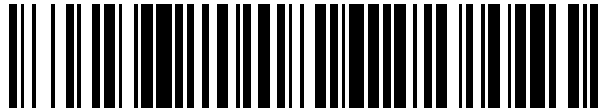


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 528 475**

51 Int. Cl.:

**G01S 5/06** (2006.01)  
**G01S 5/10** (2006.01)  
**H04W 64/00** (2009.01)  
**H04L 5/00** (2006.01)  
**H04W 28/04** (2009.01)  
**H04W 72/02** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.02.2012 E 12707403 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.12.2014 EP 2676152**

54 Título: **Método y disposición para posicionar un dispositivo inalámbrico**

30 Prioridad:

**18.02.2011 US 201161444235 P**

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

**10.02.2015**

73 Titular/es:

**TELEFONAKTIEBOLAGET L M ERICSSON  
(PUBL) (100.0%)  
164 83 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:

**WIGREN, TORBJÖRN y  
SIOMINA, IANA**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 528 475 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

Método y disposición para posicionar un dispositivo inalámbrico

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a un método en un nodo de red con funcionalidad de posicionamiento en una red de comunicaciones inalámbricas en un sistema multiportadora para permitir mediciones de posicionamiento de Diferencia de Tiempo de Llegada de Enlace Ascendente, UTDOA, para un dispositivo inalámbrico en el sistema multiportadora y el nodo de red con funcionalidad de posicionamiento en la red de comunicaciones inalámbricas en el sistema multiportadora para permitir mediciones de posicionamiento de Diferencia de Tiempo de Llegada de Enlace Ascendente, UTDOA, para el dispositivo inalámbrico en el sistema multiportadora.

**10 Antecedentes**

Para mejorar las tasas pico dentro de una tecnología celular, son conocidas que son eficientes soluciones de agregación de portadora o multiportadora. Cada portadora en un sistema de agregación de portadora o multiportadora se denomina de manera general como una portadora componente (CC) o algunas veces también se conoce como una celda. El término agregación de portadoras (CA) también se llama (por ejemplo se llama 15 intercambiablemente) transmisión y/o recepción de "sistema multiportadora", "operación multicelda", "operación multiportadora", "multiportadora", "portadora multifrecuencia". Esto significa que la CA se usa para transmisión de señalización y datos en las direcciones de enlace ascendente y/o enlace descendente. Una de las CC es la portadora primaria o portadora de anclaje y las restantes se llaman portadoras secundarias o suplementarias. Generalmente la CC primaria o de anclaje transporta la señalización específica de UE esencial. La CC primaria 20 existe tanto en el enlace ascendente como en la dirección de CA. La red puede asignar diferentes portadoras primarias a diferentes UE que operan en el mismo sector o celda. Además, las portadoras se pueden activar o desactivar para diferentes UE. Gracias a la agregación de portadoras, el UE tiene más de una celda de servicio: una celda de servicio primaria y una o más celdas de servicio secundarias. La celda de servicio se denomina intercambiablemente celda primaria (PCell) o celda de servicio primaria (PSC) o celda de servicio en CC primaria. 25 De manera similar la celda de servicio secundaria se llama intercambiablemente celda secundaria (SCell) o celda de servicio secundaria (SSC) o celda de servicio en CC secundaria. Con independencia de la terminología, la PCell y la(s) SCell permiten al UE recibir y transmitir datos. Más específicamente la PCell y la SCell existen en un DL y UL para la recepción y transmisión de datos por el UE. Las celdas no de servicio restantes en la PCC y SCC se llaman celdas colindantes. Las CC que pertenecen a la CA pueden pertenecer a la misma banda de frecuencia (también conocidas como CA intrabanda) o a una banda de frecuencia diferente (CA interbanda) o cualquier combinación de 30 las mismas (por ejemplo 2 CC en banda A y 1 CC en banda B). Las portadoras de CA intrabanda pueden ser adyacentes (también conocidas como contiguas) o no adyacentes (también conocidas como no contiguas).

El Acceso por Paquetes de Enlace Descendente de Alta Velocidad de Portadora Dual (DC-HSDPA, también conocido como HSDPA de Celda Dual) fue introducido dentro de la Publ-8 del Proyecto de Cooperación de 3ª 35 Generación (3GPP). DC-HSDPA permite la recepción de datos desde dos celdas transmitidos simultáneamente en dos portadoras adyacentes en una misma estación base y sector, a dispositivos inalámbricos individuales. El concepto de DC-HSDPA está en la Publ-10 del 3GPP, que se extiende por ejemplo a 4 portadoras de enlace descendente (conocido como 4C-HSDPA).

40 En la publicación 10 de HSPA se pueden agregar hasta 4 portadoras de enlace descendente según 4C-HSDPA donde las portadoras o celdas de enlace descendente pueden pertenecer a la misma banda de frecuencia o se pueden dividir sobre dos bandas de frecuencia diferentes por ejemplo 3 portadoras de enlace descendente adyacentes en banda I (2,1 GHz) y 1 portadora de enlace descendente en banda VIII (900 MHz). En la Publ-11 de HSPA se pueden agregar incluso hasta 8 portadoras de enlace descendente, esta configuración se puede designar como 8C-HSDPA; las portadoras de enlace descendente se pueden distribuir sobre 2 o incluso más bandas.

45 Para complementar DC-HSDPA, en la Publ-9 del 3GPP, también se introdujo el Acceso por Paquetes de Enlace Ascendente de Alta Velocidad de Portadora Dual. DC-HSUPA permite a un dispositivo inalámbrico individual transmitir datos en dos portadoras adyacentes simultáneamente a una red de acceso radio. DC-HSUPA según la Publ-9 del 3GPP es en esencia una agregación de HSUPA legado (Publ-8, de Portadora Única).

50 En CA intrabanda de LTE (Evolución a Largo Plazo) se pueden agregar por el dispositivo inalámbrico hasta 5 portadoras de enlace descendente y 5 portadoras de enlace ascendente cada una de hasta 20 MHz. En CA interbanda de LTE, se pueden agregar por el dispositivo inalámbrico hasta 5 portadoras de enlace descendentes y 5 portadoras de enlace ascendente cada una de hasta 20 MHz y que pertenecen a diferentes bandas. Incluso se pueden introducir portadoras adicionales en publicaciones futuras. CC en CA puede ser o no co-ubicada en el mismo emplazamiento o estación base. Por ejemplo las CC se pueden originar (es decir transmitir/recibir) en 55 diferentes localizaciones (por ejemplo desde BS (Estaciones Base) no co-ubicadas, RRRH (Cabecera Remota Radio) o RRU (Unidad Remota Radio).

Aunque el ancho de banda espectral adicional asociado con una operación multiportadora no aumenta la "eficiencia espectral" (caudal máximo factible por celda por Hz [bps/celda/Hz]), las tasas de datos de usuario experimentadas

se aumentan significativamente. En particular, para tráfico de datos de paquetes a ráfagas a carga baja y moderada, la tasa de datos es proporcional al número de portadoras explotadas. Además, se pueden evitar esquemas de modulación de orden más alto ineficientes en potencia (lo cual es especialmente importante en el enlace ascendente) y la tasa de datos pico práctica así como teórica del sistema se aumenta de manera natural.

5 En una red según las especificaciones del 3GPP un RNC (Controlador de Red Radio) controla los recursos radio y la conectividad radio dentro de un conjunto de celdas. El traspaso y control de admisión de portador de acceso radio se supone que es dirigido en el RNC en base a las mediciones de pérdida de trayecto etc. en una portadora primaria (alternativamente conocida como una portadora de anclaje). La RAN (Red de Acceso Radio) según la especificación del 3GPP es responsable de la transmisión radio y el control de la conexión radio. Un Nodo-B, también conocido como Nodo B maneja la transmisión y recepción radio dentro de una o más celdas. En caso de una arquitectura RAN distribuida donde la funcionalidad del RNC y Nodo-B como se define en las especificaciones del 3GPP están colubicadas en la estación base, la estación base manejaría de manera natural también estas funcionalidades. En un 10 Nodo-B con capacidad de DC-HSUPA, la otra portadora, que se conoce como una portadora secundaria, se supone que está configurada por el RNC para un dispositivo inalámbrico con capacidad de DC-HSUPA dado y entonces se programa y activa por el Nodo-B siempre que sea factible y útil (con la función objetivo estándar de maximizar los volúmenes de tráfico soportados o el caudal del sistema de agregación, sujeta a criterios de equidad y restricciones de calidad de servicio, tales como tasas de bit mínimas o requisitos de latencia máxima). Una portadora primaria, por otra parte, puede no ser desactivada temporalmente por el Nodo-B: para desactivar una cierta portadora primaria para una conexión, la conexión o bien se libera o bien se realiza un traspaso entre frecuencias (en cuyo caso otra 15 portadora llegará a ser la portadora primaria).

Para cada dispositivo inalámbrico conectado en modo de DC-HSUPA, el Nodo-B de servicio por lo tanto controla si se activa o no una portadora secundaria y se selecciona una concesión separada para cada portadora activada.

Además, si se activa una portadora secundaria por el Nodo-B, se supone que el Canal de Control Físico Dedicado (DPCCH), que incluye una secuencia de bits piloto, se transmite en el enlace ascendente en esa portadora y el 25 Nodo-B por lo tanto intenta detectar esta señal.

UTRAN (Red Universal de Acceso Radio Terrestre) es un término colectivo para los Nodos B y RNC que componen una Red de Acceso Radio (RAN) de UMTS. El dispositivo inalámbrico puede estar en un estado CELL\_FACH, donde la UTRAN puede redirigir el dispositivo inalámbrico a otra frecuencia. En un sistema futuro, uno puede prever operaciones multiportadora en el estado CELL\_FACH. Se introducirá entonces una selección de portadora controlada por el Nodo-B de las transmisiones de enlace ascendente. 30

La estimación de carga en el enlace ascendente de WCDMA (Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha) se realiza por muchas razones en la técnica anterior. Aún más importante, la programación presente de tráfico de enlace ascendente mejorado se basa en el principio de programar usuarios hasta que se alcanza un umbral de carga. Tales decisiones de programación se toman cada intervalo de tiempo de transmisión (TTI) de 2/10 35 ms. Los umbrales se usan típicamente a fin de mantener una cobertura planificada y mantener la estabilidad de celda evitando demandas de control de potencia de bucle interno (ILPC). Cuando se aborda la cobertura se incorpora la interferencia de celda colindante en la medición de carga, este no es el caso cuando se trata la estabilidad de celda. La funcionalidad y los algoritmos de programación y de estimación de carga se localizan ambos en la RBS de WCDMA.

40 También es posible usar la carga de enlace ascendente estimada en algoritmos de control de admisión basados en carga. Esto también es conocido en la técnica previa. Estos algoritmos usan la carga de enlace ascendente a fin de determinar si se pueden admitir nuevos usuarios en celdas específicas. La funcionalidad de control de admisión se localiza en el nodo RNC. Están disponibles medios de señalización para señalar la carga sobre una interfaz de NBAP. Por ejemplo se muestra en H. Holma, A. Toskala, WCDMA for UMTS – Radio Access for Third Generation 45 Mobile Communications. Chichester, Reino Unido: Wiley, 2000 que sin receptores de supresión de interferencia (IS) avanzados y cancelación de interferencia (IC), la carga definida en un conector de antena se da por el aumento de ruido o aumento de sobreexplotación térmica,  $RoT(t)$ , definido por

$$RoT(t) = \frac{RTWP(t)}{N},$$

50 donde  $N$  es el nivel de ruido término que se mide en el conector de antena. La definición de  $RTWP(t)$  es la potencia de banda ancha total

$$RTWP(t) = \sum_{k=1}^K P_k(t) + I(t) + N$$

también medida en el conector de antena. Aquí  $P_u(t)$ ,  $u = 1, \dots, U$ , designa la potencia de usuario de enlace ascendente  $u$  e  $I(t)$  designa la potencia que se recibe desde celdas colindantes del sistema WCDMA. Un problema

que necesita ser abordado ahora es que el punto de referencia de señal está, por definición, en el conector de antena. Las mediciones, no obstante, se obtienen después de una cadena condicionante de la señal analógica, en un receptor digital. La cadena condicionante de la señal analógica puede introducir desafortunadamente un error de factor de escala de alrededor de 1-3 dB. Afortunadamente, todas las potencias de la celda están afectadas casi por igual por el error de factor de escala así cuando se calcula el RoT, el error de factor de escala se cancela como

$$RoT^{ReceptorDigital}(t) = \frac{RTWP^{ReceptorDigital}(t)}{N^{ReceptorDigital}(t)} = \frac{\gamma(t)RTWP^{Antena}(t)}{\gamma(t)N^{Antena}(t)} = RoT^{Antena}(t).$$

El RoT por lo tanto se puede medir en el receptor. La mayor dificultad de cualquier algoritmo de estimación de RoT aún permanece sin embargo, esto es separar la potencia de ruido térmico de la interferencia de celdas colindantes. Que esto es molesto se puede ver a partir de la siguiente ecuación, donde  $E[\ ]$  indica una expectativa estadística y  $\Delta$  indica la variación alrededor de la media.

$$I^N(t) + N(t) = E[I^N(t)] + E[N(t)] + \Delta I^N(t) + \Delta N(t),$$

El problema fundamental se puede ver claramente ahora. Dado que no hay mediciones disponibles en la RBS que estén relacionadas con la interferencia de celdas colindantes, una operación de filtrado lineal puede a lo sumo estimar la suma  $E[I^N(t)] + E[N(t)]$ . Esta estimación no se puede usar para deducir el valor de  $E[N(t)]$ . La situación es la misma que cuando están disponibles las sumas de dos números. Entonces no hay forma de averiguar los valores de los números individuales. Este asunto se analiza rigurosamente para el problema de estimación de RoT en T. Wigren, "Soft uplink load estimation in WCDMA", IEEE Trans Veh. Tech., febrero de 2009 donde se proporciona que el nivel de potencia de ruido no es observable matemáticamente. Se usan por lo tanto algoritmos no lineales que proporcionan estimaciones aproximadas del nivel de ruido.

Un algoritmo que está en uso actualmente estima el RoT. Un problema principal resuelto por el algoritmo de estimación es la estimación precisa del nivel de ruido térmico  $N$ . Dado que no es posible obtener estimaciones exactas de esta cantidad debido a la interferencia de celdas colindantes, el estimador aplica por lo tanto una aproximación, en consideración del mínimo flexible que se calcula sobre una ventana relativamente larga en el tiempo. Es importante entender que esta estimación se basa en el hecho de que el nivel de ruido es constante a través de periodos de tiempo muy largos (sin tener en cuenta la variación de temperatura pequeña).

El algoritmo de ventana deslizante descrito anteriormente tiene la desventaja de requerir una cantidad grande de memoria de almacenamiento. Esto llega a ser particularmente molesto en caso de que se necesite un número grande de casos del algoritmo, como puede ser el caso cuando se introduce la IC en el enlace ascendente. Para reducir el consumo de memoria se describió un algoritmo recursivo en la publicación de patente WO 2008/039123. Ese algoritmo reduce los requisitos de memoria del esquema de ventana deslizante tratado anteriormente al menos en un factor de 100.

La diferencia con la supresión de interferencia del receptor G-rake comparado con un receptor RAKE convencional es que cada usuario ve un nivel reducido de interferencia, inmediatamente después del denominado paso de combinación de ponderación. En G-rake+, una matriz de covarianza  $\hat{\mathbf{R}}_u$ ,  $u = 1, \dots, U$ , con el orden igual al número de ramas se estima primero para capturar la interferencia. Los códigos no usados por el presente usuario  $u$  se pueden usar a fin de estimar  $\hat{\mathbf{R}}_u$ .

El receptor GRAKE+ usa la matriz de covarianza estimada que modela la interferencia para el cálculo de las ponderaciones de combinación para los usuarios  $u$ ,  $u = 1, \dots, U$ .

$$\hat{\mathbf{R}}_u \hat{\mathbf{w}}_u = \hat{\mathbf{h}}_u, \quad u = 1, \dots, U$$

donde  $\hat{\mathbf{h}}_u$ ,  $u = 1, \dots, U$ , es la respuesta de canal neta del usuario  $u$  y donde  $\hat{\mathbf{w}}_u$  son las ponderaciones de combinación.

El efecto de la ecuación anterior es que GRAKE+ esencialmente blanquea la interferencia correlacionada y extrae los picos espectrales grandes de los interferentes en ciertas localizaciones de ramas y para ciertos elementos de antena.

Señalar que GRAKE+ aún es un receptor lineal. Hay un tipo relacionado de receptor de IC para WCDMA que también es lineal, designado ecualizador de circuito integrado. La diferencia entre GRAKE+ y el ecualizador de circuito integrado es simplemente el orden de ciertas operaciones básicas.

La publicación de patente WO 2010/144004 describe medios de estimación del RoT, como se ve por un usuario después de G-rake+. Esta solicitud de patente define una nueva señal después del procesamiento G-rake y evalúa RoT para esa señal.

5 No obstante, el algoritmo de la publicación de patente WO 2010/144004 requiere inversión de la matriz de degradación de cada usuario y es demasiado exigente a nivel de cálculo para ser preferida actualmente. El receptor de Ecuación Previa en el Dominio de Frecuencia (FDPE) es otro receptor de supresión de interferencia. También afecta la medición de carga de enlace ascendente. Las principales ventajas asociadas con la estructura de este receptor son a la que la estructura FDPE da ganancias de IS significativas y que la estructura FDPE logra IS para todos los usuarios simultáneamente, reduciendo por ello la complejidad de cálculo comparado con la estructura G-rake que realiza el procesamiento individualmente para todos los usuarios. Los bloques de procesamiento se insertan en la estructura de receptor de enlace ascendente que ya está en el lugar, reduciendo por ello el coste de desarrollo. Se puede reutilizar el hardware acelerador de la transformada rápida de Fourier (FFT) desarrollado para LTE, creando por ello sinergias adicionales para el nuevo HW de DUS de la RBS.

15 El algoritmo de FDPE realiza el blanqueo de interferencia en el dominio de frecuencia. Para explicar esto en detalle, se puede usar el siguiente modelo de señal en el dominio del tiempo.

$$v(t) = \sum_{l=0}^{L-1} h(l)z(t-l) + \eta_v(t).$$

Aquí  $v$  es la señal recibida (vector debido a múltiples antenas), con tasa de muestreo de circuito integrado,  $h$  es la respuesta neta de canal radio,  $z$  es la señal deseada (transmitida) y  $\eta_v$  indica el ruido térmico y la interferencia.  $t$  indica tiempo discreto.

20 Tomar la transformada de Fourier, traduce la ecuación en el dominio del tiempo en

$$V(m) = H(m)Z(m) + N(m)$$

donde las cantidades son la transformada discreta de Fourier de las cantidades en el dominio del tiempo correspondientes.

25 Ahora se puede aplicar un filtro blanqueador en el dominio de frecuencia. Es conocido que el filtro que minimiza el error cuadrático medio (la solución de MMSE) se da por

$$W_{MMSE}(m) = (\hat{R}_d(m))^{-1} \hat{H}(m) = \begin{bmatrix} R_{0,0}(m) & R_{0,1}(m) & \cdots & R_{0,N_r-1}(m) \\ R_{1,0}(m) & R_{1,1}(m) & & \\ \vdots & & \ddots & \\ R_{N_r-1,0}(m) & & & R_{N_r-1,N_r-1}(m) \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \hat{H}_0(m) \\ \hat{H}_1(m) \\ \vdots \\ \hat{H}_{N_r-1}(m) \end{bmatrix}$$

donde  $\hat{R}_d(m)$  es una estimación de la matriz de covarianza de  $V(m)$ . Usando una descomposición de Cholesky la matriz de covarianza entre los elementos de antena se puede factorizar como

$$L(m) \cdot L^H(m) = \hat{R}_d(m)$$

30 La idea detrás de la FDPE es explotar esta factorización y escribir

$$W_{MMSE}(m) = (L^H(m))^{-1} ((L(m))^{-1} \hat{H}(m)) = W_{pre}(m) ((L(m))^{-1} \hat{H}(m))$$

de manera que la señal deseada en el dominio de frecuencia llega a estar pre ecualizada MMSE en el dominio de frecuencia, es decir dada por

$$Z_{pre}(m) = W_{pre}(m)V(m).$$

35 Este es un procesamiento independiente del usuario, que es el mismo para todos los usuarios. Por lo tanto la señal recibida de banda ancha se transforma al dominio de frecuencia y la matriz de covarianza se calcula y se factoriza con Cholesky, después de lo cual se calcula la señal blanqueada. La señal entonces se transforma de nuevo al

dominio del tiempo donde se procesa aún más para cada usuario. Señalar que los canales experimentados por los receptores RAKE en este procesamiento se obtienen a partir del segundo factor.

El algoritmo de FDE, Ecuación en el Dominio de Frecuencia, realiza la ecualización y supresión de interferencia en el dominio de frecuencia. Al contrario que la FDPE, el procesamiento de FDE se realiza individualmente para cada usuario. Para explicar la FDE, se usa de nuevo el siguiente modelo de señal en el dominio del tiempo

$$v(t) = \sum_{l=0}^{L-1} h(l)z(t-l) + i(t) + n^{\text{térmico}}(t).$$

Aquí  $v$  es la señal recibida (vector debido a múltiples antenas),  $h$  es la respuesta neta del canal radio,  $z$  es la señal deseada (transmitida),  $i(t)$  es la interferencia y  $n^{\text{térmico}}(t)$  indica el ruido térmico.  $t$  indica tiempo discreto.

Tomar la transformada de Fourier, traduce la ecuación anterior en

$$V(m) = H(m)Z(m) + I(m) + N^{\text{térmico}}(m)$$

donde las cantidades son la transformada discreta de Fourier de las cantidades en el dominio del tiempo correspondientes. Ahora la ecualización MMSE se puede realizar en  $V(m)$ , separadamente para cada usuario (diferente de la estructura de FDPE). Para este propósito, el canal se estima usando la señal piloto, más adelante se enfatiza este hecho usando el subíndice  $u$  para el usuario  $u$ . Un primer método para calcular el filtro de MMSE para la FDE, usando cálculos en el dominio del tiempo se describe en E. Dahlman, S. Parkvall, J. Sköld y P. Berning, "3G Evolution – HSPA and LTE for mobile broadband – section 5.1" 2ª Edición, Academic Press, 2008.

No obstante, más que calcular los coeficientes del filtro en el dominio del tiempo y entonces transformar al dominio de frecuencia, los coeficientes del filtro de MMSE se pueden calcular directamente como en T. Wigren, A. Kangas y H. Egnell, "Load estimation in frequency domain pre-equalization systems", PCT/SE2010/051054.

$$W_u(m) = H_u^H(m) \left( H_u^H(m) H_u^H(m) + I_u(m) I_u^H(m) + \left( N^{\text{térmico}}(m) \right)^H N^{\text{térmico}}(m) \right)^{-1},$$

$$u = 1, \dots, U$$

donde la estimación de matriz de nivel de potencia de ruido térmico, se puede obtener por cualquiera de los algoritmos para estimación de nivel de ruido descritos anteriormente y donde  $H_u(m)$  es el vector de respuesta de frecuencia de canal muestreada para el usuario  $u$ . El uso de cálculo en el dominio de frecuencia es menos complejo a nivel de cálculo que el método representado en la Figura 1 y representa la realización preferida para implementación de la FDE.

Finalmente, la señal ecualizada se calcula mediante una multiplicación en el dominio de frecuencia como

$$Z_{FDE}(m) = W_u(m) V(m), \quad u = 1, \dots, U$$

después de lo cual se aplica la FFT inversa para obtener la señal  $z_{FDE,u}(t)$ . Después de este paso el procesamiento procede como en un sistema de WCDMA convencional. El procesamiento se repite para todos los usuarios.

En la arquitectura de UTRAN del 3GPP, NBAP (Parte de Aplicación de Nodo B) es el protocolo de señalización responsable del control del Nodo B por el RNC. RNSAP (Parte de Aplicación de Subsistema de Red Radio) es un protocolo de señalización del 3GPP responsable de las comunicaciones entre Controladores de Red Radio. Los protocolos NBAP y RNSAP permiten la señalización de la Potencia de banda ancha total recibida ( $RTWP(t)$ ), el nivel de ruido térmico estimado y la potencia de enlace ascendente mejorada programada ( $RSEPS(t)$ ).

Los detalles de la codificación de estos mensajes aparecen en las especificaciones TS 25.433 del 3GPP, Señalización de Parte de Aplicación de Nodo B (NBAP) de Interfaz Iub de UTRAN y TS 25.133 del 3GPP, Requisitos de soporte de gestión de recursos radio.

La señalización rompe el RoT estimado en dos partes, el nivel de ruido estimado y la potencia de banda ancha total. Señalar que la TS 25.433 del 3GPP y TS 25.133 del 3GPP expresan que son las cantidades en el conector de antena las que tienen que ser señaladas, la señalización de otras cantidades relacionadas en estos contenedores representa una solución propietaria.

U-TDOA (Diferencia de Tiempo de Llegada de Enlace Ascendente) es una tecnología de posicionamiento en tiempo real para redes de dispositivos inalámbricos que usa multilateración basada en temporización de señales de enlace ascendente recibidas para localizar el dispositivo inalámbrico.

OTDOA (Diferencia de Tiempo de Llegada Observado) es otra tecnología de posicionamiento en tiempo real para redes de dispositivos inalámbricos que usa multilateración basada en temporización de señales de enlace descendente recibidas para localizar el dispositivo inalámbrico.

5 La mayor diferencia conceptual entre UTDOA y OTDOA es que OTDOA requiere múltiples puntos de transmisión mientras que UTDOA utiliza múltiples puntos de recepción en diferentes localizaciones (típicamente localizaciones de BS), aunque el principio de cálculo de posición es el mismo.

10 La Figura 2 ilustra un cálculo de posición que usa el método de UTDOA. Como se ilustra hay tres estaciones base 21 que miden la temporización de las señales recibidas desde un dispositivo inalámbrico 22. Suponiendo que las mediciones son exitosas para las estaciones base 21, las siguientes relaciones entre los TOA medidos en las estaciones base 21, el tiempo de transmisión desde el dispositivo inalámbrico 22 y las distancias entre el dispositivo inalámbrico 22 y las estaciones base 21 siguen:

$$t_{TOA,1} + b_{reloj} = T_{transmisión} + \|\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_{Terminal}\|/c$$

$$\vdots$$

$$t_{TOA,n} + b_{reloj} = T_{transmisión} + \|\mathbf{r}_n - \mathbf{r}_{Terminal}\|/c.$$

15 Aquí  $t_{TOA,i}$ ,  $i = 1, \dots, n$  designa los tiempos de llegadas (TOA) medidos en las localizaciones de medición conocidas  $\mathbf{r}_i$ ,  $i = 1, \dots, n$ ,  $T_{transmisión}$  indica el tiempo de transmisión desde el dispositivo inalámbrico 22 y  $c$  es la velocidad de la luz. Las cantidades en negrita son las localizaciones (vector) de las estaciones base 21 y el dispositivo inalámbrico 22.  $b_{reloj}$  indica la desviación de reloj desconocida del dispositivo inalámbrico 22 con respecto al tiempo de sistema celular. Ahora, en el posicionamiento de TDOA, las diferencias de tiempo de llegada con respecto al propio emplazamiento se forman según

$$t_{TDOA,2} = t_{TOA,2} - t_{TOA,1} = T_{transmisión} - b_{reloj} + \|\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_{Terminal}\|/c - \|\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_{Terminal}\|/c$$

$$\vdots$$

$$t_{TDOA,n} = t_{TOA,n} - t_{TOA,1} = T_{transmisión} - b_{reloj} + \|\mathbf{r}_n - \mathbf{r}_{Terminal}\|/c - \|\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_{Terminal}\|/c.$$

20 En estas  $n-1$  ecuaciones, los lados izquierdos son conocidos (con algún error de medición adicional), a condición de que se pueda medir la diferencia de tiempo de transmisión entre el tiempo de red y de UE. Esto se logra normalmente con hardware dedicado denominado unidades de medición de localización (LMU) o por otros procedimientos. En caso de una red sincronizada la diferencia es conocida. Además las localizaciones de las estaciones base 21,  $\mathbf{r}_i$ ,  $i = 1, \dots, n$ , se pueden examinar dentro de unos pocos metros y así también son conocidas. Lo que permanece desconocido es la localización del dispositivo inalámbrico 22, es decir

$$\mathbf{r}_{Terminal} = (x_{Terminal} \quad y_{Terminal} \quad z_{Terminal})^T.$$

En el caso más común se realiza un posicionamiento bidimensional la posición desconocida es en su lugar

$$\mathbf{r}_{Terminal} = (x_{Terminal} \quad y_{Terminal})^T.$$

30 De lo que se deduce entonces que se necesitan al menos tres diferencias de tiempo de llegada a fin de encontrar una posición de dispositivo inalámbrico en 3D y que se necesitan al menos dos diferencias de tiempo de llegada a fin de encontrar una posición de dispositivo inalámbrico en 2D. Esto, a su vez, significa que necesitan ser detectados al menos cuatro emplazamientos para posicionamiento de dispositivo inalámbrico en 3D y necesitan ser detectados al menos tres emplazamientos para posicionamiento de dispositivo en 2D. En la práctica, se puede mejorar la precisión si se recogen más mediciones y se introduce una solución de máxima probabilidad. También pueden haber múltiples soluciones (falsas) en casos donde solamente se detecta un número mínimo de emplazamientos. El método de UTDOA pertenece al conjunto de métodos de alta precisión, la imprecisión es no obstante significativamente mayor que la de A-GPS. La principal ventaja de UTDOA es que proporciona un posicionamiento de alta precisión también en interiores, una situación donde la disponibilidad de A-GPS es muy limitada.

40 Para realizar mediciones de temporización de UTDOA también en datos de usuario, para aumentar la relación señal a ruido, un receptor de referencia decodifica las señales de dispositivo inalámbrico y reenvía la secuencia a receptores de cooperación. Este procedimiento es relativamente complejo y requiere una cantidad de señalización significativa. Los receptores de cooperación se sitúan normalmente en hardware dedicado cerca del nodo de

posicionamiento. La secuencia de referencia decodificada se usa a fin de regenerar la secuencia transmitida desde el dispositivo inalámbrico, para permitir una correlación frente a cada conjunto de datos recibido reenviado desde los receptores implicados en diferentes localizaciones (típicamente localizaciones de RBS).

5 El problema principal con todos los métodos de posicionamiento de diferencia de tiempo de llegada terrestres es detectar/ser detectado en un número suficiente de localizaciones no cubiertas. En el caso de UTDOA el problema consta de detección de la misma transmisión de dispositivo inalámbrico en un número suficiente de estaciones base de WCDMA (suponiendo que las mediciones de temporización de UTDOA se realizan en conexión con las RBS de WCDMA). Este es en general un problema difícil dado que requiere una relación señal a ruido suficientemente alta en un número de localizaciones algunas veces muy lejos del dispositivo inalámbrico. Necesita ser señalado que el mínimo teórico de tres localizaciones colindantes no es suficiente en la práctica. En muchas situaciones el número de colindantes puede ser dos veces esta cifra para obtener un rendimiento fiable.

15 Hay no obstante varios problemas con la tecnología para posicionamiento de UTDOA conocida en la técnica anterior. En caso de que varias portadoras estén disponibles en la estación base, no se conoce en el nodo de posicionamiento qué portadoras, en su caso, están disponibles para referencia de UTDOA y receptores. Señalar que las mediciones radio de UTDOA se realizan normalmente en HW separado, por lo tanto no es evidente para qué portadoras es posible esto. En general, tener más portadoras provoca un sistema radio más expansivo.

Hay por lo tanto una necesidad de una solución mejorada para posicionamiento de UTDOA cuya solución resuelve o al menos mitiga al menos uno de los problemas mencionados anteriormente.

20 La publicación de patente WO 2007/013850 A2 describe un método en un nodo de red con funcionalidad de posicionamiento, en una red de comunicaciones inalámbricas en un sistema multiportadora, para permitir UTDOA.

### Compendio

Un objeto de la presente invención es proporcionar de esta manera un método en un nodo de red y un nodo de red para posicionamiento de UTDOA que resuelve o al menos mitiga al menos uno de los problemas mencionados anteriormente.

25 Una primera realización de la presente invención proporciona un método en un nodo de red con funcionalidad de posicionamiento en una red de comunicaciones inalámbricas en un sistema multiportadora para permitir mediciones de posicionamiento de Diferencia de Tiempo de Llegada de Enlace Ascendente, UTDOA, para un dispositivo inalámbrico en el sistema multiportadora. El método que comprende los pasos: recibir información relacionada con la interferencia o la carga para portadoras disponibles para mediciones de posicionamiento de UTDOA; y seleccionar al menos una portadora para mediciones de posicionamiento de UTDOA en base a la información relacionada con la interferencia o la carga.

30 De esta manera, un objeto de la presente invención se logra recibiendo información relacionada con la interferencia o la carga para portadoras disponibles para mediciones de posicionamiento de UTDOA y seleccionando al menos una portadora para mediciones de posicionamiento de UTDOA en base a la información relacionada con la interferencia o la carga.

35 Una segunda realización de la presente invención proporciona un nodo de red con funcionalidad de posicionamiento en una red de comunicaciones inalámbricas en un sistema multiportadora para permitir mediciones de posicionamiento de Diferencia de Tiempo de Llegada de Enlace Ascendente, UTDOA para un dispositivo inalámbrico en el sistema multiportadora. El nodo de red que está configurado para recibir información relacionada con la interferencia o la carga para portadoras disponibles para mediciones de posicionamiento de UTDOA. El nodo de red que está configurado además para seleccionar al menos una portadora para mediciones de posicionamiento de UTDOA en base a la información relacionada con la interferencia o la carga.

Una ventaja de la presente invención es que permite la selección de la portadora más apropiada de usar para medición de posicionamiento de UTDOA.

45 Otra ventaja de la presente invención es que mejora la probabilidad de éxito de posicionamiento de UTDOA, en particular en carga de enlace ascendente alta.

Ventajas y rasgos adicionales de realizaciones de la presente invención llegarán a ser evidentes cuando se lee la siguiente descripción detallada en conjunto con los dibujos.

### Breve descripción de los dibujos

50 La Fig. 1 ilustra un diagrama de bloques del algoritmo de estimación de PoT.

La Fig. 2 ilustra esquemáticamente un principio para cálculo de posición de UTDOA.

La Fig. 3 ilustra esquemáticamente un ejemplo de arquitectura de red de una Red de Acceso Radio.



La Fig. 4 ilustra un diagrama de bloques del nodo de red según una realización ejemplar de la presente invención.

La Fig. 5 ilustra un diagrama de flujo de un método según una realización ejemplar de la invención.

La Fig. 6 ilustra un diagrama de bloques de la arquitectura de posicionamiento de LTE.

La Fig. 7 ilustra un diagrama de bloques del nodo de red según una realización ejemplar de la presente invención.

## 5 Descripción detallada de la invención

En la siguiente descripción, con propósitos de explicación y no de limitación, se exponen detalles específicos, tales como secuencias particulares de pasos, protocolos de señalización y configuraciones de dispositivos a fin de proporcionar una comprensión minuciosa de la presente invención. Será evidente para un experto en la técnica que la presente invención se puede llevar a cabo en otras realizaciones que se apartan de estos detalles específicos.

10 Además, los expertos en la técnica apreciarán que se pueden implementar funciones y medios explicados en la presente memoria usando funciones software en conjunto con un microprocesador programado u ordenador de propósito general y/o usando un circuito integrado de aplicaciones específicas (ASIC). También se apreciará que mientras que la invención actual se describe en primer lugar en forma de métodos y disposiciones, la invención también se puede incorporar en un producto de programa de ordenador así como un sistema que comprende un  
15 procesador de ordenador y una memoria acoplada al procesador, en donde la memoria se codifica con uno o más programas que pueden realizar las funciones descritas en la presente memoria.

La Fig. 3 ilustra un ejemplo de una arquitectura de red 30 donde se puede implementar el nodo de red según la presente invención. El dispositivo inalámbrico 34 también designado UE se usa por un abonado (no mostrado) para acceder a servicios ofrecidos por una red central (CN) de operador 33. La RAN (Red de Acceso Radio) 35 es una  
20 parte de la arquitectura de red 30 que es responsable de la transmisión radio y el control de la conexión radio. El RNS (Subsistema de Red Radio) 36 controla un número de BS 32 en la RAN 35. El RNC 31 controla recursos radio y conectividad radio dentro de un conjunto de celdas (no mostrado). La BS 32 maneja la transmisión y recepción radio dentro de una o más celdas. Una celda cubre un área geográfica. El Enlace Radio (no mostrado) es una representación de la comunicación entre el dispositivo inalámbrico 34 y una celda en la RAN 36. Las interfaces lub  
25 37 están conectando las diferentes BS 32 a los RNC en la RAN 35. Las interfaces lur 38 están conectando los diferentes RNC 31 en la RAN 35. Los datos de usuario se transportan en los denominados portadores de transporte en estas interfaces. Dependiendo de la red de transporte usada, estos portadores de transporte se podrían correlacionar por ejemplo con conexiones AAL2 (en caso de una red de transporte basada en ATM) o conexiones DDP (en caso de una red de transporte basada en IP).

30 La RAN 35 puede redirigir el dispositivo inalámbrico 34 a otra frecuencia. En UMTS, esto se realiza cuando el dispositivo inalámbrico 34 está en estado CELL\_FACH. Cuando está en el estado CELL\_FACH, el dispositivo inalámbrico 34 selecciona autónomamente una portadora (no mostrada) (en las especificaciones del 3GPP, conocido como reelección de celda) y señala la portadora seleccionada según un procedimiento de "actualización de celda" especificado.

35 La selección de portadora se basa esencialmente en mediciones de la calidad de señal de enlace descendente del canal piloto común (CPICH), que se difunde en cada celda con una potencia de transmisión constante. Más específicamente, hay dos opciones para métricas de calidad: Energía por circuito integrado dividida por una potencia de interferencia no ortogonal recibida total ( $E_c/N_0$ ) del canal piloto común (CPICH), o potencia de código de señal recibida (RSCP, es decir intensidad de señal) del CPICH. En soluciones de la técnica anterior de esta manera no  
40 hay un traspaso desencadenado para el propósito de mediciones de posicionamiento de UTDOA.

El 3GPP estandarizó dos arquitecturas de posicionamiento para posicionamiento del plano de control. El posicionamiento de UTDOA del plano de usuario no es posible dado que la medición de UTDOA no está disponible en el dispositivo inalámbrico 34.

45 En la denominada arquitectura céntrica de RNC el RNC 31 es el nodo donde se localiza la mayoría de la funcionalidad de posicionamiento. El RNC 31 recibe peticiones de posicionamiento desde la CN 33, determina qué método de posicionamiento usar para servir la petición, ordena las mediciones a ser realizadas por la BS 32 o el dispositivo inalámbrico 34, calcula la localización del dispositivo inalámbrico 34 y notifica el resultado de nuevo a la CN 33.

50 En LTE las BS designadas eNodosB también realizan ciertas mediciones relacionadas con la posición como la medición de TA. El dispositivo inalámbrico puede realizar ciertas mediciones relacionadas con posicionamiento como la medición de RxTx del UE.

La otra arquitectura es la denominada arquitectura céntrica de SAS (Centro de Localización Móvil de Servicio Autónomo). En esta arquitectura la mayoría de la funcionalidad de posicionamiento se toma por el nodo SAS estallado, dejando el RNC como un nodo de retransmisión de notificación de medición y posicionamiento.

Además, tres elementos de red claves en la arquitectura de posicionamiento del 3GPP son el Cliente de LCS (Servicios de Localización), el objetivo de LCS y el Servidor de LCS. El Servidor de LCS es una entidad física o lógica que gestiona el posicionamiento para un dispositivo objetivo de LCS recogiendo mediciones y otra información de localización, ayudando al objetivo de LCS en las mediciones cuando sea necesario y estimando la localización del objetivo de LCS. Un Cliente de LCS es una entidad software y/o hardware que interactúa con un Servidor de LCS para el propósito de obtener información de localización para uno o más objetivos de LCS, es decir el dispositivo inalámbrico que está posicionado. Los Clientes de LCS pueden residir en los objetivos de LCS en sí mismos, nodo radio (por ejemplo, eNodoB en LTE), nodo de red central, PSAP (Punto de Respuesta de Seguridad Público), etc. Un Cliente de LCS envía una petición al Servidor de LCS para obtener información de localización y el Servidor de LCS procesa y sirve las peticiones recibidas y envía el resultado del posicionamiento y opcionalmente una estimación de velocidad al Cliente de LCS. Una petición de posicionamiento se puede originar a partir del dispositivo inalámbrico, la red radio o la red central. El cálculo de posición para UTDOA se dirigiría típicamente en la red (por ejemplo, un nodo de posicionamiento que es E-SMLC o SPL en LTE) o por un nodo externo.

Más adelante se describe como ejemplo de la arquitectura de posicionamiento más específica a LTE. LPPa es un protocolo entre el eNodoB y el Servidor de LCS, usado para procedimientos de posicionamiento en el plano de control, que ayuda al posicionamiento en el plano de usuario consultando a los eNodosB para información y mediciones de eNodoB, a ser mejoradas también para soportar posicionamiento de UL. El protocolo SUPL se puede usar como un transporte para LPP en el plano de usuario. En el plano de usuario con SUPL, un UE se conoce típicamente como un Terminal Habilitado para SUPL (SET), la plataforma de LCS se conoce típicamente como Plataforma de Localización de SUPL (SLP). El protocolo LCS-AP está entre MME y E-SMLC. El posicionamiento se desencadena típicamente a través de LCS-AP por la MME en sí misma o tras la petición de otros nodos (por ejemplo, eNodoB, PSAP, etc.) o un UE.

Un diagrama de bloques esquemático de la arquitectura definida en el estándar actual se ilustra en la Figura 6 centrándose en soporte de posicionamiento de UL, donde el objetivo de LCS es un dispositivo inalámbrico 63 y el Servidor de LCS es un E-SMLC 61 o un SLP 62. En la figura 6, se muestran los protocolos de posicionamiento del plano de control 64, con E-SMLC como el punto de terminación. También se muestra el protocolo de posicionamiento de plano de usuario 65. SLP 62 puede comprender dos componentes, SPC y SLC (no mostrado) que también pueden residir en diferentes nodos (no mostrados). En una implementación ejemplo, SPC tiene una interfaz propietaria con E-SMLC y una interfaz Llp con SLC y la parte de SLC de SLP 62 comunica con la P-GW (Pasarela PDN) y el Cliente de LCS Externo 66.

Para soportar UTDOA en LTE, también están siendo introducidos en el 3GPP protocolos específicos de UTDOA. De esta manera, la interfaz SLm 67, entre el E-SMLC 61 y LMU 68 se usa para posicionamiento de enlace ascendente. La interfaz se termina entre un servidor de posicionamiento (E-SMLC 61) y LMU 68. Se usa para transportar mensajes de protocolo LMUP (no mostrados) sobre la interfaz E-SMLC a LMU 67. Hay tres opciones de despliegue diferentes con LMU 68. Como se muestra en la figura 6, una LMU 68 puede estar integrada en el eNodoB, compartir algún equipo tal como la antena con el eNodoB o ser un nodo físico autónomo con antena propia. Una LMU 68 se puede asociar con una o más celdas o BS radio, de manera que puede haber escenarios donde una LMU 68 podría beneficiar o incluso tiene que soportar (en caso de cobertura no continua en una frecuencia) más de una frecuencia. Además, uno también podría prever que una LMU 68 soporta un conjunto de frecuencias (por ejemplo, la capacidad de LMU relacionada con soporte multifrecuencia) que es diferente de aquel soportado por un eNodoB al que puede estar asociado la LMU 68. Además, en la invención, la capacidad de portadora puede referirse a las frecuencias soportadas, pero también a las combinaciones de y el número máximo de frecuencias medidas simultáneamente.

Como se mencionó anteriormente, la invención describe métodos y disposiciones para selección de la portadora más adecuada a usar para medición de posicionamiento de UTDOA. Un criterio importante que necesita ser cumplido para un posicionamiento de UTDOA exitoso es la detección y decodificación exitosa en la localización de medición de referencia de UTDOA. Otro criterio importante es la detección con éxito en tantas localizaciones de medición colindantes de UTDOA como sea posible. Ambos criterios están asociados con la situación de interferencia de enlace ascendente o la situación de carga. Esta es una razón por la cual el nodo de red según la presente invención se configura para recibir información relacionada con la interferencia o la carga a fin de valorar la situación de interferencia o la situación de carga en diferentes portadoras. En realizaciones ejemplares, como se describirá, el nodo de red además se configura para recibir un indicador de capacidad que expresa entre otros para qué frecuencias portadoras se pueden hacer mediciones de posicionamiento de UTDOA.

La Fig. 4 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra un nodo de red 40 con funcionalidad de posicionamiento según una realización ejemplar de la presente invención. El nodo de red 40 que se configura para recibir información relacionada con la interferencia o la carga para portadoras disponibles para mediciones de posicionamiento de UTDOA. El nodo de red 40 que se configura además para seleccionar al menos una portadora para mediciones de posicionamiento de UTDOA en base a la información relacionada con la interferencia o la carga.

En realizaciones de la invención el nodo de red 40 puede ser cualquier nodo radio que transmite señales radio que se pueden usar para mediciones de posicionamiento, por ejemplo, un NodoB, un eNodoB, una unidad de medición de localización (LMU) (por ejemplo, los dispositivos de medición de UTDOA se montan normalmente en NodosB),

macro/micro/pico estación base, NodoB doméstico, retransmisor, cabeceras radio remotas, sensor, estación base radio multiestándar o multiRAT o repetidor. El nodo de red 40 también puede ser un RNC o un SAS.

La información relacionada con la interferencia que se recibe por el nodo de red 40 puede comprender uno cualquiera o más de: RoT, Aumento de sobreexplotación Térmica o aumento de ruido, interferencia de la propia celda, interferencia de celda colindante, potencia de ruido térmico o potencia de banda ancha total. En caso de una arquitectura céntrica de RNC, donde un RNC (no mostrado) es el nodo de red 40 la información relacionada con la interferencia se puede señalar sobre la interfaz lub entre la estación base (no mostrada) y el RNC. El nodo de red 40 se configura para recibir la información relacionada con la interferencia o la carga, sobre una interfaz interna (no mostrada), en caso de que el nodo de red 40 no esté en el RNC. No obstante, donde el nodo de red 40 es por ejemplo un nodo de SAS, el nodo de red 40 se configura para recibir la información relacionada con la interferencia o la carga sobre una interfaz lupc (no mostrada) al nodo de red 40.

La información relacionada con la carga en realizaciones de la presente invención puede ser la carga en la interfaz aérea y de esta manera la calidad de señal para las portadoras disponibles para mediciones de posicionamiento de UTDOA. Además la información relacionada con la carga puede incluir el ancho de banda medido en las portadoras disponibles para mediciones de posicionamiento de UTDOA. Otra información que puede ser la información relacionada con la carga es la frecuencia dado que las frecuencias más bajas típicamente proporcionan mejor cobertura lo cual es crucial en celdas grandes y puede no ser necesario en celdas pequeñas. La información relacionada con la carga también se puede proporcionar para una frecuencia especificada. La información relacionada con la carga también puede comprender al menos un valor o descriptor que representa la situación de carga o el número de dispositivos inalámbricos programados o RoT sobre la interfaz aérea para celdas y portadoras disponibles para mediciones de posicionamiento de UTDOA.

La selección de la al menos una portadora que el nodo de red 40 está configurado para realizar en base a la información relacionada con la interferencia o la carga se puede calcular usando diferentes algoritmos. En una realización ejemplar el nodo de red 40 se puede configurar además para seleccionar la al menos una portadora para mediciones de posicionamiento de UTDOA basadas en optimización de recursos de red dado que los recursos para mediciones de posicionamiento se comparten con otros servicios.

A fin de mejorar el uso de más de una portadora en posicionamiento UTDOA, puede ser necesaria en el nodo de red 40 información acerca de la capacidad de portadora y la capacidad de multiportadora. Además, esta información permite configurar transmisiones optimizadas para mediciones de UTDOA. Por lo tanto aún en otra realización ejemplar de la presente invención el nodo de red 40 se configura además para recibir al menos un indicador de capacidad que expresa para qué frecuencias portadoras se pueden hacer mediciones de posicionamiento de UTDOA. En esta realización ejemplar el nodo de red 40 aún se configura además para seleccionar la al menos una portadora en base a al menos un indicador de capacidad. El al menos un indicador de capacidad se puede recibir desde el dispositivo inalámbrico, un nodo radio u otro nodo. El indicador de capacidad también puede comprender información acerca de las frecuencias portadoras soportadas para mediciones de UTDOA, capacidad multiportadora del dispositivo inalámbrico o capacidad multiportadora del nodo radio.

Según realizaciones ejemplares de la invención, el nodo de red 40 es consciente de la capacidad de portadora de los nodos radio que pueden estar implicados en las mediciones de UTDOA. El indicador de capacidad puede comprender información acerca de las frecuencias soportadas para mediciones de UTDOA. En una realización, el indicador de capacidad puede incluir información de banda de frecuencia y/o modo dúplex (por ejemplo, semi-dúplex) y/o ancho de banda de portadora disponible para mediciones de UTDOA.

Aún en otra realización ejemplar el indicador de capacidad puede incluir información de capacidad de frecuencia, por ejemplo, un indicador binario o el número de frecuencias disponibles para operación multiportadora que por ejemplo puede ser 2, 4 u 8. El indicador de capacidad puede incluir además una indicación de si la operación de multiportadora se soporta y/o configura por nodos radio que pueden estar implicados en mediciones de UTDOA. En otra realización ejemplar del nodo de red 40, el indicador de capacidad además comprende información relacionada con una cualquiera o una combinación de bandas de frecuencia: modo dúplex y/o ancho de banda de portadora disponible para mediciones de UTDOA, soportadas por el dispositivo inalámbrico o el nodo radio implicado en las mediciones de UTDOA.

Como se mencionó anteriormente los dispositivos inalámbricos con capacidad multiportadora transmiten la señal sobre múltiples portadoras, los nodos radio que pueden estar implicados en mediciones de UTDOA necesitan ser conscientes de esto. También es una ventaja si el nodo de red 40 es consciente de esto. En una realización ejemplar del nodo de red 40 esta información puede estar comprendida en el indicador de capacidad. Por ejemplo todas las portadoras soportadas por el dispositivo inalámbrico pueden estar disponibles para mediciones de UTDOA, pero este no siempre es el caso. Además, dado que el dispositivo inalámbrico y el nodo radio implicado en las mediciones de UTDOA pueden soportar diferente número y el indicador de capacidad puede incluir el número o la combinación de frecuencias disponibles para una operación multiportadora. Por ejemplo, puede haber dispositivos inalámbricos de portadora dual en un sistema multiportadora que puede soportar generalmente hasta por ejemplo 4 u 8 portadoras.

Aún en otra realización del nodo de red 40, el indicador de capacidad también se puede intercambiar entre nodos radio implicados en las mediciones de UTDOA, por ejemplo, unidades de medición de localización (LMU) y NodoB o entre LMU o entre NodosB sobre las interfaces correspondientes. En otra realización del nodo de red 40, el indicador de capacidad se puede obtener (tras una petición o sin ella) de otro nodo, por ejemplo, OyM o SON. Aún en otra realización el nodo de red 40 puede informar al dispositivo inalámbrico o el nodo radio programar el dispositivo inalámbrico en las frecuencias preferidas/posibles en las que transmitir para posicionamiento de UTDOA, reflejando por ello el indicador de capacidad.

En otra realización ejemplar del nodo de red 40 según la invención el nodo de red 40 se configura además para configurar mediciones de UTDOA en al menos un nodo radio implicado en mediciones de UTDOA en la portadora seleccionada para mediciones de posicionamiento de UTDOA. En esta realización el nodo de red 40 se puede configurar además para configurar una selección, reelección o conmutación de la portadora para realizar mediciones de UTDOA, en base a la información relacionada con la interferencia o la carga o el indicador de capacidad. Aún en otra realización ejemplar el nodo de red 40 desencadena un conmutador para la portadora seleccionada para el dispositivo inalámbrico.

En otra realización ejemplar del nodo de red 40 el nodo de red 40 se configura además para conmutar la portadora primaria para el dispositivo inalámbrico que soporta la operación multiporadora o configurar transmisiones simultáneas sobre portadoras, donde el conjunto de portadoras configuradas para UTDOA puede ser más pequeño que el conjunto de portadoras soportadas en la red, dependiendo por ejemplo del indicador de capacidad. El nodo de red 40 también se puede configurar además para cambiar desde/a una operación de portadora única para UTDOA en la red soportando más de 1 portadora en general. En otra realización, el nodo de red 40 considera la capacidad de frecuencia del dispositivo inalámbrico, para UTDOA cuando se seleccionan frecuencias preferibles. Aún en otra realización, se recogen estadísticas de capacidad de frecuencia del dispositivo inalámbrico en el nodo de red 40. En esta realización ejemplar la selección de la portadora preferida también se puede basar en estas estadísticas.

El nodo de red 40 también puede recibir por portadora tal información como el número de dispositivos inalámbricos programados, número de dispositivos inalámbricos de voz o cualquier información que refleja el número de usuarios de CS y el número total de dispositivos inalámbricos, etc.

La Fig. 7 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra otra realización ejemplar del nodo de red 40. En esta realización el nodo de red 40 comprende medios de recepción 71 configurados para recibir información relacionada con la interferencia y la carga para portadoras disponibles para mediciones de posicionamiento de UTDOA. Los medios de recepción 71 se configuran para recibir el mismo tipo de información relacionada con la interferencia e información relacionada con la carga como en las realizaciones descritas previamente del nodo de red 40. Los medios de recepción se configuran para recibir información relacionada con la interferencia o la carga sobre las interfaces (no mostradas) descritas en las realizaciones previamente. En esta realización el nodo de red 40 además comprende medios de procesamiento 72, conectados a los medios de recepción 71, configurados para seleccionar al menos una portadora para mediciones de posicionamiento de UTDOA en base a la información relacionada con la interferencia o la carga como se describió en las realizaciones anteriormente.

Los medios de recepción 71 aún se configuran en otras realizaciones adicionales para recibir al menos un indicador de capacidad que expresa para qué frecuencias portadoras se pueden hacer mediciones de posicionamiento de UTDOA. El indicador de capacidad comprende al menos el mismo tipo de información que las realizaciones descritas previamente del nodo de red 40. En esta realización ejemplar los medios de procesamiento 72 aún se configuran además para seleccionar la al menos una portadora en base a al menos un indicador de capacidad. Los medios de procesamiento 72 se configuran además aún en otra realización para desencadenar un conmutador para la portadora seleccionada para el dispositivo inalámbrico y/o para conmutar la portadora primaria para el dispositivo inalámbrico que soporta la operación multiporadora según las realizaciones descritas previamente.

Los nodos radio implicados en las mediciones de UTDOA según la presente invención pueden aplicar receptores de supresión de interferencia en los nodos radio a fin de mejorar el rendimiento del receptor. En ese caso se reduce la carga eficaz. En lugar de IS, también se puede usar una cancelación de interferencia y también se puede recibir por el nodo de red 40 información relacionada con la carga después de aplicar una cancelación de interferencia.

Otros aspectos de la presente invención se refieren a métodos para medición de la carga en términos de RoT, considerando ganancias de IS. El RoT se da a partir de

$$RoT_u^{G^+} \equiv \frac{S_u^{G^+} + I_u^{G^+} + \kappa_u^{G^+} \hat{N}}{\kappa_u^{G^+} \hat{N}} = \frac{S_u^{G^+}}{\kappa_u^{G^+} \hat{N}} \left( 1 + \frac{SF_{u,EDPCCH}}{\beta_{u,eficaz}^2} \frac{1}{SINR_u^{G^+}} \right), \quad u = 1, \dots, U.$$

$$\kappa_u^{G^+} = (\hat{\mathbf{w}}_u)^H \hat{\mathbf{w}}_u, \quad u = 1, \dots, U.$$

$$RoT^{G^+} = \max_u RoT_u^{G^+}.$$

Aquí  $RoT_u^{G^+}$  es la carga vista por el usuario  $u$ ,  $S_u^{G^+}$  es la potencia del usuario  $u$  medida después de G-rake,  $SF_{u,EDPCCH}$  es el factor de propagación,  $\beta_{u,eficaz}$  es el factor de potencia total y  $SINR_u^{G^+}$  es la relación señal a interferencia medida después de G-rake, es decir la cantidad que cierra el bucle de control de potencia interior. Como se puede ver, la carga de celda se selecciona como el aumento de sobreexplotación térmica máximo, como se ve por cualquier usuario de la celda. Este es el usuario limitante de la celda.

Un equivalente de RoT se puede calcular después de las ganancias de IS de FDPE. El resultado final se da por

$$RoT^{FDPE} = \frac{\mathbf{z}_{pre}^H(t) \mathbf{z}_{pre}(t)}{\left( \sum_{l=0}^{L-1} \mathbf{w}_{pre}^H(l) \mathbf{w}_{pre}(l) \right) \left( \sum_{a=1}^A \hat{N}_a^{térmico} \right)}.$$

Aquí  $RoT^{FDPE}$  es la carga,  $\mathbf{z}_{pre}(t)$  es la señal blanqueada en el dominio del tiempo,  $\mathbf{w}_{pre}(l)$ ,  $l = 0, \dots, L-1$  es la respuesta al impulso del filtro blanqueador y  $\hat{N}_a^{térmico}$ ,  $a = 1, \dots, A$ , son los niveles de ruido térmico estimados de los ramales de antena  $A$ .

Las cantidades anteriores se deberían calcular como medias o estimaciones sobre un intervalo de tiempo donde el filtro blanqueador de la FDPE permanece constante. Dado que la potencia de banda ancha recibida total se suma sobre todos los ramales de antena, así es el nivel de potencia de ruido térmico. El RoT después de la FDPE también se escala con la potencia del filtro preblanqueador. Se puede señalar que el uso de la FDPE maneja la señal recibida como un todo, sin una necesidad de considerar usuarios individuales. Esta ventaja se conserva para el algoritmo de estimación de carga.

Un equivalente del RoT se puede calcular después de las ganancias de IS de FDE, para cada usuario. El resultado final se da por

$$RoT_u^{FDE} = \frac{\mathbf{z}_{FDE,u}^H(t) \mathbf{z}_{FDE,u}(t)}{\left( \sum_{l=0}^{L-1} \mathbf{w}_u^H(l) \mathbf{w}_u(l) \right) \left( \sum_{a=1}^A \hat{N}_a^{térmico} \right)}, \quad u = 1, \dots, U.$$

Aquí  $RoT_u^{FDE}$  es la carga del usuario  $u$ ,  $\mathbf{z}_{pre,u}(t)$  es la señal blanqueada en el dominio del tiempo,  $\mathbf{w}_{pre,u}(l)$ ,  $l = 0, \dots, L-1$  es la respuesta al impulso del filtro blanqueador y  $\hat{N}_a^{térmico}$ ,  $a = 1, \dots, A$ , son los niveles de ruido térmico estimados de los ramales de antena  $A$ .

Las cantidades anteriores se deberían calcular como medias o estimaciones sobre un intervalo de tiempo donde el filtro de ecualización de la FDE permanece constante. Dado que la potencia de banda ancha recibida total se suma sobre todos los ramales de antena, así es el nivel de potencia de ruido térmico. El RoT después de la FDE también se escala con la potencia del filtro de ecualización. Como en el caso G-rake, el usuario dominante de la celda se selecciona como

$$RoT^{FDE} = \max_u RoT_u^{FDE}$$

El RoT antes y/o después del procesamiento de IS normalmente varía rápido, estando afectado por ejemplo por las variaciones de canal. La selección de portadora según la presente invención es un proceso de selección más lento comparado con las variaciones en RoT. Por lo tanto, las realizaciones ejemplares del nodo de red por lo tanto más bien se basan en información relacionada con la interferencia y la carga en base a la carga de enlace ascendente media, obtenida para un intervalo de tiempo típico. El intervalo de tiempo o tiempo de filtrado constante se sintoniza preferiblemente para ser del mismo orden que el ancho de banda del proceso de selección de portadora.

Como realización típica de este proceso de filtrado se puede usar un filtro autoregresivo de primer orden:

$$\langle RoT \rangle(t+T) = \alpha \langle RoT \rangle(t) + (1-\alpha) RoT_{\text{entrada}}(t)$$

donde  $\langle RoT \rangle$  es la carga media,  $T$  es el periodo de tiempo de actualización, por ejemplo, 10 ms,  $\alpha$  es la constante de tiempo y  $RoT_{\text{entrada}}(t)$  es cualquiera del  $RoT$  en el conector de antena,  $RoT^{G+}$ ,  $RoT^{FDPE}$  o  $RoT^{FDE}$ .

5 Este filtrado se realiza preferiblemente en el nodo de red 40 según la presente invención.

El  $RoT$  después del procesamiento de IS no tiene señalización asociada – la definición de la medición de estos  $RoT$  equivalentes es diferente de la interfaz aérea  $RoT$ .

10 Como se mencionó anteriormente, el nodo de red 40 se configura por lo tanto en una realización ejemplar para seleccionar las portadoras para las que se medirán  $RoT$  de varios tipos. Señalar que las mediciones no obstante no están limitadas a solamente  $RoT$ .

En realizaciones ejemplares la selección se basa además en el indicador de capacidad recibido que contiene por ejemplo información acerca de la capacidad de medición de posición de UTDOA. En otra realización ejemplar la selección también se basa en la base de datos de relaciones de celda, posiciones de celda y direcciones de antena que necesitan ser configuradas en el nodo de red o al menos estar disponibles en el nodo de red.

15 Aún en otra realización el nodo de red 40 se configura además para indicar una orden de medición e información de qué tipo de  $RoT$  se prefiere.

La información relacionada con la interferencia que se recibe por el nodo de red 40 puede comprender información de medición de  $RoT$ , junto con una indicación de qué tipo de información de  $RoT$  se señala.

20 En una realización ejemplar el nodo de red 40 se configura para evaluar un criterio, para cada portadora alternativa, donde el criterio es sensible a la información relacionada con la carga medida y recibida, es decir,  $\langle RoT \rangle(\text{portadora}, \text{celda})$ ,  $\text{celda} \in \{\text{celda}_i\}$ ,  $i \in \{\text{colindantes}\}$   $\text{portadora} \in \{\text{portadoras con capacidad UTDOA}\}$ .

25 Esto no obstante no es suficiente. Las celdas colindantes tienen diferentes direcciones de antena y localizaciones también. Por lo tanto la información relacionada con la carga se puede complementar con la pérdida de trayecto predicha y la ganancia de antena predicha, para cada celda. Esta información necesita estar disponible en las bases de datos, accesible por el nodo de red 40.

Esto es posible ahora para configurar un coste para cada combinación de celda y portadora,

$$J(\text{portadora}, \text{celda}, \text{celda de servicio}) = \langle RoT \rangle(\text{portadora}, \text{celda}) + \left( \left\langle \text{Pérdida de trayecto} \right\rangle(\text{portadora}, \text{celda}, \text{celda de servicio}) \right) - \left\langle \text{Ganancia de Antena} \right\rangle(\text{celda}, \text{celda de servicio})$$

30 Aquí la pérdida de trayecto se cuenta desde el centro de la celda de servicio a la localización de antena de la RBS de la unidad de medición de localización de UTDOA asociada. La ganancia de antena se calcula usando el ángulo entre el centro de la celda de servicio y la localización de antena de la RBS de la unidad de medición de posición de UTDOA.

El ángulo de puntería de la antena de la celda de la RBS de la unidad de medición de posición UTDOA.

Todas las cantidades se expresan en dB. El nodo de red 40 entonces selecciona la portadora mediante el cálculo de

El valor umbral mínimo  $\bar{J}(\text{portadora})$ , para cada portadora, para el cual

$$35 \quad J(\text{portadora}, \text{celda}, \text{celda de servicio}) \leq \bar{J}(\text{portadora}) \quad \text{para N celdas y}$$

$$\text{portadora seleccionada} = \arg \min_{\text{portadora}} \bar{J}(\text{portadora})$$

40 El nodo de red 40 se configura como se describió anteriormente en una realización ejemplar para forzar al dispositivo inalámbrico a la portadora seleccionada, tanto en el caso de una selección de portadora convencional realizada por el RNC como multiportadora. El nodo de red 40 se puede configurar para desencadenar o iniciar un traspaso y conmutación de portadoras. En UMTS, estas decisiones se toman típicamente por el RNC y posiblemente el NodoB. En la técnica anterior, no obstante, estas decisiones no se pueden desencadenar por la funcionalidad de posicionamiento de UTDOA considerando optimizar el rendimiento de UTDOA.

- Con referencia a la figura 5 hay ilustrado un diagrama de flujo de un método que describe los pasos en el nodo de red 40 con funcionalidad de posicionamiento en una red de comunicaciones inalámbricas en un sistema multiportadora para permitir mediciones de posicionamiento de UTDOA para un dispositivo inalámbrico en el sistema multiportadora, según realizaciones descritas previamente de la presente invención. Como se muestra en la figura 6, el método comprende:
- 5 500 recibir información relacionada con la interferencia o la carga para portadoras disponibles para mediciones de posicionamiento de UTDOA; y
- 510 seleccionar al menos una portadora para mediciones de posicionamiento de UTDOA en base a la información relacionada con la interferencia o la carga.
- 10 Como se describió previamente el método también puede comprender el paso adicional de (no mostrado) configurar mediciones de UTDOA en al menos un nodo radio implicado en mediciones de UTDOA en la portadora seleccionada para mediciones de posicionamiento de UTDOA. Este paso también puede comprender una selección, reelección o conmutación de la portadora para realizar mediciones de UTDOA, en base a dicha información relacionada con la interferencia o la carga o indicador de capacidad.
- 15 En otra realización del método, el método que comprende un paso adicional de, anterior al paso de recepción, recibir también al menos un indicador de capacidad que expresa para qué frecuencias portadoras se pueden hacer mediciones de posicionamiento de UTDOA. En esta realización el paso de selección se basa además en al menos un indicador de capacidad.
- 20 Aún en otra realización ejemplar del método, el método comprende un paso adicional de, después del paso de selección, configurar una transmisión para el dispositivo inalámbrico en la portadora seleccionada para mediciones de posicionamiento de UTDOA.
- 25 Aunque esta descripción se da principalmente usando el término dispositivo inalámbrico, se debería entender por los expertos en la técnica que dispositivo inalámbrico es un término no limitante que significa cualquier UE, Equipo de Usuario o nodo (por ejemplo PDA, ordenador portátil, móvil, sensor, retransmisor fijo, retransmisor móvil o incluso una estación base pequeña que está siendo posicionada cuando se consideran mediciones de temporización para posicionamiento, es decir un objetivo de LCS en general). La invención aplica tanto a dispositivos inalámbricos con capacidad como sin capacidad de operación multiportadora.
- 30 Las realizaciones de la invención no se limitan a WCDMA, sino que pueden, sin modificaciones obvias, aplicar con cualquier RAN, RAT múltiple o única. Algunos otros ejemplos de RAT son LTE, LTE-Avanzada, TDD de UMTS, GSM, cdma2000, WiMAX y WiFi. Un nodo de red multiportadora también puede ser el nodo de red capaz de agregación de portadoras para UMTS y LTE, que además también puede ser una estación base radio multiestándar.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un método en un nodo de red (40) con funcionalidad de posicionamiento en una red de comunicaciones inalámbricas en un sistema multiportadora para permitir mediciones de posicionamiento de Diferencia de Tiempo de Llegada de Enlace Ascendente, UTDOA, para un dispositivo inalámbrico en el sistema multiportadora, el método que comprende los pasos de:
- recibir al menos un indicador de capacidad que expresa para qué frecuencias portadoras se pueden hacer mediciones de posicionamiento de UTDOA;
  - recibir (500) información relacionada con la interferencia y la carga para portadoras disponibles para mediciones de posicionamiento de UTDOA; y
- 10 - seleccionar (510) al menos una portadora para mediciones de posicionamiento de UTDOA en base a dicho al menos un indicador de capacidad y dicha información relacionada con la interferencia o la carga.
2. El método de la reivindicación 1 que además comprende un paso de, después de dicho paso de selección (510),
- configurar las mediciones de UTDOA en al menos un nodo radio en dicha portadora seleccionada para mediciones de posicionamiento de UTDOA.
- 15 3. El método de la reivindicación 2, en donde el paso de configuración está comprendiendo además una selección, reelección o conmutación de la portadora para realizar mediciones de UTDOA, en base a dicha información relacionada con la interferencia o la carga o indicador de capacidad.
4. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde dicho paso de recepción de al menos un indicador de capacidad que además comprende la recepción de al menos un indicador de capacidad desde un UE, un nodo radio u otro nodo de red.
- 20 5. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el indicador de capacidad además comprende al menos una de: información acerca de frecuencias portadoras soportadas para mediciones de UTDOA, capacidad multiportadora de UE, capacidad multiportadora de nodo radio.
6. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el indicador de capacidad además comprende información relacionada con una cualquiera o una combinación de: banda de frecuencia, modo dúplex y/o ancho de banda de portadora disponible para mediciones de UTDOA, soportadas por un UE o el nodo radio.
7. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en donde el indicador de capacidad además comprende una cualquiera o más de: una indicación sobre si se soporta una operación multiportadora y/o se configura por el nodo radio, un número de portadoras que se pueden configurar para una operación multiportadora, una combinación de portadoras configuradas para una operación multiportadora o relevantes para UTDOA.
- 30 8. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en donde el indicador de capacidad además comprende la información acerca de qué combinaciones de dos o más frecuencias portadoras se soportan por el UE, configuradas para el UE o disponibles para mediciones de UTDOA.
9. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde la información relacionada con la interferencia comprende una cualquiera o más de: RoT, Aumento de sobreexplotación Térmica o aumento de ruido, interferencia de la propia celda, interferencia de la celda colindante, potencia de ruido térmico o potencia de banda ancha total.
- 35 10. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde la información relacionada con la carga comprende al menos un valor o descriptor que representa la situación de carga o número de dispositivos inalámbricos programados o RoT sobre interfaz aérea para celdas y portadoras disponibles para mediciones de posicionamiento de UTDOA.
- 40 11. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde dicho método que comprende un paso adicional de, después de dicho paso de selección (510),
- configurar la transmisión para dicho dispositivo inalámbrico en dicha portadora seleccionada para mediciones de posicionamiento de UTDOA.
- 45 12. Un nodo de red (40) con funcionalidad de posicionamiento en una red de comunicaciones inalámbricas en un sistema multiportadora para permitir mediciones de posicionamiento de Diferencia de Tiempo de Llegada de Enlace Ascendente, UTDOA, para un dispositivo inalámbrico en el sistema multiportadora, el nodo de red (40) que está configurado para recibir al menos un indicador de capacidad que expresa para qué frecuencias portadoras se pueden hacer mediciones de posicionamiento de UTDOA e información relacionada con la interferencia o la carga para portadoras disponibles para mediciones de posicionamiento de UTDOA; y seleccionar al menos una portadora para mediciones de posicionamiento de UTDOA en base a dicho al menos un indicador de capacidad que expresa
- 50



para qué frecuencias portadoras se pueden hacer mediciones de posicionamiento de UTDOA y dicha información relacionada con la interferencia o la carga.

5 13. El nodo de red (40) de la reivindicación 12, en donde el nodo de red (40) que además está configurado para configurar mediciones de UTDOA en al menos un nodo radio en dicha portadora seleccionada para mediciones de posicionamiento de UTDOA.

14. El nodo de red (40) de cualquiera de las reivindicaciones 12 a 13, en donde el nodo de red (40) está configurado además para selección, reselección o conmutación de la portadora para realizar mediciones de UTDOA, en base a dicha información relacionada con la interferencia o la carga o indicador de capacidad.

10 15. El nodo de red (40) de la reivindicación 14, en donde dicho al menos un indicador de capacidad se recibe desde un UE, Equipo de Usuario, un nodo radio u otro nodo de red.

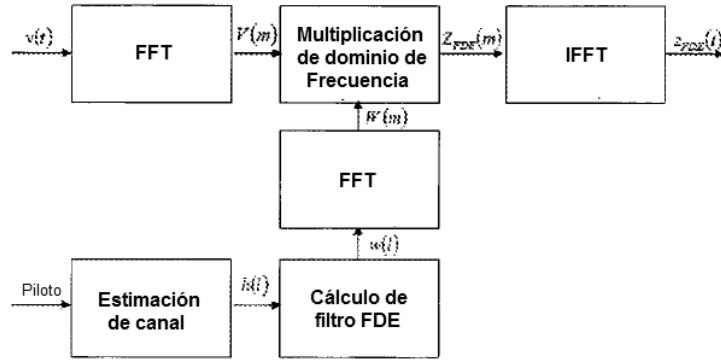


Fig. 1

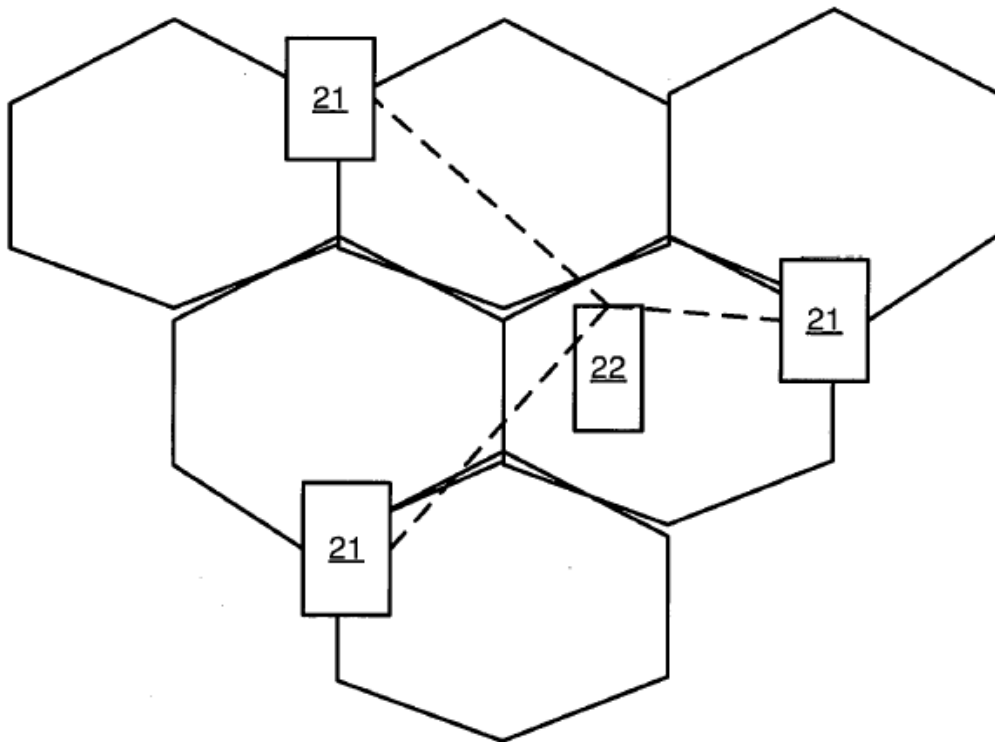


Fig. 2

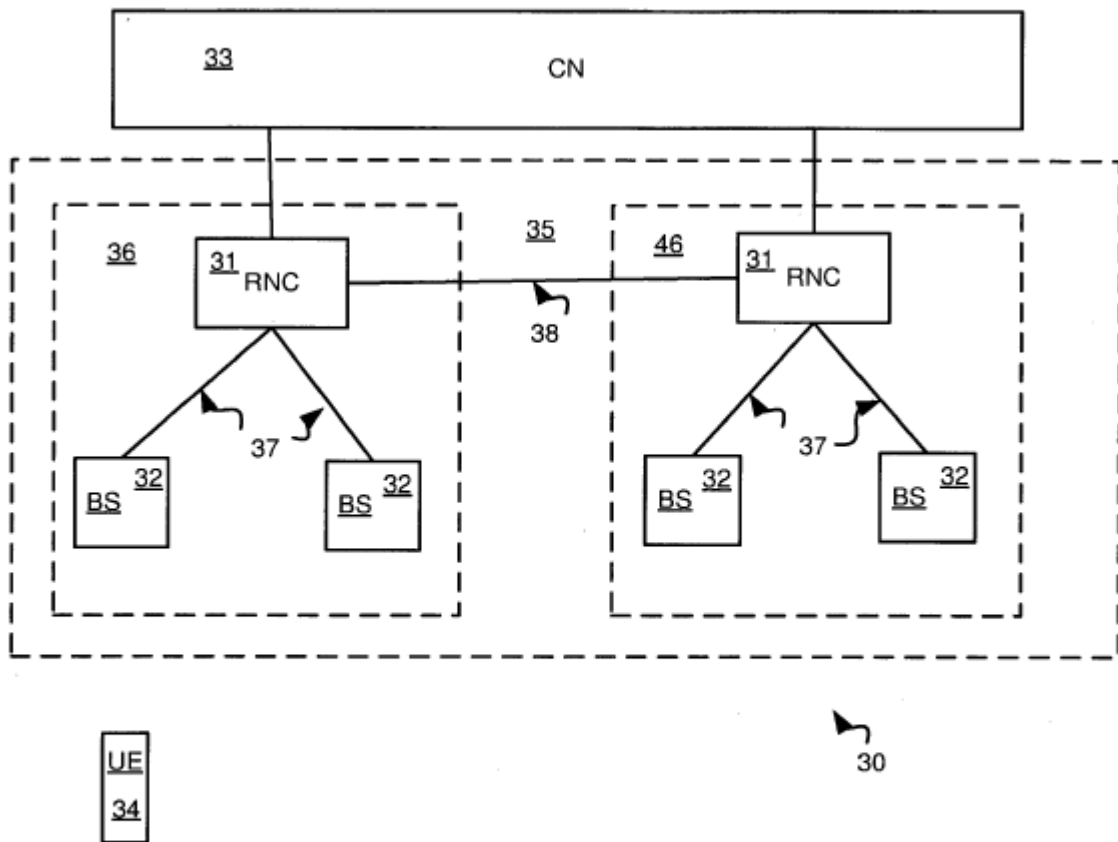


Fig. 3

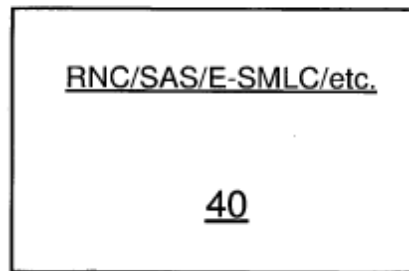


Fig. 4

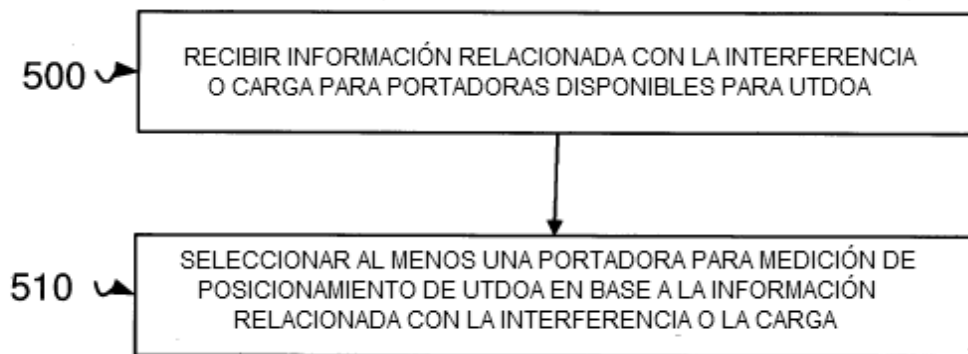


Fig. 5

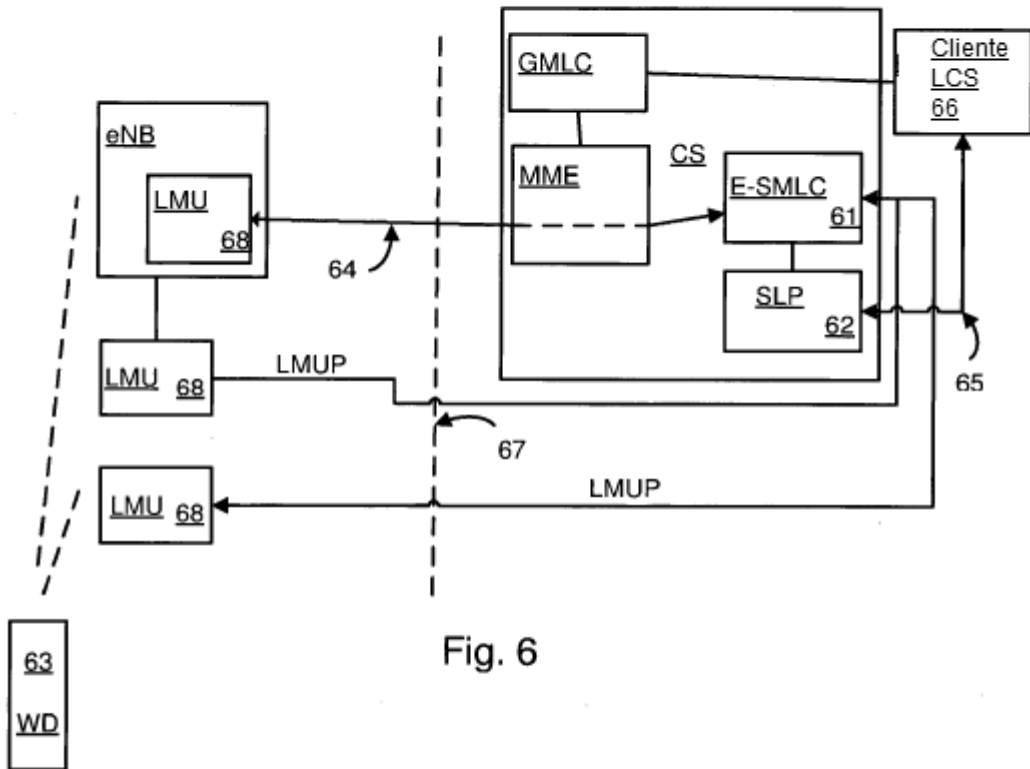


Fig. 6

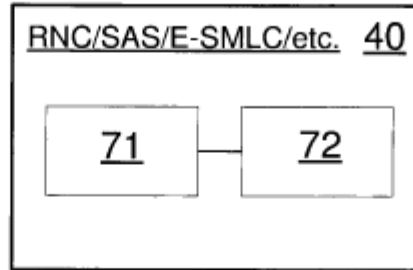


Fig. 7