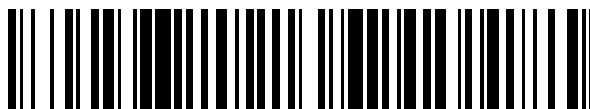


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 602 733**

51 Int. Cl.:

H04W 36/12 (2009.01)
H04W 4/02 (2009.01)
H04W 52/24 (2009.01)
H04W 52/28 (2009.01)
H04W 52/34 (2009.01)
H04W 52/36 (2009.01)
H04W 84/10 (2009.01)
H04B 17/327 (2015.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.08.2005** **PCT/GB2005/003034**
87 Fecha y número de publicación internacional: **02.02.2006** **WO06010958**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.08.2005** **E 05767920 (1)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.10.2016** **EP 1782551**

54 Título: **Control de potencia en un nodo de red local (LNN)**

30 Prioridad:

30.07.2004 GB 0417051
30.07.2004 GB 0417025
30.07.2004 GB 0417052
05.05.2005 GB 0509243

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.02.2017

73 Titular/es:

COMMScope TECHNOLOGIES LLC (100.0%)
1100 CommScope Place SE
Hickory, NC 28602, US

72 Inventor/es:

RICHARDSON, ANDREW

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 602 733 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

Control de potencia en un nodo de red local (LNN)

- 5 La invención se refiere a un sistema de comunicaciones y en particular un método y sistema para ajustar los niveles de potencia de transmisor dentro de dicho sistema de comunicaciones.

Esta invención se refiere a un sistema de comunicaciones celulares 3G y en particular al modo duplex de división de frecuencia o duplex de división de tiempo (FDD/TDD) del sistema de acceso múltiple por división de código de banda ancha (WCDMA) definido por el Proyecto de Asociación de procesadores de medición de Tercera Generación (3GPP). Esto se describe con más detalle en www.3gpp.org.

El sistema de comunicaciones celulares 3G proporciona a los abonados la capacidad de transmitir texto, voz digitalizada, vídeo y otros datos multimedia desde su aparato móvil. El sistema es implementado actualmente por el Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS) que se basa en la red del sistema global para comunicaciones móviles (GSM) y la tecnología de servicio general de paquetes vía radio (GPRS). La especificación inicial de UMTS se denominó 'Release 99', (R99) y define la arquitectura de red estándar para sistemas UMTS. Más recientemente se ha desarrollado 'Release 5' (R5), ampliando la funcionalidad de Release 99 de manera que incluya el subsistema multimedia IP (IMS). Éste proporciona una red inalámbrica completa basada en el Protocolo de Internet, en comparación con los elementos de red separados de voz, datos, señales y control de los sistemas de Release 99. La arquitectura de Release 99 y Release 5 se describirá ahora con más detalle a modo de antecedentes y con referencia a la figura 1.

El dominio de conmutación de circuitos (CS) 2 de la arquitectura de Release 99 se ilustra en la parte inferior de la figura 1. Equipo de usuario (UE) 4 conectará normalmente con el nodo B 6, el nodo B con el Controlador de Red de Radio (RNC) 8 y el RNC con un Centro de Conmutación Móvil (MSC) 10 en este caso MSC_B: El MSC permite la interconexión a otras redes y a la Red Telefónica Pública Conmutada (PSTN) 12. El MSC_B tiene acceso al Registro de Posición Inicial (HLR) 14 y al Centro de Autenticación (AuC) mediante el HLR.

La mitad superior de la figura 1 ilustra la arquitectura de red IMS 20 de Release 5. Además del nodo B 22 y el RNC 24, está el dominio PS de paquetes conmutados, el nodo de soporte GPRS sirviente y el nodo de soporte GPRS de puerta de enlace (SGSN/GGSN) 26 y los componentes específicos IMS tal como función de control de sesión de llamada proxy (P-CSCF) 28, función de control de sesión de llamada sirviente (S-CSCF) 30, el servidor de abonado doméstico (HSS) 32, la función de control de puerta de enlace de medios (MGCF) 34 y la puerta de enlace de medios (MGW) 34 que conecta con la PSTN 36.

Las sesiones de medios son establecidas a partir del UE 4 mediante el dominio PS y P-CSCF y S-CSCF. Si la sesión de medios es mediante una red externa tal como la PSTN u otra red pública terrestre móvil (PLMN), entonces también se requieren MGCF y MGW. La estructura y la operación de IMS dentro de la arquitectura de red R5 son conocidas por los expertos en la técnica y se definen en las especificaciones 3GPP TS23.002, TS24.228 y TS24.229.

Además de los elementos antes descritos, la figura 1 ilustra un nodo de red local (LNN) 40, desarrollado por los solicitantes, que proporciona acceso controlado suplementario a las arquitecturas de red de Release 99 y Release 5 poniendo en derivación los nodos B 6 y 22. El LNN se describe con más detalle en la solicitud de patente, en tramitación, titulada "Nodo de red local" del Solicitante.

Como se ha mencionado anteriormente, el UE 4 conecta normalmente con la red mediante el nodo B situado típicamente conjuntamente con una estación transceptora base del sistema GSM subyacente. Sin embargo, el LNN proporciona un punto de acceso controlado por usuario local para la red, que puede estar instalado en la casa u oficina. Por medio del LNN, un usuario puede regular el acceso a la red de abonados locales.

Esencialmente, el LNN es un compuesto de elementos de un nodo B, un RNC, MSC, SGSN, GGSN y P-CSCF. Con el fin de acomodar el LNN en la arquitectura de Release 99, se facilita el elemento SIP/MSC_A 16, lógicamente conectado a MSC_B 10, HLR/AuC 14 y PSTN 12. El SIP/MSC_A está configurado para convertir las órdenes de protocolo de inicio de sesión del UE 4, que se usan para establecer una sesión en una red IP, y a los mensajes de parte de usuario ISDN (ISUP/SS7) usados para gestionar llamadas por una PSTN, y viceversa.

Así, donde se instale un LNN, el UE conectará con la red de Release 99 mediante el LNN y el elemento SIP/MSC_A 16, y con la arquitectura de Release 5 mediante el LNN y S-CSCF 30.

En la interfaz con la red R99, el UE se asemejará a un cliente SIP que establece conexiones de conmutación de circuitos con el MSC habilitado por SIP, usando el protocolo de señalización SIP. Los mensajes SIP se usan para transportar los mensajes de señalización de conmutación de circuitos al MSC, que entonces se asemeja a un MSC en lo que se refiere al resto de la red externa.

En la interfaz entre el LNN 40 y el S-CSCF 30, el LNN se asemeja a un UE que comunica con el S-CSCF a través de un P-CSCF. Preferiblemente, los mensajes del LNN al S-CSCF es conforme con la interfaz definida dentro de las especificaciones 3gpp. La decisión sobre con qué arquitectura de red conectar el LNN es una decisión del operador. Puede ser la arquitectura de conmutación de circuito R99, o puede ser la arquitectura IMS R5.

Como se ha mencionado anteriormente, el LNN está destinado a instalación local en casa o la oficina por ejemplo. En general, la zona de cobertura de la célula de LNN, denominada a continuación una picocélula, se solapará con la célula de red superyacente denominada a continuación una macrocélula. Además, es probable que la picocélula opere a la misma frecuencia que la macrocélula por razones de economía de frecuencia.

El despliegue de las picocélulas tendrá lugar de forma no coordinada y ad hoc cuando se instalen LNNs para cumplir los requisitos de usuario. Los niveles de potencia de las picocélulas tendrán que ser suficientemente altos para conexión satisfactoria con los UEs locales. En esta disposición, las transmisiones de enlace descendente de la picocélula interferirán con las transmisiones de enlace descendente de la macrocélula, y es probable que la interferencia dé lugar a degradación en la cobertura de la macrocélula. Por lo tanto, hemos observado que es deseable regular la potencia de las señales transmitidas por el LNN.

US 6496700 describe un sistema para ajustar un parámetro de organización en una red inalámbrica en base a mediciones de características relacionadas con pérdida de ruta de las señales recibidas y transmitidas por las estaciones base del sistema y los terminales inalámbricos.

Resumen de la invención

La invención se define en las reivindicaciones independientes a las que ahora se hará referencia. Se exponen características ventajosas en las reivindicaciones anexas.

Breve descripción de los dibujos

Ahora se describirán realizaciones preferidas de la invención con más detalle, a modo de ejemplo, y con referencia a los dibujos en los que:

La figura 1 es una ilustración de una arquitectura de red UMTS incluyendo un LNN.

La figura 2 ilustra el despliegue del LNN y su cobertura coincidente dentro de una macrocélula.

La figura 3 es una ilustración esquemática del nodo de red local según una realización preferida de la invención.

La figura 4 es una ilustración esquemática de la técnica para configurar la potencia de transmisión del enlace descendente según un primer método de control.

La figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra los pasos realizados en el primer método de control.

La figura 6 es una ilustración esquemática de la intensidad de señal recibida medida obtenida por el equipo de usuario en el primer método de control.

La figura 7 es una ilustración esquemática del tiempo de propagación de ida y vuelta medido obtenido por el LNN en el primer método de control.

La figura 8 es una ilustración esquemática de la intensidad de señal recibida medida obtenida por el equipo de usuario en el primer método de control, cuando la medición de tiempo de propagación de ida y vuelta se tiene en cuenta.

La figura 9 es una ilustración esquemática de la célula de cobertura del nodo de red local, y células de solapamiento de nodo B en una red móvil.

La figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra los pasos realizados en el segundo método de control del nodo de red local.

La figura 11 es un gráfico que representa mediciones de pérdida de ruta contra el registro de la distancia del equipo de usuario del nodo de red local.

La figura 12 es una ilustración que representa la disposición típica de una red que no tiene nodo de red local.

La figura 13 es una ilustración de una primera realización alternativa del nodo de red local para uso con un tercer método de control.

La figura 14 es una ilustración de una segunda realización alternativa del nodo de red local para uso con un tercer método de control.

La figura 15 es un diagrama de flujo que ilustra los pasos realizados en el tercer método de control del nodo de red local.

La figura 16 es un gráfico que representa esquemáticamente los resultados de un algoritmo de detección de umbral de transferencia.

Descripción detallada de la realización preferida

La operación de una realización preferida de la invención se describirá ahora con más detalle. La figura 2 ilustra el despliegue típico de una red pública terrestre móvil (PLMN) 50, incluyendo un nodo B 52 y un LNN 54. Aunque solamente se ilustra un solo nodo B, hay múltiples nodos adicionales B en la PLMN y son controlados por uno o varios RNC (no representados).

El nodo B tiene una cobertura de célula representada por la zona 56, mientras que el LNN tiene una cobertura representada por la zona 58.

El diagrama representa la cobertura de solapamiento entre la macrocélula 56 del nodo B y la picocélula 58 del LNN. El equipo de usuario 60 está situado primariamente dentro de la picocélula para conexión con el LNN. Tanto el nodo B como el LNN están conectados al resto de la red PLMN 62.

El término equipo de usuario se entenderá incluyendo cualquier dispositivo con capacidades 3G, incluyendo terminales móviles como teléfonos móviles, y asistentes digitales personales, ordenadores portátiles, u otros dispositivos informáticos portátiles o de mano, así como típicamente dispositivos no móviles tales como ordenadores de sobremesa.

El término red móvil también se entenderá referido a cualquier arquitectura de red de telecomunicaciones o proveedor de servicios que ofrezca un rango de servicios de telecomunicaciones a dicho equipo de usuario.

Además, la figura 2 representa un límite nocional requerido 64 para la zona de cobertura deseada para el LNN. Este límite puede representar la zona de una vivienda, o la zona ocupada por alguna empresa comercial por ejemplo.

La cobertura de la picocélula 58 se definirá por varios factores tales como la potencia de transmisión para el LNN 54. Sin embargo, el grado de interferencia del LNN con la macrocélula estará relacionado con la potencia de transmisión del LNN. Por lo tanto, hemos observado que es deseable regular la potencia de transmisión de modo que se facilite suficiente cobertura para la picocélula, pero de modo que se minimice la interferencia de la picocélula con la macrocélula.

Así, el LNN proporciona una célula de cobertura privada, que puede ser usada por abonados al LNN. Los UE en la red pública superyacente proporcionada por proveedores de telefonía móvil preferiblemente no tendrán acceso a la picocélula de LNN a no ser que se suscriban.

El LNN según la realización preferida de la invención se representa en la figura 3 a la que ahora se hará referencia.

El LNN 54 incluye una antena 70, para recibir y transmitir señales al UE 4. Las señales de radio recibidas son pasadas al procesador 3G 72, denominado a continuación el procesador o función de procesado, que está conectado para desmultiplexar/descodificar las señales de radio recibidas a órdenes o datos 3G. Cuando el LNN está transmitiendo, el procesador 72 puede operar para convertir las órdenes y los datos 3G a respectivas señales de radio para transmisión al UE. El procesador también realiza las funciones de procesado 3G apropiadas para el LNN y antes descritas, tal como comunicar con el SIP/MSA, o el S-CSCF representados en la figura 1. Estas funciones no se considerarán aquí en detalle.

Además, el procesador 72 está dispuesto para comunicar con el procesador de medición o función de procesado de medición 74, que, a su vez, comunica con el controlador o función de control 76. El controlador 76 emite órdenes para el procesador 72 con el fin de efectuar un cambio en la operación del LNN.

Por ejemplo, el controlador puede pedir que se establezca un tipo de conexión concreto entre el UE y el LNN, y pedir que el UE supervise y mida las características de la conexión. Estas órdenes serán comunicadas al UE por el bloque de procesado 72, con el fin de configurar el UE.

El control del UE de esta forma, y las mediciones que se pueden efectuar de la conexión los facilita la funcionalidad de la capa de protocolo de Control de Recursos Radio (RRC) del sistema UMTS, y se definen en detalle en el documento de estándares TS 25.331 publicado por 3GPP. Tales mediciones pueden incluir la potencia de código de señal recibida de enlace descendente, E_c/I_o de enlace descendente (donde E_c es la energía por chip, I_o es una

estimación de interferencia, o la interferencia medida), la pérdida de ruta de enlace descendente, las estimaciones de calidad de señal de enlace ascendente y enlace descendente de la potencia de transmisión de UE, estimaciones de tiempo de propagación de ida y vuelta (RTT) y estimaciones de posición, por ejemplo. Solamente el LNN hará una medición del RTT, pero tanto el LNN como el UE son capaces de hacer mediciones del nivel de señal.

Por lo tanto, el procesador 72 está configurado también para recibir señales del UE conteniendo la información de medición obtenida, extraer dicha información, y pasarla al procesador de medición 74. La recuperación de la información de medición del UE se basa en un procedimiento estándar definido en TS25.331 y por ello no se describirá aquí en detalle.

La función de medición está dispuesta para realizar un rango de funciones, tal como filtrar y promediar a variaciones suaves, detección de máximo y mínimo, o el cálculo de variables en base a los datos de entrada. Al hacerlo, la función de medición deriva un resultado de medición, que se pasa al controlador 76 de modo que se pueda realizar una acción específica.

Ahora se describirán con más detalle métodos y sistemas preferidos para controlar el LNN para regular la potencia.

Primera forma de operación

El sistema preferido controla con esmero los parámetros de potencia de los canales comunes de enlace descendente LNN y por lo tanto limita la interferencia del LNN a la macrocélula. Son dos los aspectos de la primera forma de operar la realización preferida. En el primer aspecto, la potencia de enlace descendente del LNN al UE se establece en base a mediciones efectuadas por el LNN y el UE, y posteriormente ajustadas según mediciones de variaciones producidas por efectos de envejecimiento y posibles cambios en el entorno de propagación.

En un segundo aspecto de la invención, las estimaciones de RTT pueden ser usadas por el LNN para estimar la distancia aproximada a la que el UE está del LNN. Al hacerlo, es posible asegurar que los rangos establecidos por el usuario estén dentro de límites definidos. El RTT máximo y, por lo tanto, la distancia a la que el usuario puede estar del LNN podrían estar predefinidos y almacenados dentro del LNN, relacionados con el servicio al que el usuario esté abonado, o señalizados al LNN por la red en base a otras condiciones específicas del operador.

Además, la distancia del usuario con respecto al LNN puede ser usada al definir la zona de cobertura. La información de distancia puede ser usada como una función de puerta de enlace que puede ser aplicada a las mediciones de parámetro de potencia.

El nivel máximo de potencia para el LNN se puede configurar entonces de tal forma que se optimice la cobertura del LNN dentro de una zona designada por el usuario, pero de una manera que reduzca la interferencia con cualesquiera macrorredes superyacentes. La potencia máxima también puede ser ajustada de forma continua para asegurar que los niveles de interferencia con la macrorred superyacentes se mantengan al mínimo.

Empezaremos considerando la operación del primer aspecto. La figura 4 ilustra la zona de cobertura requerida 64, el LNN 54 situado dentro de la zona de cobertura, el UE 60 usado para realizar las mediciones, y una ruta que el usuario atraviesa 80 alrededor de la zona de cobertura, un primer punto en la ruta 82, un punto posterior en la ruta 84 y un punto adicional en la ruta 86. Se apreciará que es probable que la zona de cobertura requerida corresponda a la zona ocupada por un edificio tal como una oficina, o una casa del usuario. Por lo tanto, es probable que la ruta 80 corresponda aproximadamente al perímetro del edificio, o los terrenos.

La operación del LNN se describirá mejor con referencia al diagrama de flujo de la figura 5. Con el fin de establecer la potencia de transmisión del LNN a un nivel apropiado, el usuario del LNN pasa primero a un punto de inicio 82. El usuario activa entonces el procedimiento de establecimiento de potencia a través de un mecanismo dedicado, tal como la marcación de un código de iniciación (código corto) en el UE que es reconocido por el procesador 72 dentro del LNN 54. Esto se ilustra en el paso S10.

El código corto marcado es recibido por el procesador de LNN 72, e identificado haciendo que se establezca una conexión entre el UE 60 y el LNN 54. El código corto activa el bloque de procesamiento 72 para notificar al controlador 76 que la conexión se está activando en el paso S12. En el paso S14, el controlador 76 pide que el procesador configure la conexión de tal manera que sea una conexión duplex total, tenga una tasa de datos constante y una potencia de transmisión constante tanto para el UE como para el LNN. Esto asegura que las condiciones del enlace entre el aparato UE y el LNN sigan siendo las mismas mientras estén teniendo lugar las mediciones. Como resultado, todo lo que cambiará es la pérdida de propagación del entorno. Es posible compensar la falta de una o varias de las tres condiciones especificadas anteriormente, aunque la medición sea correspondientemente compleja.

Además, el controlador 76 pide que el procesador 72 configure el UE para medir parámetros seleccionados de la señal de enlace descendente, y que el procesador 72 en el LNN mida los parámetros de enlace ascendente del UE 60. Las mediciones se pueden hacer por las etapas de radio frecuencia (RF) dentro del procesador 3G del LNN, o alternativamente en procesadores de señales digitales designados o circuitos integrados específicos de aplicación.

- Las mediciones que implican la amplitud y la fase de la señal recibida se pueden hacer después de haber digitalizado la señal, en un procesador de señales digitales (DSP) o un circuito integrado específico de aplicación (ASIC). Las mediciones que pueden ser configuradas y los métodos y la periodicidad de los reportes de medición son conocidos en la técnica y se definen en TS25.331 como se ha mencionado anteriormente. Preferiblemente, los tipos de mediciones que se piden al UE incluyen la potencia de código de señal recibida de enlace descendente, la medición E_c/I_o de enlace descendente (donde E_c es la energía por chip, I_o es la interferencia estimada o medida), la pérdida de ruta de enlace descendente y la potencia de transmisión de UE, y los parámetros medidos por el LNN 54 incluyen la potencia de código de señal recibida de enlace ascendente y el RTT.
- Con la llamada activa, el usuario atraviesa la ruta 80 a lo largo del perímetro de la zona a cubrir en la dirección de la flecha en el paso S16. El UE sigue midiendo las características del enlace descendente y las reporta al LNN según el protocolo conocido definido en TS25.331.
- Los datos de medición del UE 60 llegan al procesador 72 y son pasados al procesador de medición 74, junto con las mediciones efectuadas dentro del LNN 54 por el procesador 72.
- Cuando el usuario ha atravesado la ruta requerida, la medición puede detenerse, por ejemplo mediante la pulsación del botón de fin de llamada en el paso S18. Esto indica al procesador 72 en el LNN 54 que el ciclo de medición ha finalizado, y en el paso S20, el procesador 74 notifica al controlador 76 que el proceso de medición ha finalizado. El controlador también notifica al procesador de medición 74 que la medición ha finalizado.
- La etapa siguiente es procesar los resultados medidos para llegar a un valor para la potencia de transmisión máxima que se ha de usar para los canales comunes.
- Todos o uno de los valores medidos puede ser usado dependiendo del rigor con que se haya de hacer el cálculo de la potencia óptima. Por lo tanto, los valores a usar pueden ser configurables, almacenándose la configuración actualmente seleccionada en el controlador 76.
- Si, por ejemplo, se mide la potencia de código de señal recibida de enlace descendente (RSCP) del LNN al UE, se puede obtener una curva para el RSCP, tal como la ilustrada en la figura 6. La figura 6 ilustra la variación en la potencia de señal recibida con el tiempo cuando el usuario se desplaza alrededor del límite del dominio de cobertura deseada. Cuanto más alto es el valor, mayor es la potencia de señal recibida.
- También se representan tres puntos en la curva. El primer punto a corresponde a la medición realizada en el punto 82 de la ruta en la figura 4, el segundo punto b corresponde a la medición tomada en el punto 84, y el tercer punto c corresponde a la medición tomada en el punto 86.
- En la figura 6 se puede ver que se halló que el nivel de señal más bajo S_{min} estaba en el punto a, que representa una de las posiciones extremas dentro de la zona de cobertura. El nivel mínimo de señal se representa por la línea representada en la figura 6. La función de procesador de medición 74 identifica el punto bajo a, y su magnitud S_{min} en el paso S22, y transmite esta medición al controlador 76. Posteriormente, en el paso S24, en base a un algoritmo presente en el controlador 76, la medición es convertida por el controlador a una potencia de transmisión deseada máxima para los canales comunes usados por el LNN.
- El algoritmo más simple es escalar la potencia de transmisión una cantidad igual a la diferencia entre la potencia de señal medida mínima S_{min} y la potencia requerida de la señal para el canal piloto. Para ilustrar esto, consideraremos un ejemplo, suponiendo que la potencia piloto transmitida por el LNN durante la etapa de medición se puso a 1 mW (0dBm) y la potencia de código de señal mínima recibida S_{min} en el UE se midió como -90dBm. Suponiendo que la potencia requerida para la recepción correcta del canal piloto es -100dBm, entonces la potencia de transmisión para el canal piloto se puede reducir 10dBm a -10dBm o 0,1 mW y todavía será posible la recepción correcta. De esta forma, la potencia de transmisión del LNN se puede reducir para limitar su interferencia con macrocélulas de solapamiento.
- La potencia de canal de datos se puede poner con respecto al canal piloto, y podría ser mayor o menor dependiendo de la implementación.
- Un algoritmo alternativo y más sofisticado que se podría emplear en el paso S24 es estimar la potencia de transmisión usando un algoritmo tal como:
- $$PTX = k * RSCP$$
- Donde PTX es la potencia de transmisión requerida que se estima, RSCP es la potencia de código de señal recibida media y k es un factor que ha de ser derivado. Preferiblemente, k se basa en un análisis de presupuesto de enlace de la ruta de transmisión del LNN al UE, que es un análisis de las ganancias y pérdidas conocidas en la ruta de transmisión desde el transmisor al receptor. También se deberá tener en cuenta la potencia de transmisión del LNN usada durante el procedimiento de medición, y los márgenes de desvanecimiento requeridos para obtener una

probabilidad de interrupción aceptable, en base al número de mediciones y la variación estadística de las mediciones. La probabilidad de interrupción se puede considerar como la probabilidad de que una señal no sea recibida con una intensidad de señal suficiente para ser decodificada y entendida en un receptor en la zona de cobertura. Por otra parte, el margen de desvanecimiento es la potencia adicional de la señal requerida en el transmisor para que la señal sea recibida en la zona de cobertura con una probabilidad dada.

Se apreciará por ejemplo que es imposible predecir la potencia probable que un receptor en cualquier posición particular recibirá en cualquier tiempo dado. Sin embargo, midiendo la potencia recibida, por ejemplo, en un número de posiciones en el tiempo, se puede crear una estadística y se puede calcular la potencia media recibida de la señal. La estadística es conforme a una distribución conocida como la distribución de Rayleigh, y por ello, dado el valor medio, es posible estimar cuánta señal adicional se necesita para lograr una cierta probabilidad de cobertura requerida, por ejemplo 90%.

El método más simple para estimar estos márgenes de desvanecimiento es asumir que el nivel de potencia de la señal recibida en el UE expresada en dB corresponde a una distribución gaussiana. Usando un procedimiento de ajuste de curva, la desviación media y estándar para las distribuciones de medición puede ser estimada entonces por el procesador de medición 74. El controlador 76 estará preconfigurado para una probabilidad de interrupción específica (por ejemplo una interrupción de 10%), y a partir de ésta, el margen de desvanecimiento adicional requerido se puede derivar del ajuste gaussiano a los datos medidos. Con todos los datos conocidos ahora, se puede derivar k comparando la potencia de transmisión real con el margen de desvanecimiento deseado.

Una vez que el nivel de potencia de transmisión inicial ha sido estimado utilizando alguna de las dos técnicas dentro del procesador de medición 74, el controlador ordena al bloque de procesado 72 que configure las potencias para los canales comunes de enlace descendente en el paso S26. Las potencias relativas necesarias para los diferentes canales comunes en base a la potencia del canal piloto medido son conocidas por los expertos en la técnica y por lo tanto se pueden poner consiguientemente.

Con la potencia inicial establecida, el controlador está dispuesto entonces para iniciar mediciones periódicas por el UE y el LNN. Usando estas mediciones periódicas, el controlador puede rastrear la diferencia en la potencia de canal común de enlace descendente real y la potencia requerida, en base a las mediciones que recibe del procesador de medición. Si hay un cambio en el tiempo, entonces el controlador puede ordenar al procesador 72 que ajuste su potencia de transmisión.

Preferiblemente, también se añade un margen configurable para asegurar que el usuario tenga cobertura aunque esté en el límite de recepción, tal como en el borde de la zona de cobertura cuando la señal caiga ligeramente debido a un evento de interferencia. Se ha hallado que para ello es suficiente un margen de entre 3db y 5db.

Preferiblemente, en un segundo aspecto de la operación según la invención, también se usan mediciones de distancia en el algoritmo de estimación de potencia de enlace descendente. Usando las mediciones de distancia del LNN, es posible realizar un control adicional sobre los parámetros de nivel de potencia para el LNN. La aplicación de este segundo aspecto de la invención se aplica tanto a la configuración inicial del nivel de potencia como también al algoritmo de seguimiento de potencia posterior. Esto permitirá al administrador del LNN establecer distancias máximas para la zona de cobertura. Entonces no se considerarán cualesquiera mediciones de potencia efectuadas a distancias superiores a la distancia máxima determinada.

Preferiblemente, las mediciones de distancia se hacen usando la estimación de tiempo de propagación de ida y vuelta (RTT) hecha en el LNN para las transmisiones entre el LNN y el UE, aunque también se podría usar otros métodos, tal como el uso de GPS. La estimación del RTT se basa en el hecho de que los tiempos de enlace ascendente y enlace descendente en el modo 3G FDD definido por la organización 3GPP son fijos. Las desviaciones de este tiempo ideal de enlace ascendente/enlace descendente son producidas por lo tanto por el retardo de propagación de las señales cuando se propagan desde el LNN al UE y entonces desde el UE de nuevo al LNN. Como es conocido en la técnica, las desviaciones permiten estimar un valor para RTT.

Por lo tanto, preferiblemente, los niveles de RTT máximos se ponen de modo que, cuando el RTT exceda de estos límites máximos, se suspenda la medición de potencia de transmisión de enlace descendente. Esto evita que el controlador incremente la potencia para comunicar con un UE que se haya desviado de la zona definida.

Por ejemplo, considérese el caso donde el UE 60 y el LNN 54 han sido configurados para hacer las mediciones iniciales definidas en el primer aspecto de la técnica de control. Si, además, el LNN mide el RTT, entonces el procesador 72 enviará estas mediciones al procesador de medición 74 en el paso S16.

Un ejemplo de la medición RTT se ilustra en la figura 7. La figura 7 presenta el RTT estimado en función del tiempo de medición. El controlador 76 tiene un umbral RTT máximo R_{max} . En el tiempo t_1 (punto d) la medición RTT excede del umbral RTT máximo y solamente pasa por debajo de este umbral en el tiempo t_2 (punto e).

La intensidad de señal recibida se representa en la figura 8 durante el mismo período. En el tiempo t_1 (punto d) la

señal está cayendo, y el controlador, en respuesta a detectar que el RTT ha excedido el valor umbral, ordena al procesador 72 que suspenda las mediciones del canal de comunicación. En el tiempo t_2 cuando el controlador detecta que el RTT ha caído por debajo del umbral $R_{\max}$, las mediciones se reanudan. Así, el punto de señal más bajo f , que tuvo lugar durante este período de suspensión de medición, no se registra en consecuencia como la medición más baja. En cambio, la medición más baja usada para el cálculo posterior es el punto g que se produjo después de que el RTT cayese por debajo del umbral RTT máximo $R_{\max}$.

Alternativamente, el registro de medición puede no suspenderse entre los instantes de tiempo t_1 y t_2 , sino más bien en el post-procesado por la función de proceso de medición, el controlador puede ordenar que el uso de las mediciones durante este período sea despreciado o interpolado.

Usando este procedimiento, es posible asegurar que el nivel de señal máximo que resultará para los canales comunes de enlace descendente no será definido únicamente por puntos de medición que excedan de ciertas distancias del LNN.

Hay muchas razones adicionales por las que es ventajoso incluir mediciones de distancia en la supervisión de la potencia de canal. Una razón es limitar la extensión de cobertura del LNN desde la perspectiva de la interferencia y la segunda es proporcionar diferentes tarifas a los clientes. Cuanto más alta sea la tarifa, mayor es el rango permisible, y mayor es el límite RTT asociado.

Aunque el primer método de control se ha descrito incorporando un solo equipo de usuario para la obtención de resultados de la medición, sería posible naturalmente recibir mediciones de diferentes dispositivos de equipo de usuario colocados por el límite del dominio.

Además, aunque en la descripción anterior la conexión entre el equipo de usuario y el LNN es continua, de modo que se pueda obtener datos cuando el usuario se desplace por el límite de la zona de cobertura deseada, es posible hacerla discontinua, de modo que solamente se pueda obtener mediciones de puntos discretos concretos.

En estas dos situaciones, el código corto marcado en el UE puede ser modificado de modo que, en lugar de emitir una conexión continua que se termine solamente cuando el usuario pulse el botón 'finalizar llamada', se inicie una llamada durante un período limitado predefinido de, por ejemplo, 5 segundos. Esto permitiría al usuario situado en una posición límite activar el código corto, esperar que se establezca la conexión y que los resultados de la medición sean transmitidos al LNN, y luego pasar a la posición siguiente después de que hayan transcurrido los 5 segundos. Esta técnica también se podría expandir de modo que el LNN pueda reconocer códigos cortos que identifiquen a diferente equipo de usuario. De esta forma, donde la zona de cobertura es mayor, la toma de mediciones se puede dividir entre un número de diferentes operadores con equipo de usuario separado.

Aunque en la explicación anterior, el enlace descendente RSCP se ha usado como la medición de potencia de la señal, en un acercamiento alternativo puede ser preferible tomar la media de la potencia de señal recibida de enlace descendente y de enlace ascendente, más bien que solamente el valor de enlace descendente.

Segunda forma de operación

El LNN según la realización preferida de la invención también proporciona un segundo método y sistema para establecer las potencias de transmisor dentro del LNN. Estos utilizan las mediciones que el UE puede hacer de las células adyacentes en la red, y las mediciones que el LNN hace del UE. Combinando estas mediciones, es posible estimar un nivel de potencia de transmisión para el LNN que minimiza la interferencia con macrocélulas de solapamiento. Esto permite a los LNN ajustar su potencia de transmisión de una manera que asegura que la interferencia de los LNN a la red macrocelular se pueda mantener a un mínimo dada la naturaleza ad hoc del despliegue de los LNN.

Empezaremos considerando como ejemplo el despliegue de un LNN dentro del entorno macrocelular representado en la figura 9. El LNN 54 se despliega en una zona en la que hay un número de nodos macrocelulares B 90, 92, 94 y 96.

El radio de cobertura típico para los nodos macrocelulares B se ilustra en el diagrama. Para el nodo B 90, el borde de la célula se ilustra con el límite 98; para el nodo B 92, el borde de célula se representa como límite 100; para el nodo B 94, el borde de célula se representa con la línea 102; y para el nodo B 96, el borde de célula se representa como la línea 104.

Por lo tanto, el LNN está dentro de la zona de cobertura de cuatro células, y en el enlace descendente del LNN al UE (no representado), cada una de estas cuatro células contribuirá a la interferencia con la célula de LNN representada por el borde de célula 58.

Para superar esta interferencia, la potencia de transmisión del LNN se podría poner simplemente a su valor máximo. Sin embargo, si se hiciese esto, muy probablemente daría lugar a interferencia excesiva dentro de la red

macrocelular y una disminución de la cobertura dentro de la red de macrocélulas.

Por lo tanto, la solución preferida es poner la potencia de transmisión del LNN al valor mínimo requerido para lograr la zona de cobertura requerida para la célula de LNN definida por el borde de célula 58. Para identificar la potencia de transmisión mínima, el LNN está dispuesto para utilizar mediciones que realiza el UE y mediciones que efectúa el LNN propiamente dicho.

Como se ha mencionado anteriormente, el UE es capaz de hacer un número de mediciones en el enlace descendente de un sistema de modo WCDMA FDD, definido por el Proyecto de Asociación de Tercera Generación (www.3gpp.org). En particular, el UE tiene la capacidad de llevar a la práctica mediciones en células que son adyacentes a la célula sirviente corriente. Las células que el UE puede medir se denominan células intra-frecuencia si están en la misma frecuencia como la célula sirviente para el UE, células inter-frecuencia si están a una frecuencia diferente de la célula sirviente, y células inter-RAT (tecnología de acceso por radio) si usan una tecnología diferente de la tecnología de la célula sirviente.

En condiciones operativas normales, al UE se le ordena que mida otras células a través de mensajes emitidos o de mensajes de control que la red envía directamente al UE. Esto se realiza de modo que se pueda determinar si realizar una transferencia entre dos células. Estas células se denominan dentro del estándar WCDMA el conjunto de supervisión, y serán conocidas por los expertos en la técnica.

El conjunto de supervisión se define en los canales emitidos enviados al UE en el enlace descendente. En la realización preferida, el LNN está configurado para supervisar solamente el canal de enlace ascendente procedente del UE. Por lo tanto, el LNN no será capaz de recibir datos que definan el conjunto de supervisión, a no ser que un UE esté instalado en el LNN propiamente dicho. Aunque esto es posible, daría lugar a un mayor gasto y complejidad.

Sin embargo, dentro del estándar WCDMA, el UE también está configurado para medir lo que se conoce como el conjunto 'detectado'. Éste es el conjunto de células que el UE ha detectado pero que no forman parte del conjunto de supervisión. Por lo tanto, preferiblemente, el UE está dispuesto para identificar las células del conjunto detectado y reportarlas a la red, a la que en esta realización se accederá mediante el LNN. El conjunto detectado está limitado por el estándar WCDMA a las células intra-frecuencia. Así, las células inter-frecuencia e inter-RAT no serán tenidas en cuenta.

La operación del LNN se describirá ahora con más detalle con referencia a la figura 10. En el paso S30, el controlador pide que el UE tome una medición de células en el conjunto de células detectado. La petición es transmitida al UE por la función de procesado 72. Al reportar sobre células detectadas a la misma frecuencia que la célula sirviente, la información acerca de la que el UE puede estar configurado por el LNN para informar al LNN es la pérdida de ruta, E_c/I_o (donde E_c es la energía por chip, lo es la interferencia estimada o medida), la potencia de código de señal recibida (RSCP), la identidad de célula, la desviación del tiempo de transmisión y recepción en el UE y el código de embrollamiento de célula. Además, el UE puede medir y reportar su potencia transmitida corriente. En esta realización se supone que la opción de control de potencia para el UE será tal que la potencia de transmisión de UE permanezca constante mientras la medición se esté efectuando y reportando. La razón de esto es permitir que el LNN mida la potencia de UE recibida mientras la potencia de transmisión se mantiene constante. En realizaciones alternativas en las que el control de potencia puede estar activo, el LNN tendrá que tener en cuenta la variación de potencia del transmisor y las diferencias de tiempo entre cuando se efectuaron las mediciones cuando se recibieron las peticiones de control de potencia y cuando se actuó conforme a las peticiones.

En el paso S32, las mediciones realizadas por el UE son recibidas en el LNN para cada una de las macrocélulas detectadas.

En el paso S34, la función de procesado 72 del LNN lleva a cabo mediciones en la conexión con el UE según el estándar WCDMA (TS25.331 define la configuración de las mediciones, mientras que los detalles de las mediciones se exponen en TS25.215) en particular, el LNN está dispuesto para medirla potencia de código de señal recibida (RSCP) del UE, y el tiempo de propagación de ida y vuelta (RTT) entre el UE y el LNN. Preferiblemente, el RTT se mide con una exactitud tan alta como sea prácticamente posible, típicamente, del orden de un octavo de un chip. A partir de este RTT y la desviación del tiempo de transmisión y recepción de UE medida, se puede estimar la distancia del UE al LNN. Con un octavo de una resolución de chip, esto permitirá medir distancias superiores a aproximadamente 5 m. En presencia de trayectos múltiples, se usa el primer componente de trayectos múltiples significativo recibido para la medición de tiempo, y el resto se desecha. Esto se debe a que estamos interesados en las señales que llegan por la ruta más corta, dado que dichas señales corresponderán muy estrechamente a la distancia directa entre el UE y el LNN.

A partir de la potencia de transmisión de UE medida, el RSCP medido de LNN, y el RTT medido de LNN se podría crear una gráfica similar a la representada en la figura 11 en el paso S36 recogiendo las mediciones con el tiempo y procedentes de diferentes UEs. La gráfica de la figura 11 es la pérdida de ruta (PL) medida definida por:

PL = potencia de transmisión medida de UE - RSCP medido de LNN

donde las potencias y la pérdida de ruta medidas se expresan en dB.

5 En la figura 11, el símbolo "x" representa un punto calculado para el PL, en función de la distancia calculada del LNN. Se apreciará que se formará un número de puntos, cuando se realicen mediciones en el tiempo, y cuando las mediciones sean recibidas de diferentes UEs dentro de la zona de cobertura. Así, se recibe una difusión de puntos para cualquier distancia dada, que representan variaciones en los UEs supervisados, así como variaciones medioambientales en el dominio de la zona de cobertura.

10 En el paso S38, el LNN estima a partir de la figura 11, el cambio medio en PL con la distancia, h, y también la desviación estándar superior, i, y la desviación estándar inferior, j, a partir de la pérdida de ruta estimada.

15 En un sistema de comunicaciones inalámbricas, la pérdida de ruta, en general, puede ser estimada en función de la distancia usando la fórmula general siguiente:

$$PL = \frac{P_{Tx}}{P_{Rx}} = \frac{k_{LNN}}{r^{N_{LNN}}} \quad - \quad (1)$$

20 donde k_{LNN} y N_{LNN} son constantes y r es la distancia entre el LNN y el UE. P_{Tx} es la potencia óptima del transmisor que ha de ser calculada y P_{Rx} es la potencia deseada recibida en el UE. La constante k_{LNN} incluye la potencia de radiación de la antena transmisora, la potencia recibida de la antena y por lo tanto incluye la eficiencia de antena, la ganancia de la antena, consideraciones de frecuencia, y cantidades menos definidas tales como la altura de la antena por encima del suelo. Si se desea, k_{LNN} puede ser derivada de factores teóricos por los expertos en la técnica, aunque se prefiere medirla directamente. N_{LNN} es el exponente de pérdida de ruta, y es 2 para espacio libre, por ejemplo, que expresa la ley de cuadrados inversos. En un entorno móvil exterior denso, el exponente puede ser de hasta 5, pero es más probable que esté entre 3 y 4.

25 En esta realización, sin embargo, k_{LNN} y N_{LNN} pueden derivarse de la gráfica presentada en la figura 11. Si ambos lados de la ecuación 1 se expresan en dBs, entonces se obtiene:

$$30 \quad PL_{dB} = k_{LNN_dB} - 10N_{LNN} \cdot \log_{10}(r) \quad - \quad (2)$$

A partir de la figura 11 y la gráfica de la PL media (dB) en función de $10 \cdot \log_{10}(\text{distancia})$ 201, las constantes k_{LNN_dB} y N_{LNN} pueden hallarse en el paso S38. Esto se puede lograr usando una regresión lineal de cuadrados mínimos para resolver $Y = Ax + B$ para A y B, donde $Y = PL_{dB}$, $A = -10N_{LNN}$, $x = \log_{10}(r)$, y $B = k_{LNN_dB}$

35 Cuando la ecuación 2 se usa en primer lugar, puede no haber suficientes puntos de medición registrados. Por lo tanto, se usa preferiblemente un conjunto predefinido de valores para las constantes k_{LNN_dB} y N_{LNN} . Cuando hay disponibles puntos medidos, entonces se pueden combinar con los valores predefinidos para producir una estimación más exacta en base al entorno de propagación específico.

40 Además, el último conjunto derivado de valores para las constantes se almacena preferiblemente en memoria no volátil en el paso S38. Estos valores almacenados pueden usarse posteriormente como los valores predefinidos en el caso de pérdida de potencia al LNN, debido tal vez a un desplazamiento a una posición nueva.

45 Para estimar la potencia de transmisión requerida óptima para el LNN, el LNN tiene que estimar a continuación la interferencia de enlace descendente total de todos los macronodos de solapamiento B 90, 92, 94 y 96 en el conjunto detectado. Además, también hay que estimar la potencia de interferencia de enlace descendente a partir de cualesquiera otros LNN esparcidos por la zona de cobertura.

50 Preferiblemente, el LNN hace una distinción en la forma en que maneja los macro nodos B y otros LNN en la zona. Es probable, por ejemplo, que el operador desee mantener la potencia de transmisión del LNN a un nivel suficientemente bajo de tal manera que se degrade el rendimiento de las macrocélulas solamente por un nivel bajo pero definido. Sin embargo, para otros LNN, el operador puede elegir un criterio ligeramente diferente, puesto que, en general, deseará cierta paridad en la interferencia entre los LNNs. A condición de que la potencia del LNN esté por debajo de los límites definidos por el operador para las macrocélulas, cualquier nivel de potencia debajo de él puede simplemente ser tal que la potencia de LNN se ponga para cubrir la zona requerida. Un algoritmo de control presente en el procesador 74 tendrá que detectar y corregir cualesquiera condiciones de carrera que puedan producirse entre dos LNNs próximos.

60 A partir de estas consideraciones, el ruido total más interferencia (I_o) en el enlace descendente (para un solo UE por ejemplo) se puede definir como:

$$I_o = \left[\sum_{i=1}^m a_i I_{oi} + \sum_{j=1}^n b_j I_{oj} \right] \quad - (3)$$

donde: I_{oi} es el RSCP medido de UE del i-ésimo macronodo B, a_i es un factor de escala para el i-ésimo macronodo B y m es el número de macronodos de interferencia detectados B. El factor de escala a_i podría ser una cantidad fija (por ejemplo = 1), o podría estar relacionado con la distancia a la que el nodo B está del LNN (estimada a partir de la estimación de pérdida de ruta medida de UE). Los nodos B más próximos podrían tener una contribución más grande a la estimación de interferencia total de las macrocélulas. Por lo tanto, los factores de escala podrían aplicarse por medio de una tabla de consulta.

I_{oj} es el RSCP medido de UE del j-ésimo LNN, b_j es un factor de escala para el j-ésimo LNN y n es el número de LNNs de interferencia detectados. El factor de escala b_j puede ser usado para mejorar o reducir los efectos de los otros LNNs en la estimación de interferencia. Tanto a como b tienen la finalidad de explicar diferentes modelos de pérdida de ruta que pueden producirse en un sistema real. El valor para estos factores de escala es preferiblemente ajustable y dependerá del entorno de propagación específico. Los valores iniciales podrían basarse, por ejemplo, en los resultados de pruebas de campo, y programarse en el LNN al despliegue.

Por lo tanto, en el paso S40, el procesador de medición usa la ecuación 3 anterior, y las mediciones tomadas previamente en el paso S32 y S34 para determinar una estimación de la interferencia de ruido en el enlace descendente. Con una estimación de la interferencia (I_o), es posible entonces seguir estimando la potencia de transmisión requerida para el LNN.

Empezaremos con una ecuación CDMA básica conocida por los expertos en la técnica:

$$\frac{E_c}{I_o} = \frac{E_b}{N_o} \frac{1}{PG} \quad - (4)$$

donde E_c es la energía por chip, I_o es la interferencia estimada anteriormente, E_b es la energía requerida por bit de información, N_o es la densidad espectral de potencia de ruido y PG es la ganancia de procesamiento definida como:

$$PG = \frac{W}{R} \quad - (5)$$

donde W es la anchura de banda de tasa de bits (3,84MHz para WCDMA modo FDD) y R es la anchura de banda de la señal de información.

La energía recibida por chip E_c también puede definirse en términos de la potencia de señal recibida según:

$$E_c = P_{Rx} T_c \quad - (6)$$

donde P_{Rx} es la potencia deseada recibida y T_c es la duración de chip.

Sustituyendo (1) en (6) se obtiene:

$$E_c = \frac{P_{Tx} r^{N_{LNN}} T_c}{k_{LNN}} \quad - (7)$$

Sustituyendo 7) en (4) y resolviendo para P_{Tx} y añadiendo un F_m de margen se obtiene:

$$P_{Tx} = \frac{E_b}{N_o} \frac{1}{PG} \frac{I_o}{T_c} \frac{k_{LNN}}{r^{N_{LNN}}} F_m \quad - (8)$$

Finalmente, podemos sustituir lo para los valores de RSCP medidos por el UE y presentados previamente, de modo que (8) sea:

$$P_{Tx} = \frac{E_b}{N_o} \frac{1}{PG} \frac{\left[\sum_{i=1}^m a_i I_{oi} + \sum_{j=1}^n b_j I_{oj} \right]}{T_c} \frac{k_{LNN}}{r^{N_{LNN}}} F_m \quad - (9)$$

En esta ecuación, los valores para E_b , N_o , PG , I_{oi} , I_{oj} y T_c son conocidos y los valores para K_{LNN} y N_{LNN} han sido calculados en el paso S38 a partir de los puntos de la figura 11. N_o es la densidad espectral de potencia de ruido y viene dado por kT , donde k es la constante de Boltzman y T es la temperatura del receptor en Kelvin. Los factores de escala a_i y b_j pueden ser fijos, derivarse de las cifras de pérdida de ruta o recibirse de la red, como se ha mencionado anteriormente.

El margen de desvanecimiento F_m se añade a la ecuación para tener en cuenta la variación estadística en la señal recibida demostrada en la figura 11. Por lo tanto, la estimación de F_m puede basarse en parte en pruebas de campo realizadas por el operador del LNN. Sin embargo, se puede considerar que F_m tiene dos partes:

$$F_m = F_{op} F_{meas} \quad - (10)$$

F_{op} es el margen definido por el operador en base a la posición del LNN con respecto a todos los otros macronodos B. Al nivel más simple, éste se podría estimar en base a la pérdida de ruta, la desviación de SFN-SFN (número de cuadro de sistema) medida de UE y los niveles de interferencia recibidos I_o . La segunda cantidad F_{meas} se puede basar en las mediciones estadísticas para la pérdida de ruta de UE a LNN en función de la distancia representada en la figura 11. Si se decide que se necesita una probabilidad de cobertura de 90%, entonces en base a la estadística estimada de la señal recibida podemos estimar qué margen por encima o por debajo del nivel de señal medio se precisa.

Dada toda la información disponible, todo lo que se necesita es el radio de cobertura requerido r . El radio de cobertura deseado puede estar vinculado, por ejemplo, a una estructura de tarifa. Una tarifa baja podría proporcionar una probabilidad de cobertura de 90% por ejemplo en rangos de hasta 10m del LNN, con una tarifa media que lo amplíe a 40m y una tarifa alta que lo amplíe a 80m.

Las mediciones que el LNN hace de la potencia de recepción de UE más la medición de la potencia de transmisión de UE realizada por el UE se usarán más tarde para calibrar la ruta de transmisión entre el LNN y el UE.

Así, la potencia de transmisión óptima P_{Tx} se puede calcular resolviendo la ecuación 9, conteniendo términos que tienen en cuenta el ruido estimado total en el enlace descendente debido a otras macrocélulas, y las constantes K_{LNN} y N_{LNN} que definen características del entorno. Esto da la potencia de transmisión mínima requerida para que el sistema opere fiablemente por ejemplo a 90% de la zona de cobertura.

Tercera forma de operación

La tercera forma de operación de la realización preferida permite que las transferencias entre el LNN y las macro o microcélulas circundantes sean gestionadas inteligentemente desde la perspectiva del usuario.

El término transferencia es un término genérico que implica que hay un cambio en la ruta de transmisión que sigue una conexión entre el UE y la red. En general, la transferencia dará lugar a un cambio en la conexión en la UTRAN y también puede tener un cambio en la conexión en la red central.

Las transferencias que impactan en la UTRAN se definen en TS25.331, mientras que los ejemplos de transferencias que impactan en la red central se definen en 3GPP TS23.009. Según TS23.009, las transferencias que usan diferentes MSCs antes y después de la transferencia se denominan transferencias entre MSC (recolocaciones SRNS entre MSC en 3G).

El tipo de transferencia que puede tener lugar dentro de la UTRAN se identifica con varios términos. Para un aparato que esté en el estado CELL_DCH (un estado que define que al UE se han asignado canales físicos dedicados), las transferencias se denominan transferencia de tecnología de transferencia intra-frecuencia, transferencia inter-frecuencia y acceso inter-radio.

Las transferencias intra-frecuencia son conocidas de forma informal como transferencias blandas y formalmente como una actualización de conjunto activo. Las transferencias inter-frecuencia son conocidas informalmente como

transferencias duras y formalmente como una reconfiguración de canal físico. La terminología informal se usará a continuación con el significado definido anteriormente.

5 Como se ha mencionado anteriormente, la extensión de la zona de cobertura radio utilizable del LNN se denomina aquí la picocélula, y rodeando la picocélula estará la cobertura radio de la macrorred usando la misma frecuencia que el LNN o usando una frecuencia diferente. La cobertura a partir de la macrorred puede estar disponible mediante células pequeñas o células grandes, denominadas microcélulas y macrocélulas, respectivamente.

10 Cuando un UE abandona la zona de cobertura de la picocélula, hay posibilidad de que la conexión pase a través de una transferencia dura a la macro o microcélula. A diferencia de las transferencias normales, una transferencia del LNN a una macro o microcélula de solapamiento puede implicar un cambio de servicio. Por ejemplo, es probable que servicios de alta tasa de datos, tal como vídeo y audio de alta calidad, puedan no estar disponibles en la macro célula en la posición del UE, produciendo una caída de servicio cuando tenga lugar la transferencia.

15 Además, dentro de la picocélula para una llamada iniciada dentro del LNN, la tarifa para la conexión será en general mucho menor que en la macrocélula que rodea el LNN. Si la transferencia tiene lugar y la conexión es transferida desde la picocélula a la macrocélula, el usuario puede incurrir en un aumento de la tarifa debido a un cambio a la macrocélula y el usuario puede no ser consciente de este aumento de tarifa.

20 Así, hemos observado que, por razones de servicio de datos y tarifa, es deseable detectar cuándo está a punto de producirse una transferencia y dar al usuario de UE el control sobre la realización o no de la transferencia.

25 En la figura 12, observamos que el despliegue típico de una red PLMN 110 no incluye un LNN. Los UEs 112 pasarán a través de la red y se desplazarán entre los diferentes nodos B 114, 116 a través del uso de procedimientos de transferencia como los esbozados previamente.

30 Con referencia de nuevo a la figura 2, observamos el despliegue de un LNN 54 dentro de una PLMN 50, incluyendo la cobertura de solapamiento entre la macrocélula 56 y la picocélula 58. Cuando el UE 60 se aleja del LNN, la estimación de calidad de la conexión se degradará.

35 La figura 13 y la figura 14 presentan dos realizaciones ejemplares de la invención. Los bloques funcionales son idénticos a los representados en la figura 3, con el generador de tono DTMF 77 y el codec 78 dispuestos en la primera realización, y un generador de mensajes SMS 79 dispuesto en la segunda realización. Los bloques de medición y control detectan que está a punto de producirse una transferencia supervisando los atributos medidos del enlace de la manera descrita más adelante.

40 En este modo de operación, el procesador de medición también recibirá mediciones del procesador 72. Las mediciones podrían ser alguno o todos de la selección de niveles de potencia de transmisión de enlace descendente para el canal dedicado, estimaciones de nivel de señal de enlace ascendente medidas en el LNN, estimaciones de nivel de señal de enlace descendente medidas en el UE y señalizadas al LNN, estimaciones de calidad de señal de enlace ascendente medidas en el LNN, estimaciones de calidad de señal de enlace descendente medidas en el UE y señalizadas al LNN, estimaciones de pérdida de ruta de enlace ascendente medidas en el LNN, estimaciones de pérdida de ruta de enlace descendente medidas en el UE y señalizadas al LNN, estimaciones de tiempo de propagación de ida y vuelta medidas en el LNN y estimaciones de posición medidas a través de procedimientos distribuidos entre el UE y el LNN. Al usuario se le puede notificar entonces por medio del generador de tono DTMF, o el generador de mensajes SMS.

50 Con referencia ahora a la figura 5, ahora se describirán los pasos implicados en gestionar el proceso de transferencia de llamada. Preferiblemente, en el paso S50, el bloque de procesamiento está dispuesto para determinar tres cantidades de medición diferentes (x_i , y_j , z_k) a partir de la lista anterior y pasarlas al procesador de medición para filtración y alisado apropiados. Las propiedades preferidas son una estimación de calidad compuesta, tal como una media de la calidad de enlace ascendente y enlace descendente, un compuesto de la pérdida de ruta en el enlace ascendente y el enlace descendente, y el tiempo de propagación de ida y vuelta. Preferiblemente, la pérdida de ruta compuesta incluye una potencia de transmisión y la potencia de recepción requerida de modo que la cantidad defina qué cerca está el UE del nivel mínimo de señal. Entonces, en el paso S52, el procesador de medición deriva un resultado de medición compuesto (CMR) mediante una ecuación como:

$$CMR_{i,j,k} = P\{f(x_i, x_{i-1}, \dots, x_0), g(y_j, y_{j-1}, \dots, y_0), h(z_k, z_{k-1}, \dots, z_0)\}$$

60 donde $f(x_i, x_{i-1}, \dots, x_0)$ es una función lineal, no lineal o lógica de la i-ésima cantidad medida de x y cualesquiera mediciones previas, $g(y_j, y_{j-1}, \dots, y_0)$ es una función lineal, no lineal o lógica de la j-ésima cantidad medida de y y cualesquiera mediciones previas, y $h(z_k, z_{k-1}, \dots, z_0)$ es una función lineal, no lineal o lógica de la k-ésima cantidad medida de z y cualesquiera mediciones previas. La función $P\{\}$ es una función lineal, no lineal o lógica que combina las funciones $f()$, $g()$ y $h()$.

Para considerar una realización específica de esta ecuación podemos imaginar que x = potencia de transmisión en dB, y es el tiempo de propagación de ida y vuelta en microsegundos y z es la pérdida de ruta en dB. A partir de estas cantidades se podría derivar una ecuación tal como:

$$CMR_{i,j,k} = (l \cdot x_i + m \cdot y_j + n \cdot z_k) / 3$$

donde l , m y n son factores de escala configurables apropiados para las mediciones que se efectúan. En esta realización, todas las funciones $P\{\}$, $f(\cdot)$, $g(\cdot)$ y $h(\cdot)$ son funciones lineales simples.

La selección de qué parámetros usar es específica de implementación con el fin de dar una representación de la calidad de señal del enlace. Sin embargo, las variables preferidas se han indicado anteriormente. La función de medición 86 pasa entonces la cantidad de medición derivada $CMR_{i,j,k}$ al controlador 76 en el paso S52.

La figura 16 ilustra un ejemplo de la variación de la cantidad medida $CMR_{i,j,k}$ con la distancia desde el LNN. Se almacena un umbral predeterminado en el controlador para comparación con CMR en el paso S54. Cuando se halla que CMR excede del umbral CMR_{max} en el punto k , definido para este conjunto específico de mediciones, el controlador activa el generador de tono DMTF o el generador de mensajes SMS para indicar al usuario en el paso S56 que está a punto de producirse una transferencia.

En la realización representada en la figura 13, el activador produce la introducción de tonos audio o tonos DTMF al flujo audio mediante el codec 78 o mediante señalización a través de la función de procesado 3G 72. El método para introducir estos tonos al flujo audio es bien conocido por los expertos en la técnica.

En la realización de la figura 14, el disparador hace que el controlador 76 pida la transmisión de un mensaje SMS a la función de creación de mensaje SMS 79 a través de la función de procesado 3G 72 al UE 60. El mensaje SMS puede ser una alerta en texto simple, o puede ser usado para disparar una respuesta en el UE usando programas en el UE basados en Java o la herramienta de aplicación USIM (módulo de identidad de abonado UMTS). La respuesta puede consistir, por ejemplo, en una pluralidad de técnicas tal como la reproducción de una sintonía, un pitido audio, el parpadeo de las luces de la pantalla en el UE.

En el paso S58, el UE recibe la preindicación de la transferencia. El UE está configurado para proporcionar al operador del UE un número de opciones para gestionar la posible transferencia de picocélula a micro o macrocélula. Proporcionar esta funcionalidad en el UE es posible mediante instrucciones de programa proporcionadas por la herramienta de aplicación Java o USIM, por ejemplo. Todo lo que se requiere es que el UE detecte la indicación de alerta, y ofrezca tal vez mediante un sistema de menús opciones de respuesta. Una vez que el usuario ya seleccionado una respuesta en el paso S60, ésta se transmite después necesariamente al procesador de LNN en el paso S62 para acción.

En el paso S62, las respuestas podrían ser enviadas al LNN a través del uso de un tono DTMF de teclado o a través del uso de teclas blandas en el UE. Las teclas blandas en el UE activan un programa en el UE mediante un procedimiento apropiado tal como la herramienta de aplicación Java o USIM. El programa puede usar entonces señalización directa al LNN o SMS para notificar al LNN las intenciones de los usuarios.

Preferiblemente, a los usuarios se les ofrece uno de tres diferentes tipos de respuestas configuradas en el paso S60, según entornos en el LNN y almacenadas en el controlador. En el primer escenario por ejemplo, el LNN puede estar configurado de tal manera que el usuario solamente indique cuándo desea abandonar la picocélula. En segundo lugar, el LNN puede estar configurado de tal manera que el usuario solamente indique cuándo el usuario desea permanecer en la picocélula, y en tercer lugar el LNN está configurado de tal manera que el usuario indique si desea permanecer en la picocélula o si desea salir de la picocélula.

Así, se han descrito métodos y sistemas de establecer niveles de potencia de transmisor, en particular en un transmisor de nodo de red local, proporcionando una picocélula para uso privado. Se usa un equipo de usuario (UE) para hacer mediciones de las propiedades del enlace de transmisión, tal como potencia de enlace descendente y tiempo de propagación de ida y vuelta. En base a las mediciones efectuadas en una o múltiples posiciones, la potencia del nodo de red local puede ser determinada de tal manera que la interferencia se minimice con cualesquiera células superyacentes de una macrorred. Las transferencias de llamadas entre el UE y la célula de una macrorred también se puede disponer en base a propiedades medidas por el UE.

REIVINDICACIONES

1. Un nodo de red local (54) para proporcionar a un equipo de usuario (60) una conexión local a una red móvil, teniendo la red una o varias células que solapan la zona de cobertura del nodo de red local, incluyendo:
5 un procesador (72) dispuesto para recibir del equipo de usuario (60) uno o varios parámetros relacionados con la potencia del enlace descendente entre el equipo de usuario y el nodo de red local (54), medidos por el equipo de usuario en una pluralidad de posiciones dentro de la zona de cobertura deseada del nodo de red local;
- 10 un procesador de medición (74) para determinar una potencia de transmisión para el enlace descendente entre el nodo de red local (54) y el equipo de usuario (60), en base a los parámetros medidos, y la potencia mínima requerida para la recepción correcta de una señal de enlace descendente en el equipo de usuario.
2. El nodo de red local de la reivindicación 1, incluyendo un controlador (76) dispuesto para pedir que el equipo de usuario (60) mida uno o varios parámetros relacionados con la potencia del enlace descendente entre el equipo de usuario y el nodo de red local (54), y transmita los parámetros medidos al nodo de red local.
- 15 3. El nodo de red local de la reivindicación 2, donde el controlador (76) está dispuesto para pedir que el equipo de usuario (60) mida el uno o varios parámetros en el límite de la zona de cobertura deseada para el nodo de red local.
- 20 4. El nodo de red local de la reivindicación 2 o 3, donde el procesador (72) está configurado para detectar un código marcado por el operador de un equipo de usuario, y si se detecta, el controlador (76) pide que el equipo de usuario mida el uno o varios parámetros.
- 25 5. El nodo de red local de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, donde el controlador (76) está dispuesto para pedir que la conexión entre el equipo de usuario (60) y el nodo de red local (54) sea configurado como una conexión duplex total, con una tasa de datos constante, y una potencia de transmisión constante tanto para el equipo de usuario como para el nodo de red local.
- 30 6. El nodo de red local de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, donde el controlador (76) está dispuesto para pedir que el equipo de usuario (60) mida uno o varios de: la potencia de código de señal recibida de enlace descendente, la medición E_c/I_o de enlace descendente (donde E_c es la energía por chip, I_o es la interferencia), la pérdida de ruta de enlace descendente y la potencia de transmisión de equipo de usuario.
- 35 7. El nodo de red local de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, donde el procesador de medición (74) está dispuesto para determinar la potencia de señal mínima recibida por el equipo de usuario (60) en la pluralidad de posiciones, y determinar la potencia de transmisión para el enlace descendente como la potencia de transmisión mínima que permitiría que una señal se recibiese en la pluralidad de posiciones con la potencia mínima requerida.
- 40 8. El nodo de red local de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 7, donde el procesador de medición (74) está dispuesto para determinar la potencia de transmisión en base a la potencia de código de señal recibida media medida en la pluralidad de posiciones, y un factor k derivado del análisis de presupuesto de enlace del enlace descendente, los márgenes de desvanecimiento requeridos para obtener una probabilidad de interrupción predeterminada en base al número de mediciones.
- 45 9. El nodo de red local de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 8, donde el controlador (76) está dispuesto para poner la potencia de transmisión dependiendo del resultado de la determinación del procesador de medición (74).
- 50 10. El nodo de red local de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 9, donde el controlador (76) está dispuesto para pedir que el equipo de usuario (60) mida al menos la potencia de código de señal recibida de enlace descendente, y el procesador del nodo de red local está dispuesto para medir la potencia de código de señal de enlace ascendente, determinándose la potencia de transmisión en base a la potencia de señal tanto de enlace ascendente como de enlace descendente.
- 55 11. El nodo de red local de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 10, donde el controlador (76) está dispuesto para pedir a intervalos que el equipo de usuario (60) mida el uno o varios parámetros, y que el procesador de medición determine la potencia de transmisión;
- 60 donde el controlador (76) está dispuesto para poner la potencia de transmisión dependiendo de la determinación del procesador de medición (74).
12. El nodo de red local de la reivindicación 11, donde el controlador (76) está dispuesto para pedir que el procesador (72) mida uno o varios parámetros del enlace ascendente entre el equipo de usuario y el nodo de red local, y controle el procesador de medición (74) dependiendo del uno o varios parámetros de enlace ascendente.
- 65 13. El nodo de red local de la reivindicación 12, donde el uno o varios parámetros incluyen el tiempo de propagación

de ida y vuelta (RTT).

14. El nodo de red local de la reivindicación 13, donde el procesador de medición (74) es controlado para despreciar mediciones de potencia del enlace descendente, cuando el tiempo de propagación de ida y vuelta indica que el equipo de usuario (60) está a una distancia superior a la predeterminada del nodo de red local (54).

15. El nodo de red local de la reivindicación 11, donde el controlador (76) está dispuesto para pedir información de posición GPS al equipo de usuario (60), y donde el procesador de medición es controlado para despreciar mediciones de potencia del enlace descendente, cuando la información GPS indica que el equipo de usuario (60) está a una distancia superior a la predeterminada del nodo de red local (54).

16. Un método de controlar la potencia de transmisión del enlace descendente entre un nodo de red local (54) y un equipo de usuario (60) que está provisto de una conexión local a una red móvil por el nodo de red local, teniendo la red uno o varios células que solapan la zona de cobertura del nodo de red local, incluyendo:

medir, por medio del equipo de usuario (60), uno o varios parámetros relacionados con la potencia del enlace descendente en una pluralidad de posiciones dentro de la zona de cobertura del nodo de red local;

transmitir el uno o varios parámetros medidos al nodo de red local;

determinar en el nodo de red local (54) una potencia de transmisión para el enlace descendente entre el nodo de red local y el equipo de usuario, en base a los parámetros medidos, y la potencia mínima requerida para la recepción correcta de una señal de enlace descendente en el equipo de usuario.

17. El método de la reivindicación 16, incluyendo transmitir una petición desde el nodo de red local (54) al equipo de usuario (60) ordenándole que mida uno o varios parámetros relacionados con la potencia del enlace descendente entre el equipo de usuario y el nodo de red local, y transmitir los parámetros medidos al nodo de red local.

18. El método de la reivindicación 17, donde las mediciones del uno o varios parámetros se hacen en el límite de la zona de cobertura deseada para el nodo de red local (54).

19. El método de la reivindicación 17 o 18, incluyendo marcar un código, por medio del equipo de usuario (60), para comenzar la medición del uno o varios parámetros.

20. El método de cualquiera de las reivindicaciones 17 a 19, incluyendo establecer una conexión entre el equipo de usuario (60) y el nodo de red local (54) que es una conexión duplex total, con una tasa de datos constante, y una potencia de transmisión constante tanto para el equipo de usuario como para el nodo de red local.

21. El método de cualquiera de las reivindicaciones 17 a 20, donde el equipo de usuario (60) mide una o varias de: la potencia de código de señal recibida de enlace descendente, la medición E_c/I_o de enlace descendente (donde E_c es la energía por chip, I_o es la interferencia), la pérdida de ruta de enlace descendente y la potencia de transmisión de equipo de usuario,

22. El método de cualquiera de las reivindicaciones 17 a 21, donde el paso de determinación incluye determinar la potencia de señal mínima recibida por el equipo de usuario (60) en la pluralidad de posiciones, y determinar la potencia de transmisión para el enlace descendente como la potencia de transmisión mínima que permitiría que una señal se recibiese en la pluralidad de posiciones con la potencia mínima requerida.

23. El método de cualquiera de las reivindicaciones 17 a 22, donde el paso de determinación está dispuesto para determinar la potencia de transmisión en base a la potencia de código de señal recibida media medida en la pluralidad de posiciones, y un factor k derivado del análisis de presupuesto de enlace del enlace descendente, los márgenes de desvanecimiento requeridos para obtener una probabilidad de interrupción predeterminada en base al número de mediciones.

24. El método de cualquiera de las reivindicaciones 17 a 23, incluyendo:

efectuar la una o varias mediciones a intervalos, por medio del equipo de usuario;

determinar la potencia de transmisión; y

poner la potencia de transmisión a intervalos dependiendo de la determinación.

25. El método de cualquiera de las reivindicaciones 17 a 24, incluyendo transmitir una petición al equipo de usuario (60) para hacer que mida al menos la potencia de código de señal recibida de enlace descendente, midiendo la potencia de código de señal de enlace ascendente, y determinando la potencia de transmisión en base a la potencia de señal tanto de enlace ascendente como de enlace descendente.

- 5 26. El método de la reivindicación 25, incluyendo medir en el nodo de red local (54) uno o varios parámetros del enlace ascendente entre el equipo de usuario (60) y el nodo de red local, y procesar el uno o varios parámetros de enlace descendente medidos dependiendo del uno o varios parámetros de enlace ascendente.
27. El método de la reivindicación 26, donde el uno o varios parámetros incluyen el tiempo de propagación de ida y vuelta (RTT).
- 10 28. El método de la reivindicación 27, donde, en el paso de determinación, las mediciones de potencia del enlace descendente son despreciadas cuando el tiempo de propagación de ida y vuelta indica que el equipo de usuario (60) está a una distancia superior a la predeterminada del nodo de red local (54).
- 15 29. El método de la reivindicación 26, incluyendo transmitir información de posición GPS que describe la posición del equipo de usuario (60), y donde, en el paso de determinación, las mediciones de potencia del enlace descendente son despreciadas cuando la información de posición GPS indica que el equipo de usuario (60) está a una distancia superior a la predeterminada del nodo de red local (54).

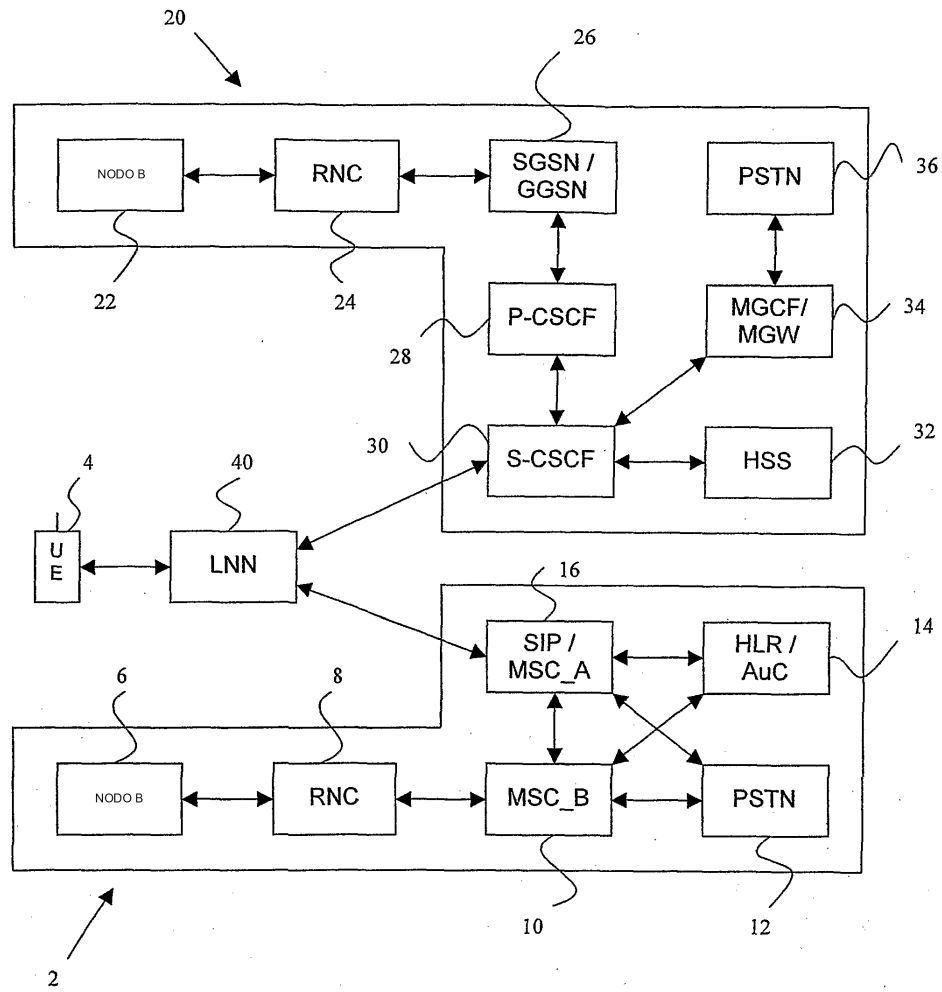


FIGURA 1

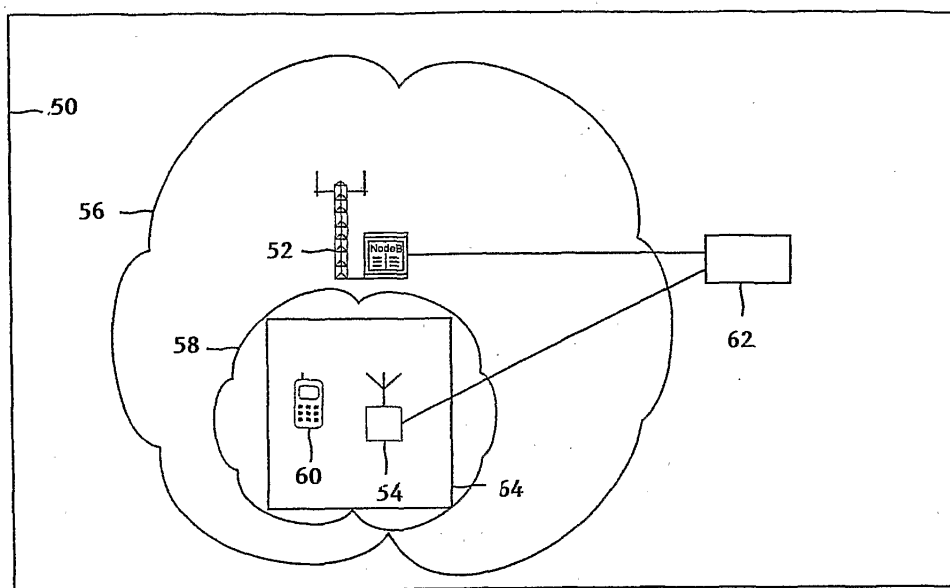


FIGURA 2

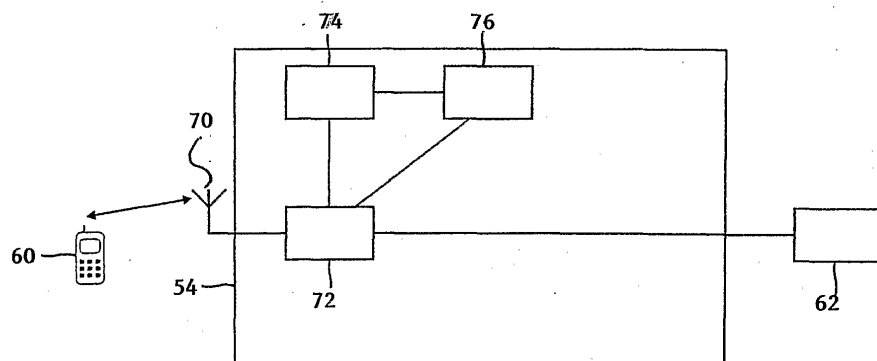


FIGURA 3

FIGURA 4

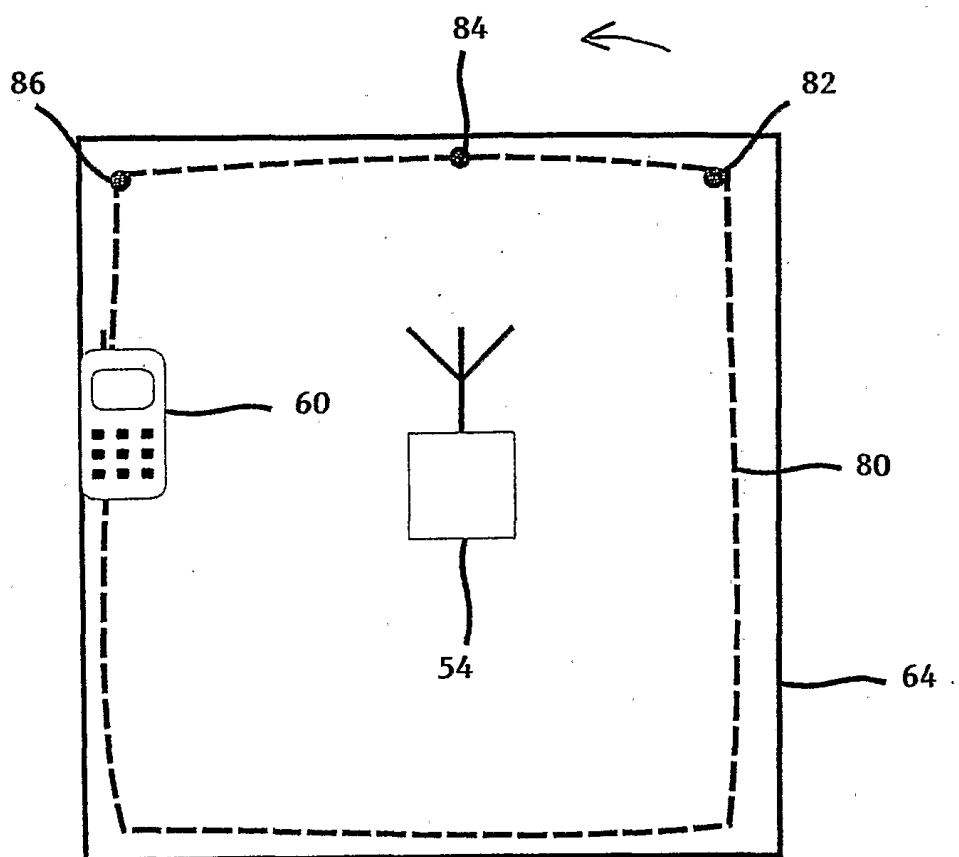
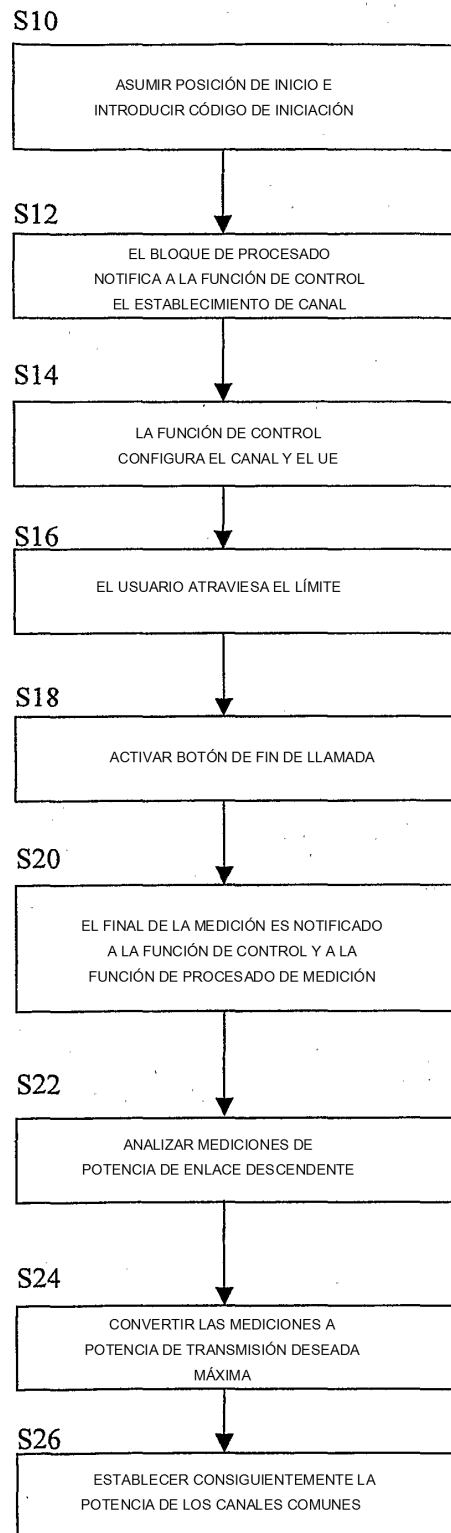
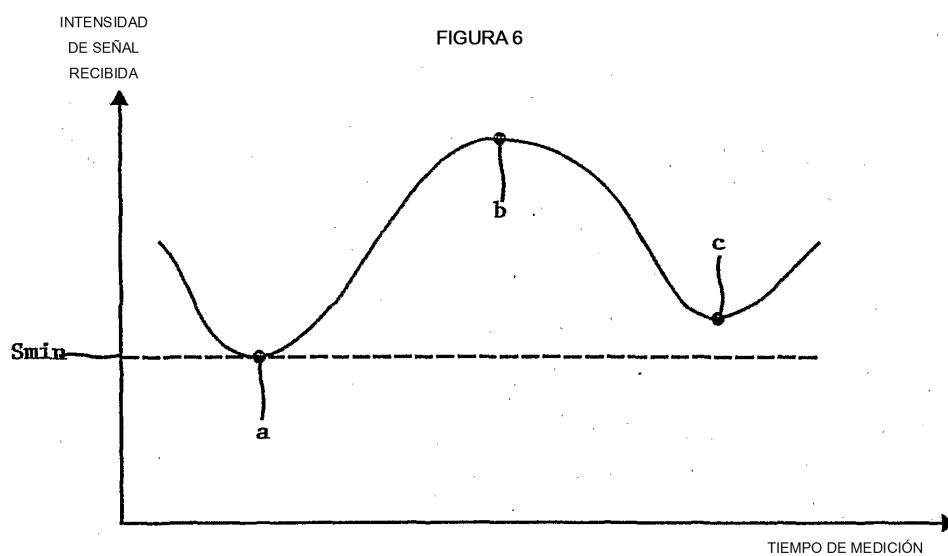


FIGURA 5





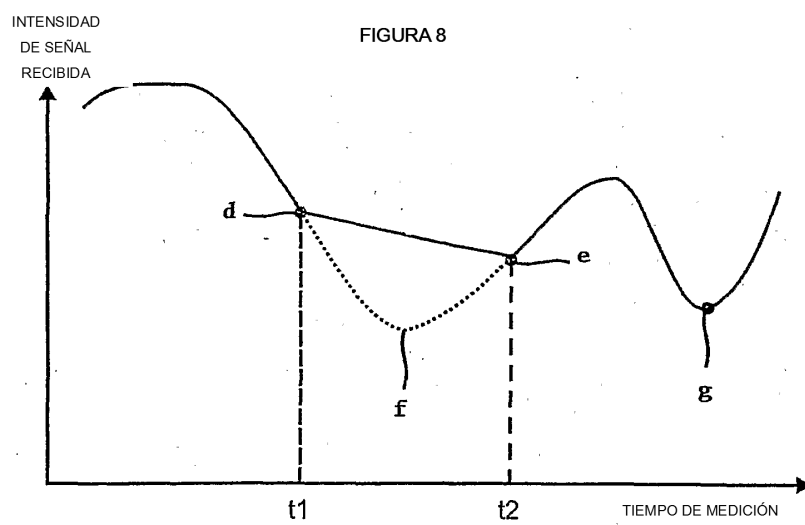
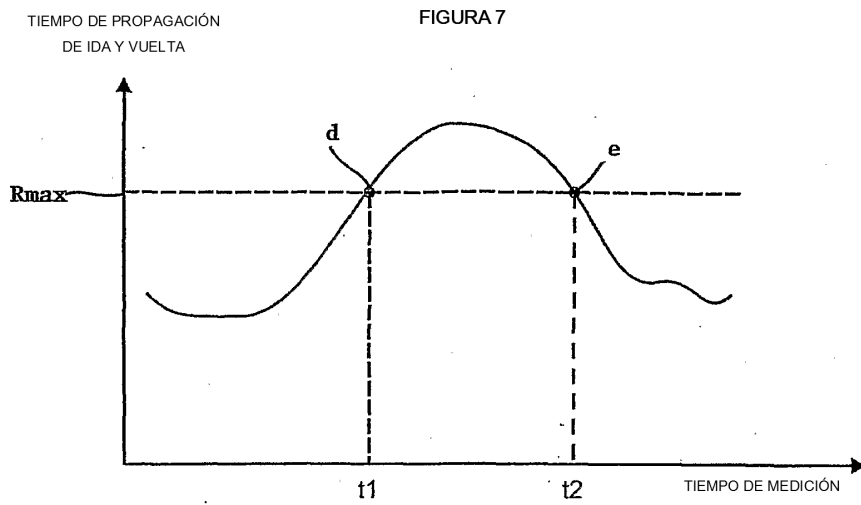


FIGURA 9

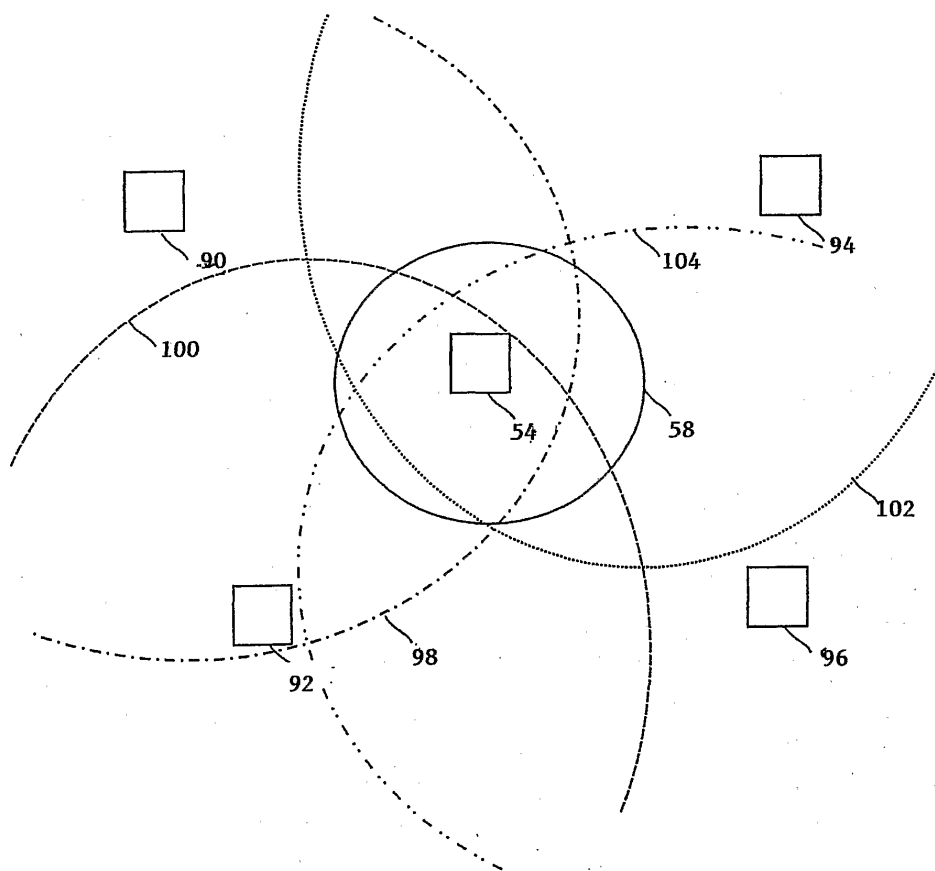
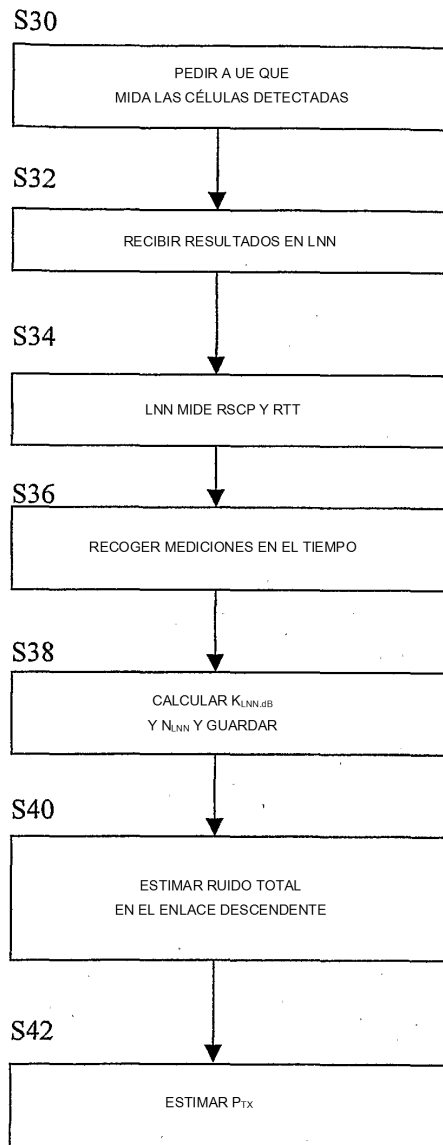


FIGURA 10



PÉRDIDA DE RUTA (dB)

FIGURA 11

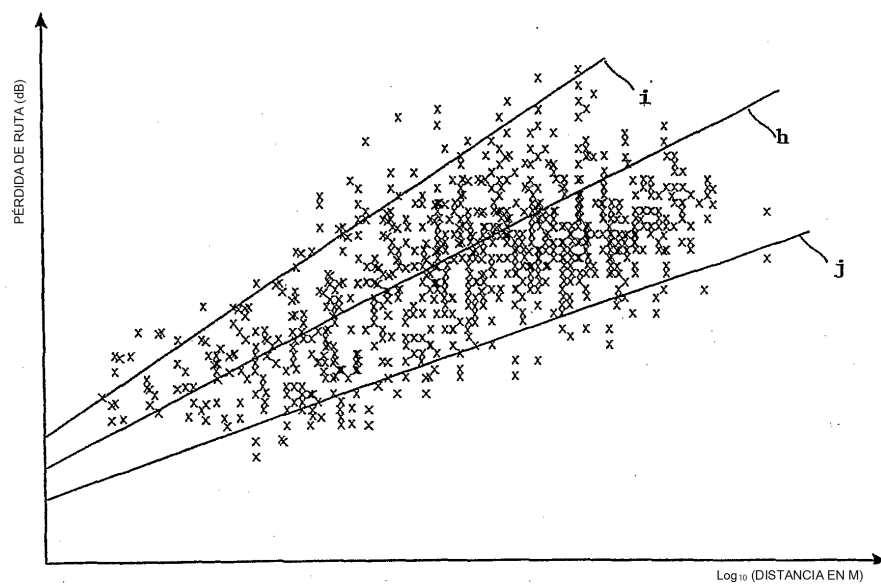


FIGURA 12

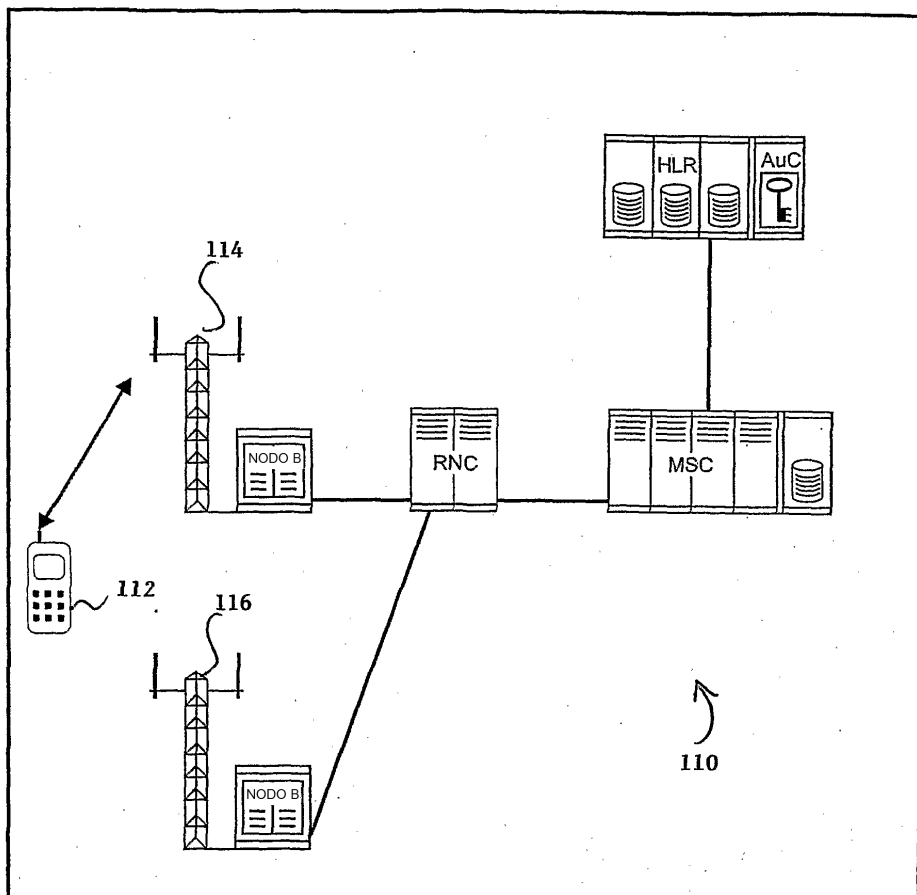


FIGURA 13

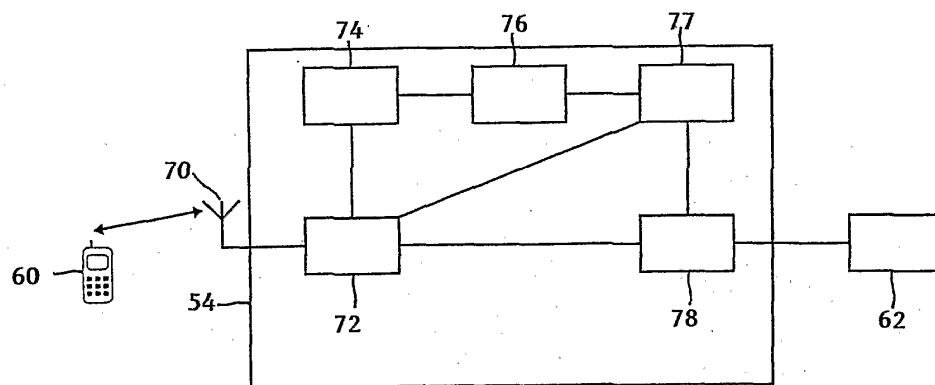


FIGURA 14

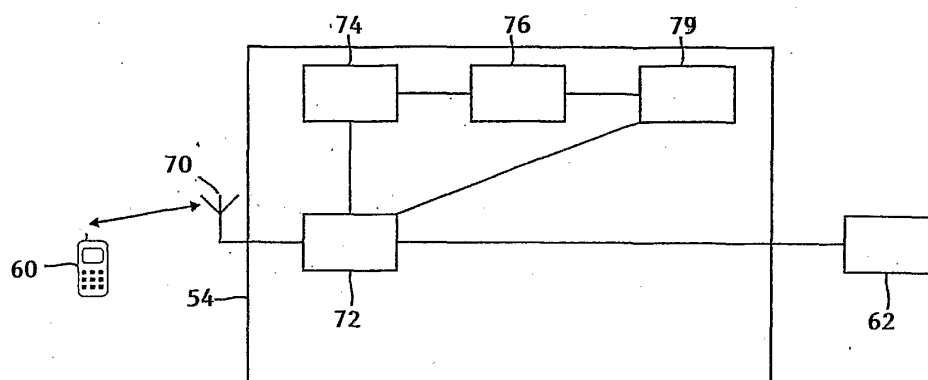


FIGURA 15

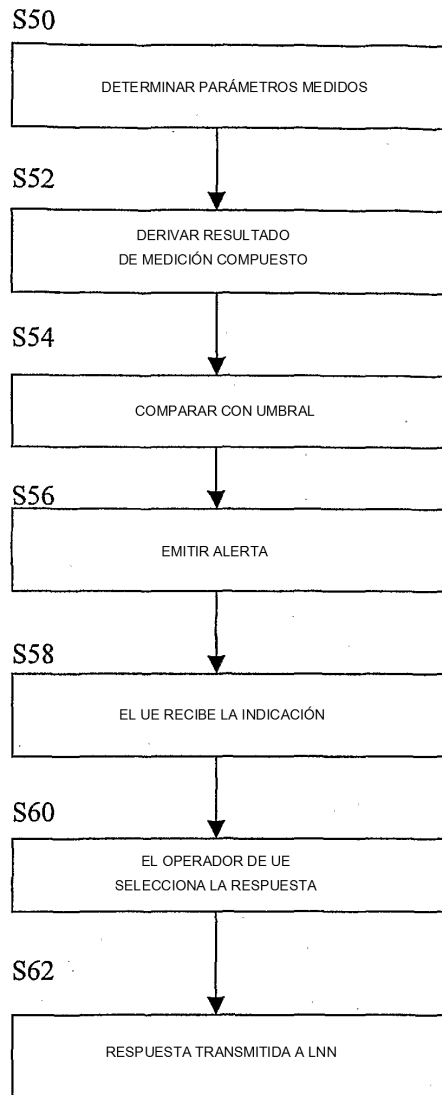


FIGURA 16

