

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 713 487**

51 Int. Cl.:

H01Q 1/24 (2006.01)

H01Q 3/26 (2006.01)

H04W 16/28 (2009.01)

H01Q 21/06 (2006.01)

H01Q 25/00 (2006.01)

H01Q 21/26 (2006.01)

H04B 7/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.05.2013** **E 13167322 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.12.2018** **EP 2662927**

54 Título: **Control de antena activa**

30 Prioridad:

10.05.2012 ES 201230704

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

22.05.2019

73 Titular/es:

VODAFONE IP LICENSING LIMITED (50.0%)
The Connection, Newbury
Berkshire RG14 2FN, GB y
VODAFONE ESPAÑA, S.A.U. (50.0%)

72 Inventor/es:

LOPEZ, JAVIER;
LE PEZENNEC, YANNICK;
MCWILLIAMS, BRENDAN y
ARRANZ ARAUZO, MIGUEL

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 713 487 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 antena activa

Campo técnico de la invención

5 La invención se refiere a un controlador de antena activa, una antena activa que comprende tal controlador y un método de control de una antena activa para una antena activa, preferiblemente como parte de una estación de red celular.

Antecedentes de la invención

10 Las antenas activas están siendo utilizadas cada vez más, particularmente dentro de las redes celulares. Estas antenas pueden comprender placas de transmisión y recepción dedicadas por dipolo, permitiendo a un operador de red configurar la forma de haz de la antena. En particular, se puede ajustar el ángulo de inclinación. Además, se pueden establecer diferentes ángulos de inclinación para trayectorias de enlace ascendente y de enlace descendente.

La inclinación del haz es establecida convencionalmente por el ingeniero de diseño de manera estática. Este proceso se lleva a cabo en una fase de optimización, durante la instalación, periódicamente o en una base ad hoc. Una vez establecido durante la optimización, el ángulo de inclinación permanece constante.

15 Una razón para esto es como sigue. El ajuste de la forma de haz puede cambiar el área de cobertura del sector de celda. El área de cobertura óptima se determina normalmente durante la planificación de red. Esto tiene en cuenta la capacidad de la celda, la cobertura y capacidad de la celda vecina, los efectos de propagación de radio, el terreno y otros factores para proporcionar una Calidad de Servicio (QoS) mínima en un área geográfica amplia. Además, la planificación de red actual también se basa en suposiciones para un gran número de factores, incluyendo la distribución de estaciones móviles dentro de una celda, las proporciones típicas de usuarios activos, el tipo de servicio solicitado (voz o datos), el modelado del canal de propagación. Por tanto, mantener constante la forma de haz y especialmente el ángulo de inclinación se ha considerado deseable, para evitar cualquier impacto negativo en la QoS mínima.

Mejorar el uso eficiente de antenas activas sin alterar los niveles de QoS es un reto significativo en el diseño de sistemas de radio.

25 El documento EP 2 611 045 A2 describe un sistema de transmisión y método para su uso en una red de comunicación móvil que comprende una disposición de antena activa de múltiples antenas.

El documento FR 2 766 994 A1 describe un conjunto de antenas en fase adaptativas de transmisión y recepción. En una realización, el sistema de antena es accionado por una unidad de control del haz, que mueve la dirección del haz en un orden prescrito.

30 El documento US 2011/0205930 A1 describe técnicas para determinar las ponderaciones de antena transmisora en una estación base.

El documento US 2011/0199992 A1 describe un sistema y método para el barrido patente de radiación de antena y redes inalámbricas.

Compendio de la invención

Con estos antecedentes, se proporciona un controlador de antena activa según la reivindicación 1.

35 El controlador de antena activa por lo tanto ajusta dinámicamente la forma de haz, preferiblemente el ángulo de inclinación de la antena activa, en base a realimentación de una señal transmitida por o recibida en la misma antena activa. Este enfoque dinámico (opcionalmente, de bucle cerrado) contrasta con el control estático tomado por los sistemas existentes, en los que la forma de haz (ángulo de inclinación) se establece durante una fase de configuración inicial y luego permanece constante. El ajuste dinámico puede tener lugar con una frecuencia predeterminada, es ventajosamente automático y se puede efectuar utilizando un procesador configurado en consecuencia.

40 La medición de la calidad puede capturar la variación en la distribución de estaciones móviles dentro de una celda, las proporciones de usuarios activos, el tipo de servicio solicitado (voz o datos), la propagación del canal y por lo tanto mejora la eficiencia. Seleccionando óptimamente la forma de haz, se puede reducir así el ruido en el sistema y se puede aumentar la intensidad de señal (y la relación señal a ruido o equivalentemente, la relación señal a ruido más interferencia) para las señales recibidas por la antena activa. Esto puede aumentar la capacidad del sistema que utiliza la antena activa, especialmente si es una estación base de red celular y consecuentemente, también se puede mejorar la experiencia proporcionada a los usuarios.

50 Una antena activa comprende típicamente una pluralidad de dipolos, estando acoplado cada dipolo a un respectivo módulo de RF. La señal de control se puede por lo tanto proporcionar a la pluralidad de módulos de RF para efectuar la forma de haz deseada. La señal de control es preferiblemente una señal proporcionada a uno o más módulos de RF para generar la forma de haz seleccionada. Más preferiblemente, la señal de control se configura para seleccionar un vector de fase, estableciendo así el desplazamiento de fase relevante en cada módulo de RF. Esto puede

determinar la forma de haz resultante, tal como el ángulo de inclinación.

Preferiblemente, la medición de la calidad es para una señal (que puede comprender una o más señales en la práctica) recibida en la antena activa. Adicionalmente o alternativamente, el ajuste dinámico se refiere a señales recibidas en la antena activa.

5 Preferiblemente, la medición de la calidad se puede basar en una señal comunicada entre la antena activa y una pluralidad de estaciones móviles localizadas de manera diferente. Más preferiblemente, la medición de la calidad se basa en una señal recibida en la antena activa desde una pluralidad de estaciones móviles localizadas de manera diferente (llamadas el enlace ascendente). Aunque se utiliza el término estaciones móviles, esto se utiliza dentro de su contexto normal dentro de redes celulares, siendo tales estaciones móviles denominadas equivalentemente como Equipo de Usuario (UE). Por tanto, algunas estaciones pueden no estar necesariamente en movimiento o incluso ser móviles. Ventajosamente, las estaciones móviles localizadas de manera diferente pueden comprender cada una un receptor distinto de cualquier receptor acoplado a la antena activa. Las estaciones móviles localizadas de manera diferente se localizan beneficiosamente sobre un área geográfica predeterminada. Esto permite que la medición de la calidad indique la eficacia de la forma de haz de la antena activa. La medición de la calidad preferiblemente comprende uno o más de: al menos una intensidad de señal de la señal comunicada; al menos una relación señal a ruido para la señal comunicada; y una tasa de error de los datos contenidos en la señal comunicada.

10 Opcionalmente, el controlador de antena activa comprende además una entrada para recibir información relativa a la medición de la calidad para una o más señales comunicadas a través de la antena activa. Esta información relativa a la medición de la calidad puede ser para una o más señales recibidas en la antena activa. En el último caso, la información puede ser proporcionada al controlador de antena activa por otra estación base que haya recibido la señal transmitida por la antena activa.

15 En la realización preferida, la medición de la calidad es para una señal comunicada entre la antena activa y una pluralidad de estaciones móviles localizadas de manera diferente. La medición de la calidad se puede entonces basar en una relación señal a ruido para una respectiva porción de la señal comunicada asociada con cada una de la pluralidad de estaciones móviles localizadas de manera diferente. Una relación señal a ruido (SNR) puede ser una relación señal a ruido más interferencia (SINR), donde hay interferencia presente.

20 En algunas realizaciones, se puede adaptar un procesador para determinar la medición de la calidad en base a una o más señales recibidas en la antena activa.

25 Preferiblemente, el controlador de antena activa también comprende un procesador, configurado para generar la señal de control para el ajuste dinámico de la forma de haz de la antena activa asociada en base a la medición de la calidad. Más preferiblemente, el controlador de antena activa comprende además una salida para proporcionar la señal de control a la antena activa asociada. Puede haber opcionalmente una pluralidad de señales de control, cada una de la pluralidad de señales de control relativas al respectivo módulo de RF para la pluralidad de módulos de RF comprendidos en la antena activa.

30 El controlador de antena activa puede controlar la forma de haz de la antena activa esencialmente de manera continua. En otras palabras, cada vez que se obtiene una nueva medición de la calidad para una señal comunicada a través de la antena activa, se puede ajustar la forma de haz.

35 Sin embargo, la realización preferida opera ligeramente de manera diferente. Aquí, el controlador de antena activa se configura para proporcionar la señal de control durante un primer periodo de tiempo para ajustar la forma de haz de la antena activa asociada a cada una de una pluralidad de formas de haz de configuración, para establecer una respectiva medición de la calidad para una señal comunicada a través de la antena activa cuando se establece cada una de las formas de haz de configuración. En otras palabras, el primer periodo de tiempo es un periodo de configuración, utilizado para identificar una forma de haz deseable u óptima. Entonces, el controlador de antena activa se puede configurar para determinar una forma de haz deseada en base a la pluralidad de mediciones de la calidad establecidas. Esto permite que el controlador de antena activa utilice la pluralidad de mediciones de la calidad establecidas (cada una de las cuales se refiere a una respectiva forma de haz) para encontrar la forma de haz que optimiza o maximiza la medición de la calidad. En estas realizaciones, el controlador de antena activa se puede configurar además para proporcionar la señal de control durante un segundo periodo de tiempo para ajustar la forma de haz de la antena activa asociada a solo la forma de haz deseada. En este segundo periodo de tiempo (posterior y distinto del primer periodo de tiempo), la forma de haz de la antena activa puede ser fijada por el controlador de antena activa y no se toman más mediciones de la calidad en este segundo periodo de tiempo. Más preferiblemente, el primer y segundo periodos de tiempo vez se repiten con una frecuencia predeterminada, siguiendo un nuevo primer periodo de tiempo a la finalización del segundo periodo de tiempo. Se apreciará que el segundo periodo de tiempo es ventajosamente significativamente más largo que el primer periodo de tiempo. Por ejemplo, el segundo periodo de tiempo puede ser 5, 10, 15, 20, 50 o 100 veces más largo que el segundo periodo de tiempo.

40 Opcionalmente, se predetermina la pluralidad de formas de haz de configuración. En tales casos, la forma de haz deseada se puede determinar seleccionando la de la pluralidad de formas de haz de configuración que tenga la medición de la calidad asociada óptima. Alternativamente, la pluralidad de formas de haz de configuración se puede

determinar iterativamente. Esto puede ser implementado configurando el controlador de antena activa repetidamente para: establecer una forma de haz de configuración; establecer la medición de la calidad asociada para la forma de haz de configuración establecida; y determinar una forma de haz de configuración posterior en base a la medición de la calidad asociada establecida. La forma de haz deseada se puede entonces determinar en base a la diferencia entre la forma de haz de configuración posterior y la forma de haz de configuración previa o en base al número de repeticiones u otro factor que el experto en la técnica entendería para utilizar en determinaciones iterativas.

En las realizaciones, el controlador de antena activa se puede configurar además para proporcionar la señal de control en base a si la antena activa está siendo utilizada para la transmisión o la recepción. En otras palabras, se puede proporcionar una señal de control diferente para la transmisión y la recepción. Esto puede ser beneficioso en estaciones (estaciones base o estaciones móviles) de redes celulares, de modo que la forma de haz puede ser diferente entre el enlace ascendente y el enlace descendente. En algunas realizaciones, la forma de haz para la transmisión o la recepción se puede ajustar dinámicamente en base a la medición de la calidad, mientras que la forma de haz para la otra se puede fijar o establecer de manera diferente.

Como se señaló anteriormente, la antena activa asociada puede comprender un conjunto de antenas. En tales casos, el controlador de antena activa se configura además preferiblemente para generar la señal de control para el ajuste por separado de cada una de las antenas en la antena activa asociada. La antena activa asociada puede comprender en casos particulares al menos una antena formada de una pluralidad de dipolos. La pluralidad de dipolos se puede disponer en forma contrapolar. La antena activa asociada puede comprender opcionalmente una pluralidad de antenas, estando formada cada antena de una respectiva pluralidad de dipolos. Entonces, el controlador de antena activa se puede configurar además para generar la señal de control para el ajuste por separado de cada uno de la pluralidad de dipolos en la antena activa asociada. Esto puede permitir una mejor diversidad de recepción. Cada uno de la pluralidad de dipolos puede tener una polarización diferente. Típicamente, cada uno de la pluralidad de dipolos se monta como un par de dipolos, con polarización ortogonal. Esto puede permitir que se efectúe la diversidad de transmisión y recepción. Por tanto, se puede ajustar independientemente el ángulo de inclinación de cada polarización.

En la realización preferida, el controlador de antena activa está adaptado para el control de una antena activa asociada para su uso en una estación (especialmente una estación base) de una red de radio celular, preferiblemente para el control de la antena activa en un modo de recepción. La presente invención también se puede proporcionar como un componente (o parte) de una estación para una red de radio celular que comprende el controlador de antena activa como se describe en la presente memoria. Preferiblemente, la estación es una estación base de una red de radio celular, tal como un Node B de una red celular de UTRAN o eNodeB de una red celular de E-UTRAN.

El controlador de antena activa puede ser parte de la antena activa (por ejemplo, dentro de una carcasa de la antena activa) o estar separado de la misma. En el primer caso, se puede proporcionar una antena activa que comprende el controlador de antena activa como se describe en la presente memoria. En el último caso, se puede proporcionar un componente de una estación de red celular que comprende el controlador de antena activa como se describe en la presente memoria. Por ejemplo, el componente puede ser una unidad de banda base de una estación base.

En un aspecto adicional, la presente invención puede proporcionar un método para controlar una antena activa que comprende ajustar dinámicamente la forma de haz de la antena activa en base a una medición de la calidad para una señal comunicada a través de la antena activa. En otro aspecto, la presente invención se puede encontrar en un programa informático, configurado para llevar a cabo un método descrito en la presente memoria cuando es operado en un procesador.

Se entenderá que este método puede opcionalmente comprender los pasos o características utilizados para llevar a cabo cualquiera de las acciones descritas en relación con el controlador de antena activa detallado anteriormente. También, se puede implementar cualquier combinación de las características del aparato o características del método individuales descritas, aunque no se describa explícitamente.

Breve descripción de los dibujos

La invención se puede poner en práctica de diversas maneras, un número de las cuales se describirá ahora a modo de ejemplo solamente y con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

la Figura 1 muestra un diagrama esquemático de un sistema de antena activa existente implementado para la recepción;

la Figura 2 muestra un diagrama esquemático de un sistema de antena activa según una primera realización de la presente invención, implementado para la recepción;

la Figura 3 muestra un diagrama esquemático de un sistema de antena activa según una segunda realización de la presente invención, implementado para la recepción;

la Figura 4A representa un gráfico de vector de fase frente al tiempo acorde con un modo de operación según la presente invención; y

la Figura 4B ilustra una porción ampliada del gráfico de la Figura 4A.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Haciendo referencia primero a la Figura 1, se muestra un diagrama esquemático de un sistema 10 de antena activa existente, implementado para la recepción. Dentro del sistema 10 de antena activa, se muestra una primera antena 30 y una segunda antena 50, aunque puede haber más de estas dos antenas en una implementación práctica de este sistema. También se proporciona un controlador 60 de antena activa.

Cada una de la primera antena 30 y la segunda antena 50 comprende un conjunto contrapolar de dipolos. Esto proporciona diversidad de receptor bidireccional, ya que cada dipolo se puede acoplar a un receptor separado.

Acoplado a un primer dipolo de la primera antena 30 se encuentra un primer receptor 22. La salida del primer receptor 22 se proporciona a un primer multiplicador 20. La otra entrada al primer multiplicador 20 es una primera señal 21 de desplazamiento de fase. La forma de la primera señal 21 de desplazamiento de fase es $e^{j\Phi_1}$, haciendo que la salida del primer receptor 22 sea ajustada por un ángulo de fase de Φ_1 . La salida del primer multiplicador 20 es una primera señal 23 de salida. El primer receptor 22 y el primer multiplicador 20 juntos forman un primer módulo de RF.

El segundo dipolo de la primera antena 30 se acopla a un segundo receptor 27. El segundo receptor 27 se puede utilizar para recepción de diversidad. La salida del segundo receptor 27 se proporciona a un segundo multiplicador 25. La otra entrada al segundo multiplicador 25 es una segunda señal 26 de desplazamiento de fase, de la forma $e^{j\Phi_1}$. La salida del segundo multiplicador 25 es una segunda señal 28 de salida. El segundo receptor 27 y el segundo multiplicador 25 juntos forman un segundo módulo de RF.

Existe una configuración equivalente para la segunda antena 50. Un primer dipolo de una segunda antena 50 proporciona una señal a un tercer receptor 42 y la salida del receptor se proporciona a un tercer multiplicador 40. La otra entrada al tercer multiplicador 40 es una tercera señal de desplazamiento de fase de la forma $e^{j\Phi_n}$. La salida del tercer multiplicador 40 es una tercera señal 43 de salida. El segundo dipolo de la segunda antena 50 se acopla a un cuarto receptor 47, la salida del cual se proporciona a un cuarto multiplicador 45. La otra entrada al cuarto multiplicador 45 es una cuarta señal 46 de desplazamiento de fase, de la forma $e^{j\Phi_n}$. La salida del cuarto multiplicador 45 es una cuarta señal 48 de salida. El tercer receptor 42 y el tercer multiplicador 40 juntos forman un tercer módulo de RF y el cuarto receptor 47 y el cuarto multiplicador 45 juntos forman un cuarto módulo de RF.

Se observará que la primera señal 21 de desplazamiento de fase y la segunda señal 26 de desplazamiento de fase son la misma y la tercera señal 41 de desplazamiento de fase y la cuarta señal 46 de desplazamiento de fase son también la misma. Por tanto, los diagramas de antena de ambas trayectorias de recepción de los respectivos dipolos son los mismos para cada antena.

Como se explicó anteriormente, solo se muestran dos antenas en este diagrama esquemático, pero se apreciará que se pueden proporcionar más de dos antenas. Esto se entenderá mediante las líneas de puntos que separan los componentes acoplados a la primera antena 30 de los componentes acoplados a la segunda antena 50.

El controlador 60 de antena activa se configura de tal manera que la inclinación del haz, en el enlace ascendente y el enlace descendente, es establecida por el ingeniero de diseño de manera estática. Esto ocurre en una sola vez, por ejemplo durante la instalación o durante la optimización periódica o en una base ad hoc. Luego, el ángulo de inclinación permanece constante independientemente de la carga de red, la distribución de usuarios y cualquier otro factor. Además, el ángulo de inclinación configurado en la trayectoria de enlace descendente es el mismo que el de la trayectoria de enlace ascendente.

Se ha reconocido que este enfoque estático es ineficiente. Los factores tales como distribución de usuarios, tipos de servicio y carga de red varían con el tiempo. Ignorar estas variaciones reduce la eficiencia. En su lugar, es posible aprovechar la arquitectura de la antena activa para ajustar la inclinación de la antena dinámicamente para maximizar la calidad de la señal comunicada a través de la antena. Este es especialmente el caso en el que la antena activa se utiliza en el enlace ascendente de una estación base para una red celular y se puede maximizar la calidad de la señal recibida.

En particular, el ángulo de inclinación objetivo puede ser uno que maximiza la relación señal a ruido en la cadena de recepción de la estación base, pero sin degradación del rendimiento. Esto se puede lograr asegurando que se puede establecer una relación señal a ruido mínima por usuario, de tal manera que se garantiza a todos los usuarios activos dentro de la celda de la estación base un nivel de servicio mínimo. Se describen ahora los enfoques para implementar este ajuste dinámico de la forma de haz.

Haciendo referencia a continuación a la Figura 2, se muestra un diagrama esquemático de un sistema de antena activa según una primera realización de la presente invención, implementado para la recepción. La mayoría de los componentes de este sistema 11 de antena activa son idénticos al sistema 10 de antena activa mostrado en la Figura 1. En tales casos, se han utilizado los mismos números de referencia. La diferencia principal radica en la sustitución del controlador 60 de antena activa por un nuevo controlador 70 de antena activa. En este enfoque, la primera señal 23 de salida, la segunda señal 28 de salida, la tercera señal 43 de salida y la cuarta señal 48 de salida se proporcionan al controlador 70 de antena activa, que ajusta dinámicamente las señales de desplazamiento de fase (específicamente, la primera señal 21 de desplazamiento de fase, la segunda señal 26 de desplazamiento de fase, la tercera señal 41 de desplazamiento de fase y la cuarta señal 46 de desplazamiento de fase) aplicadas a los multiplicadores. En este

enfoque, el ángulo de fase (Φ_1) aplicado a los dipolos de la primera antena 30 y el ángulo de fase (Φ_2) aplicado a los dipolos de la segunda antena 50 se pueden ajustar de acuerdo con las señales de salida recibidas en el controlador 70 de antena activa. Se utiliza un algoritmo de formación de haces para este propósito.

5 Haciendo referencia a continuación a la Figura 3, se muestra un diagrama esquemático que ilustra un sistema de antena activa de acuerdo con la segunda realización de la presente invención. De nuevo, este sistema es similar a los sistemas mostrados en las Figuras 1 y 2 y los componentes idénticos se indican por los mismos números de referencia. El controlador 80 de antena activa es diferente de los controladores de antena activa mostrados en los otros diagramas, sin embargo. En esta realización, la primera señal 21 de desplazamiento de fase es diferente de la segunda señal 26 de desplazamiento de fase. Similarmente, la tercera señal 41 de desplazamiento de fase es diferente de la cuarta
10 señal 46 de desplazamiento de fase. Esto permite que se aplique un ángulo de inclinación variable independientemente a cada rama de diversidad.

Haciendo referencia a continuación a la Figura 4A, se representa un gráfico de vector de fase frente al tiempo acorde con un modo de operación según la presente invención. Debido a la multiplicidad de opciones de inclinación, el algoritmo para la selección y aplicación del desplazamiento de fase se diseña para maximizar el rendimiento y minimizar la
15 sobrecarga. Por tanto, se utiliza barrido de inclinación para descubrir la inclinación más apropiada a aplicar.

En un periodo 110 de exploración de la inclinación, se ajusta el desplazamiento de fase o equivalentemente el ángulo de inclinación en un rango 150 de inclinación predeterminado. El algoritmo mide una relación señal a ruido (o múltiples relaciones señal a ruido en el enlace ascendente con múltiples transmisiones desde diferentes estaciones móviles) recibida para cada valor de ángulo de inclinación. Preferiblemente, se utiliza la relación señal a ruido más interferencia (SINR) en lugar de la SNR, aunque cualquiera de las dos se puede emplear en la práctica. En el instante 115, se
20 completa el barrido de fase y este es el final del periodo 110 de exploración de la inclinación. Luego, se selecciona el valor del ángulo de inclinación que proporciona el rendimiento óptimo. El algoritmo selecciona el ángulo de inclinación que proporciona la SINR máxima, mientras asegura que se garantiza una calidad mínima del nivel de servicio para cada usuario dentro de la celda, comprobando que la respectiva SINR está al menos en un nivel o umbral mínimo.

25 Esto es deseable en el enlace ascendente, puesto que se puede monitorizar la SINR por usuario para cada ángulo de inclinación. La inclinación seleccionada es la que maximiza la SINR promedio (media, mediana o moda) de todos los usuarios y asegura simultáneamente que todos los usuarios están por encima del umbral de calidad mínimo. El umbral mínimo puede depender del tipo de servicio (por ejemplo, voz o datos), de modo que cada usuario puede tener un umbral de calidad mínimo diferente.

30 Comienza entonces un periodo de aplicación de la inclinación. En una parte inicial 120 del periodo de aplicación de la inclinación, el ángulo de inclinación determinado durante el periodo de exploración de la inclinación se converge y esta conversión se completa en el instante 125. Durante el periodo de tiempo 130, el ángulo de inclinación permanece constante. Se verá que el periodo 130 de aplicación de la inclinación es mucho más largo en duración que el periodo 110 de exploración de la inclinación.

35 En el instante 140, comienza un nuevo periodo de exploración de la inclinación. Éste puede ser iniciado en un instante predeterminado después del instante 115 o el instante 125. Alternativamente, puede ser iniciado por un evento que ocurre, tal como que un nuevo usuario se vuelve activo en la celda.

Haciendo referencia a continuación a la Figura 4B, se ilustra una porción ampliada del gráfico de la Figura 4A. La porción 160 ampliada muestra el paso 170 de exploración de la inclinación en una unidad de tiempo 173 para el desplazamiento de la inclinación. Partiendo de una inclinación 171 permitida mínima, se aumenta el ángulo de inclinación gradualmente con el tiempo por incrementos del paso 170 de exploración de la inclinación cada unidad de tiempo 173. Esto continúa hasta que se alcanza una inclinación 172 permitida máxima.

45 Como los números de diferentes combinaciones de fase están limitados al rango de inclinación eléctrica soportado por la antena activa, se puede utilizar un método exhaustivo. Esto se puede implementar mientras se mantiene todavía un periodo 110 de exploración de la inclinación razonable. Típicamente, el rango de inclinación eléctrica de la antena de estación base, como máximo, tiene 15 valores diferentes. En el ejemplo en el que se seleccionan 15 posibles vectores de fase, esto conducirá a un periodo de barrido de fase de 150ms, suponiendo una unidad de tiempo 173 de 10ms por valor de inclinación. Además, el rango de inclinación adecuado para la exploración se establece por un operador con un valor de inclinación mínimo y máximo.

50 Este enfoque es aplicable a las implementaciones descritas con respecto a ambas figuras 2 y 3. Sin embargo, se reconocerá que para la realización mostrada en la Figura 3, donde el ángulo de inclinación se puede seleccionar independientemente para cada dipolo, el número de vectores de fase seleccionado en el periodo 110 de exploración de la inclinación necesitará ser mayor que en la realización mostrada en la Figura 2. Esto crea un reto adicional, que se puede resolver en una serie de maneras diferentes. Los siguientes son posibles enfoques:

55 1. Se puede llevar a cabo en primer lugar un barrido de la inclinación para todas las trayectorias de recepción simultáneamente, seguido por un único barrido de la inclinación en las ramas de recepción adicionales.

2. Se puede realizar un barrido de la inclinación exhaustivo para todas las posibles combinaciones de la inclinación

entre las ramas de diversidad en un periodo de exploración de la inclinación inicial. Sin embargo, en periodos de exploración de la inclinación posteriores, el barrido de la inclinación se puede limitar a un rango de 2 o 3 valores de inclinación en torno a la última combinación de la inclinación óptima.

5 3. Se puede utilizar en primer lugar cualquiera de las opciones 1 o 2. Esto puede ir seguido luego de un barrido de la inclinación por grupo de dipolos contrapolares.

10 Aunque se han descrito anteriormente las realizaciones de la invención, el experto en la práctica reconocerá que se pueden hacer diversas modificaciones o ajustes. Por ejemplo, aunque se ha especificado el ángulo de inclinación para el ajuste en las realizaciones descritas anteriormente, se entenderá que la forma de haz se puede ajustar de manera diferente y de diferentes maneras. También, se puede variar la configuración específica de la antena activa, que tiene múltiples antenas cada una con dos dipolos contrapolares. El número de antenas y el número de dipolos por antena puede ser diferente. El número de dipolos por antena puede variar entre diferentes antenas.

Los ángulos de inclinación aplicados en el enlace descendente pueden ser diferentes de los utilizados en el enlace ascendente o los mismos. Se cree que tener un ángulo de inclinación fijo en el enlace descendente (es decir, para uso en la transmisión desde una estación base) es preferible.

15 Aunque se utiliza la relación señal a ruido como una medición de la calidad, se entenderá que se puede utilizar equivalentemente una relación señal a ruido más interferencia. Se apreciará también que se pueden utilizar otras mediciones, tal como intensidades de señal o tasas de error. También, se puede realizar la optimización de la medición de la calidad en una variedad de maneras diferentes. Por ejemplo, se puede tomar un enfoque iterativo, en el que el ángulo de inclinación (u otra forma) se ajusta según una medición de la calidad determinada con respecto a uno o más
20 ángulos de inclinación previos. Esto se puede hacer durante una fase de inicialización, como se describió anteriormente, o de forma continua. Este último enfoque es más difícil y menos preferido.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un controlador (70) de antena activa, dispuesto para proporcionar una señal (21) de control para el ajuste dinámico de la forma de haz de una antena (30) activa asociada para su uso en una estación de una red de radio celular en base a una pluralidad de mediciones de la calidad para una señal recibida en la antena activa, en donde la señal de control es para la selección dinámica del ángulo de inclinación de la antena activa asociada, caracterizado por que
- 10 el controlador de antena activa está adaptado para establecer la pluralidad de mediciones de la calidad de una señal recibida desde una pluralidad de estaciones móviles localizadas de manera diferente ajustando la forma de haz de la antena activa asociada a cada una de una pluralidad de formas de haz de configuración, basándose cada una de la pluralidad de mediciones de la calidad en una calidad para una respectiva porción de la señal recibida asociada con cada una de la pluralidad de estaciones móviles localizadas de manera diferente.
- 15 2. El controlador de antena activa de cualquier reivindicación precedente, que comprende:
una entrada para recibir información relativa a cada una de las mediciones de la calidad para una señal recibida por la antena activa;
un procesador, configurado para generar la señal de control para el ajuste dinámico de la forma de haz de la antena activa asociada en base a la pluralidad de mediciones de la calidad; y
una salida para proporcionar la señal de control a la antena activa asociada.
- 20 3. El controlador de antena activa de la reivindicación 2, en donde la información relativa a cada una de la pluralidad de mediciones de la calidad comprende una señal recibida en la antena activa y en donde el procesador está adaptado además para determinar cada una de las mediciones de la calidad en base a la señal recibida en la antena activa.
- 25 4. El controlador de antena activa de cualquier reivindicación precedente, en donde cada una de las mediciones de la calidad comprende uno o más de: al menos una intensidad de señal de la señal recibida; al menos una relación señal a ruido para la señal recibida; y una tasa de error de los datos contenidos en la señal recibida.
- 30 5. El controlador de antena activa de cualquier reivindicación precedente, en donde el controlador de antena activa se configura para seleccionar entre la pluralidad de formas de haz de configuración el ángulo de inclinación que maximiza una medición de la calidad promedio de todos los usuarios y asegura simultáneamente que todos los usuarios están por encima de un umbral de calidad mínimo.
- 35 6. El controlador de antena activa de cualquier reivindicación precedente, en donde el controlador de antena activa se configura para proporcionar la señal de control durante un primer periodo de tiempo (110) para ajustar la forma de haz de la antena activa asociada a cada una de la pluralidad de formas de haz de configuración, para determinar una forma de haz deseada en base a la pluralidad de mediciones de la calidad establecidas y proporcionar la señal de control durante un segundo periodo de tiempo (130) para ajustar la forma de haz de la antena activa asociada a solo la forma de haz deseada.
- 40 7. El controlador de antena activa de la reivindicación 6, en donde el segundo periodo de tiempo es significativamente más largo que el primer periodo de tiempo.
- 45 8. El controlador de antena activa de la reivindicación 6 o 7, en donde la pluralidad de formas de haz de configuración es predeterminada y en donde la forma de haz deseada se determina seleccionando la de la pluralidad de formas de haz de configuración que tiene la medición de la calidad asociada óptima.
- 50 9. El controlador de antena activa de la reivindicación 6 o la reivindicación 7, en donde la pluralidad de formas de haz de configuración se determina iterativamente estableciendo repetidamente una forma de haz de configuración, estableciendo la medición de la calidad asociada para la forma de haz de configuración establecida y determinando una forma de haz de configuración posterior en base a la medición de la calidad asociada establecida.
10. El controlador de antena activa de cualquier reivindicación precedente, en donde la antena activa asociada comprende una antena formada por una pluralidad de dipolos, estando el controlador de antena activa configurado además para generar la señal de control para el ajuste por separado de cada uno de la pluralidad de dipolos en la antena activa asociada.
11. Un componente de una estación para una red de radio celular que comprende el controlador de antena activa de cualquier reivindicación precedente.
12. Un método para controlar una antena activa (30) para su uso en una estación de una red de radio celular utilizando un controlador (70) de antena activa dispuesto para proporcionar una señal de control, comprendiendo el método ajustar dinámicamente la forma de haz de la antena activa en base a una pluralidad de mediciones de la calidad para una señal recibida en la antena activa, en donde la señal de control es para la selección dinámica del ángulo de inclinación de la antena activa asociada, caracterizado por que

la pluralidad de mediciones de la calidad se establece para una señal recibida desde una pluralidad de estaciones móviles localizadas de manera diferente ajustando la forma de haz de la antena activa asociada a cada una de una pluralidad de formas de haz de configuración, basándose la medición de la calidad en una calidad para una respectiva porción de la señal recibida asociada con cada una de la pluralidad de estaciones móviles localizadas de manera diferente.

Fig. 2

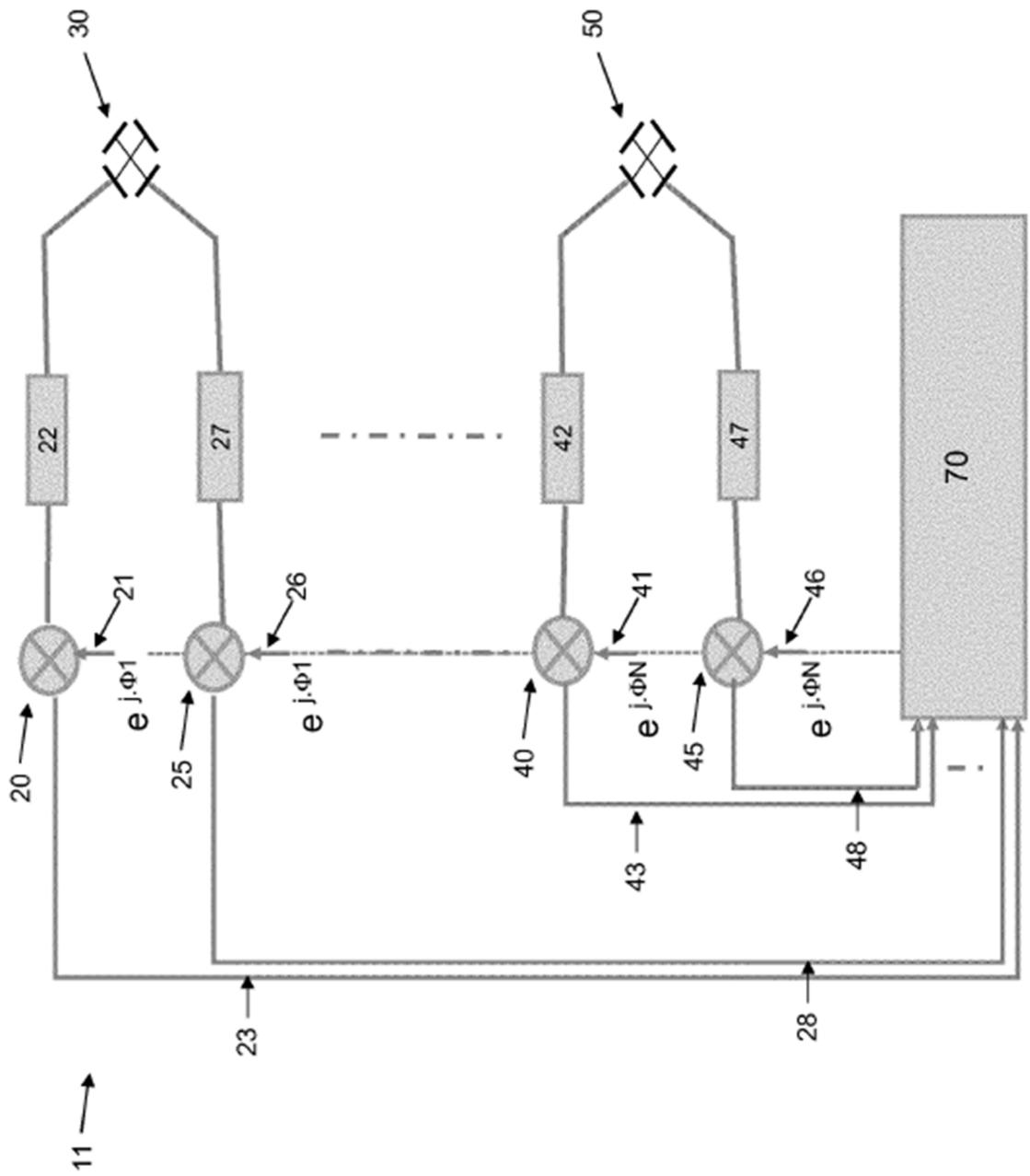


Fig. 3

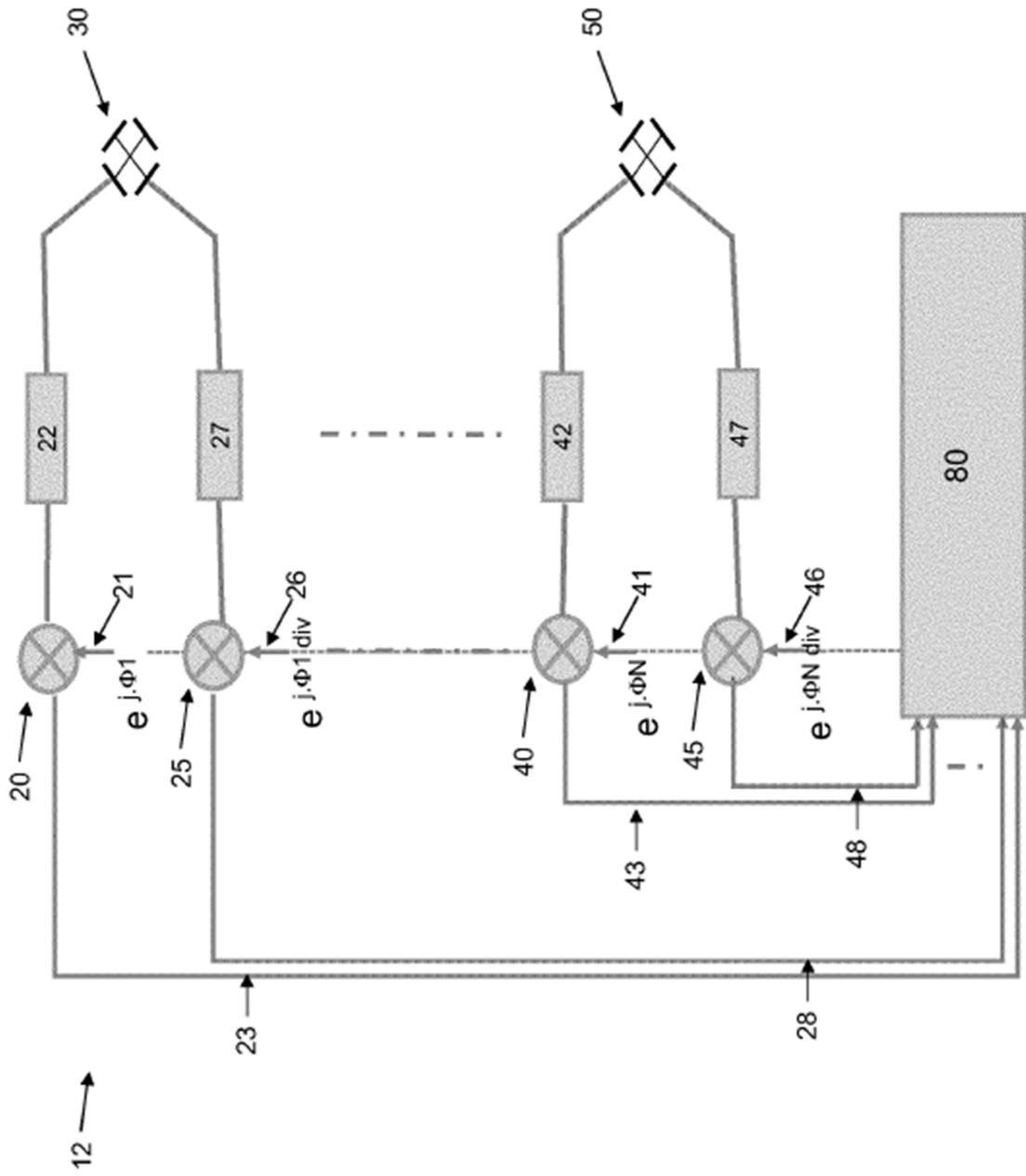


Fig. 4A

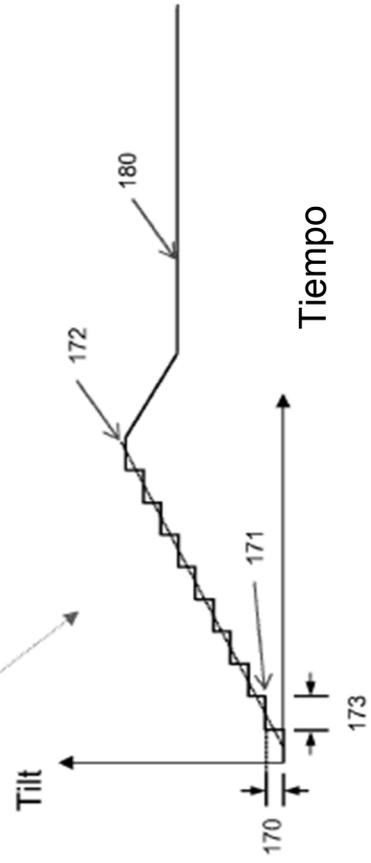
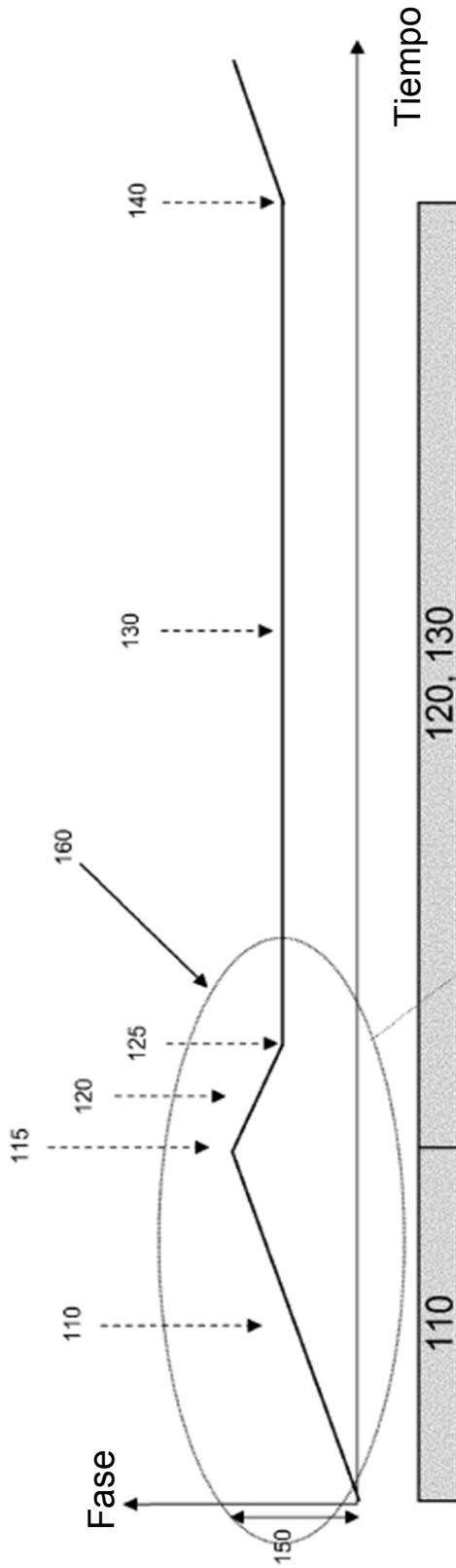


Fig. 4B