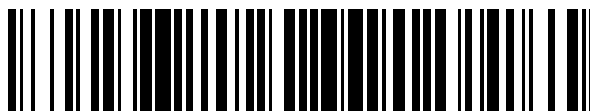


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 649 891**

51 Int. Cl.:

H04W 72/08 (2009.01)

H04W 72/04 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.07.2011** **E 11305863 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.08.2017** **EP 2544500**

54 Título: **Concepto para coordinación de interferencia entre células en una red de comunicación celular**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.01.2018

73 Titular/es:

**ALCATEL LUCENT (100.0%)
3, avenue Octave Gréard
75007 Paris, FR**

72 Inventor/es:

KLEIN, SIEGFRIED

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 649 891 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

Concepto para coordinación de interferencia entre células en una red de comunicación celular

Las realizaciones de la presente invención generalmente se refieren a comunicaciones inalámbricas y, más específicamente, a un concepto para la Coordinación de Interferencia entre Células (ICIC) en una red de comunicación celular.

Antecedentes

Las redes de comunicación inalámbricas o celulares están en constante crecimiento con un despliegue de un número creciente de sistemas para comunicaciones móviles. Debido a la demanda cada vez mayor de comunicaciones inalámbricas, el espectro de frecuencia para el despliegue de nuevos sistemas es cada vez más escaso y, por lo tanto, un recurso costoso.

Para proporcionar cobertura de servicio continua, habitualmente se solapan áreas de células adyacentes o transceptores de estación base en un sistema de comunicación celular, es decir existe un área de solapamiento geográficamente en un límite o borde entre dos células adyacentes o transceptores de estación base de un sistema de comunicación celular, en el que señales de o bien células o transceptores de estación base pueden recibirse mediante un terminal móvil ubicado cerca de esa área de borde de celda solapante. Mientras un terminal móvil puede asignarse únicamente a una célula, es decir, una célula de servicio o una estación base servidora, únicamente puede recibir su señal deseada de su estación base servidora y experimentar otras señales como interferencia. La interferencia entre células diferentes o vecinas, que comúnmente se refiere como interferencia entre células, en redes de comunicación celulares siempre ha sido un problema desde que se han introducido las redes de comunicación móviles.

El impacto de dicha interferencia entre células es más obvio para usuarios de borde de células, es decir, para usuarios o terminales móviles que se ubican en un área límite de su célula de servicio. Tales usuarios de borde de células son más sensibles debido a condiciones de canal inalámbrico de por sí relativamente malas con sus respectivas estaciones base servidoras. Esto puede resultar en una recepción pobre en un borde o límite de célula en la dirección de enlace descendente, es decir la dirección desde la estación base servidora hasta un terminal móvil asociado. La recepción limitada en el borde de célula es un problema importante para los operadores de red inalámbrica que quieren proporcionar cobertura total dentro de su área de servicio y al mismo tiempo garantiza una cierta Calidad de Servicio (QoS) a sus abonados independientemente de su ubicación dentro de una célula.

Para mitigar tal interferencia entre células, pueden emplearse principalmente diversas técnicas de mitigación de interferencia entre células. En general, existen tres enfoques básicos: Aleatorización de Interferencia entre Células, Cancelación de Interferencia entre Células y Coordinación de Interferencia entre Células, que también se abreviará como ICIC a continuación. La Aleatorización de Interferencia entre Células pretende aleatorizar una señal interferente y por lo tanto permitir supresión de interferencia en un terminal móvil o bien aplicando distorsión (seudo) aleatoria después de codificación/intercalado de canal, tales como se usan comúnmente en sistemas de Acceso Múltiple por División de Código (CDMA), tales como por ejemplo el Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS), o usando diferentes tipos de salto de frecuencia, como por ejemplo se aplican también en el Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM). La Cancelación de Interferencia entre Células se basa en la supresión de interferencia que puede lograrse por ejemplo mediante supresión espacial usando múltiples antenas en el terminal móvil. En su lugar, ICIC generalmente pretende aplicar restricciones a gestión de recursos de enlace descendente de una forma coordinada entre células vecinas o adyacentes. Se han examinado técnicas ICIC para sistemas inalámbricos de múltiples células tales como por ejemplo GSM, Servicio General de Paquetes de Radio Mejorado (EGPRS), Evolución de la Tasa de Datos Mejorada para GSM (EDGE) y UMTS desde que estos sistemas empezaron a ganar popularidad.

Recientemente, el Proyecto Común de Tecnologías Inalámbricas de la 3ª Generación (3GPP) ha especificado la así llamada Evolución a Largo Plazo (LTE) de sistemas celulares de 3ª Generación, haciendo LTE un así llamado sistema de comunicación inalámbrica más allá de 3G o 4G. A diferencia de las generaciones anteriores, LTE usa Multiplexación por División Ortogonal de Frecuencia (OFDM) y Acceso Múltiple por División Ortogonal de Frecuencia (OFDMA) para modulación y como esquema de acceso múltiple, respectivamente. La característica ortogonal entre subportadoras de frecuencia adyacentes es una prestación importante de la tecnología OFDM, ya que puede combatir interferencia entre células entre diferentes usuarios dentro de una célula. Sin embargo, en un entorno de múltiples células existe interferencia entre células y juega un papel importante para el rendimiento general de la red. Más específicamente, interferencia entre células en sistemas basados en OFDM, tales como LTE, surge cuando los mismos recursos de frecuencia se usan en células vecinas. Un escenario de este tipo también se denomina comúnmente como una reutilización de frecuencia de uno. Por ejemplo, cuando dos usuarios en diferentes células usan el mismo bloque de frecuencia simultáneamente, entonces la Relación Señal a Interferencia más Ruido (SINR) asociada con estos bloques de frecuencia puede caer a un valor bastante bajo, resultando en una utilización de recursos mala y rendimiento más bajo. Por consiguiente, mecanismos ICIC se centran en reducir las probabilidades de colisión y mitigar la degradación SINR que puedan causar tales colisiones de recursos de radio de células vecinas. Por ejemplo, las células vecinas pueden tener algunas preferencias específicas de célula para diferentes

subconjuntos de bloques de recursos de radio, o las células vecinas pueden emplear potencia reducida para bloques de recursos de radio que colisionan. Tales restricciones en una célula proporcionarán la posibilidad de mejora en SINR y, en consecuencia, al caudal y cobertura de borde de célula

5 ICIC también requiere comunicación entre diferentes nodos de red para establecer y reconfigurar estas restricciones de recursos de radio. Hasta ahora se consideran dos casos, el estático en el que la reconfiguración de las restricciones de recursos se hace en una escala temporal correspondiendo a días y la semiestática en la que la escala temporal es mucho más pequeña y corresponde a segundos. ICIC semiestática se describe, por ejemplo, en
 10 ALCATEL-LUCENT ET AL: "Support for Semi-Static Inter cell Interference Coordination", BORRADOR 3GPP; R1-08-1874 SEMI STATIC INTER COORD OR FREUSE 2, PROYECTO COMÚN DE TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS DE LA 3ª GENERACIÓN (3GPP), CENTRO DE COMPETENCIA MÓVIL; 650, ROUTE DES LUCIOLES; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX; FRANCIA, vol. RAN WG1, n.º Kansas City, Estados Unidos; 20080514, 14 de mayo de 2008. En la actualidad, procedimientos de ICIC estática se aplican a menudo para mejorar la situación de interferencia para terminales móviles de borde de célula. Estos procedimientos estáticos pretenden reducir los recursos de transmisión individuales de una célula de radio a base de un esquema de coloración de los controladores de célula de radio en la red independiente de una carga de red actual.

20 Descripciones de prestaciones de ICIC actuales pueden encontrarse, por ejemplo, en 3GPP TS 36.300 o NOKIA SIEMENS NETWORKS ET AL: "Update of Inter-cell Interference Coordination Feature Description", BORRADOR 3GPP; R2-111639, PROYECTO COMÚN DE TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS DE LA 3ª GENERACIÓN (3GPP), CENTRO DE COMPETENCIA MÓVIL; 650, ROUTE DES LUCIOLES; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX; FRANCIA, vol. RAN WG2, n.º Taipéi, Taiwán; 20110221, 25 de febrero de 2011.

25 ERICSSON: "Uplink inter-cell interference coordination", BORRADOR 3GPP; R1-080360, PROYECTO COMÚN DE TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS DE LA 3ª GENERACIÓN (3GPP), CENTRO DE COMPETENCIA MÓVIL; 650, ROUTE DES LUCIOLES; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX; FRANCIA, vol. RAN WG1, n.º Sevilla, España; 20080109, 9 de enero de 2008 propone un indicador de interferencia alta que contiene la frecuencia central de la banda de interferencia alta en la que el planificador debería poner los usuarios creando interferencia alta a células vecinas. Una célula puede enviar diferentes indicadores de frecuencia alta a diferentes vecinos, algo que puede ser útil para células grandes en las que las distancias de pérdida de trayectoria pueden ser considerables entre diferentes vecinos. Este indicador de frecuencia alta permitirá implementar en conjunción con información de pérdida de trayectoria proporcionada por medidas RSRP de los usuarios en la propia célula Coordinación de Interferencia entre Células proactiva en un sistema de reutilización uno.

35 El documento US 2008/033967 A1 desvela un concepto para la gestión de interferencia entre células en un sistema de comunicación inalámbrica. Una estación base realiza gestión de interferencia transportando y recibiendo mensajes de indicador de carga en un enlace de comunicación de retroceso para estaciones base vecinas dispares que sirven a estaciones móviles interferentes. La notificación de indicadores de carga tiene lugar de acuerdo con una política de informes que se basa en eventos y explica las variaciones de métricas de interferencia en recursos de frecuencia de tiempo disponibles. La comunicación con estaciones base vecinas se limita a un conjunto de interferencias de supervisión, que pueden determinarse estadísticamente, de acuerdo con características de despliegue de una red inalámbrica, o el conjunto puede ajustarse dinámicamente de acuerdo con un conjunto de señales UL recibidas o un conjunto de informes de mediciones CQI DL. La política de informes y conjunto de interferencias pueden adaptarse autónomamente para optimizar tráfico de retroceso, así como control de interferencia.

45 El documento US 2010/0267408 A1 propone un concepto de Coordinación de Interferencia entre Células para la mitigación de interferencia entre células en un sistema de comunicación inalámbrica usando información de coordinación de interferencia intercambiada entre estaciones base vecinas. El procedimiento incluye recibir, en una estación base servidora, mensajes de control de potencia transmitidos por estaciones base vecinas, recibir mensajes de coordinación de interferencia entrantes transmitidos por estaciones base vecinas, incluyendo cada mensaje indicadores de interferencia de bloques de recursos, asignar los bloques de recursos con potencia de transmisión por bloque de recurso a equipo de usuario servido por la estación base a base del control de potencia y mensajes de coordinación de interferencia, generar mensajes salientes de coordinación de interferencia para las respectivas estaciones base vecinas a base de la unidad de asignación de bloque de recursos y transmitir los mensajes de coordinación de interferencia a las estaciones base vecinas, respectivamente.

50 Se desea, sin embargo, proporcionar un concepto de ICIC que pueda adaptar restricciones de recursos de radio en los controladores de célula de radio teniendo en cuenta una carga de red observada en la red de acceso de radio.

Sumario

55 Las realizaciones de la presente invención pueden basarse en el hallazgo de que un concepto de Coordinación de Interferencia entre Células (ICIC) semiestática puede adaptar restricciones de recursos de radio en respuesta a una carga de red observada en la red de acceso de radio inalámbrica. En particular en redes de acceso de radio altamente cargadas, ICIC semiestática puede proporcionar ganancias reduciendo interferencia en la vecindad de una célula de radio.

Las realizaciones proporcionan un concepto de ICIC en el que cada transceptor de estación base servidora puede identificar sus estaciones base vecinas interferentes y puede determinar información de cada una. A continuación, puede estimarse una ganancia potencial para una estación base servidora de la célula en el supuesto de que una estación base vecina interferente identificada restringe el uso de un recurso de radio físico. Cada estación base servidora puede a continuación transferir información de carga y la ganancia potencial estimada a cada uno de sus transceptores de estación base vecinos interferentes. Cada estación base interferente puede evaluar la información proporcionada con la consideración de su propia situación de carga actual y a continuación puede reducir opcionalmente el uso de ciertos recursos de radio físicos para mejorar rendimiento de sistema general.

Por lo tanto, las realizaciones proporcionan un procedimiento para Coordinación de Interferencia entre Células en una red de comunicación celular que comprende una pluralidad de células de radio, estando cada célula de radio servida mediante una estación base servidora. El procedimiento comprende las siguientes etapas:

- a) determinar una situación de carga actual de una estación base servidora,
- b) identificar estaciones base interferentes que interfieren una comunicación de la estación base servidora con sus terminales móviles asociados ubicados en un área límite o de borde de la célula de radio servida de la estación base servidora,
- c) estimar una ganancia de capacidad hipotética para la estación base servidora con la premisa de que una estación base interferente identificada restringe un uso de al menos un subconjunto de sus recursos de radio físicos interferentes,
- d) transferir un informe sobre la situación de carga actual de la estación base servidora y la ganancia de capacidad hipotética estimada a cada una de las estaciones base interferentes identificadas, y
- e) evaluar, en una estación base interferente identificada, al menos un informe transferido desde al menos una estación base servidora vecina, para opcionalmente reducir un uso de dichos recursos de radio físicos de la estación base interferente identificada a base de la evaluación y una situación de carga actual de la estación base interferente identificada.

En algunas realizaciones el procedimiento o las etapas del mismo puede ejecutarse o bien de forma continua, en las que en otras realizaciones el procedimiento puede ejecutarse únicamente durante una situación de sobrecarga de la red de comunicación celular. Es decir, el algoritmo o procedimiento puede estar activo todo el tiempo en algunas realizaciones. Para reducir el uso de recursos de procesamiento, el algoritmo puede, sin embargo, estar también desactivado si no existe escasez de recursos de radio físicos debido a una carga baja comparativamente en la comunicación celular o red de acceso de radio. Para este fin el uso relativo de recursos de radio físicos de una estación base puede compararse contra un umbral de carga predefinido en diversas realizaciones. Como un criterio adicional o alternativo el procedimiento puede desactivarse si los terminales móviles asociados a la estación base servidora se ubican principalmente cerca del centro de la célula de servicio, es decir, cerca de la estación base servidora, porque tales terminales móviles conscientemente únicamente se benefician poco de ICIC. Para este fin estadísticas a largo plazo de informes de Indicador de Calidad de Canal (CQI) puede por ejemplo compararse contra sus estadísticas a corto plazo. Esto puede ser o bien una distribución o un percentil. El CQI es una medida de una calidad de comunicación de canales inalámbricos. CQI puede ser un valor (o valores) que representa una medida de una calidad de canal para un canal dado. Típicamente, un valor CQI alto es indicativo de un canal con alta calidad y viceversa. Un CQI para un canal puede calcularse haciendo uso de métrica de rendimiento, tales como una Relación Señal-Ruido (SNR) o una Relación Señal a Interferencia más Ruido (SINR) del canal. Estos valores pueden medirse para un canal dado y a continuación usarse para calcular un CQI para el canal.

De acuerdo con realizaciones, las etapas a) a d) del procedimiento anteriormente mencionado pueden ejecutarse mediante un aparato para una estación base servidora. En otras palabras, un aparato de estación base servidora de acuerdo con las realizaciones de la presente invención se adapta para realizar un procedimiento de estación base servidora para ICIC en una red de comunicación celular, en el que el procedimiento de estación base servidora comprende determinar una situación de carga actual de la estación base servidora, identificar estaciones base interferentes que interfieren una comunicación de la estación base servidora con sus terminales móviles asociados ubicados en un área límite o de borde de la célula de radio servida de la estación base servidora, estimar una ganancia de capacidad hipotética para la estación base servidora con la premisa de que una estación base interferente identificada restringe un uso de al menos un subconjunto de sus recursos de radio físicos interferentes y transferir un informe sobre la carga de célula determinada y la ganancia potencial estimada a cada una de las estaciones base interferentes identificadas.

En consecuencia, de acuerdo con otras realizaciones, la etapa e) del procedimiento anteriormente mencionado puede ejecutarse mediante un aparato para una estación base interferente. En otras palabras, un aparato de estación base interferente de acuerdo con las realizaciones de la presente invención se adapta para realizar un procedimiento de estación base interferente para ICIC en una red de comunicación celular, en el que el procedimiento de estación base interferente comprende evaluar, a base de una situación de carga actual de la estación base interferente, al menos un informe transferido a la estación base interferente desde al menos una estación base servidora vecina, siendo el al menos un informe indicativo de una carga de célula y una ganancia de capacidad hipotética estimada para la estación base servidora con la premisa de que la estación base interferente restringe un uso de al menos un subconjunto de sus recursos de radio físicos interferentes, para opcionalmente reducir el uso de los recursos de radio físicos de la estación base interferente a base de la evaluación.

De acuerdo con realizaciones, determinar la situación de carga actual de la estación base servidora puede comprender determinar bloques de recursos de radio físicos usados para comunicación especializada de datos útiles desde la estación base servidora a sus terminales móviles asociados y/o viceversa. De este modo bloques de recursos de radio físicos pueden entenderse como porciones de frecuencia, tales como por ejemplo subportadoras de un sistema basado en OFDMA, porciones de tiempo, tales como por ejemplo intervalos o tramas de tiempo, o una combinación de los mismos. Por ejemplo, en OFDMA, usuarios se asignan a un número específico de subportadoras durante una cantidad determinada de tiempo. Estas se denominan como bloques de recursos físicos (PRB) en las especificaciones LTE. PRB por lo tanto pueden tener tanto una dimensión de tiempo como de frecuencia. Asignación de PRB puede controlarse mediante una función de planificación en una estación base (eNodeB). En LTE, por ejemplo, un PRB se define como que consiste en doce subportadoras consecutivas para un intervalo (0,5 mseg) de duración. Un PRB puede ser el elemento más pequeño de una asignación de recursos asignada por un planificador de estación base. En este punto y en el resto una carga generada por usuarios en una célula puede entenderse como los recursos de radio físicos usados para servir a estos usuarios en relación con recursos de radio físicos totalmente disponibles. Por ejemplo, el número de portadoras de frecuencia o intervalos de tiempo usados para servir a los usuarios en relación con el número total de portadoras de frecuencia o intervalos de tiempo disponibles.

De acuerdo con realizaciones, informes de mediciones de terminales móviles pueden evaluarse por la estación base servidora para identificar células vecinas potencialmente interferentes servidas por estaciones base vecinas. En algunas realizaciones pueden usarse medidas de traspaso (HO), que pueden llevarse a cabo mediante un terminal móvil de forma regular. En este caso los terminales móviles están enviando sus medidas a la estación base servidora justo antes de HO.

La estación base servidora evaluará esta información y, basada en la misma, generará informes a las estaciones base interferentes.

Traspaso es una funcionalidad clave de la mayoría de sistemas de comunicación celular que intentan mantener un terminal móvil conectado posiblemente a la mejor estación base en su vecindad. Traspaso es habitualmente a base de mediciones de Intensidad de Señal Recibida (RSS) de enlace descendente y Relación Portadora-Interferencia (CIR) del terminal móvil. Procesamiento de mediciones HO se hace habitualmente en Capa 1 (L1) y Capa 3 (L3) mediante el terminal móvil. El HO se inicia a continuación por la estación base servidora si se cumplen ciertos criterios de evento. En LTE, por ejemplo, un terminal móvil realiza mediciones de canal de radio de enlace descendente a base de símbolos de referencia o piloto. En particular, el terminal móvil puede medir la Potencia Recibida de Símbolos de Referencia (RSRP) y la Calidad Recibida de Símbolos de Referencia (RSRQ). Si se satisfacen ciertas condiciones de red configuradas, el terminal móvil envía el correspondiente informe de medición indicando el evento accionado. La RSRP y RSRQ pueden medirse a base de los símbolos de referencia recibidos desde la célula de servicio y desde las células (interferentes) adyacentes más intensas. En caso de que el algoritmo de traspaso se base en valores RSRP, traspaso puede activarse cuando un valor RSRP de una célula adyacente es mayor que el de la célula de servicio por un número de dBs igual a histéresis HO; debe satisfacerse esta condición durante un periodo de tiempo que comúnmente se denomina como Tiempo de Accionamiento (TTT). Sin embargo, mediciones HO o informes de mediciones HO proporcionan una vista ligeramente retrasada de la situación de interferencia entre células, ya que únicamente se accionan cuando una célula vecina llega a ser en una cantidad predefinida de compensación mejor que la célula de servicio (evento A3).

Por lo tanto, en otras realizaciones pueden configurarse mediciones de terminal móvil adicionales o alternativas de tal forma que se dedican a la medición de una situación de interferencia entre células más actual, proporcionando de este modo una vista más actual de la situación de interferencia entre células. Por ejemplo, un así llamado evento A2, es decir cuando el servicio llega a ser peor que un umbral predefinido, puede ser notificado instantáneamente desde un terminal móvil asociado a su estación base servidora. Tales informes de mediciones adicionales o alternativos pueden configurarse para identificar terminales móviles en el límite de célula. En este caso los terminales móviles están enviando sus mediciones a la estación base servidora si entran el límite de célula. Por ejemplo, si se asume una ventana de límite de célula de 3 dB, entonces existirá un mayor número de informes, porque móviles pueden entrar y dejar el límite de célula sin traspasar a otra célula. Por lo tanto, tales informes de mediciones adicionales provocarán tráfico adicional en la interfaz aérea.

Para resumir, no importa si los informes de mediciones se envían a la estación base servidora en respuesta a un evento A2 y/o A3, en cualquier caso, la identificación de las estaciones base interferentes puede comprender mediciones de un terminal móvil asociado ubicado en el área límite de la célula de radio, estando las mediciones dirigidas hacia intensidad de señal (RSRP) y/o calidad de señal (RSRQ) de estaciones base que están en la vecindad del terminal móvil asociado.

En lugar de recibir más o menos informes de mediciones periódicos desde un terminal móvil asociado, la identificación de las estaciones base interferentes también puede comprender específicamente ordenar a un terminal móvil asociado ubicado en el área límite o de borde de la célula de radio que realice mediciones relacionadas con estaciones base que están en la vecindad del terminal móvil asociado, es decir su estación base servidora y potencialmente estaciones base interferentes. Si un terminal móvil se ubica en el área límite puede determinarse por ejemplo a base de valores CQI notificados desde los terminales móviles en dirección de enlace ascendente.

Una estación base interferente i ($i = 1, 2, \dots, N_i$) puede identificarse como cualquier estación base que es visible en cualquiera de informes de mediciones de un terminal móvil servido. Para cada estación base interferente i puede generarse un informe en la estación base servidora s ($s = 1, 2, \dots, N_s$), manteniendo el informe de la estación base servidora ganancias de capacidad hipotéticas acumuladas para todos sus móviles asociados con la condición de que la estación base interferente i que se considera en la actualidad no está transmitiendo. Este informe puede a continuación transportarse desde la estación base servidora s a la estación base interferente i a través de una interfaz entre estaciones base. En LTE, por ejemplo, la interfaz entre estaciones base X2 puede usarse para ese fin. Por supuesto, también son concebibles otras interfaces entre estaciones base vecinas, como, por ejemplo, la interfaz aérea. De acuerdo con realizaciones, la estimación de la ganancia de capacidad hipotética comprende por lo tanto determinar la ganancia de capacidad hipotética acumulada $G_{s,i}$ relacionada con una pluralidad de terminales móviles ubicados en el área límite de la célula de radio y estando asociados a la estación base servidora s en el supuesto de que una estación base interferente i no está transmitiendo en ciertos recursos de radio de enlace descendente físicos. De este modo la ganancia de capacidad acumulada $G_{s,i}$ puede determinarse a base de

$$G_{s,i} = \sum_m G_{m,s,i} \quad (1)$$

en la que

$$G_{m,s,i} = f_C(Q_{m,s,i}) - f_C(Q_{m,s}) \quad (2)$$

En la Ecuación (2) $f_C(Q_{m,s,i})$ representa una estimación de una capacidad de canal $C_{m,s,i}$ a base de una calidad de canal

$$Q_{m,s,i} = \frac{S_{m,s}}{T_m - S_{m,s} - I_{m,i}} \quad (3)$$

de un terminal móvil asociado m servido por estación base servidora s en el supuesto de que la estación base interferente i no está transmitiendo. $f_C(Q)$ representa una estimación de una capacidad de canal C a base de una calidad de canal medida Q_m del terminal móvil asociado m servido por estación base servidora s con interferencia experimentada, en el que la calidad de canal medida $Q_{m,s}$ corresponde a una RSRQ medida dada de la célula, que puede considerarse como una relación entre una potencia promedio de todos los elementos de recurso que portan señales de referencia específicas de células por todo un ancho de banda de comunicaciones (RSRP) y un Indicador de Intensidad de Señal Recibida (RSSI), es decir $RSRQ = RSRP/RSSI$. Por lo tanto, $f_C(\cdot)$ representa una estimación de una capacidad de canal correspondiente a través de una función de mapeado $f_C(\cdot)$. Esto es parte de la adaptación de enlace o la así llamada codificación y modulación adaptativa (ACM), que es una expresión usada para representar la adaptación de los parámetros de modulación, codificación y otras señales y protocolos a las condiciones del enlace de radio (por ejemplo, la pérdida de trayectoria, la interferencia debido a señales procedentes de otros transmisores, la sensibilidad del receptor, el margen de potencia de transmisor disponible, etc.).

En la Ecuación (3) anterior $I_{m,i}$ representa la RSRP de la estación base interferente i , $S_{m,s}$ corresponde a la potencia promedio de todos los elementos de recurso físicos que portan señales de referencia específicas de células en todo un ancho de banda de comunicaciones (RSRP) y T_m corresponde a una estimación para una potencia total recibida de móvil m , que puede determinarse a base de

$$T_m = \frac{S_{m,s}(1 + Q_{m,s})}{Q_{m,s}} \quad (4)$$

para medidas dadas $S_{m,s}$ (RSRP) y $Q_{m,s}$ (RSRQ) en célula s . La estimación T puede mejorarse tomando en cuenta mediciones S y Q de un terminal móvil de más de una célula. Por ejemplo, el terminal móvil puede medir S y Q de una pluralidad de células vecinas y notificar las mismas también a su célula de servicio. En ese punto, puede calcularse entonces una estimación mejorada para T_m .

Durante la etapa d), es decir la transferencia del informe, la ganancia de capacidad acumulada $G_{s,i}$ de la estación base servidora s , en el supuesto de que estación base interferente i no está transmitiendo, puede transferirse desde dicha estación base servidora s a dicha estación base interferente i , por ejemplo, usando la interfaz entre estaciones base X2 o la interfaz aérea. Además, también puede proporcionarse información sobre una situación de carga actual de la estación base servidora s a la estación base interferente i a través de la interfaz X2 o la interfaz aérea.

Cada estación base interferente i recibirá informes desde una pluralidad de estaciones base servidoras adyacentes. A base de los informes recibidos, cada estación base interferente i puede calcular una ganancia de capacidad combinada hipotética de todas las estaciones base servidoras vecinas s en el supuesto de que la estación base interferente i no está transmitiendo ningún dato a sus móviles usando recursos de radio físicos específicos. A base de esta información (carga, ganancia hipotética), y con la ayuda de una función objetivo, la estación base

interferente i puede decidir la cantidad de recursos de radio físicos empleados para servir a móviles adheridos a la misma. En otras palabras, durante la etapa e) de evaluación de al menos un informe transferido en una estación base interferente i , la ganancia de capacidad acumulada combinada hipotética

$$G_i = \sum_s G_{s,i} \quad (5)$$

5 de una pluralidad de estaciones base servidoras notificadoras s puede determinarse en el supuesto de que dicha estación base interferente i no está transmitiendo ningún dato usando recursos de radio físicos a sus terminales móviles asociados.

Después de la etapa de evaluación e), la estación base interferente i puede decidir, a base de el al menos un informe recibido sobre una carga de célula determinada de la estación base servidora y su ganancia hipotética estimada $G_{s,i}$, una cantidad de recursos de radio físicos que la estación base interferente puede usar para la comunicación con sus terminales móviles asociados. Información de carga por estación base servidora está disponible en la estación base interferente i para tráfico garantizado y mínimo posible separadamente.

Existen varias formas para identificar los recursos de radio a no usar, por ejemplo, conocimiento compartido previamente desde coloración de célula o coordinación explícita entre vecinos (por ejemplo, a través de señalización). De acuerdo con una realización, la máxima prioridad de la estación base interferente i puede ser servir a sus propios terminales móviles asociados con al menos una tasa garantizada predefinida. Una segunda máxima prioridad puede ser habilitar otra estación base (de servicio) para servir a sus terminales móviles asociados a una respectiva tasa garantizada. Por lo tanto, de acuerdo con una realización la estación base interferente puede decidir la cantidad de recursos de radio físicos dado que la comunicación con sus terminales móviles asociados con al menos una tasa de datos garantizada tiene una máxima prioridad y dado que una comunicación de una estación base servidora con sus terminales móviles asociados con al menos una tasa de datos garantizada tiene la segunda máxima prioridad. De acuerdo con otra realización, la estación base interferente i también puede decidir descartar uno de sus usuarios asociados para servir mejor al rendimiento de red general. En este caso la comunicación de una estación base servidora vecina con sus terminales móviles asociados con al menos una tasa de datos garantizada tiene la prioridad más alta.

Si este concepto ICIC se ejecuta en una frecuencia de iteración más alta, también puede extenderse para identificar terminales móviles para planificación coordinada y transmisión multipunto en enlace descendente.

Algunas realizaciones comprenden circuitos de control digitales instalados dentro de la circuitería eléctrica del aparato de la estación base servidora y/o estación base interferente. Un circuito de control digital de este tipo, por ejemplo, un procesador de señales digitales (DSP), necesita ser programado en consecuencia. Por lo tanto, realizaciones aún adicionales también proporcionan un programa informático que tiene un código de programa para la realización de al menos una etapa de realizaciones de los procedimientos anteriormente mencionados, cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador o un procesador digital.

Las realizaciones de la presente invención pueden permitir que operadores de redes móviles (MNO) adicionalmente optimicen un rendimiento de una red de comunicación inalámbrica con respecto a interferencia entre células y, por lo tanto, caudal. Además, las realizaciones de la presente invención pueden soportar equilibrio de carga en redes de acceso de radio altamente cargadas, como se describirá en más detalle a continuación. Equilibrio de carga puede soportar una red de radio celular para adaptarse a densidades de carga de tráfico variantes y de este modo puede aumentar el caudal de red. Cuando la carga de una célula particular es demasiado alta, entonces el equilibrio de carga puede transferir hacia otra célula cargada más baja y/o soportar esa célula cargada altamente, por ejemplo, a través de la reducción de su interferencia entre células recibida. De esta manera, el sistema puede adaptarse de una forma flexible a las situaciones de carga de célula actuales, con el resultado de que los usuarios experimentan una calidad de servicio más alta y que el caudal de sistema total - en un nivel de calidad constante - puede aumentarse. Esto puede conducir a una planificación de red celular más relajada y/o a una necesidad retardada para instalar células adicionales en redes crecientes que directamente resulta en gastos de capital reducidos para el operador de red.

Breve descripción de las figuras

Algunas realizaciones de aparatos y/o procedimientos se describirán a continuación únicamente a modo de ejemplo y con referencia a las figuras adjuntas, en las que

- 50 la Figura 1 muestra un diagrama de flujo esquemático de un procedimiento para Coordinación de Interferencia entre Células en una red de comunicación celular, de acuerdo con una realización;
- la Figura 2 muestra un diagrama de bloques esquemático de un aparato de estación base servidora de acuerdo con una realización;
- la Figura 3 muestra un diagrama de bloques esquemático de un aparato de estación base interferente de

- acuerdo con una realización;
- la Figura 4a muestra un esquema de color de frecuencia para un escenario de simulación con Coordinación de Interferencia entre Células;
- la Figura 4b muestra un área de actividad de simulación;
- 5 la Figura 5a muestra tráfico portado dentro de siete células para diferentes mecanismos de equilibrio de carga con carga de tráfico media en las otras células;
- la Figura 5b muestra tráfico portado dentro de siete células para diferentes mecanismos de equilibrio de carga con carga de tráfico alta en las otras células;
- 10 la Figura 5c muestra tráfico portado dentro de siete células para diferentes mecanismos de equilibrio de carga con carga de tráfico muy alta en las otras células, las otras células ya están sobrecargadas;
- la Figura 6a muestra una ganancia de la ICIC, mecanismos HO para un borde de célula a distribución de tráfico de centro de célula con un 15 % de tráfico de borde de célula, que corresponde a una distribución de tráfico aproximadamente uniforme dentro del área de célula;
- 15 la Figura 6b muestra una ganancia de la ICIC, mecanismos HO para un borde de célula a distribución de tráfico de centro de célula con un 30 % de tráfico de borde de célula; y
- la Figura 6c muestra una ganancia de la ICIC, mecanismos HO para un borde de célula a distribución de tráfico de centro de célula con un 50 % de tráfico de borde de célula;

Descripción de las realizaciones

20 Diversas realizaciones de ejemplo se describirán ahora más completamente con referencia a los dibujos adjuntos en los que se ilustran algunos ejemplos de realizaciones. En los dibujos, el grosor de capas y/o regiones puede exagerarse por claridad.

Por consiguiente, mientras ejemplos de realizaciones son capaces de diversas modificaciones y formas alternativas, realizaciones de las mismas se muestran a modo de ejemplo en los dibujos y en el presente documento se describirán en detalle. Debería entenderse, sin embargo, que no se intenta limitar ejemplos de realizaciones a las formas particulares desveladas, sino que, por el contrario, ejemplos de realizaciones cubrirán todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que pertenecen al alcance de la invención. Números de referencia similares se refieren a elementos similares a lo largo de toda la descripción de las figuras.

25

Se entenderá que cuando un elemento se denomina como que se "conecta" o "acopla" a otro elemento, puede estar directamente conectado o acoplado al otro elemento o pueden estar presentes elementos intervinientes. En contraste, cuando un elemento se denomina como que se "conecta directamente" o "acopla directamente" a otro elemento, no hay presente ningún elemento interviniente. Otras palabras usadas para describir la relación entre elementos deberían interpretarse de una manera similar (por ejemplo, "entre" frente a "directamente entre," "adyacente" frente a "directamente adyacente," etc.).

30

La terminología usada en el presente documento es para el fin de describir únicamente realizaciones particulares y no pretende ser limitantes de ejemplos de realizaciones. Como se usa en el presente documento, las formas singulares "un," "una" y "el/la" se conciben para incluir también las formas plurales, a no ser que el contexto claramente indique de otra manera. Se entenderá adicionalmente que los términos "comprende," "que comprende," "incluye" y/o "que incluye," cuando se usan en el presente documento, especifican la presencia de prestaciones indicadas, enteros, etapas, operaciones, elementos y/o componentes, pero no excluye la presencia o adición de una o más otras prestaciones, enteros, etapas, operaciones, elementos, componentes y/o grupos de los mismos.

35

40

A menos que se defina de otra manera, toda expresión (incluyendo expresiones técnicas o científicas) usada en el presente documento tiene el mismo significado que se entiende comúnmente por un experto en la técnica a la que pertenecen los ejemplos de realizaciones. Se entenderá adicionalmente que expresiones, por ejemplo, aquellas definidas en diccionarios usados comúnmente, deberían interpretarse como que tienen un significado que es consistente con sus significados en el contexto de la técnica relevante y no se interpretarán en un sentido idealizado o excesivamente formal a no ser que expresamente se defina así en el presente documento.

45

La Figura 1 muestra esquemáticamente un diagrama de flujo de un procedimiento 10 para Coordinación de Interferencia entre Células en una red de comunicación celular, de acuerdo con una realización.

El procedimiento comprende una etapa 11 de determinación de una situación de carga actual de una estación base servidora s , una etapa 12 de identificación estaciones base interferentes i que interfieren una comunicación de la estación base servidora s con sus terminales móviles asociados ubicados en un área límite o de borde de la célula de radio servida de la estación base servidora. La etapa 12 de identificación se sigue por una etapa 13 de estimación de una ganancia de capacidad hipotética $G_{s,i}$ para la estación base servidora s con la premisa de que

50

una estación base interferente identificada i no usa sus recursos de radio físicos interferentes. En una posterior etapa 14 se transfiere un informe sobre la situación de carga actual de la estación base servidora y la ganancia de capacidad hipotética estimada desde la estación base servidora s a cada una de las estaciones base interferentes identificadas i . En una estación base interferente identificada i al menos un informe transferido desde al menos una estación base servidora vecina se evalúa en una etapa 15, para posiblemente reducir (etapa 16) un uso de dichos recursos de radio físicos de la estación base interferente identificada a base de la evaluación y una propia situación de carga actual de la estación base interferente identificada.

Como se ha explicado antes, el procedimiento 10 o etapas individuales del mismo pueden ejecutarse de forma continua e independiente de una carga de red actual. En otras realizaciones el procedimiento 10 o etapas individuales del mismo pueden ejecutarse únicamente durante una situación de sobrecarga de la red de comunicación celular. Para este fin un uso relativo de recursos de radio físicos de la estación base servidora puede compararse contra un umbral de carga predefinido en tales realizaciones. De acuerdo con realizaciones adicionales, el procedimiento 10 o etapas individuales del mismo pueden desactivarse si terminales móviles asociados a la estación base servidora se ubican principalmente cerca de dicha estación base servidora. Para una decisión relacionada sobre si un terminal móvil se ubica en el área de borde de la célula de servicio o cerca de su centro, pueden tenerse en cuenta valores CQI notificados desde un terminal móvil a su estación base servidora en dirección de enlace ascendente, por ejemplo.

De acuerdo con realizaciones, las etapas 11 a 14 del procedimiento 10 ICIC pueden ejecutarse mediante una estación base servidora o un aparato de la misma, mientras las etapas 15 y 16 pueden ejecutarse mediante una estación base interferente o un aparato de la misma. Como será obvio para los expertos, una primera estación base servidora puede ser una estación base interferente para una segunda estación base servidora (vecina o adyacente), y viceversa.

La Figura 2 muestra esquemáticamente un diagrama de bloques de un aparato 20 de estación base servidora, de acuerdo con una realización. De este modo, un aparato de estación base servidora pueden entenderse como una propia estación base servidora o un aparato para uso en o en conjunción con una estación base servidora.

El aparato 20 de estación base servidora comprende medio 21 de determinación de una situación de carga actual de la estación base servidora s . Además, el aparato 20 de estación base servidora comprende medio 22 de identificación de estaciones base vecinas interferentes i , que interfieren una comunicación de la estación base servidora s con sus terminales móviles asociados ubicados en un área de borde de la célula de radio servida de la estación base servidora. El medio 22 de identificación de estaciones base vecinas interferentes puede acoplarse al medio 23 de estimación de la ganancia de capacidad hipotética $G_{s,i}$ para la estación base servidora s dado que una estación base interferente identificada i restringe el uso de al menos un subconjunto de sus recursos de radio físicos interferentes. El medio 23 de estimación y el medio 21 de determinación se acoplan a un medio 24 de transferencia de un informe sobre la situación de carga actual de la estación base servidora determinada y la ganancia de capacidad hipotética estimada $G_{s,i}$ a cada una de las estaciones i de estaciones base interferentes identificadas. Mientras los medios 21, 22 y 23 pueden comprender circuitería de procesamiento de señal eléctrica individual o común, el medio 24 de transferencia puede comprender o puede comprenderse mediante un transceptor de radio analógico y/o digital, por ejemplo. Por lo tanto, el aparato 20 de estación base servidora se adapta o configura para realizar un procedimiento de estación base servidora para ICIC en una red de comunicación celular, en el que el procedimiento de estación base servidora comprende las etapas 11 a 14 del procedimiento 10.

De acuerdo con realizaciones, el medio 21 de determinación de la situación de carga actual de la estación base servidora puede adaptarse para determinar bloques de recursos de radio físicos que se usan realmente para comunicación especializada de la estación base servidora con sus terminales móviles asociados. Un número de estos bloques usados u ocupados de recursos de radio físicos pueden entonces compararse contra un número total de bloques de recursos de radio físicos disponibles para comunicación especializada con terminales móviles asociados para determinar un valor indicativo de una situación de carga actual de la estación base servidora. Por ejemplo, una carga del 100 % se logra cuando una estación base servidora transmite usando todos sus recursos disponibles en tiempo y frecuencia para la comunicación de datos útiles a sus terminales móviles asociados. Por el contrario a la misma, una estación base servidora experimenta una carga del 0 % cuando no se transmiten datos especializados a ningún terminal móvil.

De acuerdo con realizaciones, mediciones enviadas a la estación base servidora en el enlace ascendente desde terminales móviles de borde de célula asociados pueden evaluarse para identificar células vecinas interferentes servidas por estaciones base servidoras vecinas, es decir potencialmente estaciones base interferentes. Si se cumplen ciertas condiciones configuradas de red, como por ejemplo eventos A2 o A3, el terminal móvil puede enviar el correspondiente informe de medición indicando el evento accionado. En algunas realizaciones pueden usarse mediciones, en las que un terminal móvil mide la RSRP y la RSRQ de su célula de servicio y una pluralidad de células vecinas visibles, respectivamente. Para mediciones HO, un informe respectivo puede enviarse a la célula de servicio en caso de que la célula vecina medida llegue a ser una cierta cantidad de compensación mejor que la célula de servicio (por ejemplo, evento A3). Tales mensajes HO, sin embargo, tienen una cierta latencia. De acuerdo con otras realizaciones un informe de medición puede transferirse a la estación base servidora tan pronto como el servicio llegue a ser peor que un umbral predefinido (por ejemplo, evento A2). Sin embargo, los últimos informes de

mediciones pueden provocar tráfico adicional en la interfaz aérea.

En células que proporcionan una señal por encima de un umbral puede detectarse, en el que el umbral exacto depende de banda de frecuencia. Sin embargo, -125 dB puede considerarse un valor umbral representativo. Un informe de medición del terminal móvil puede comprender la siguiente información:

- 5 • para célula de servicio y hasta 8 vecinas:
 - Potencia recibida de símbolos de referencia (RSRP), intervalo ilustrativo: -140 44 dBm, medida 1 dB
 - Calidad recibida de símbolos de referencia (RSRQ), intervalo ilustrativo: -19,5 ... -3 dB, medida 0,5 dB
- únicamente para vecinas:
 - Identificador de célula global
- 10 • Medida adicional
 - Potencia de Interferencia Recibida (RIP), intervalo ilustrativo: -126 .. -75 dBm, notificados en intervalos regulares de por ejemplo 100 ms.

15 En las realizaciones anteriormente mencionadas el medio 22 de identificación de estaciones base vecinas interferentes se adapta, respectivamente, para recibir y procesar mediciones de un terminal móvil asociado ubicado en el área de borde de célula, estando las mediciones dirigidas hacia intensidad de señal y/o calidad de señal de estaciones base que están en la vecindad del terminal móvil asociado.

20 En lugar de únicamente recibir de forma pasiva informes de mediciones desde un terminal móvil asociado, el medio 22 de identificación de estaciones base vecinas interferentes también puede adaptarse para ordenar activamente un terminal móvil asociado ubicado en el área límite o de borde de la célula de radio para realizar mediciones relacionadas con estaciones base que están en la vecindad del terminal móvil asociado, es decir su estación base servidora y estaciones base interferentes. Si un terminal móvil se ubica en el área de borde de célula por ejemplo puede determinarse a base de valores CQI notificados desde los terminales móviles en dirección de enlace ascendente.

25 Para cada estación base interferente i un aparato 20 de estación base servidora para estación base servidora s ($s = 1, 2, \dots, N_s$) puede generar un informe, respectivamente, manteniendo el informe ganancias de capacidad hipotéticas acumuladas para todos los móviles asociados a la estación base servidora s con la condición de que la estación base interferente i que se considera en la actualidad no está transmitiendo, es decir no interfiere. Este informe debe entonces transportarse desde la estación base servidora s a la estación base interferente i a través de una interfaz entre estaciones base. En LTE, por ejemplo, la interfaz entre estaciones base X2 o la interfaz aérea pueden usarse para ese fin. De acuerdo con realizaciones, el medio 23 de estimación de la ganancia de capacidad hipotética por lo tanto puede adaptarse para determinar la ganancia de capacidad hipotética acumulada $G_{s,i}$ relacionada con una pluralidad de terminales móviles ubicados en el área límite de la célula de radio servida y estando asociados a la estación base servidora s en el supuesto de que la estación base interferente i no está transmitiendo en ciertos bloques de recursos de enlace descendente físicos. De este modo la ganancia de capacidad acumulada $G_{s,i}$ puede determinarse a base de las Ecuaciones (1) a (4) anteriormente mencionadas, en las que, en algunas realizaciones, la estimación T_m para la potencia total recibida puede mejorarse teniendo en cuenta mediciones RSRP y RSRQ de un terminal móvil de más de una célula. Por ejemplo, el terminal móvil puede medir RSRP y RSRQ de su célula de servicio y de una pluralidad de células vecinas y notificar las mismas a su célula de servicio, respectivamente. En ese punto, el medio 23 de estimación puede adaptarse para calcular una estimación mejorada para la potencia total recibida T_m a base de las mediciones RSRP y RSRQ de la más de una célula de radio.

45 El medio 24 de transferencia puede adaptarse para transferir información indicativa de la ganancia de capacidad hipotética estimada $G_{s,i}$ desde dicha estación base servidora s a dicha estación base interferente i , por ejemplo, usando la interfaz entre estaciones base X2. Además, también información sobre la situación de carga actual estimada o determinada de la estación base servidora s puede proporcionarse a la estación base interferente i a través de la interfaz X2.

Ahora volviendo a la Figura 3, se muestran un diagrama de bloques esquemático de un aparato 30 de estación base interferente, de acuerdo con una realización.

50 El aparato 30 de estación base interferente comprende medio 31 de evaluación, a base de una situación de carga actual de la estación base interferente i , al menos un informe de estación base servidora vecina transferido a la estación base interferente i desde al menos una estación base servidora vecina s , comprendiendo el al menos un informe información indicativa de la carga de estación base servidora y una ganancia de capacidad hipotética estimada $G_{s,i}$ para la estación base servidora s en el supuesto de que la estación base interferente i limita el uso de al menos un subconjunto de sus recursos de radio físicos interferentes. El medio 31 de evaluación puede interactuar con medio 32 para opcionalmente reducir el uso de los recursos físicos interferentes de la estación base interferente a base de un resultado de la evaluación mediante medio 31. En este documento, el medio 31 de evaluación también

5 puede comprender circuitería de procesador de señales analógicas y digitales, mientras el medio 32 de reducción del uso de los recursos físicos de la estación base interferente puede comprender o puede comprenderse mediante una circuitería de transceptor de radio analógico y/o digital, por ejemplo. Por lo tanto, el aparato 30 de estación base interferente se adapta para realizar un procedimiento de estación base interferente para ICIC en una red de comunicación celular, en el que el procedimiento de estación base interferente comprende las etapas 15 y 16 del procedimiento 10.

10 Cada aparato 30 de estación base interferente recibe informes desde una pluralidad de aparatos 20 de estación base servidora que corresponden a estaciones base servidoras vecinas, respectivamente. A base de los informes recibidos, el medio 31 de evaluación puede calcular una ganancia de capacidad combinada hipotética relacionada con todas las estaciones base servidoras s ($s = 1, 2, \dots, N_s$) a base de la asunción de que la estación base interferente i no está transmitiendo ningún dato a sus móviles usando recursos de radio físicos específicos. A base de la información recibida (carga, ganancia hipotética $G_{s,i}$), y con la ayuda de una función objetivo, el aparato 30 de estación base interferente o su medio 32 de reducción puede decidir sobre los recursos de radio físicos a emplearse para servir a móviles adheridos a la misma. De este modo, la decisión sobre los recursos de radio físicos empleados puede implicar una decisión sobre una cantidad y/o una asignación de prevención de interferencia de los recursos de radio físicos. En otras palabras, y de acuerdo con algunas realizaciones, el medio 31 de evaluación puede adaptarse para determinar la ganancia de capacidad acumulada combinada hipotética G_i a base de la Ecuación (5).

20 Después de que el medio 31 ha evaluado la pluralidad de informes recibidos, el aparato 30 de estación base interferente puede decidir, a base del al menos un informe recibido sobre una carga de célula determinada de la estación base servidora y su ganancia hipotética estimada $G_{s,i}$, una cantidad de recursos de radio físicos que la estación base interferente i puede usar para la comunicación con sus terminales móviles asociados. Para ese fin información de carga por estación base servidora está disponible en el aparato 30 de estación base interferente para tráfico garantizado y mínimo posible separadamente. De acuerdo con una realización, el aparato 30 de estación base interferente puede adaptarse para servir a sus propios terminales móviles asociados con al menos una tasa garantizada predefinida en prioridad máxima. Además, el aparato 30 de estación base interferente puede adaptarse para habilitar otra estación base (de servicio) para servir a sus terminales móviles asociados a una respectiva tasa garantizada en una segunda prioridad máxima. Por lo tanto, de acuerdo con una realización la estación base interferente puede decidir sobre la cantidad de recursos de radio físicos dado que la comunicación con sus terminales móviles asociados con al menos una tasa de datos garantizada tiene una máxima prioridad y dado que una comunicación de una estación base servidora con sus terminales móviles asociados con al menos una tasa de datos garantizada tiene la segunda máxima prioridad. De acuerdo con otra realización, el aparato 30 de estación base interferente puede adaptarse para descartar uno de sus terminales móviles asociados para servir mejor al rendimiento general de red. En este caso la comunicación de una estación base servidora vecina con sus terminales móviles asociados con al menos una tasa de datos garantizada tiene la prioridad más alta.

35 Los aparatos 20 y 30 de estación base puede comprender un procesador de señal, respectivamente, ejecutando un programa informático que tiene un código de programa para la realización o soporte de al menos una de las etapas de procedimiento anteriormente descritas, cuando el programa informático se ejecuta en dicho procesador. Por lo tanto, realizaciones pueden proporcionar un programa informático que tiene un código de programa para la realización de uno de los procedimientos anteriormente descritos cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador o procesador. Un experto en la materia reconocerá fácilmente que etapas de diversos procedimientos anteriormente descritos pueden realizarse mediante ordenadores programados. En el presente documento, algunas realizaciones también pretenden cubrir dispositivos de almacenamiento de programa, por ejemplo, medios de almacenamiento de datos digitales, que son legibles por máquina u ordenador y codifican programas de instrucciones ejecutables por máquina u ordenador, en los que dichas instrucciones realizan alguna o todas las etapas de dichos procedimientos anteriormente descritos. Los dispositivos de almacenamiento de programa pueden ser, por ejemplo, memorias digitales, medios de almacenamiento digitales tales como discos magnéticos y cintas magnéticas, discos duros o medios de almacenamiento de datos digitales legibles ópticamente. Las realizaciones también pretenden cubrir ordenadores programados para realizar dichas etapas de los procedimientos anteriormente descritos.

50 Para resumir, en realizaciones un transceptor de estación base servidora sugiere que un transceptor de estación base interferente vecina restrinja el uso de recursos. El transceptor de estación base interferente puede o bien rechazar la solicitud si tiene escasez de recursos propios o compara la ganancia en el transceptor de estación base de origen y accede a la restricción, si dicha ganancia compensa la pérdida de caudal del transceptor de la estación base interferente.

55 Las realizaciones de la presente invención pueden usarse para mitigación de interferencia así como para Equilibrio de Carga (LB). Equilibrio de carga soporta una red de radio celular para adaptarse a densidades de carga de tráfico variantes y de este modo puede aumentar el caudal de red. Cuando la carga de una célula particular es demasiado alta, entonces el equilibrio de carga puede transferir hacia otra célula cargada más baja y/o soportar esa célula cargada altamente por ejemplo a través de la reducción de su interferencia entre células recibida. De esta manera, el sistema puede adaptarse de una forma flexible a las situaciones de carga de célula actuales, con el resultado de que los usuarios experimentan una calidad de servicio más alta, y que el caudal de sistema total - en un nivel de calidad constante - puede aumentarse. Esto conduce a una planificación de red celular más relajada y/o a una necesidad

retardada para instalar células adicionales en redes crecientes que directamente resulta en costes CapEx reducidos para el operador de red.

En este contexto de equilibrio de carga, la expresión "Carga" o "Carga de Célula" describe cómo de "llena" se está evaluando una célula para un fin particular. Medidas típicas para carga de célula son a base del uso de recursos, tales como el uso de Bloque de Recurso Físico (PRB) en LTE, la calidad de servicio recibido de usuario, tales como mediante qué tasa de datos promedio puede proporcionarse un servicio particular y/o la probabilidad de descarte/bloqueo. Restricciones de hardware y capacidades de enlace son otra dimensión que podría considerarse para la determinación de carga de célula. Tales valores de célula físicos entonces se convolucionan para extraer una métrica de carga característica que sirva como entradas para algoritmos LB. La elección de esta métrica de carga como una parte del algoritmo de equilibrio de carga depende de la estrategia de equilibrio de carga.

Equilibrio de carga puede restringirse únicamente en técnicas de traspaso (HO). Sin embargo, realizaciones del presente concepto ICIC adicionalmente pueden proporcionar un beneficio significativo. A continuación, se evalúa el potencial de estas dos técnicas de equilibrio de carga y se comparan para obtener sus valores de ganancia de rendimiento máximos.

Despliegues LTE usan una reutilización 1 de frecuencia y en la mayoría de escenarios la interferencia limita la capacidad de célula. Por lo tanto, una célula puede soportarse cuando sus células vecinas causan menos interferencia. En consecuencia, mejores valores SINR están disponibles dentro de esta célula soportada. Debido a esta calidad de señal mejorada, esta célula ahora es capaz de transportar una cantidad mayor de tráfico con la misma cantidad dada de recursos. El precio para esto es que la(s) célula(s) vecina(s) restringe u omite el uso de alguno de sus propios recursos de frecuencia y de este modo disminuyen potencialmente su propia capacidad.

En el examen posterior con una célula central altamente cargada, se eligió un esquema ICIC para el que se espera la máxima ganancia ICIC. Este esquema ICIC se ilustra esquemáticamente en la Figura 4a, con lo que todas las células o sectores sin restricciones se indican mediante el color blanco. Para las otras células o sectores 41 a 46 únicamente se eligen recursos de radio físicos no solapantes específicos, respectivamente. Un planificador selectivo de frecuencia se usa para aprovechar ICIC.

Traspaso dentro de sistema y dentro de frecuencia se ha examinado como un segundo mecanismo de equilibrio de carga. Para reducir la carga de una célula central altamente cargada, móviles ubicados en el borde de célula se reasignan a una célula vecina cargada más baja. Esto se hace únicamente si el móvil puede servirse por la célula vecina con una SINR suficiente y siempre que la célula vecina tenga suficientes recursos disponibles. Se usó un planificador por orden cíclico en todas las simulaciones en las que no aplica ICIC.

El intercambio de información de carga ya se normaliza en 3GPP y comprende el uso PRB para Tasa de Bits Garantizada (GBR), sin GBR y uso de GBR total para la dirección de enlace ascendente y enlace descendente, respectivamente. Adicionalmente, se especifican indicadores de carga de hardware y carga de capa de red de transporte. Estos indicadores de carga se requieren como parámetros de entrada para algoritmos auto-x (por ejemplo, auto-planificación, auto-configuración, auto-optimización, auto-restablecimiento, auto-mantenimiento, etc.) para ambos mecanismos de equilibrio de carga.

En caso de que se use un algoritmo de equilibrio de carga, habitualmente se implementará por transceptor de estación base. Procesa información disponible en ese punto y negociará información de control a través de la interfaz X2 con entidades pares en transceptores de estación base vecinos. Se identifican vecinos relevantes a través de la tabla de relación de vecinos. Los datos entrantes pueden separarse en datos disponibles en el transceptor individual como por ejemplo uso de PRB, mediciones de traspaso y a conocimiento común compartido entre transceptores de estación base como por ejemplo carga o información de color.

En caso de equilibrio de carga mediante traspasos, los datos entrantes se limitan habitualmente a información de carga de vecinos y a datos disponibles en el transceptor de estación base de alojamiento. En respuesta, este algoritmo negocia los ajustes de parámetros de movilidad con sus pares. Realizaciones del concepto ICIC intentan restringir el uso de PRB que provoca una alta interferencia a móviles asociados a células vecinas. Aún esta información no está en principio disponible en el transceptor de estación base. Por lo tanto, a menudo se usan enfoques más simples a base de coloración de célula estática o semiestática para identificar el PRB dedicado a equilibrio de carga. Respecto al equilibrio de carga mediante ICIC, puede requerirse una señalización entre estaciones base para el intercambio de información de coloración y para el inicio de una recoloración para adaptar el esquema ICIC a la situación de carga actual.

La señalización normalizada de 3GPP para la negociación de ajustes de parámetros de movilidad es obligatorio en 3GPP. Porque se prevé para ambos, optimización de traspaso y equilibrio de carga y porque la información requerida para equilibrio de carga mediante ICIC no es accesible directamente, la implementación de equilibrio de carga mediante ICIC se considera que es más compleja.

Se llevaron a cabo simulaciones sobre un área 47 de actividad con 21 células con tres sectores como se ilustra en la Figura 4b. El tráfico ofrecido puede configurarse separadamente para la célula 48 central y para las otras células.

Dentro de cada célula, el tráfico ofrecido puede situarse de tal forma que un cierto porcentaje de los usuarios se ubican dentro del área de borde de célula. A continuación, los porcentajes de tráfico de borde de célula examinados son del 15 % (distribución de tráfico casi uniforme dentro de la célula), 30 % y 50 %.

5 El rendimiento de sistema se midió en términos del caudal total dentro de un área de evaluación que consiste en la célula 48 central y sus seis células directamente vecinas. Para la serie de simulación se varió la carga de célula central y la carga de otra célula (célula central [Mbps]: 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25. Otras células [Mbps]: 3, 5, 7, 9, 11, 13, 20).

10 Los estudios de simulación comparan el rendimiento de sistema de diferentes estrategias de equilibrio de carga, de ICIC ("icic"), de HO ("ho"), la combinación de estos dos ("ambos"). Como un escenario de referencia no se usó equilibrio de carga ("ninguno").

15 Como métrica de rendimiento se usó el tráfico soportado máximo en el escenario respectivo. Esto se midió comparando la carga ofrecida en el área de evaluación contra la carga portada en esa área. Cuando el tráfico ofrecido se aumenta en la célula central, la célula se satura en un cierto punto y no puede portar más tráfico. La figura de rendimiento se define como ese punto en el que la carga portada cae por debajo del 97 % de la carga ofrecida. La ganancia de equilibrio de carga se calcula a continuación como la relación entre el escenario examinado y el escenario de referencia "ninguno".

20 Las Figuras 5a a 5c representan el rendimiento de sistema para diferentes escenarios de equilibrio de carga a diferentes niveles de carga. Estos gráficos muestran en el eje Y el tráfico total portado dentro del área de evaluación. Esta área de evaluación que consiste en la célula 48 central y su anillo de seis células directamente vecinas. Mientras la carga de tráfico de entrada de las otras células se mantiene en niveles constantes de 5 MBit/s en la Figura 5a, 11 MB/s en la Figura 5b y 20 MB/s en la Figura 5c, la carga de tráfico ofrecida de la única célula 48 central se varía como se muestra en el eje X superior de los gráficos. El eje X inferior representa la carga de tráfico total ofrecida dentro de esta área de evaluación. Las curvas comparan el rendimiento potencial de diferentes técnicas de equilibrio de carga, de solo traspasos ("ho"), de solo ICIC ("icic"), estas dos técnicas HO y ICIC simultáneamente ("ambas") y del escenario de referencia sin adaptación de parámetro de traspaso y sin ninguna ICIC ("ninguno").

30 La Figura 5a muestra cómo el tráfico portado se satura a medida que el tráfico ofrecido aumenta. Como puede observarse para la situación de carga media, todas las técnicas de equilibrio de carga conducen a una ganancia de rendimiento desplazando el punto en el que el tráfico portado cae hasta el 97 % del tráfico ofrecido. En este documento, las capacidades de equilibrio de carga a través de rendimiento de variación de parámetro de traspaso son mayores que las de ICIC.

35 Variación de parámetro de traspaso es una técnica de equilibrio de carga muy poderosa en este intervalo de carga media. Células vecinas no están totalmente cargadas, así que la célula central altamente cargada es capaz de transferir algunos de sus móviles a células vecinas que todavía tiene capacidad libre para hacerse cargo de algunos usuarios adicionales. Las células vecinas sufren teniendo que gastar muchos recursos para servir a móviles distantes, pero como estas células vecinas tienen suficientes recursos sin usar, este consumo de recursos adicional no daña el caudal y rendimiento de Calidad de Servicio (QoS) de esas células; el caudal total del sistema puede incrementarse considerablemente.

40 Por otra parte para el caso ICIC, no hay mucha cantidad de interferencia generada por las células vecinas cargadas baja o media. Cuando además se aplica ICIC, entonces únicamente queda poco potencial de rendimiento para mejorar adicionalmente el rendimiento de sistema en tales situaciones de carga baja y media.

Como estos dos mecanismos de equilibrio de carga operan con diferentes técnicas, las ganancias de rendimiento son complementarias y son casi aditivas en tales situaciones de carga media.

45 En contraste, en células vecinas altamente cargadas, los diferentes mecanismos de equilibrio de carga muestran un potencial diferente por lo bien que la célula central puede soportarse mediante sus células vecinas.

50 En tales situaciones de carga alta, hay mucha interferencia y por lo tanto ICIC tiene una gran capacidad de optimizar la situación de interferencias. En este escenario LTE de reutilización 1 de frecuencia de célula realizaciones del concepto ICIC pueden proporcionar una ganancia de rendimiento alcanzable máxima apreciable de hasta un 16 % como se visualiza en la Figura 6a. El potencial ICIC alcanzable máximo se alcanza en tales niveles de carga alta. Cuando la carga de tráfico se hace incluso mayor o se sobrecarga, entonces el potencial ICIC para equilibrio de carga está disminuyendo. Esto es porque no hay recursos libres disponibles en ningún sitio que pudieran coordinarse para el fin de mitigación de interferencia o que pueden disponerse inteligentemente para equilibrio de carga.

55 Adicionalmente, la característica de modelado de adaptación de enlace conduce a una pequeña degradación de rendimiento adicional. Esto, sin embargo, es una perturbación de la simulación debido a capacidades de enlace subestimadas.

5 Cuando ambas técnicas, ICIC y traspasos se usan como técnica combinada de equilibrio de carga dentro del intervalo de carga alta, la ganancia de rendimiento sufre de los problemas de rendimiento de traspaso. Por esta razón, el rendimiento de ambas técnicas juntas es menor que únicamente ICIC sola. Por lo tanto, estos resultados de simulación sugieren que en tales situaciones de carga alta únicamente deberá usarse ICIC y no equilibrio de carga a través de traspasos.

La Figura 5c muestra la situación para un escenario en el que las otras células están sobrecargadas y técnicas de equilibrio de carga ya no pueden ser beneficiosas para el rendimiento de sistema. Equilibrio de carga mediante traspaso falla porque células objetivo no tienen recursos y no pueden hacerse cargo de más tráfico. ICIC falla porque cada célula usa completamente todos sus recursos.

10 La Figura 6a a 6c muestran las ganancias de rendimiento relativas extraídas para diferentes porcentajes de móviles ubicados en el borde de célula en relación con el número total de móviles dentro de la célula. Variación de parámetro de traspaso pueden conducir a una extremadamente alta ganancia de rendimiento de hasta más de un 27 %. La ganancia alcanzable a través de traspasos es mayor cuanto más usuarios estén cerca del límite de célula y menor sea la carga de tráfico en células vecinas. Hablando en general, existe un beneficio de traspaso, siempre que células vecinas todavía tengan suficientes recursos libres para hacerse cargo de usuarios adicionales sin tener que disminuir el servicio garantizado de sus propios usuarios ya presentes. Cuando no quedan recursos libres en situaciones de carga alta, entonces ya no hay beneficio de equilibrio de carga con este algoritmo de traspaso. Otro algoritmo de traspasos puede mostrar diferente comportamiento de carga alta, es decir esos tipos de algoritmos de traspaso en los que todavía se permite que una célula objetivo entera acepte usuarios adicionales por el precio de una calidad de servicio reducida para los usuarios de célula objetivo.

20 Coordinación de Interferencia entre Células muestra comportamiento de ganancia complementario y contrario. Con tráfico en aumento las ganancias de rendimiento alcanzables aumentan hasta nivel de carga de tráfico razonablemente alto. En los escenarios con un 15 %, 30 % y 50 % de usuarios de borde de célula, se obtuvieron ganancias ICIC máximas del 16 %, 13 % y 11 %. Es necesario observar, que esas ganancias son el límite superior para un escenario ICIC ideal. En niveles de carga incluso mayores, la ganancia ICIC se hace más pequeña de nuevo hasta que no existe más ganancia ICIC en situaciones en las que las células están sobrecargadas. Cuando existe carga de tráfico baja o media, entonces no existe mucha interferencia de todos modos, y por lo tanto ICIC no tiene mucho potencial para conducir a un beneficio. Por otra parte, en niveles de carga muy altos, quedan pocos o ningún recurso, que podría disponerse inteligentemente mediante ICIC de modo que entonces no existe ningún beneficio ICIC adicional posible. Por lo tanto, el beneficio de equilibrio de carga ICIC se centra en un cierto intervalo de carga alrededor de carga de tráfico razonablemente alta, en la que tiene el potencial para alcanzar beneficios apreciables en escenarios particulares.

35 Ambas técnicas, ICIC y traspasos, son complementarias y pueden combinarse de forma beneficiosa en ciertos niveles de carga. Un uso de ambas técnicas simultáneamente conduce a una considerable ventaja desde otros niveles de carga bajos hasta medio-altos, en este punto hasta aproximadamente cargas de otras células de 8 Mbps, por encima del cual la penalización de traspaso superaría los beneficios de traspaso. En niveles altos de carga de otras células, solo ICIC entonces muestra el mayor potencial. Los valores de ganancia extremos observados, que se alcanzan combinando ambas técnicas, superan el 50 % en niveles de carga bajos de otras células para escenarios muy particulares.

40 En resumen, pueden darse las siguientes afirmaciones para los dos mecanismos de equilibrio de carga examinados:

Variación de parámetro HO:

- Gran potencia para traspasos en niveles de carga bajos y medios dentro de las células vecinas con hasta más del 27 % de ganancia de rendimiento en ciertas situaciones.
- Existe un considerable beneficio de traspaso siempre que las células vecinas no tengan recursos libres para hacerse cargo de usuarios adicionales.
- Ningún potencial de traspaso cuando todas las células vecinas tienen carga muy alta o están sobrecargadas.

ICIC:

- Bajo potencial en niveles de carga bajos y medios dentro de las células vecinas.
- Buen potencial para ICIC cuando células vecinas están en situación de carga alta, hasta un máximo del 16 % de ganancia en ciertos escenarios.
- Ningún beneficio ICIC en situaciones altamente sobrecargadas.

50 Ambas técnicas son complementarias. Dependiendo de la situación de carga de célula y dependiendo de la diferencia de carga de célula entre las células vecinas implicadas, una sola de las técnicas o ambas técnicas en combinación muestran el mayor potencial general.

El escenario para este estudio se ha diseñado especialmente para obtener el beneficio alcanzable máximo, es decir, la célula central se soporta de forma máxima por sus células vecinas. Los valores de rendimiento podrían considerarse como límite superior del beneficio de equilibrio de carga alcanzable máximo. Sin embargo, el escenario seleccionado refleja la situación de sobrecarga en áreas geográficas limitadas para las que se diseña equilibrio de carga.

Los mecanismos de equilibrio de carga examinados en este punto actúan en principio en usuarios de borde de célula y por lo tanto requieren una densidad de usuario de borde de célula mayor. Los resultados de simulación reflejan esto en términos de un impacto pronunciado de la densidad de usuario en el borde de célula en ganancia de equilibrio de carga. Sin embargo, el impacto ha resultado ser menos de lo esperado. Esto significa que equilibrio de carga es beneficioso no únicamente en distribuciones de carga muy extremas y raras con densidades de usuario intensivas en borde de célula. También existe una ventaja para distribuciones de carga y usuario uniformes dentro de la célula, por supuesto con una ganancia máxima algo menor.

En resumen, debido a la naturaleza complementaria de ambos mecanismos de equilibrio de carga examinados, se espera que la realización de una ganancia significativa a partir de equilibrio de carga sea alcanzable en la mayoría de los casos. Únicamente en el caso de una densidad de carga alta en centro de célula sin usuarios estando ubicados en el equilibrio de carga de borde de célula en principio no puede mejorar el rendimiento de sistema.

Para resumir, realizaciones puede permitir que operadores de redes móviles optimicen adicionalmente un rendimiento de sus redes de comunicación inalámbrica existentes y futuras con respecto a interferencia entre células, equilibrio de carga en redes de acceso de radio altamente cargadas y, por lo tanto, caudal. De esta manera, el sistema de comunicación puede adaptarse de una forma flexible a las situaciones de carga de célula actuales, con el resultado de que los usuarios pueden experimentar una calidad de servicio más alta, y que el caudal de sistema total - en un nivel de calidad constante - puede aumentarse. Esto puede conducir a una planificación de red celular más relajada y/o a una necesidad retardada para instalar células adicionales en redes crecientes que directamente resulta en gastos de capital reducidos para el operador de red.

La descripción y dibujos ilustran meramente los principios de la invención. Adicionalmente, todos los ejemplos relatados en el presente documento expresamente pretenden principalmente ser para fines únicamente pedagógicos para ayudar al lector en el entendimiento de los principios de la invención y los conceptos aportados por el(los) inventor(es) para promover la técnica y deben interpretarse como que son sin limitación a tales ejemplos y condiciones específicamente relatados. Además, todas las declaraciones en el presente documento que relatan principios, aspectos y realizaciones de la invención, así como ejemplos específicos de la misma, se conciben para abarcar equivalentes de los mismos.

Bloques funcionales representados como "medio para ..." (realizando una cierta función) se entenderán como bloques funcionales que comprenden circuitería que se adapta para la realización de una cierta función, respectivamente. Por lo tanto, un "medio para algo" también se entenderá como un "medio que se adapta o adecua para algo". Un medio que se adapta para la realización de una cierta función, por lo tanto, no implica que tal medio necesariamente está realizando dicha función (en un instante de tiempo dado).

Funciones de diversos elementos mostrados en las figuras, incluyendo cualquier bloque funcional puede proporcionarse a través del uso de hardware especializado, como por ejemplo un procesador, así como hardware capaz de ejecutar software en asociación con software apropiado. Cuando se proporcionan mediante un procesador, las funciones pueden proporcionarse mediante un único procesador especializado, mediante un único procesador compartido o mediante una pluralidad de procesadores individuales, algunos de los cuales puede ser compartido. Además, el uso explícito del término "procesador" o "controlador" no debería interpretarse para referir exclusivamente a hardware capaz de ejecutar software y puede incluir implícitamente, sin limitación, hardware de procesador de señales digitales (DSP), procesador de redes, circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), campo de matriz de puertas programables (FPGA), memoria de sólo lectura (ROM) para software de almacenamiento, memoria de acceso aleatorio (RAM) y almacenamiento no volátil. También puede incluirse otro hardware, convencional y/o personalizado.

Los expertos en la materia deberían apreciar que cualquier diagrama de bloque en el presente documento representa vistas conceptuales de circuitería ilustrativa que incorporan los principios de la invención. De manera similar, se apreciará que cualquier gráfico de flujo, diagrama de flujos, diagramas de transición de estado, seudo código y similares representan diversos procedimientos que pueden representarse sustancialmente en medio legible por ordenador y por tanto ejecutarse mediante un ordenador o procesador, se muestre o no explícitamente tal ordenador o procesador.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento (10) de estación base servidora para Coordinación de Interferencia entre Células en una red de comunicación celular que comprende una pluralidad de células de radio, estando cada célula de radio servida mediante una estación base servidora, comprendiendo el procedimiento de estación base servidora:

- 5 determinar (11) una situación de carga actual de la estación base servidora;
- identificar (12) estaciones base interferentes que interfieren una comunicación de la estación base servidora con sus terminales móviles asociados ubicados en un área límite de la célula de radio servida de la estación base servidora;
- estimar (13) una ganancia de capacidad hipotética para la estación base servidora con la premisa de que una
- 10 estación base interferente identificada restringe un uso de al menos un subconjunto de sus recursos de radio físicos interferentes; y
- transferir (14) un informe sobre la situación de carga actual de la estación base servidora y la ganancia de capacidad hipotética estimada a cada una de las estaciones base interferentes identificadas.

2. El procedimiento (10) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:

- 15 evaluar (15), en una estación base interferente identificada, al menos un informe transferido desde al menos una estación base servidora vecina, para reducir (16), donde sea apropiado, un uso de dichos recursos de radio físicos de la estación base interferente identificada a base de la evaluación y una situación de carga actual de la estación base interferente identificada.

3. El procedimiento (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que determinar (11) la situación de carga actual de la estación base servidora comprende determinar bloques de recursos de radio físicos usados para la comunicación de la estación base servidora con sus terminales móviles asociados.

4. El procedimiento (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que identificar (12) las estaciones base interferentes comprende ordenar a un terminal móvil asociado ubicado en el área límite de la célula de radio que realice mediciones relacionadas con estaciones base que están en la vecindad del terminal móvil asociado.

5. El procedimiento (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que identificar (12) las estaciones base interferentes comprende mediciones de un terminal móvil asociado ubicado en el área límite de la célula de radio, estando las mediciones dirigidas hacia intensidad de señal y/o calidad de señal de estaciones base que están en la vecindad del terminal móvil asociado.

6. El procedimiento (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que estimar (13) la ganancia de capacidad hipotética comprende determinar una ganancia de capacidad acumulada $G_{s,i}$ relacionada con una pluralidad de terminales móviles ubicados en el área límite de la célula de radio y estando asociados a la estación base servidora s en el supuesto de que una estación base interferente i no está transmitiendo en ciertos bloques de radio físicos.

7. El procedimiento (10) de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la ganancia de capacidad acumulada $G_{s,i}$ se determina a base de

35
$$G_{s,i} = \sum_m G_{m,s,i} ,$$

en la que

$$G_{m,s,i} = f_C(Q_{m,s,i}) - f_C(Q),$$

en la que $f_C(Q_{m,s,i})$ representa una estimación de una capacidad de canal $C_{m,s,i}$ a base de una calidad de canal

$$Q_{m,s,i} = \frac{S}{T - S - I}$$

40 de un terminal móvil asociado m servido mediante estación base servidora s en el supuesto de que la estación base interferente i no está transmitiendo, y en el que $f_C(Q)$ representa una estimación de una capacidad de canal C a base de una calidad de canal medida Q del terminal móvil asociado m servido mediante estación base servidora s con interferencia experimentada, en el que Q corresponde a una Calidad Recibida de Señal de Referencia (RSRQ) de la estación base servidora s , en el que S corresponde a una Potencia Recibida de Señal de Referencia (RSRP) de la

45 estación base servidora s , en el que I corresponde a una Potencia Recibida de Señal de Referencia (RSRP) de la estación base interferente i , y en el que T corresponde a una potencia total recibida, que puede determinarse a base de

$$T = \frac{S(1+Q)}{Q}$$

8. El procedimiento (10) de acuerdo con la reivindicación 6, en el que transferir (14) el informe comprende transferir la ganancia de capacidad acumulada $G_{s,i}$ de estación base servidora s en el supuesto de que estación base interferente i no está transmitiendo desde dicha estación base servidora s a dicha estación base interferente i .

- 5 9. El procedimiento (10) de acuerdo con la reivindicación 2, en el que evaluar (15) al menos un informe transferido comprende, en una estación base interferente i , determinar una ganancia de capacidad acumulada combinada hipotética

$$G_i = \sum_s G_{s,i}$$

- 10 de una pluralidad de estaciones base servidoras notificadoras s en el supuesto de que dicha estación base interferente i no está transmitiendo ningún dato sobre recursos de radio físicos a sus terminales móviles asociados.

10. El procedimiento (10) de acuerdo con la reivindicación 2, en el que, después de evaluar (15), la estación base interferente i decide sobre una cantidad de recursos de radio físicos usados para la comunicación con sus terminales móviles asociados a base de al menos un informe recibido sobre una carga de célula determinada de la estación base servidora y su ganancia hipotética estimada.

- 15 11. El procedimiento (10) de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la estación base interferente decide sobre la cantidad de recursos de radio físicos dado que la comunicación con sus terminales móviles asociados con al menos una tasa de datos garantizada tiene una máxima prioridad y dado que una comunicación de una estación base servidora con sus terminales móviles asociados con al menos una tasa de datos garantizada tiene la segunda máxima prioridad.

- 20 12. Un aparato (20) de estación base servidora estando adaptado para realizar el procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1.

13. Un procedimiento de estación base interferente para Coordinación de Interferencia entre Células en una red de comunicación celular, comprendiendo el procedimiento de estación base interferente:

- 25 evaluar (15), a base de una situación de carga actual de la estación base interferente, al menos un informe transferido a la estación base interferente desde al menos una estación base servidora vecina, comprendiendo el al menos un informe una carga de célula y una ganancia de capacidad hipotética estimada para la estación base servidora con la premisa de que la estación base interferente restringe un uso de al menos un subconjunto de sus recursos de radio físicos interferentes, para opcionalmente reducir (16) el uso de los recursos de radio físicos de la estación base interferente a base de la evaluación.

- 30 14. Un aparato (30) de estación base interferente estando adaptado para realizar el procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13.

15. Un programa informático que tiene un código de programa para la realización de las etapas de uno del procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 13, cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador o procesador.

35

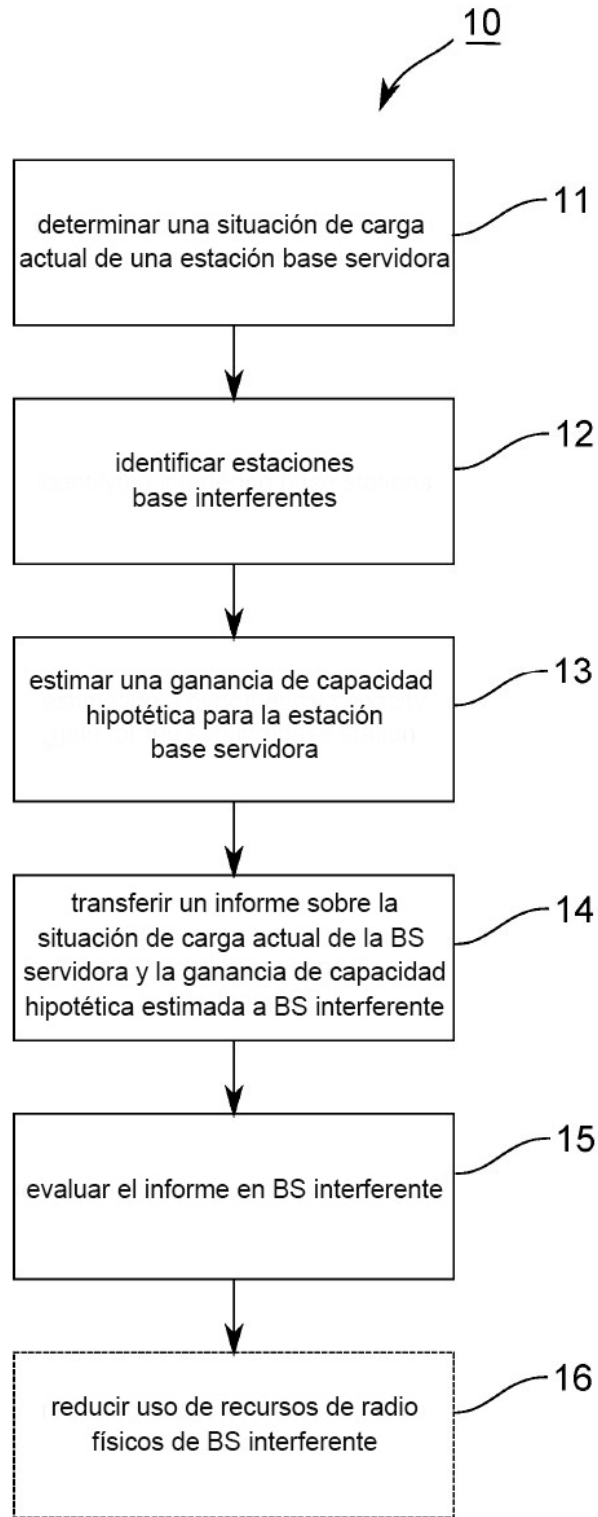


Fig. 1

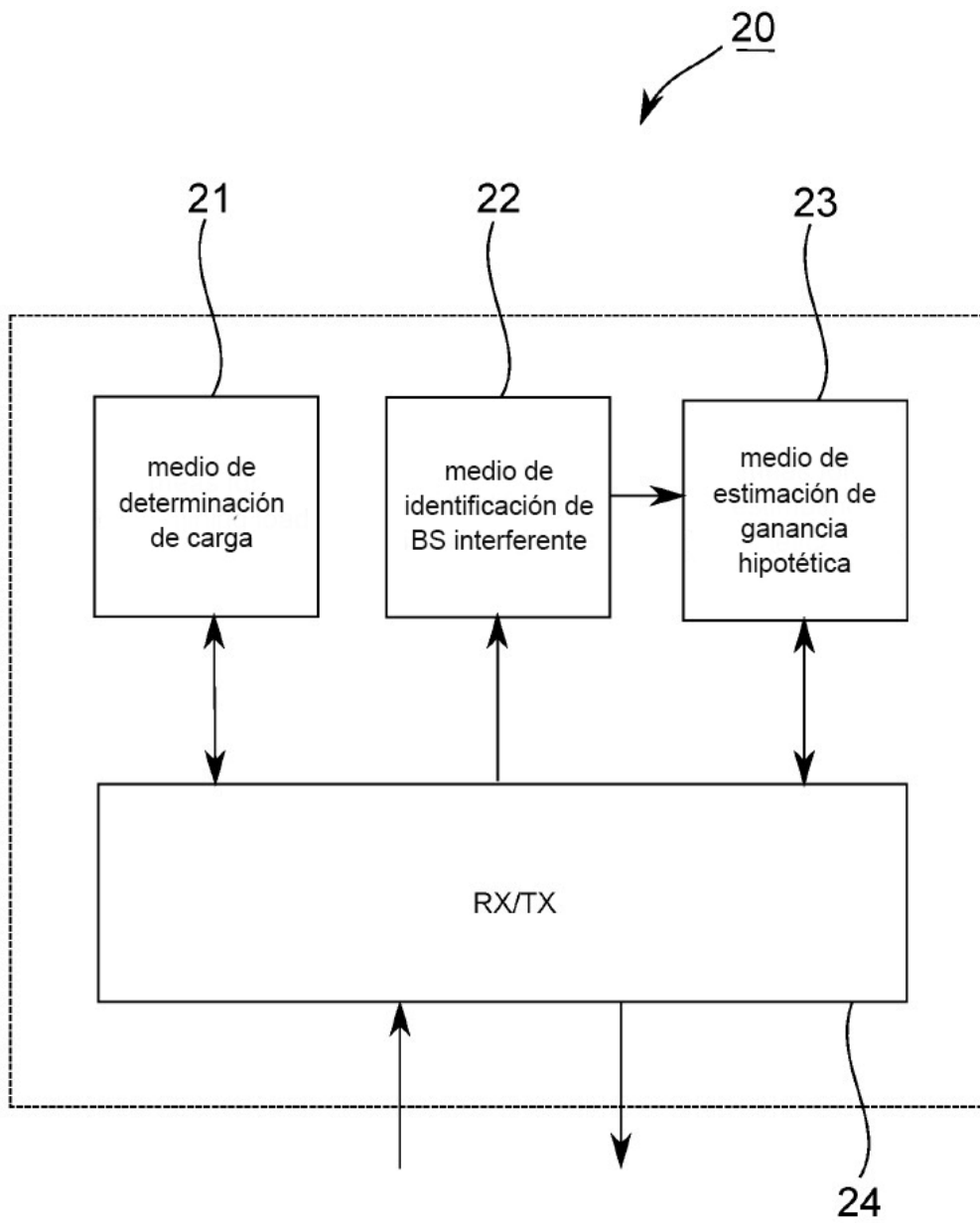


Fig. 2

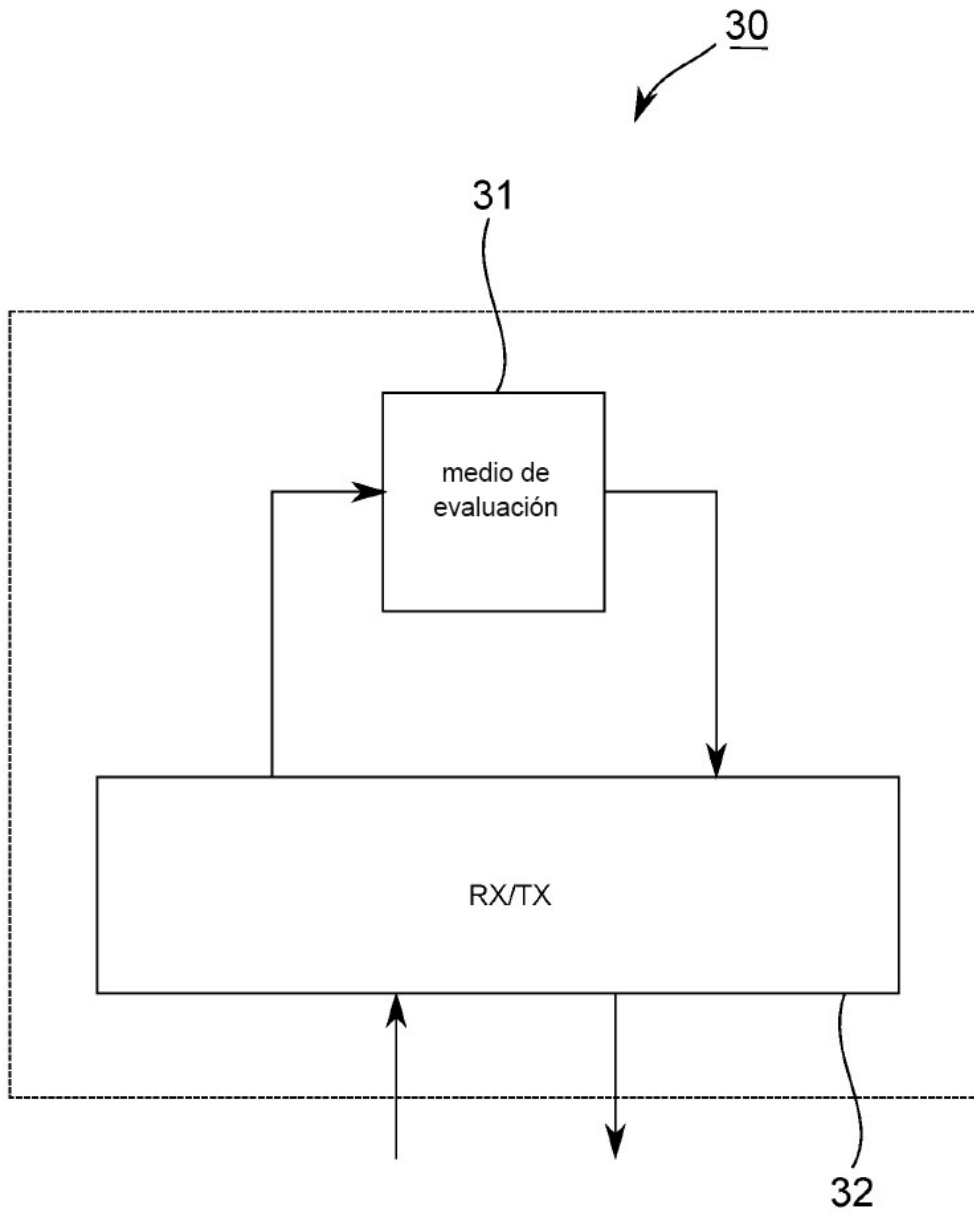


Fig. 3

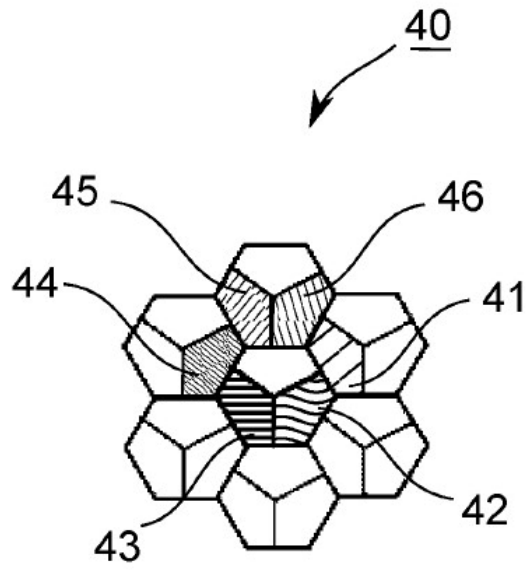


Fig. 4a

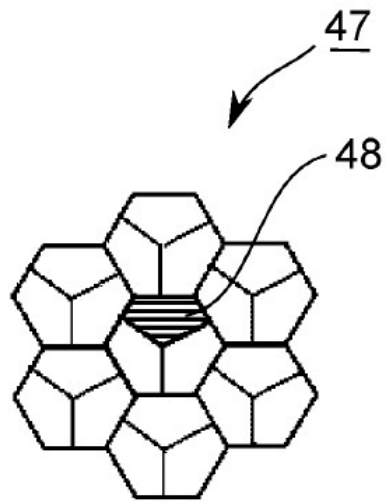


Fig. 4b

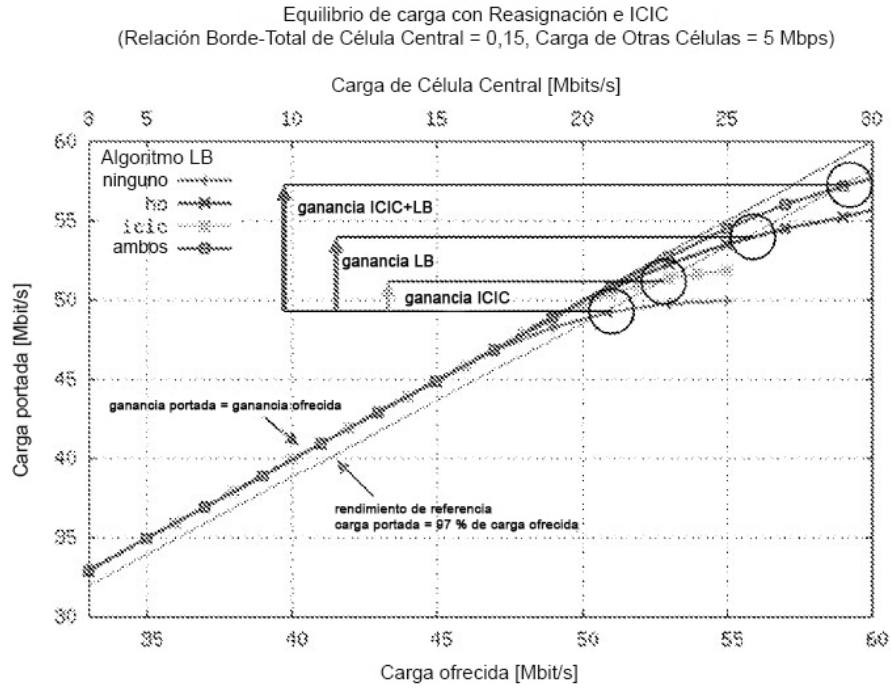


Fig. 5a

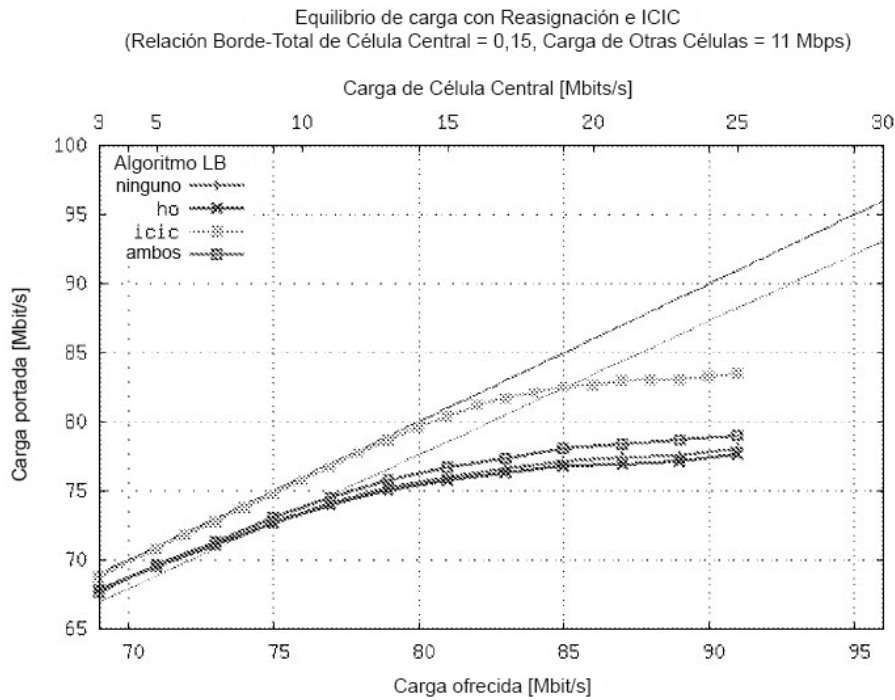


Fig. 5b

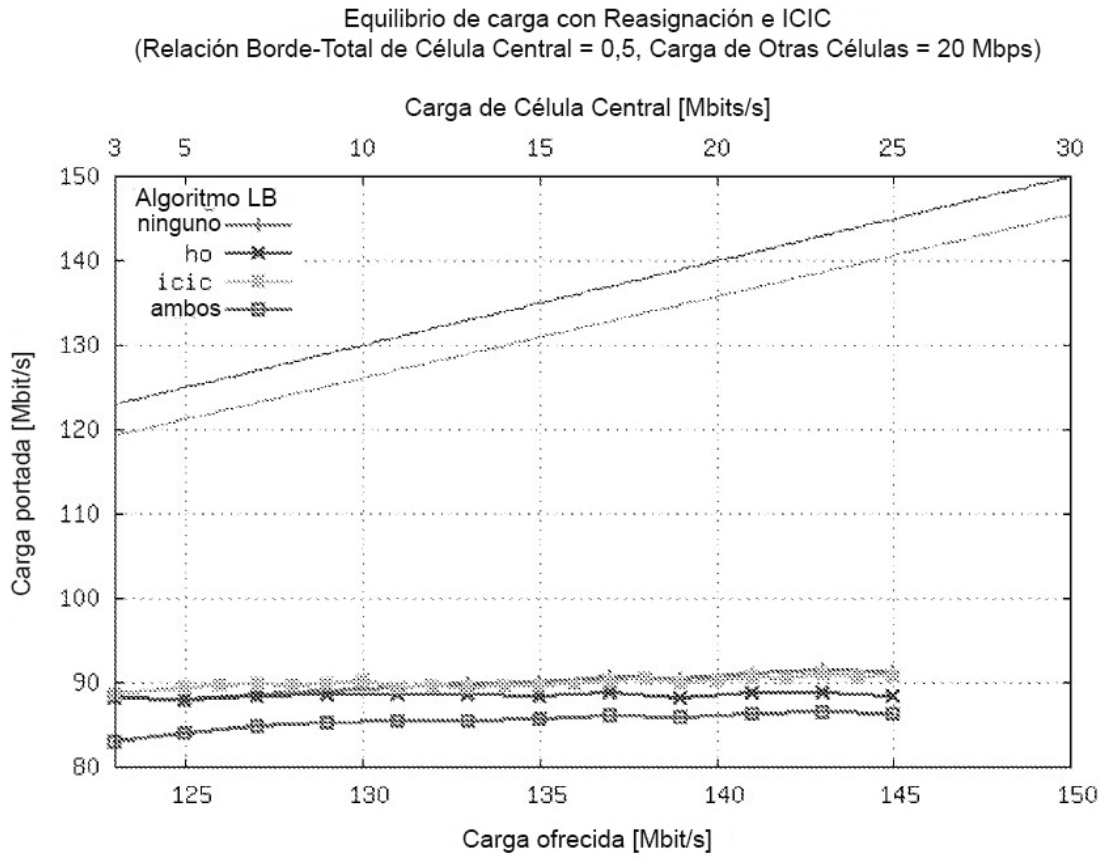


Fig. 5c

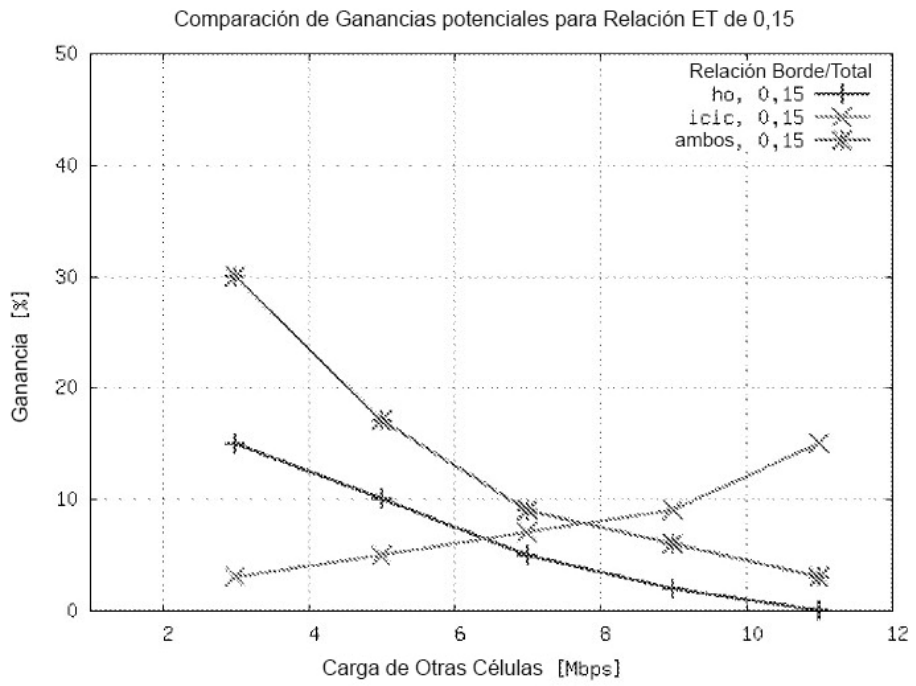


Fig. 6a

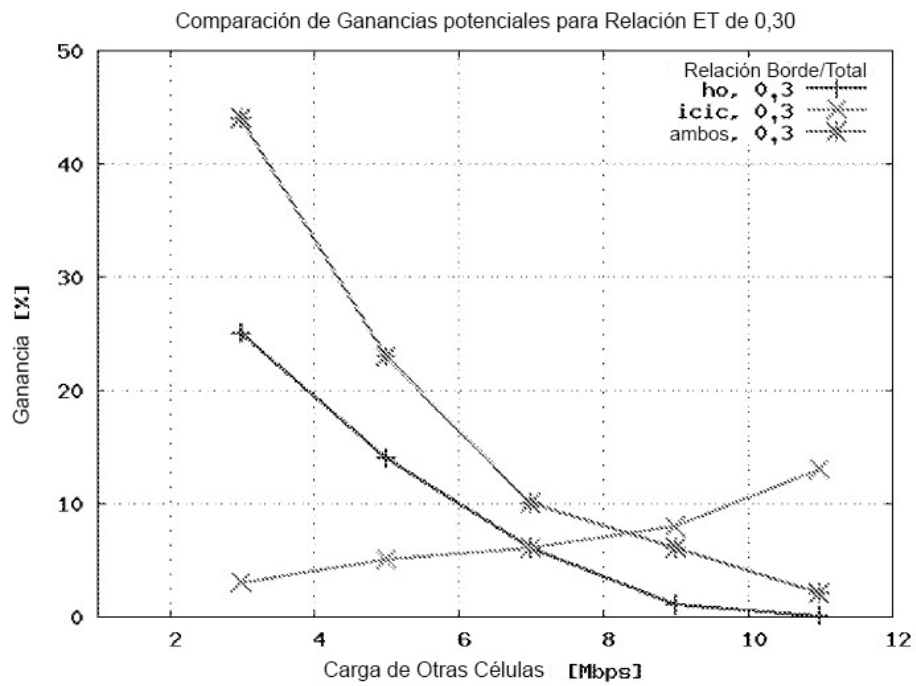


Fig. 6b

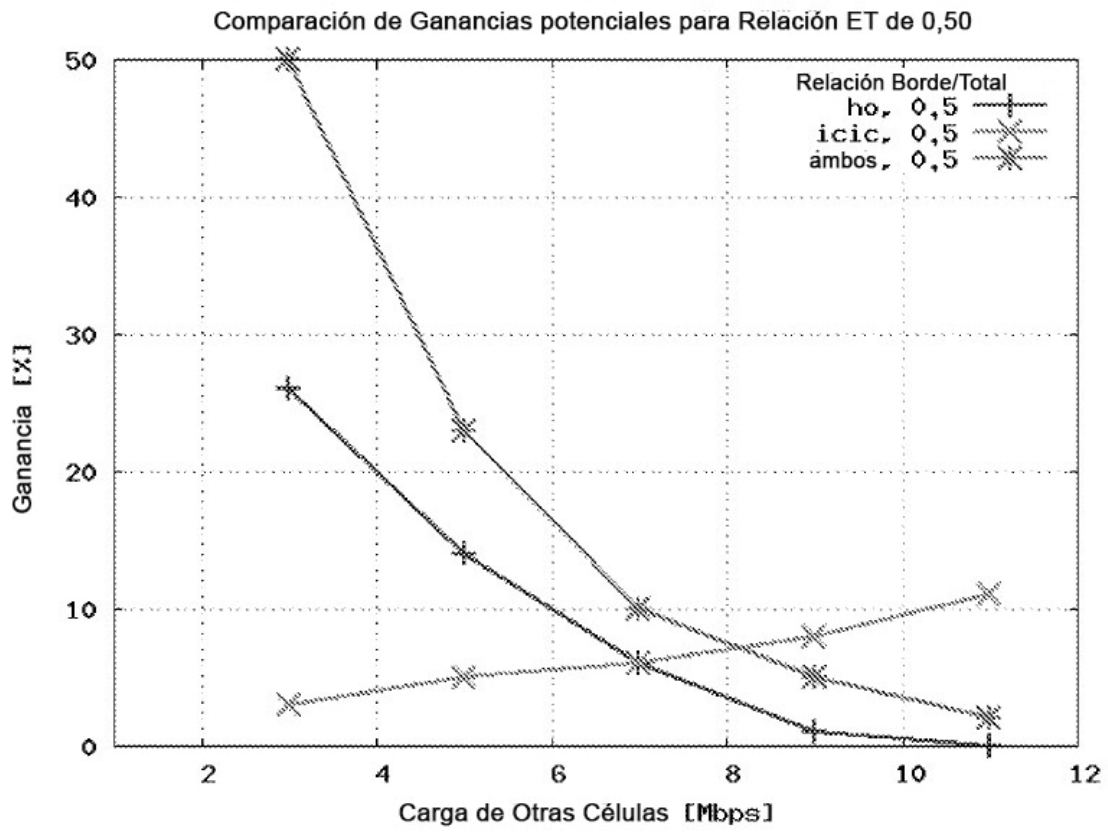


Fig. 6c