

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 375 733**

51 Int. Cl.:
H04W 24/08 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04749168 .3**

96 Fecha de presentación: **12.07.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1766859**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.03.2007**

54 Título: **UN MÉTODO Y APARATO PARA PROBAR UNA RED DE RADIO SOMETIDA A UNA CARGA DE TRÁFICO INCREMENTADA.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
05.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
05.03.2012

73 Titular/es:
**Telefonaktiebolaget LM Ericsson (publ)
164 83 Stockholm , SE**

72 Inventor/es:
CRAIG, Stephen

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 375 733 T3

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

DESCRIPCIÓN

Un método y aparato para probar una red de radio sometida a una carga de tráfico incrementada.

CAMPO DEL INVENTO

5 El invento se refiere a un sistema para probar redes celulares de comunicación por radio, y en particular, el rendimiento de tales redes bajo una carga incrementada.

ANTECEDENTES Y RESUMEN

10 La rápida expansión mundial de las redes celulares y la introducción de nuevos servicios inalámbricos combinados con la competencia entre operadores de red ha significado una necesidad siempre creciente para un perfeccionamiento continuo con respecto a la calidad, capacidad y accesibilidad. Desde la perspectiva del operador de red, debe proporcionarse una mayor calidad, una capacidad incrementada y una mejor accesibilidad al tiempo que también se conserva el coste de llamadas y otros servicios tan bajo como sea posible. Además, para permitir un futuro crecimiento del tráfico y la introducción de nuevos servicios, son necesarias típicamente inversiones importantes en equipamiento de red y en funcionalidad. Este nuevo equipamiento y funcionalidad deben ser verificados en circunstancias realistas antes de ser desplegados comercialmente. Incluso con el equipamiento y la funcionalidad ya en su lugar, es importante que los operadores puedan obtener una "prueba de rendimiento" con la posibilidad de identificar y remediar áreas de problemas antes de que existan mayores cargas y/o nuevos servicios en la operación comercial.

15 Consiguientemente, los operadores están particularmente interesados en obtener información relativa al probable rendimiento de una red particular bajo condiciones de carga incrementada en que un mayor porcentaje de los recursos de radio disponibles están siendo utilizados. Por ejemplo, un operador de red puede querer una prueba o demostración con respecto a si una configuración de sitio existente puede proporcionar servicio o servicios adicionales y cómo de bien puede hacerlo. Pero proporcionar de manera precisa esta clase de información es difícil, particularmente si no hay suficientes usuarios disponibles para cargar esos sitios al nivel incrementado deseado y/o no hay suficiente hardware actualmente instalada en los sitios para soportar la carga de tráfico más elevada.

20 Para probar la capacidad de una red o configuración de sitio particular que incluye una pluralidad de sitios y/o sectores, el tráfico podría ser aumentado, aumentando simplemente el número de personas que hacen llamadas en el área de prueba, asumiendo que hay suficiente equipamiento instalado para manejar la carga más elevada. Pero esta clase de proceso de carga manual requiere mucho tiempo y es caro y requiere que un gran número de personas sea empleado y enviado a cargar la red con llamadas. Otro problema con la aproximación de carga manual es que es difícil de asegurar que estos usuarios de prueba añadidos de nuevo imiten el comportamiento de la carga de tráfico real ya que se les está pidiendo que hagan llamadas de prueba "artificiales". Sus diseños de movilidad y uso del teléfono móvil pueden diferir significativamente de los de los usuarios reales, aumentando por ello las dudas acerca de la precisión de los resultados del rendimiento del sistema así obtenidos.

25 Una aproximación alternativa para aumentar la carga efectiva en el área de prueba de red sería aumentar la carga de recursos de radio de cada usuario existente, por ejemplo, deshabilitando el control de energía y/o la transmisión discontinua (DTX). Como características tales como el control de energía y la DTX reducen la energía transmitida por cada usuario, deshabilitarlas es equivalente a añadir más usuarios manualmente en términos de nivel de carga de tráfico en la red. Una ventaja con este método sobre la técnica de carga manual es que se evitan los inconvenientes con respecto al tiempo, coste, organización y exactitud de los resultados descritos antes. Una desventaja, sin embargo, es que la ganancia de características como control de energía y DTX es típicamente difícil de cuantificar en situaciones prácticas, y por lo tanto, la carga efectiva en la red conseguida por deshabilitar estas características es incierta.

30 Una mejor aproximación de carga para aumentar la carga efectiva en el área de prueba de red es reducir el número de recursos de radio disponibles. La carga de tráfico es típicamente distribuida sobre una cantidad o número de recursos de radio limitados. Por ejemplo, en el contexto de una red de comunicaciones de radio que emplea la tecnología de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), los recursos de radio incluyen intervalos o franjas de tiempo y frecuencias. Si el mismo número de usuarios puede solamente utilizar una cantidad reducida de recursos de radio, entonces la carga en estos recursos de radio es aumentada. Si los recursos de radio en el sistema, por ejemplo, los intervalos horarios y frecuencias en un sistema de TDMA, son equivalentes e independientes, entonces los resultados de rendimiento obtenidos utilizando el subconjunto reducido de recursos de radio pueden ser extrapolados para dar medidas de rendimiento de red para la situación de recurso de red completa a cargas más elevadas.

35 Una dificultad al reducir la cantidad o número de recursos de radio disponibles con el fin de aumentar la carga efectiva es que no todos los recursos de radio son equivalentes e independientes, lo que hace incierta la extrapolación de los resultados de prueba. Por ejemplo, el ancho de banda de frecuencia es típicamente un recurso de radio importante. Pero debido a que el desvanecimiento de múltiples trayectos es dependiente de la frecuencia, reducir el ancho de banda de frecuencia influye en la capacidad de los usuarios para combatir el desvanecimiento de

múltiples trayectos, que afecta de manera adversa al rendimiento. Por lo tanto, obtener resultados de prueba con un ancho de banda de frecuencia reducido padece de las mismas incertidumbres en extrapolación para el rendimiento de la red total como los descritos antes en el contexto de aumentar la carga de los recursos de radio de cada usuario, por ejemplo, deshabilitando el control de energía y/o la DTX.

5 En el sistema TDMA GSM, los usuarios utilizan típicamente ancho de banda de frecuencia por salto de frecuencia sobre múltiples frecuencias, teniendo cada una un ancho de banda de 200kHz. En un sistema que emplea el salto de frecuencia, como el GSM, reducir el número de recursos de radio disponibles podría corresponder a reducir el número de frecuencias de salto. El resultado es que las llamadas existentes pueden ser manejadas utilizando el número reducido de frecuencias, que aumenta la carga sobre las frecuencias restantes. Un inconveniente de reducir el número de frecuencias, particularmente en un contexto de salto de frecuencia, es que afecta de manera adversa a la capacidad para combatir el desvanecimiento de múltiples trayectos reduciendo el ancho de banda de frecuencia usado por una conexión, como se ha explicado antes. También reduce la variación de la calidad de radio dentro de un bloque de radio, que reduce el rendimiento de decodificación cuando hay presente una codificación de canal significativa, como es el caso con el lenguaje de GSM. Además, reduce el efecto promedio de interferencia que permite que las ganancias de algunos usuarios, por ejemplo debidas a la DTX, beneficien a todos los usuarios. Por tanto, aumentar la carga efectiva en una red GSM con propósitos de prueba reduciendo el número de frecuencias de salto tiene desventajas significativas debido a que el entorno de radio experimentado por los usuarios es fundamentalmente alterado en el proceso. El documento EP 1 328 131 describe pruebas de carga en un sistema de comunicación de acceso múltiple por división de código (CDMA). La carga de una celda es aumentada escalonadamente añadiendo más ruido a la celda para calcular la capacidad total de la celda.

En un sistema GSM de salto de frecuencia, la carga efectiva en los recursos de radio puede ser medida por la carga de frecuencia, que es definida como el tráfico servido (el número de usuarios y sus requisitos de ancho de banda), dividido por el número de frecuencias de salto por el número de intervalos de tiempo. Como aumentar el tráfico añadiendo artificialmente más usuarios de "prueba", mediante el aumento de la carga de recursos de radio, de los usuarios existentes, o mediante la reducción del número de frecuencias de salto todos tienen desventajas, un mejor modo de aumentar la carga en un sistema GSM es reducir el número de intervalos de tiempo en cada frecuencia o grupo de canal de salto de frecuencia, por ejemplo, bloqueando un número predeterminado de intervalos de tiempo a tráfico. Los intervalos de tiempo individuales son independientes de otros intervalos de tiempo, y el entorno de radio experimentado por los usuarios no es afectado ya que el número correcto de frecuencia de salto es aún utilizado. Seleccionando cuidadosamente el número de intervalos de tiempo que ha de ser usado, la carga de frecuencia puede ser aumentada sin dar como resultado en congestión a los usuarios existentes. Esto es conseguido asegurando o bien que hay equipamiento suficiente en su sitio para impedir la congestión en el grupo de canal de salto de frecuencia con el número reducido de intervalos de tiempo, o bien creando una frecuencia o grupo de canal de salto de frecuencia adicional con un conjunto completo de intervalos de tiempo que pueden servir a usuarios a los que de otro modo se les denegaría el acceso a la red. En GSM, tal grupo de canal de frecuencia adicional puede contener típicamente una frecuencia (BCCH) de canal de control de transmisión, sin salto de frecuencia.

Esta aproximación a aumentar la carga efectiva puede ser utilizada en redes celulares que no emplean TDMA y/o saltos de frecuencia. Por ejemplo, el invento puede ser aplicado al multiplexado de división de frecuencia ortogonal (OFDM) y a técnicas de acceso relacionadas limitando el tiempo de uso para un o más frecuencias de sub-canal, así como a sistemas basados en acceso múltiple por división de código, de espectro extendido (CDMA). En todas las técnicas de acceso de recursos de radio, el tiempo es un recurso de radio común. Si se desea, la aproximación puede ser también combinada con otros mecanismos/técnicas para aumentar la carga efectiva del sistema, tal como los descritos antes (pero no limitado a ellos).

La aproximación de intervalo de tiempo reducido puede ser utilizada para probar una red de radio bajo carga aumentada en un sistema de comunicación por radio que incluye múltiples áreas de servicio. Cada área de servicio incluye un número predeterminado de recursos de comunicación por radio. Cada recurso de comunicación por radio puede ser utilizado durante un periodo de tiempo prescrito que puede ser establecido por una o más unidades de tiempo. Un operador u otra identidad identifican un conjunto de áreas de servicio que ha de ser probado en una carga efectiva aumentada. Un nivel de prueba deseado (por ejemplo, carga de tráfico aumentada) es determinado, y un número correspondiente de unidades de tiempo de recurso de radio es determinado para conseguir las condiciones de nivel de prueba deseado. El uso de recursos de comunicación por radio en las una o más unidades de tiempo determinadas es bloqueado durante un periodo de prueba. El rendimiento en cada área de servicio durante el periodo de prueba es determinado, y después de ello, agregado a las estadísticas de red de prueba total como se considere apropiado.

El rendimiento puede ser determinado basado en medidas tales como: tasa de llamadas perdidas, resistencia de señal recibida, calidad de señal, interferencia, tasa de transferencia satisfactoria, y tasas de error de bit y de bloque. Cada unidad de tiempo puede corresponder a un intervalo de tiempo o a un marco de tiempo, y cada recurso de radio puede estar asociado con una frecuencia, un rango de frecuencia, o un grupo de salto de frecuencia. Alternativamente, si el sistema de comunicación de radio usa el acceso múltiple por división de código (CDMA), cada recurso de radio puede ser asociado con el código, y cada unidad de tiempo puede corresponder a un intervalo de tiempo de transmisión (TTI). En ese caso, los transmisores de radio en el conjunto de áreas de servicio transmiten a

un nivel de energía aumentado durante los TTI desbloqueados y a un nivel de energía disminuido durante los TTI bloqueados.

5 En un ejemplo de realización, se bloquean las unidades de tiempo síncrono en todas las áreas de servicio que están siendo probadas. Las unidades de tiempo síncronas o intervalos de tiempo son elegidos de manera preferente debido a que la interferencia desde un área de servicio afecta típicamente al rendimiento en otras áreas de servicio. Si el efecto de la carga efectiva aumentada ha de ser registrado igualmente a través del área de prueba de red en la forma de interferencia aumentada, la carga debe ser concentrada en la misma unidad o unidades de tiempo en todas las áreas de servicio.

10 En la práctica, puede no ser posible el bloqueo de unidades de tiempo síncronas o intervalos de tiempo exactamente. Este podría ser el caso, por ejemplo, si diferentes áreas de servicio obtienen su referencia de tiempo a partir de enlaces de transmisión diferentes e independientes. En sistemas asíncronos, las unidades de tiempo o intervalos de tiempo tan cerca de los síncronos como sea posible deberían ser bloqueadas en las diferentes áreas de servicio. Cualquier falta de alineación puede entonces ser corregida para el cálculo de carga efectiva. Tal corrección es deseable ya que la no alineación reduce la interferencia experimentada por el tráfico en la red, y por
15 ello, la carga efectiva real alcanzada durante la prueba.

En una realización ejemplar, no limitativa aplicada a un nodo de control, un controlador en ese nodo controla varias unidades de estación base de radio. Las unidades de estación base de radio pueden corresponder a sitios de estación base o a sectores de estación base. Una vez que un conjunto de áreas de servicio es especificado para pruebas, se determinan una o más veces en cada área de servicio en que uno o más recursos de radio asociados con cada área de servicio no serán usados. Se determina una medida de rendimiento en esas condiciones. Otra
20 realización ejemplar, no limitativa es un producto de programa de ordenador que incluye un código de ordenador operable para controlar un ordenador. Ese código puede incluir una primera lógica operable para determinar un conjunto de áreas de servicio de prueba para probar, una segunda lógica operable para determinar una o más veces en cada área de servicio en que uno o más recursos de radio para cada área de servicio no serán usados, y una
25 tercera lógica operable para determinar cada rendimiento del área de servicio en esas condiciones.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La fig. 1 ilustra un sistema de comunicaciones por radio que incluye un número de áreas de servicio, un conjunto de las cuales ha de ser probado;

30 La fig. 2 ilustra recursos de intervalo de tiempo asociados con cada uno de los sitios que ha de ser probado en un sistema síncrono;

La fig. 3 ilustra intervalos de tiempo de los sitios que han de ser probados en un sistema asíncrono;

La fig. 4 es un diagrama de flujo que ilustra un conjunto de procedimientos no limitativos para medir el rendimiento de ciertos sitios bajo carga efectiva aumentada;

La fig. 5 ilustra un controlador para controlar los sitios y controlar los procedimientos de prueba; y

35 Las figs. 6A y 6B ilustran dibujos en que la energía de transmisión en un sitio particular está concentrada a intervalos de tiempo de transición específicos.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

40 La siguiente descripción expone detalles específicos, tales como realizaciones particulares, procedimientos, técnicas, etc., con propósitos de explicación y no de limitación. Pero será apreciado por un experto en la técnica que pueden emplearse otras realizaciones aparte de estos detalles específicos. Por ejemplo, aunque la siguiente descripción hace referencia a recursos de radio de tipo GSM, que incluyen intervalos de tiempo y salto de frecuencia, el invento se puede emplear virtualmente en cualquier tipo de sistema de comunicación por radio en que el tiempo es un factor en la asignación y utilización de recursos de radio. En algunos casos, las descripciones detalladas de métodos bien conocidos, interfaces, circuitos, etc., son omitidos de modo que no oscurezcan la
45 descripción con detalles innecesarios. Además, bloques individuales están mostrados en algunas de las figuras. Los expertos en la técnica apreciarán que las funciones de esos bloques pueden ser puestas en práctica utilizando circuitos de hardware individuales, usando productos de programa de software en unión con un microprocesador u otro ordenador adecuadamente programado, utilizando circuitos específicos de aplicación (ASIC), y/o utilizando uno o más procesadores de señal digital (DSP).

50 La fig. 1 ilustra un sistema de comunicación por radio comprendido de múltiples áreas de servicio, denominadas aquí genéricamente como "sitios", que incluyen sitios de S1 a S12. El término "sitio" abarca una celda, una estación base de radio, o un sector de estación base de radio. Se desea que se realice una prueba de capacidad de carga/tráfico efectiva sobre un cierto conjunto de áreas de servicio. En el ejemplo de la fig. 1, los sitios S1 a S12 son preferiblemente todos puestos bajo condiciones de prueba para determinar el rendimiento de los sitios S1-S3. Esta
55 es la razón por la que los sitios S1-S3 son denominados como sitios de primer nivel, y los sitios S4-S12 son

denominados como sitios de segundo nivel. Los sitios de segundo nivel son probados para incluir sus efectos, por ejemplo, interferencias, etc., sobre los sitios de primer nivel. Para los propósitos de este ejemplo solamente, se asume que el sistema de comunicación por radio sea un sistema de tipo TDMA que soporta salto de frecuencia entre un número de frecuencias de salto, estando dividida cada frecuencia en marcos repetidos de ocho intervalos de tiempo TS0-TS7.

La fig. 2 ilustra un marco de intervalo de tiempo para cada uno de los sitios S1-S3. En este caso, los intervalos de tiempo son sincronizados en el tiempo de manera que cada intervalo de tiempo en cada frecuencia comienza y termina al mismo tiempo. Con el fin de aumentar la carga de frecuencia a un valor predeterminado, la comunicación que utiliza intervalos de tiempo TS0, TS1, y TS7 es bloqueada durante un periodo de prueba para cada sitio S1-S12. El número de intervalos de tiempo bloqueados depende del nivel de carga que ha de ser probado, y preferiblemente, tiene en cuenta también la carga real que es actualmente generada por los abonados. La carga debería ser aumentada de manera que los abonados no detecten congestión. Mantener la congestión en niveles aceptables puede asegurarse instalando suficiente equipamiento en el grupo de canal de salto de frecuencia con el número de intervalos de tiempo reducido, o creando una frecuencia o grupo de canal de salto de frecuencia adicional con suficientes intervalos de tiempo que pueden servir a los usuarios a los que de otro modo se les denegaría el acceso a la red. Como resultado de bloquear los intervalos de tiempo TS0, TS1, y TS7, todo el tráfico debe ser llevado utilizando solamente los intervalos de tiempo TS2-TS6. Esto aumenta de manera efectiva la carga de tráfico en cada sitio S1-S12 y permite probar el rendimiento en los sitios S1-S3 en este estado de carga incrementada.

El rendimiento puede ser determinado o medido de cualquier manera adecuada incluyendo (pero no estando limitado a) medir un número de llamadas perdidas, una tasa de llamadas perdidas, la calidad de la señal, la intensidad de la señal, la interferencia, tasas de error de bit o de bloque, retardo, etc. Tales indicadores de rendimiento de cada sitio son entonces agregados a una medida o medidas de rendimiento de red total como se considere apropiado por el operador. Por ejemplo, una tasa de llamadas perdidas para sitios S1-S3 y una carga de frecuencia media para sitios S1-S12 pueden ser calculadas y comparadas a los objetivos definidos por el operador para carga de tráfico y tasa de llamadas perdidas en la red. Además, los datos del sitio individual pueden ser utilizados para identificar áreas de problema que requieren atención particular con respecto a la optimización de la red continuada, adición de sitios, actualizaciones del equipamiento, y así sucesivamente, con el fin de que el operador satisfaga los objetivos de capacidad de red y de rendimiento.

Conducir una prueba de rendimiento similar en un sistema no sincronizado es más complicado. La fig. 3 muestra tal sistema no sincronizado con los intervalos de tiempo para cada uno de los sitios S1-S3 estando desplazados entre sí. Los intervalos de tiempo más estrechamente alineados en cada sitio son los mejores candidatos para el bloqueo. Intervalos de tiempo ejemplares para el bloqueo en este caso son los intervalos de tiempo TS5-TS7 para el sitio S1, los intervalos de tiempo TS0, TS1, y TS7 para el sitio S2, y los intervalos de tiempo TS0, TS6, y TS7 para el sitio S3, como se ha mostrado. De este modo, la carga de tráfico puede ser concentrada en cinco intervalos de tiempo en cada uno de los sitios que están tan cerca de lo sincrónico como sea posible, aunque tienen diferentes número de intervalos de tiempo en la estructura de marco repetitiva de cada sitio. Los intervalos de tiempo correspondientes en sitios de segundo nivel S4-S12 que están estrechamente alineados a los intervalos de tiempo bloqueados en los sitios de primer nivel S1-S3 son también bloqueados. Como en el caso sincronizado, el número de intervalos de tiempo bloqueados puede ser equilibrado con otros factores tales como evitar la congestión para abonados activos en la red y mantener una calidad de servicio razonable, además del propósito principal de alcanzar una carga efectiva objetivo para la prueba de red.

Con el fin de evaluar los desplazamientos de tiempo relativos de sitios en un sistema no sincronizado, deben ser realizadas mediciones de tiempo, típicamente usando una estación móvil de prueba para registrar la transmisión de información de sincronización de tiempo por cada sitio. Esta información de tiempo para cada sitio puede ser comparada para determinar desplazamientos entre los intervalos de tiempo en cada uno de los sitios, y por ello, qué números de intervalos de tiempo deberían ser bloqueados en cada sitio para conseguir un bloqueo de intervalo de tiempo sincrónico a través del área de prueba como se desee.

La carga de frecuencia de los sitios S1-S12 determinada en una configuración no sincronizada es corregida preferiblemente para la falta de sincronización entre intervalos de tiempo en diferentes sitios. Tal corrección es deseable ya que los intervalos de tiempo no alineados reducen la interferencia experimentada por el tráfico en los intervalos de tiempo desbloqueados, y por lo tanto, la carga efectiva real conseguida durante un periodo de prueba.

A continuación se ha descrito un modo ejemplar, no limitativo, en el que las mediciones en una aplicación no sincronizada pueden ser corregidas. El máximo desplazamiento entre intervalos de tiempo bloqueados correspondientes en un sitio arbitrario y el sitio de referencia elegido es más o menos la mitad de un intervalo de tiempo, si los intervalos de tiempo a bloquear han sido elegidos para minimizar su no alineación. Por tanto, el máximo desplazamiento entre cualquier par de sitios arbitrarios en el conjunto es un intervalo de tiempo. Se puede aplicar una corrección a la carga de frecuencia calculada basado en un desplazamiento de tiempo medio, fijo en el conjunto de sitios. Por ejemplo, se puede mostrar que el desplazamiento de tiempo medio entre un par de sitios arbitrarios con desplazamientos aleatorios independientes del sitio de referencia del orden de -0,5 intervalos de tiempo a +0,5 intervalos de tiempo es 0,333 (un tercio) intervalos de tiempo. Se supone ahora como un ejemplo que dos intervalos de tiempo en cada sitio deberían ser bloqueados con el fin de conseguir la carga de frecuencia

deseada para la prueba de red. La carga de frecuencia llevada por los sitios con seis intervalos de tiempo desbloqueados puede entonces ser reducida por un factor de 0,333/6 cuando se calcula la carga de frecuencia efectiva. Este factor corresponde a la cantidad relativa de tráfico en el sitio que, de media, no contribuye a interferencias en otros sitios.

5 En algunos casos, tanto en los sistemas sincronizados como no sincronizados, puede ser necesario bloquear un número menor que el número deseado de intervalos de tiempo en ciertos sitios, por ejemplo, con el fin de impedir la congestión si el equipamiento suficiente para abastecer las cargas más efectivas no ha podido ser instalado. No es necesaria la corrección para sitios con un número menor del número máximo de intervalos de tiempo bloqueados. Esto es debido a que el intervalo o intervalos de tiempo desbloqueados adicionales pueden ser siempre elegidos de modo que cubran el desplazamiento a otros sitios que es como mucho un intervalo de tiempo completo, como se ha explicado antes. Como resultado, no hay reducción de interferencia al conjunto principal de intervalos de tiempo desbloqueados, es decir, los comunes a todos los sitios, cuyo rendimiento ha de ser evaluado.

10 A modo de ilustración, se consideran las siguientes fórmulas de carga de frecuencia, no limitativas, para un escenario en el que dos intervalos de tiempo han sido bloqueados. En sitios con ocho intervalos de tiempo desbloqueados:

$$\text{carga de frecuencia: (FL) = Erlang}/(6*8).$$

En sitios con siete intervalos de tiempo desbloqueados:

$$\text{FL} = \text{Erlang}/(6*7)$$

En sitios con seis intervalos de tiempo desbloqueados:

$$20 \quad \text{FL} = (1 - 0,333/6) * \text{Erlang}/(6*6)$$

La carga de frecuencia total en el conjunto de sitios de prueba es la siguiente:

$$\text{FL(carga)} = (\sum \text{FL en todos los sitios en el conjunto})/(\text{número de sitios en el conjunto}).$$

25 La fig. 4 ilustra un conjunto de procedimientos ejemplar, no limitativo para ejecutar prácticamente pruebas de sitio bajo carga efectiva incrementada. Un conjunto de múltiples áreas de servicio (MSA) es determinado para pruebas (operación S1). En el ejemplo anterior, esa prueba es conducida en el contexto de carga de frecuencia incrementada. De nuevo, un área de servicio puede ser un sitio, un sector, una celda, o cualquier otro tipo de área. Basado en la carga de prueba deseada y la carga actual en las áreas de servicio, el número de intervalos de tiempo en cada área de servicio que ha de ser bloqueado durante el periodo de prueba es determinado, preferiblemente asegurando también que la congestión puede ser evitada (operación S2).

30 Si las áreas de servicio no están sincronizadas, la transmisión de señales de temporización desde cada área de servicios es medida, por ejemplo, utilizando un receptor móvil de "prueba" en itinerancia. Esa información de temporización y de número de intervalos de tiempo es transportada a un nodo de control para un uso posterior en la identificación de los intervalos de tiempo que han de ser bloqueados en las áreas de servicio y en la corrección de la carga efectiva para cualquier no alineación de intervalos de tiempo. Si las áreas de servicio están sincronizadas, el nodo de control conoce ya típicamente la información de temporización y de número de intervalos de tiempo. De lo contrario, puede obtener la información directamente desde la estación base de radio asociada con esa área de servicio (operación S3).

35 Basado en la información de temporización y del número de intervalos de tiempo y del número de intervalos de tiempo que han de ser bloqueados desde la operación S2, se puede hacer una determinación en cuanto a qué intervalos de tiempo son síncronos y deberían ser bloqueados en todas las áreas de servicio móvil, o en un contexto no sincronizado, cuyos intervalos de tiempo son las más estrechamente alineados y deberían ser bloqueados, usando la información de temporización desde un área de servicio arbitraria como una referencia (operación S4). Aquellos intervalos de tiempo identificados en la operación S4 son bloqueados (operación S5). El rendimiento es entonces medido o determinado de otro modo en el estado de carga incrementada con ciertos intervalos de tiempo bloqueados. Para sistemas no sincronizados, la carga efectiva es corregida para compensar los intervalos de tiempo no alineados (operación S6).

40 La fig. 5 ilustra un nodo controlador 10 que incluye una CPU 12 y una memoria 14 con un programa que almacena código lógico para poner en práctica las operaciones ilustradas, por ejemplo, en la fig. 4. Desde luego, otras operaciones y procedimientos pueden ser codificados para poner en práctica el invento reivindicado. El controlador 10 en la fig. 5 está acoplado a cada uno de los sitios S1-S12, consistentes con los sitios mostrados en la estructuras de dos filas de la fig. 1, donde los sitios S1-S3 son sitios de primer nivel y los sitios S4-S12 son sitios de segundo nivel. Aunque cada recurso de radio puede también ser asociado con una frecuencia, intervalo de frecuencia, o grupo de salto de frecuencia, tal como se ha ilustrado en las figs. 2 y 3 en el contexto de un sistema de tipo TDMA, el recurso de radio puede también corresponder, por ejemplo, a un código extendido como los utilizados en un

sistema de acceso múltiple por división de código. En un sistema CDMA, cada unidad de tiempo corresponde entonces a un intervalo de tiempo de transmisión (TTI).

Se ha hecho referencia a las figs. 6A y 6B que ilustran la energía de transmisión en un sitio particular en la fig. 6. La fig. 6A es un gráfico que muestra una situación de transmisión normal en que el nivel de energía (normalizado a "1") es consistente sobre los TTI consecutivos. Sin embargo, para probar la capacidad del sistema, las señales pueden ser transmitidas en un "modo comprimido", un ejemplo de lo cual está ilustrado en la fig. 6B. Siendo probados los transmisores en cada sitio que transmiten al doble de energía durante un primer intervalo de tiempo de transmisión, pero a energía cero en el segundo TTI siguiente. Este diseño duplica efectivamente la carga en el área de servicio durante los TTI alternativos, y el rendimiento del sistema pues se medido durante los TTI de energía de transmisión aumentada. Desde luego, la energía puede ser aumentada en algo más del doble (más o menos), durante el primer TTI, y la energía durante el segundo TTI puede ser algo más de cero. También, tanto los periodos de mayor energía como de menor energía pueden extenderse en más de un TTI, y no necesitan extenderse durante un número igual de TTI. Como estas figuras ilustran, un recurso de radio importante en un sistema CDMA es energía de transmisión, que es asignada con códigos de extensión. Aquí, la unidad de tiempo que es bloqueada corresponde a TTI alternativos lo que da como resultado una carga de tráfico aumentada durante los otros TTI.

Puede haber situaciones en las que es deseable utilizar la aproximación de bloqueo de unidad de tiempo/intervalo de tiempo además de una o más estrategias de aumento de carga. Tales otras estrategias podrían incluir (pero no estado limitadas a ello) disminuir un número de frecuencias para utilizar, aumentando número de usuarios móviles, desconectando transmisiones discontinuas (DTX), desactivando el control de energía, etc. Una combinación de métodos de carga puede ser deseable cuando la carga efectiva objetivo para probar es bastante mayor que la carga actual en el área de prueba. Muchos intervalos de tiempo deben entonces ser bloqueados para conseguir la carga requerida, lo que forma una congestión más fuerte de evitar en la práctica ya que el equipamiento adicional significativo más allá del requerido para la carga de red actual debe estar en su lugar para hacerlo. Una combinación de técnicas de carga puede entonces resultar una alternativa más factible.

La aproximación de bloqueo de la unidad de tiempo para aumentar la carga efectiva puede ser utilizada con tecnologías celulares de red distintas de las basadas en TDMA y CDMA, debido a que el tiempo es siempre un recurso importante. Por ejemplo, en multiplexado por división de frecuencia ortogonal (OFDM) y técnicas de acceso relacionadas, el tiempo de uso para una o más frecuencias de sub-canal, así llamados tonos, puede estar limitado con el fin de aumentar la carga efectiva del sistema. Siendo los recursos de radio principales la frecuencia y el tiempo, los sistemas de OFDM soportan fuertes similitudes en este contexto a los sistemas basados en TDMA como el GSM descrito en detalle más arriba.

La aproximación del bloqueo de unidad de tiempo consigue numerosas ventajas sobre otras técnicas. En primer lugar, el operador puede probar la red bajo condiciones de carga efectiva aumentada sin tener que añadir manualmente de usuarios adicionales a la red, lo que ahorra tiempo y dinero y da resultados de rendimiento verdaderamente representativos. En segundo lugar, el operador puede mantener la carga de recurso de radio verdadera de los usuarios sin tener que deshabilitar características como el control de energía y de DTX con el fin de conseguir una carga efectiva aumentada cuya magnitud es entonces difícil de cuantificar. En tercer lugar, el operador puede aumentar la carga del sistema efectivo sin cambiar el entorno de radio para los usuarios, lo que sería el caso si el ancho de banda de frecuencia y/o el número de frecuencias de salto fuera reducido, asegurando por ello resultados de rendimiento representativos. En cuarto lugar, la congestión se puede evitar asegurando que el equipamiento suficiente está instalado, creando un grupo de canal adicional que contiene un conjunto completo de unidades de tiempo para soportar usuarios a los que de lo contrario se les denegaría el acceso a la red, bloqueando un número menor que el número máximo de unidades de tiempo en ciertos sitios donde la congestión es probablemente considerada de otro modo, o por alguna combinación de los anteriores. En quinto lugar, la aproximación de bloqueo de unidad de tiempo puede ser combinada con otras técnicas para aumentar la carga de sistema efectiva si se desea. En sexto lugar, la aproximación de bloqueo de unidad de tiempo trabaja en principio para todas las tecnologías de red celular ya que el tiempo es siempre un recurso clave. En séptimo lugar, la aproximación de bloqueo de unidad de tiempo es aplicable tanto en sistemas celulares síncronos como asíncronos. En octavo lugar, la aproximación de bloqueo de unidad de tiempo es fácilmente puesta en práctica y operada en un nodo de control en que las preparaciones de la prueba, la propia prueba, y el análisis de resultados subsiguientes, tanto sobre una red como al nivel del sitio local, pueden ser realizados con un impacto mínimo en las operaciones normales de red.

Aunque se han descrito puestas en práctica preferidas de realizaciones ejemplares, se ha de comprender que el invento no está limitado a ninguna realización o puesta en práctica descrita, y por el contrario, está destinado a cubrir distintas modificaciones y disposiciones equivalentes incluidas dentro del marco de las reivindicaciones adjuntas.

14. El nodo de control según la reivindicación 12, en el que las unidades RBS corresponden a sitios de estación base o a sectores de estación base.
15. El nodo de control según la reivindicación 12, en el que cada recurso de radio está asociado con una frecuencia, un intervalo de frecuencia, o un grupo de salto de frecuencia.
- 5 16. El nodo de control según la reivindicación 12, en el que cada una de las una o más veces corresponde a un intervalo de tiempo o marco de tiempo.
17. El nodo de control según la reivindicación 12, en el que el rendimiento es determinado basado en la carga de tráfico o capacidad de tráfico utilizando uno o más de: un número de llamadas perdidas, una tasa de llamadas perdidas, la intensidad de señal, la calidad de señal, interferencia, retardo, y una tasa de error.
- 10 18. El nodo de control según la reivindicación 12, en el que el sistema de comunicaciones por radio utiliza el acceso múltiple por división de código, CDMA, cada recurso de radio está asociado con un código, y cada instante corresponde a un intervalo de tiempo de transmisión, TTI.
19. El nodo de control según la reivindicación 18, en el que los circuitos electrónicos están configurados para instruir a los transmisores de radio en el conjunto de áreas de servicio para transmitir a una energía aumentada durante los TTI desbloqueados y a una energía disminuida durante los TTI bloqueados.
- 15 20. El nodo de control según la reivindicación 12, en el que los tiempos en cada una de las áreas de servicio en el conjunto están sincronizados.
21. El nodo de control según la reivindicación 12, en el que las unidades de tiempo en cada una de las áreas de servicio en el conjunto no están sincronizadas, los circuitos electrónicos además están configurados para:
- 20 determinar cuál de los tiempos de recurso de radio para cada una de las áreas de servicios en el conjunto está más estrechamente alineado,
- en el que uno o más tiempos bloqueados incluyen uno o más de los tiempos determinados.
22. El nodo de control según la reivindicación 12, en el que los circuitos electrónicos están además configurados para: compensar el parámetro de prueba deseado o el rendimiento determinado para una falta de sincronización entre tiempos en cada una de las áreas de servicio.
- 25 23. El nodo de control según la reivindicación 12, en el que los circuitos electrónicos están además configurados para: aumentar una carga en el conjunto de áreas de servicio durante la determinación del rendimiento además de bloquear una o más tiempos de recurso de radio.
24. El nodo de control según la reivindicación 12, en el que los circuitos electrónicos están además configurados para: determinar un número de veces de no utilización, lo que evita o limita la congestión para abonados activos por debajo de un nivel predeterminado.
- 30 25. Un producto de programa de ordenador para utilizar en un sistema de comunicaciones por radio que incluye múltiples áreas de servicios, SA, incluyendo cada SA un número predeterminado de recursos de comunicación por radio, donde cada recurso de comunicación por radio está asociado con una unidad de tiempo, incluyendo el producto de programa de ordenador un código de ordenador operable para controlar un ordenador que comprende:
- 35 un primer código lógico operable para determinar un conjunto de área de servicio para probar;
- un segundo código lógico operable para determinar una o más veces en cada área de servicio en el conjunto cuando uno más recursos de radio para cada área de servicio no será utilizado; y
- 40 un tercer código lógico operable para determinar el rendimiento cuando una o más veces en cada área de servicio cuando uno más recursos de radio para cada área de servicio no es utilizado.

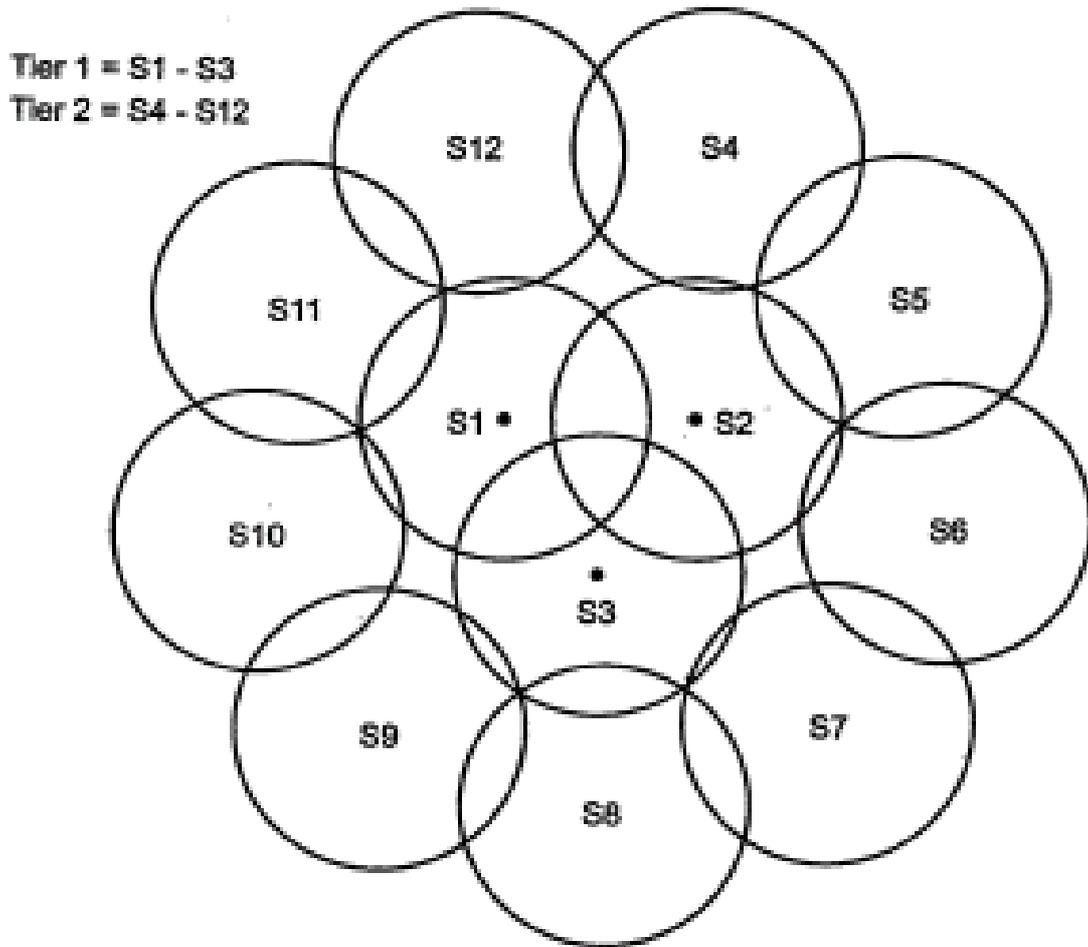


Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

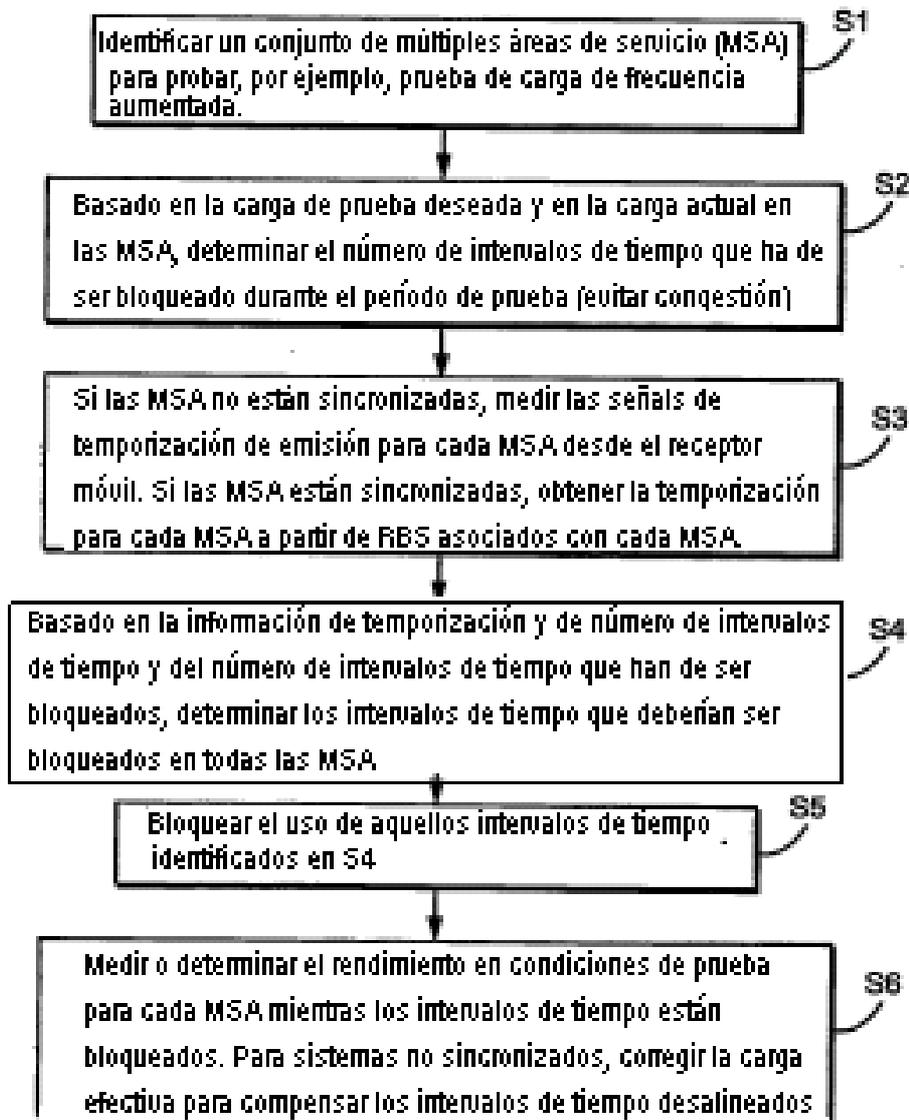


Fig. 4

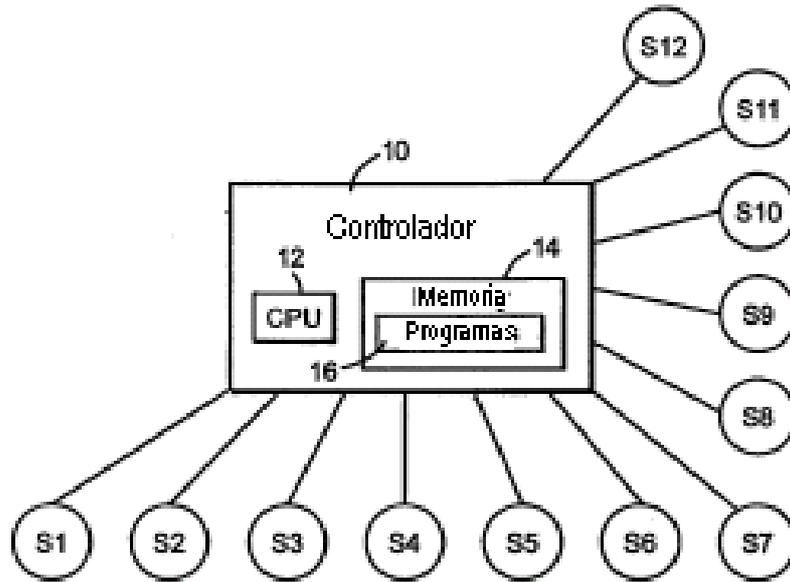


Fig. 5

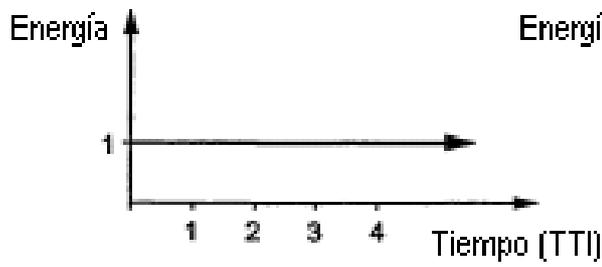


Fig. 6A

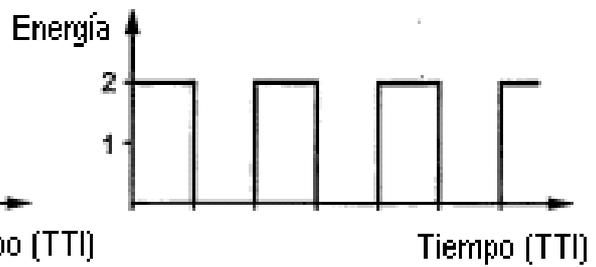


Fig. 6B