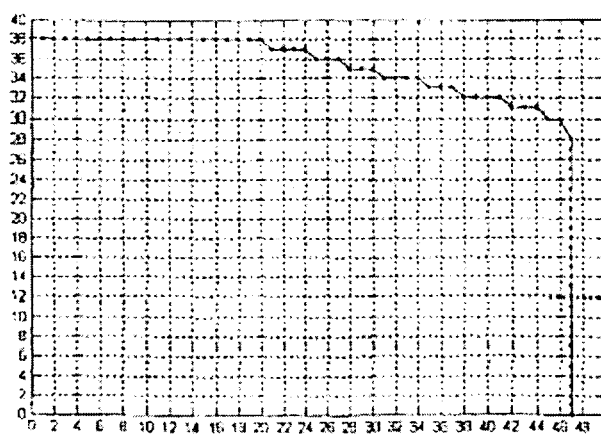


Fig. 6

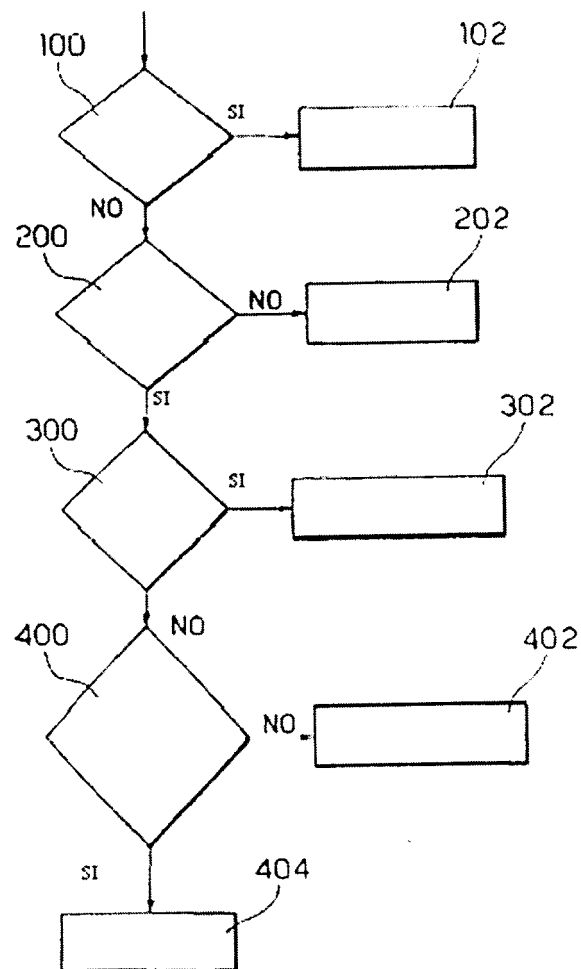


Fig. 7

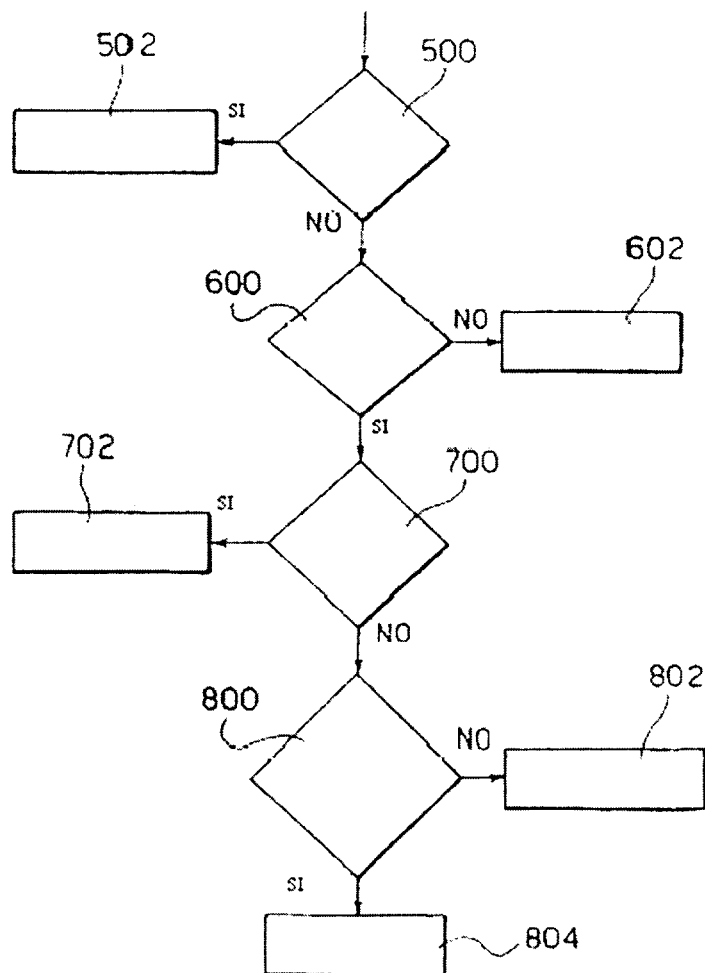


Fig. 8

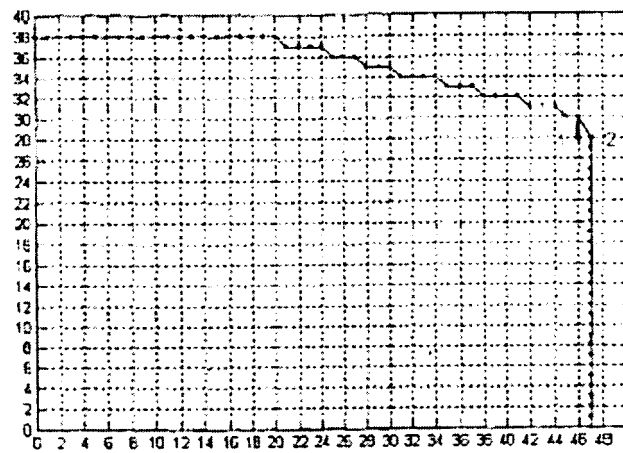


Fig. 9

