

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 586 703**

51 Int. Cl.:

H04B 7/08 (2006.01)

H04W 88/08 (2009.01)

H04W 16/24 (2009.01)

H04W 24/02 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.06.2011** **E 11796268 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.05.2016** **EP 2580874**

54 Título: **Sistemas y métodos para la sumación en la ruta de vuelta de un sistema de antenas distribuidas utilizando la optimización de la relación señal-a-ruído**

30 Prioridad:

14.06.2010 US 814896

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

18.10.2016

73 Titular/es:

**ADC TELECOMMUNICATIONS, INC. (100.0%)
13625 Technology Drive
Eden Prairie, MN 55344-2252, US**

72 Inventor/es:

**ZAVADSKY, DEAN;
WALA, PHILIP, M. y
CANNON, JEFFREY, J.**

74 Agente/Representante:

LÓPEZ CAMBA, María Emilia

ES 2 586 703 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

Sistemas y métodos para la sumación en la ruta de vuelta de un sistema de antenas distribuidas utilizando la optimización de la relación señal-a-ruido

5

ANTECEDENTES

Los sistemas de antenas distribuidas son utilizados en aplicaciones de transmisión simultánea tales como las comunicaciones mediante teléfonos móviles (celulares). Por lo general, una pluralidad de unidades de antenas remotas (RAUs) están acopladas a una unidad de anfitrión común a través de una red de fibra óptica utilizando, por ejemplo, una cadena de margarita, una cascada, una estrella o una configuración híbrida. En la dirección de enlace descendente, el funcionamiento de transmisión simultánea es sencilla, de acuerdo como la unidad de anfitrión envía una señal convertida a digital de RF a las RAUs y cada RAU transmite la misma señal de RF. La unidad de anfitrión está, por lo tanto, completamente en control de la potencia y de los otros parámetros de transmisión el funcionamiento de transmisión simultánea del enlace descendente. En la dirección ascendente, cada RAU recibe las señales RF inalámbricas. El funcionamiento de la transmisión simultánea del enlace ascendente involucra la suma de las señales digitalizadas de RF desde cada RAU de tal manera que la unidad de anfitrión recibe una señal única compuesta. El objetivo es que la unidad de anfitrión sea capaz de procesar la señal única compuesta como si fuera una señal recibida de una única antena. Sin embargo, la unidad de anfitrión no tiene el control completo de la potencia de las señales de RF inalámbricas recibidas en las RAUs. Por ejemplo, la ubicación de una unidad de aparato de teléfono particular que transmite a una RAU afectará la potencia de la señal recibida en la RAU. Además, la topología de la red RAU afectará a cómo las señales desde las diferentes RAUs de RAUs son sumadas en conjunto afectando la ganancia relativa de las señales digitales RF recibidas en la unidad de anfitrión. Los esquemas para normalizar los componentes de la señal digital de RF dentro de la señal compuesta recibida en el anfitrión se convierten en aún más complicados cuando la red de RAU comprende un conjunto no homogénea de equipos de RAU tales como las relaciones señal-a-ruido, los factores de ruido y otros parámetros, no son uniformes a través de la red de RAU.

10

15

20

25

30

Por las razones expuestas más arriba y por otras razones que serán establecidas más abajo que se mostrarán aparentes a aquellos con conocimientos de la Técnica después de la lectura y la comprensión de la especificación, existe una necesidad en la Técnica de sistemas mejorados y de métodos para la suma de señal de la ruta de vuelta en los sistemas de transmisión simultánea de enlace ascendente.

35

El documento de patente US 7 171 244 B2 divulga un sistema de antenas distribuidas configurado en forma de cadena de margarita a lo largo de una ruta única. La suma de las señales recibidas por cada puerto de la antena del sistema es distribuida a lo largo de la ruta. La ganancia de señal para el sistema es controlada por la atenuación distribuida y el control de la ganancia distribuida mediante el uso de atenuadores en las entradas de puertos, en las salidas de puerto o en ambos.

40

El documento de patente US 2004/125897 A1 divulga un receptor inalámbrico para recibir una señal de entrada que tiene una diversidad espacial y temporal. El receptor utiliza pre escalado basado en el ruido de escala de receptores múltiples de señales de cadena para la combinación óptima de las señales de cadena en una señal ecualizada compuesta y utiliza post escalado de la señal ecualizada basada en el ruido que varían con el tiempo. El receptor determina los factores de escala basados en el ruido mediante la comparación de los símbolos de señal a símbolos de réplica dispersos de una secuencia de entrenamiento para la señal de entrada.

45

50

El documento de patente US 2010/135437 A1 divulga un aparato de recepción y un método para un sistema de comunicación inalámbrica utilizando antenas múltiples. Un método de recepción de un sistema de comunicación inalámbrica utilizando múltiples rutas, método de recepción que comprende: La recepción de las señales a través de un número predeterminado de múltiples rutas; la detección de un portador de acuerdo con los grados de estado saturación de las señales y proporcionar la información del estado de la saturación; el cálculo de componentes de ganancia automática de las señales recibidas mediante el uso de las señales recibidas y la información de estado de saturación de las señales recibidas; y realizar un proceso para el acoplamiento de los ruidos con el fin de amplificar los ruidos en las rutas múltiples predeterminadas de acuerdo con los componentes de la ganancia automática durante un período predeterminado.

55

RESUMEN

60

La presente invención proporciona un método para la suma de la ruta de vuelta y un sistema de antenas distribuidas de acuerdo con las reivindicaciones anexas.

DIBUJOS

65

Las realizaciones de la presente invención pueden ser comprendidas más fácilmente y además las ventajas y usos de las mismas más evidentes, cuando son consideradas en vista de la descripción de las realizaciones preferentes y las siguientes figuras en las que:

La figura 1A ilustra una configuración de una unidad de dos antenas remotas de un sistema de antenas distribuidas de la realización preferida de la presente invención;

Las figuras 1B - 1D son gráficos que ilustran optimización del SNR de las realizaciones de la presente invención;

5 La figura 2 es un diagrama de flujo que ilustra un método de una realización de la presente invención;

La figura 3 muestra un gráfico de ecuaciones para implementar una realización de la presente invención;

La figura 4 ilustra una configuración de unidades de antena remota para un sistema de antenas distribuidas de una realización de la presente invención;

10 La figura 5 muestra una configuración de unidades de antena remota para un sistema de antenas distribuidas de una realización de la presente invención;

La figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra un método de una realización de la presente invención; y

La figura 7 es un diagrama de bloques que ilustra una unidad de antena remota de una realización de la presente invención.

15 De acuerdo con la práctica común, las diversas funciones descritas no están dibujadas a escala pero están dibujadas con el fin de enfatizar las características relevantes de la presente invención. Los caracteres de la referencia indican los elementos similares a lo largo de las figuras y el texto.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

20 En la siguiente descripción detallada se hace referencia a los dibujos adjuntos que forman una parte de este documento y en el que se muestra a través de las realizaciones ilustrativos específicos en lo que la invención puede ser puesta en práctica. Estas realizaciones están descritas con suficiente detalle con el fin de permitir a los expertos en la Técnica la práctica la invención y debe ser entendido que pueden ser utilizadas otras realizaciones y que pueden ser realizados cambios lógicos, mecánicos y eléctricos sin salirse del ámbito de aplicación de la presente invención. La descripción detallada siguiente, por lo tanto, no debe ser tomada en un sentido de limitación.

30 Las realizaciones de la presente invención proporcionan los sistemas y los métodos para ajustar las ganancias de la ruta de vuelta en las unidades de antenas remotas para la optimización del rango dinámico en cualquier configuración de transmisión simultánea. Las realizaciones de la presente invención están dirigidas al hecho de proporcionar la suma óptima de la relación señal a ruido (SNR) para las unidades de antenas remotas del sistema de antenas distribuidas en cascada, estrella o en otras configuraciones híbridas, para cualquier número de unidades de antenas remotas no homogéneas, con cualquier factor de ruido dado (NF) y ganancia. Además, tal y como esta detallado más abajo, mediante la realización de una atenuación digital de las señales de RF inalámbricas, antes de su suma con otras señales, las realizaciones de la presente invención también proporcionan para una probabilidad reducida de desbordamiento digital para la instalación debidamente provisionada para el trabajo real. Además, las realizaciones de la presente invención mantienen elevada SNR mientras que equilibra igual-peso el SNR de cada RAU individualmente, lo que beneficia el rendimiento de la señal de enlace ascendente compuesta recibida en la unidad de .

40 La figura 1A ilustra una simple configuración de estrella de 2 unidades de antenas remotas (RAU) de sistema de antenas distribuidas (DAS) 100 de una realización de la presente invención. El DAS 100 consta de una primera RAU 110 y una segunda RAU 115 acopladas en una configuración de estrella con una unidad de anfitrión 105. El DAS 100 es un DAS no homogéneo en el que la RAU 110 y la RAU 115 tienen características diferentes una con respecto a la otra, de acuerdo con lo ilustrado por los parámetros en la Tabla 1, de más abajo. En la realización que se muestra en la figura 1, la RAU 110 comprende una RAU "Prism Remote" y mientras que la RAU comprende un «Spectrum HUB» de RAU, ambos fabricados por ADC Telecommunications, Inc. Un experto en la Técnica apreciaría que la selección de estos dos RAUs es arbitraria y solamente para los propósitos ilustrativos y que el alcance de las Realizaciones de la presente invención no está limitado a los DASs que comprendan solamente éstos tipos
50 particulares de RAUs.

Tabla 1

RAU 110 (Prism)	RAU 115 (Spectrum)	Compuesta
Prism NF UL = 5 dB	Spectrum NF UL = 17 dB	
Prism Ganancia UL = 30 dB	Spectrum Ganancia UL = 30 dB	
Prism Potencia punta máxima de emisión de anfitrión = 0 dB	Spectrum Potencia punta máxima de emisión de = 0 dB	Compuesta Potencia punta máxima de emisión de anfitrión = 0 dBm + 0 dBm = 3 dBm (cortado a 0 dBm por el anfitrión)

ES 2 586 703 T3

kTB (B = 1 Hz)= - 174 dBm	kTB (B = 1 Hz)= - 174 dBm	
Prism Potencia Ruido UL = - 174+30+5 = - 139 dBm/Hz	Spectrum Potencia Ruido UL = - 174+30+17 = - 117 dBm/Hz	Prism Potencia Ruido + Spectrum Potencia Ruido UL = - 139 dBm/Hz + -127 dBm/Hz = -126,7 dBm/Hz
Prism SNR (1 Hz) = 0 – (-139) = 139 dB	Spectrum SNR (1 Hz) = 0 – (-127) = 127 dB	SNR (1 Hz) = 0 – (-126,7) = 126,7 dB

5 Para ambas la RAU 110 Prism y la RAU 115 Spectrum, las ganancias del enlace ascendente están fijadas en 30 dB. Para los propósitos de esta explicación, está asumido que el desbordamiento, causado cuando ambas la RAU 110 y la 115 están funcionando cerca de la potencia máxima, es manejado mediante el truncamiento o el corte en la unidad de anfitrión 105. Para este ejemplo, la ganancia de la señal compuesta sumada en la unidad de anfitrión 105 puede ser ajustada entre 0 dB y 30dB, pero las ganancias individuales de las RAUs 110 y 115 no están ajustadas una con respecto a la otra, antes de ellas estén sumadas. Tal y como está ilustrado en la figura 1B en 101, la potencia de ruido del sistema sencillo RAU Spectrum 115 es 12 dB más alto que la de la RAU Prism 110 y debido a que la punta de potencia de salida (también referido en este documento como la potencia punta del anfitrión máxima del compuesta) en la unidad de anfitrión 110 está fijado en 0 dBm, el SNR es 12 dB más bajo para la RAU Spectrum 115. De manera adicional, si las señales de enlace ascendente desde las dos RAUs 110 y 115 son simplemente añadidas, el rango dinámico total del sistema es reducido a 126,7 dB tal y como está mostrado en la columna tres de la Tabla 1. En este escenario, la parte de la RAU 115 Spectrum de la transmisión simultánea domina el rango dinámico total del sistema de la señal compuesta.

20 De manera opuesta a simplemente añadir las señales de enlace ascendente desde las dos RAUs 110 y 115, el rango dinámico total del DAS 100, puede en su lugar ser preservado mediante la normalización de la potencia de ruido de la RAU 115 Spectrum a la potencia de ruido de la RAU 110 Prism, en este caso, restando 12 dB de ganancia (la diferencia en la cifra de ruido) desde la señal de la RAU 115 Spectrum. El resultado está ilustrado en la figura 1C generalmente a 102 y la Tabla 2, de más abajo.

Tabla 2

RAU 110 (Prism)	RAU 115 (Spectrum) Potencia de ruido normalizada a RAU 110 (Prism)	Compuesta
Prism NF UL = 5 dB	Spectrum NF UL = 17 dB	
Prism Ganancia UL = 30 dB	Spectrum Ganancia UL normalizada = 30 dB - 12 dB = 18 dB	
Prism Potencia punta máxima de emisión de anfitrión = 0 dB	Spectrum Potencia punta máxima de emisión de = 0 dB - 12 dB = - 12dB	Compuesta Potencia punta máxima de emisión de anfitrión = 1 mW + 0,063 mW = 0,2653 dBm (cortado a 0 dBm por el anfitrión)
kTB (B = 1 Hz)= - 174 dBm	kTB (B = 1 Hz)= - 174 dBm	
Prism Potencia Ruido UL = - 174+30+5 = - 139 dBm/Hz	Spectrum Potencia Ruido UL normalizado= - 174+18+17 = - 139 dBm/Hz	Prism Potencia Ruido + Spectrum Potencia Ruido UL normalizado = - 139 dBm/Hz + -139 dBm/Hz = -136 dBm/Hz
Prism SNR (1 Hz) = 0 – (-139) = 139 dB	Spectrum SNR (1 Hz) = 12 - (-139) = 127 dB	SNR (1 Hz) = 0 – (-136) = 136 dB

25 Con las RAUs 110 y 115 Prism y Spectrum normalizadas para una de potencia de ruido equivalente, la ganancia de cada RAU contribuyente es escalado por la siguiente ecuación, con el fin de permanecer bajo los 0 dBm de potencia máxima de compuesta de la unidad de anfitrión 105.

30 **Factor de escala= [1mW/Potencia Compuesta Teórica (W)] ó [0dBm – Potencia Compuesta Teórica dBm]**

ES 2 586 703 T3

Para este ejemplo, la Potencia de Salida de Compuesta Teórica es de 0,2653 dBm. Para los valores de la Tabla 2, esto produce un rendimiento de factor de escalado -0,2653. Aplicando este factor de escala a las RAUs 110 y 115 produce los resultados ilustrados en la figura 1D en 103 y Tabla 3, de más abajo.

5

Tabla 3

RAU 110 (Prism) Con un factor de escala aplicado de -0.2653 dB	RAU 115 (Spectrum) Potencia de ruido normalizada a RAU 110 (Prism) y con un factor de escala aplicado de -0,2653 dB	Compuesta
Prism NF UL = 5 dB	Spectrum NF UL = 17 dB	
Prism Ganancia UL = 30 dB - 0,2653 dB = 29,734 dB	Spectrum Ganancia UL normalizada = 30 dB - 12 dB = 18 dB - 0,2652 dB = 17,734 dB	
Prism Potencia punta máxima de emisión de anfitrión = - 0, 2657 dB	Spectrum Potencia punta máxima de emisión de = - 12, 266 dB	Compuesta Potencia punta máxima de emisión de anfitrión = - 0,2653 dBm + - 12,2653 dBm = 0 dBm
kTB (B = 1 Hz) = - 174 dBm	kTB (B = 1 Hz) = - 174 dBm	
Prism Potencia Ruido UL = - 174+29,73+5 = - 139,266 dBm/Hz	Spectrum Potencia Ruido UL normalizado = - 174+18+17 = - 139,265 dBm/Hz	Prism Potencia Ruido + Spectrum Potencia Ruido UL normalizado = -136,255 dBm/Hz
Prism SNR (1 Hz) = 0 - (-139) = 139 dB	Spectrum SNR (1 Hz) = 12 - (-139) = 127 dB	SNR (1 Hz) = 0 - (-136) = 0 - (136,265) = 136,255 dB

Para este ejemplo, fue mejorado el SNR compuesta del DAS 100 desde los 127 dB (usando la suma directa que está ilustrada en la figura 1A y en la Tabla 1) a 136,26 dB.

10 La figura 2 es un diagrama de flujo que ilustra el método de más arriba para proporcionar la suma óptima de SNR. Aplicado al DAS 100 de la figura 1A, este método conserva la SNR individual de la RAU 110 Prism y la RAU 115 Spectrum y normaliza el ruido de fondo de las dos RAUs de manera tal como para maximizar la SNR para la transmisión simultánea. El método comienza en 210 con la normalización de un ruido de fondo de enlace ascendente para una pluralidad de RAUs en el DAS a la potencia de ruido de la RAU con el ruido de fondo más bajo. Es decir, la potencia de ruido de la RAU con el ruido de fondo más bajo define el valor de normalización del ruido de fondo. Este proceso está explicado más arriba con respecto a la figura 1C. El método procede a 220 con el escalado de una ganancia de emisión de enlace ascendente de cada una de la pluralidad de las RAUs mediante un factor de escala, en donde el factor de escala atenúa la ganancia de emisión del enlace ascendente en una potencia de punta de anfitrión máxima de compuesta. La "potencia de punta de anfitrión máxima de compuesta" o

15

20 alternativamente " potencia de emisión de anfitrión punta máxima de compuesta" tal y como esos términos son definidos por esta divulgación, se refieren a la punta de potencia con la que la unidad de anfitrión está diseñada con el fin de recibir desde la señal de enlace ascendente compuesta desde las RAUs. Por ejemplo, en la realizaciones explicadas más arriba con respecto a figuras 1A - 1D, la unidad de anfitrión 105 está diseñada para manejar un señal de enlace ascendente de compuesta que tiene punta de potencia máxima de 0 dBm. La punta de potencia de anfitrión máxima de compuesta para la unidad de anfitrión 105 es 0 dBm. La teórica máxima potencia de la señal de enlace ascendente compuesta después de la normalización realizada en 210 es 0,2653 dBm tal y como está indicado en la Tabla 2. De acuerdo con ello, el factor de escala que sería aplicado en 220 es 0 dBm - 0,2653 dBm que es un factor de escala de - 0,2653. Aplicando este factor de escala para las RAUs normalizadas se asegurará de que no sea sobrepasada la potencia de compuesta de 0 dBm del anfitrión.

30 En una realización, los cálculos para normalizar el ruido de fondo de enlace ascendente y para escalar la ganancia de salida del enlace ascendente son calculados en la unidad de anfitrión y los resultados son empujados hacia las RAUs de través de la red de DAS 100. Las RAUs ajustan la ganancia de las muestras digitales de las señales inalámbricas de RF que cada una de ellas recibe antes de su suma en la compuesta, como está explicado en más

35 detalle más abajo. El ajuste de ganancia real realizado por cada tipo de RAU será diferente. Por ejemplo, la RAU 110 Prism es ajustada por el factor de escala, pero no necesita ser normalizada porque ya es en realidad la RAU

con el ruido de fondo más bajo. Por lo tanto, el ajuste de la ganancia total en la RAU 110 Prism es una atenuación de 0,2653 dB, llevando la ganancia de enlace ascendente de la RAU 110 desde 30dB a 29,734 dB. En contraste, la RAU 115 Spectrum es ajustada por el factor de escala, pero también necesita ser normalizada. Por lo tanto, el ajuste de la ganancia total en la RAU Spectrum es una atenuación de - 12dB - 0,2653dB, llevando la ganancia de enlace ascendente de la RAU 115 desde 30dB a 17,734 dB. De acuerdo con ello, en una realización, la unidad de anfitrión empuja la información de ajuste de ganancia de la RAU 110 a configurar la ganancia de enlace ascendente de la RAU 110 a 29,734 dB y la información de ajuste de ganancia diferente a la RAU 115 con el fin de configurar la ganancia de enlace ascendente de la RAU 115 a 17,734 dB.

La realización descrita con el DAS 100 incluye solamente dos RAUs. Un beneficio distintivo de las realizaciones de la presente invención es que pueden ser utilizados para calcular un factor de escala, así como los rendimientos de los parámetros individuales, para un DAS que tiene cualquier número de RAUs y para cualquier topología de transmisión simultánea, usando las Ecuaciones 300 proporcionadas en la Figura 3 con el conocimiento de los parámetros definidos en la Tabla 4, más abajo.

Tabla 4

Parámetro	Definición
Pot_Anfitrión_Max dBm	Potencia máxima de la Unidad de Anfitrión del DAS (dBm)
RAU 1	Número de las RAUs de un primer tipo en la transmisión simultánea (por ejemplo, de Unidades de Antena Remota Prism)
NF_RAU 1	Cifra de ruido de una RAU 1 (típicamente 5 para una Remota Prism)
Ganancia_RAU 1_dB	Ganancia de enlace ascendente de la suma pre digital de una RAU de tipo RAU 1 (Para una RAU Prism, típicamente 30 dB ó 36 dB)
RAU 2	Número de las RAUs de un segundo tipo en la transmisión simultánea (por ejemplo, de Unidades de Antena Remota Spectrum)
NF_RAU 2	Cifra de ruido de una RAU 2 (típicamente 17 para una suma de 8 Remotas Spectrum)
Ganancia_RAU 2_dB	Ganancia de enlace ascendente de la suma pre digital de una RAU de tipo RAU 2 (Para una RAU Spectrum, típicamente 30 dB)

La figura 4 es un diagrama de bloques que ilustra un DAS 400 de una realización de la presente invención que tiene 8 RAUs Prism (mostradas de manera general en 415) en una primera cascada (mostrada de manera general en 410) y 8 RAUs Spectrum (mostradas de manera general 425) en una segunda cascada (mostrada de manera en 420) acopladas a un unidad de anfitrión 405. Usando el método descrito en la figura 2, suma de SNR óptimo para la transmisión simultánea del enlace descendente se logra normalizar la potencia de ruido y para escalado para la potencia de emisión máxima. Para el DAS 400, los valores para los parámetros de la Tabla 4 están mostrados en la Tabla 5 donde la RAU 1 representa las RAUs de tipo Prism 415 y la RAU 2 representa las RAUs de tipo Spectrum 425.

Tabla 5

Parámetro	Valor
Pot Anfitrión Max dBm	0
RAU 1	8
NF_RAU 1	5
Ganancia_RAU 1_dB	30
RAU 2	8
NF_RAU 2	17
Ganancia_RAU 2_dB	30

Mediante la aplicación de las Ecuaciones en la figura 3 a los valores de la Tabla 5, son derivados los valores que están mostrados más abajo en la figura 6.

5

Tabla 6

Pot_Anfitrión_Max_W	0,001	Ganancia_RAU 2_aj_dB	8,7034
NF_RAU 2_RAU 1_delta	12	Pot_Max_RAU 2_dBm	-21,2966
Pot_Comp_Max_W	0,0085	Pot_Ruido_RAU 2_dBm	-148,2966
Pot_Comp_Max_dBm	9,2966	RAU 2_SNR_db	127
Pot_Anfitrión_W	0,001	Ganancia_RAU 1_aj_dB	20,7034
Pot_Anfitrión_dBm	0	Pot_Max_RAU 2_dBm	-9,2966
Pot_Ruido_Anfitrión_W	2,3684e_017	Pot_Ruido_RAU 2_dBm	-148,2966
Pot_Ruido_Anfitrión_dBm	-136,2554	RAU 2_SNR_db	139
SNR_Sistema_dB	136,2554		

10

Tal y como está indicado en la Tabla 6, los ajustes de ganancia que conseguirán la suma óptima de SNR para la transmisión simultánea en el enlace ascendente son un ajuste de ganancia de 20,70337637411954 dB en cada RAU de tipo RAU 1 y un ajuste de ganancia de 8,70337637411954 dB en cada RAU de tipo RAU 2 para el DAS 400. Es decir, cada uno de los RAUs 415 Prism atenuará la señal inalámbrica de RF por 20,70337637411954 dB, antes de la suma de las muestras digitales de RF en la cascada 420's de señal compuesta. Del manera similar, cada una de las RAUs 425 Spectrum atenuará la señal inalámbrica de RF que ellas reciben por 8,70337637411954 dB, antes de la suma de las muestras digitales de RF en la cascada 420's de señal compuesta. La señal compuesta de enlace ascendente en la anfitrión desde ambas cascadas 410, 420 no excederá de 0 dBm. En una realización, los cálculos son realizados en la unidad de anfitrión 405 y los ajustes de ganancia apropiados son empujados a cada uno de las RAUs 415, 425 en el DAS 400.

15

20

El método de la figura 2 y las ecuaciones proporcionadas en la figura 3 son aplicables a cualquier DAS híbrido que incluya dos diferentes tipos de configuración de RAUs. Por ejemplo, la figura 5 es un diagrama de bloques que ilustra otro DAS 500 que tiene RAUs 510 Prism y RAUs 515 Spectrum acopladas a una unidad de anfitrión 505 vía las cascadas compartidas que están mostradas de manera general en 520, 522 y 524. Usando las ecuaciones de la figura 3, la suma de SNR óptimo para la transmisión simultánea de enlace ascendente es alcanzada mediante la normalización de la potencia de ruido y el escalado de la potencia de salida máxima. Para el DAS 500, los valores para los parámetros de la Tabla 4 están mostrados en la Tabla 7 donde la RAU 1 representa las RAUs tipo Prism 510 y la RAU 2 representa las RAUs de tipo Spectrum 515.

25

Tabla 7

Parámetro	Valor
Pot Anfitrión Max dBm	0
RAU 1	5
NF_RAU 1	5
Ganancia_RAU 1_dB	30
RAU 2	9
NF_RAU 2	17
Ganancia_RAU 2_dB	30

30

Mediante la aplicación de las ecuaciones en la figura 3 para los valores de la Tabla 7, se derivan los valores que están mostrados más abajo en la figura 8.

Tabla 8

Pot_Anfitrión_Max_W	0,001	Ganancia_RAU 2_aj_dB	10,5431
NF_RAU 2_RAU 1_delta	12	Pot_Max_RAU 2_dBm	-19,4569
Pot_Comp_Max_W	0,0056	Pot_Ruido_RAU 2_dBm	-146,4569
Pot_Comp_Max_dBm	7,4569	RAU 2_SNR_db	127
Pot_Anfitrión_W	0,001	Ganancia_RAU 1_aj_dB	22,5431
Pot_Anfitrión_dBm	0	Pot_Max_RAU 2_dBm	-7,4569
Pot_Ruido_Anfitrión_W	3,1655e_017	Pot_Ruido_RAU 2_dBm	-146,4569
Pot_Ruido_Anfitrión_dBm	-134,9956	RAU 2_SNR_db	139
SNR_Sistema_dB	-134,9956		

5 Tal y como está indicado en la Tabla 8, los ajustes de ganancia que alcanzarán la suma de SNR óptimo para la transmisión simultánea en el enlace ascendente son un ajuste de ganancia de 22,5431 dB en cada RAU de tipo RAU 1 y un ajuste de ganancia de 10,5431 dB en cada RAU de tipo RAU 2 en el DAS 500. Es decir, cada una de las RAUs 510 Prism a atenuará la señal inalámbrica de RF por ellas recibida por 7,4569 dB, antes de la suma de las muestras digitales de RF con la señal de enlace ascendente recibida de la RAU anterior en la cascada. De manera similar, cada uno de las RAUs 515 Spectrum atenuará la señal inalámbrica de RF por ellas recibida por 19,4569 dB, antes de la suma de las muestras digitales de RF con la señal de enlace ascendente recibida de la RAU anterior en la cascada. Si la RAU anterior en la cascada es una RAU Prism o una RAU Spectrum no supone ninguna diferencia para el proceso de la suma realizado en cada RAU debido a que las señales digitalizadas de RF en cada RAU son pre escaladas de acuerdo con lo dictado por sus ajustes de ganancia asignados antes de la suma.

15 Las realizaciones descritas más arriba para normalizar el ruido de fondo del enlace ascendente y para escalar la ganancia de salida del enlace ascendente aplicable a un DAS que tiene cualquier topología de transmisión simultánea que comprende dos tipos diferentes de RAUs que tienen un parámetro de funcionamiento diferente. Basándose en los ejemplos de más arriba de las Spectrum/Prism, la Figura 6 presentan un método de suma inversa para un DAS que tiene cualquier número de tipos de RAU diferentes. Este método preserva también sustancialmente el rango dinámico de la transmisión simultánea de enlace ascendente.

25 El método comienza en 610 con el cálculo de un ruido de fondo de enlace ascendente para cada RAU en el DAS. Asumiendo que una señal de enlace ascendente compuesta de punta máxima en la unidad de anfitrión de 0 dBm, el ruido de fondo de enlace ascendente puede ser calculado para cualquier "N" remota en el DAS utilizando la ecuación:

$$\text{Remota_UL_Ruido_de_fondo_N} = -174 + XN + YN$$

30 En donde, XN es la Ganancia de Enlace Ascendente Remoto para una "N" remota y YN es el Factor de Ruido de Enlace Ascendente Remoto para la "N" remota.

35 El método procede en 620 con la normalización de un ruido fondo de enlace ascendente para cada una de las otras RAUs a la RAU en el DAS que tiene el ruido de fondo más bajo. La potencia de ruido de la RAU con el ruido de fondo más bajo establece el valor de normalización del ruido de fondo. Asumiendo que la remota número 1 tiene el ruido de fondo más bajo, el ruido de fondo de enlace ascendente para todas las otras unidades de antena remotas será normalizado a la Remota número 1. Por ejemplo, dado eso para la Remota número 1

$$\text{Remota_UL_Ruido_de_fondo_1} = -174 + X1 + Y1$$

40 Entonces cualquier otra "N" remota en el DAS será normalizada utilizando la relación

$$\text{Remota_Atenuac_de_fondo_N_dB} = \text{Remota_UL_Ruido_de_fondo_1} - \text{Remota_UL_Ruido_de_fondo_N}$$

45 El método procede a 630 con el cálculo de una contribución de potencia máxima de anfitrión para cada RAU y a 640 la suma de la contribución de la potencia máxima de anfitrión para cada RAU. La contribución de la potencia máxima de anfitrión puede ser calculada para cualquier "N" remota en el DAS utilizando las ecuaciones:

$$\text{Remota_N_Potencia_Max_dB} = \text{Potencia_Anfitrión_Max_dBm} - \text{Remota_Atenuac_Fondo_N_dB}$$

$$\text{Remota_N_Potencia_Max_W} = 0,001 * 10^{(\text{Remota_N_Potencia_Max_dBm}/10)}$$

La potencia máxima teórica de la señal de enlace ascendente compuesta es calculada mediante las ecuaciones:

$$\text{Compuesta_Potenc_Anfitrión_W} = \text{Suma} [\text{Remota_1_Max_Potencia_W} : \text{Remota_N_Potenc_Max_W}]$$

$$\text{Compuesta_Potenc_Anfitrión_dBm} = 10 * \log_{10}(\text{Compuesta_Potenc_Anfitrión_W}/0,001)$$

El método procede a 650 con el cálculo de un ajuste de la ganancia total que será aplicada a cada RAU. El ajuste de la ganancia total que será aplicada a cualquier "N" Remota en el DAS puede ser calculado utilizando la ecuación:

$$\text{Remota_N_Atenuación} = [(\text{Compuesta_Anfitrión_Potencia_dBm} - \text{Max_Potencia_Anfitrión_dBm}) + \text{Remota_Aten_Fondo_N_dB}]$$

Donde Max_Potencia_Anfitrión_dBm, la señal de enlace ascendente compuesta de punta máxima en la unidad de anfitrión, fue definida como 0 dBm más arriba.

En una realización del método, el cálculo explicado más arriba para normalizar el ruido de fondo de enlace ascendente y para escalar las ganancias de salida del enlace ascendente son calculadas en la unidad de anfitrión del DAS y los resultados son empujados hacia abajo a las RAUs a través de la red DAS. Una RAU en el DAS ajustar su ganancia para las muestras digitales de las señales inalámbricas de RF que ha recibido basada en el valor de Remota_N_Atenuación proporcionada a esa RAU mediante la unidad de anfitrión del DAS.

Con el fin de ilustrar mejor la atenuación y la suma procesadas realizadas por cada RAU, la Figura 7 proporciona un diagrama simplificado de bloques para una RAU 700 de una realización de la presente invención. La RAU 700 incluye un módulo de radio frecuencia de serie (SeRF) 710, un módulo de transceptor de radio frecuencia de digital a analógica (DART) 720 y por lo menos una antena 730. En realizaciones alternativas, el módulo SeRF 710 y el módulo DART 720 descritos en este documento son realizados utilizando un dispositivo de puerta de campo programable (Field Programmable Gate Array) (FPGA), un Circuito Integrado específico de la Aplicación (ASIC), un teclado de procesamiento de la señal digital (DSP) o dispositivos similares y las combinaciones de los mismos. La RAU 700 está configurada dentro de una cascada de RAUs dentro de un DAS de tal manera que está acoplada a otra RAU vía un enlace de fibra entrante 712 (acoplado a la interfaz de señal entrante 713) y vía un enlace de fibra saliente 714 (acoplado a la interfaz de señal saliente 715) bien a cualquier otra RAU en la cascada, o directamente a la unidad de anfitrión del DAS.

El módulo DART 720 proporciona la conversión bi direccional entre las señales analógicas de RF y las muestras digitales de RF. En el enlace ascendente, la antena 730 recibe una señal inalámbrica de RF (de una unidad portátil de un suscriptor 705, por ejemplo) y pasa la señal de RF al módulo DART 720. El módulo DART 720 recibe la señal analógica de RF entrante, muestrea la señal analógica de RF y genera un flujo de muestras digitales de RF que son proporcionada al módulo SeRF 710. Una persona con habilidad normal en la Técnica una vez leída esta especificación apreciaría que el término "muestras digitales de RF", en una o más realizaciones alternativas, incluiría las muestras de la señal analógica de RF entrante convertida en las muestras de frecuencia intermedia (IF).

Con el propósito de explicar las realizaciones de la presente invención, el propósito del módulo SeRF 710 es recibir las muestras digitales de RF vía la fibra entrante 712 y sumar las muestras digitales de RF directamente en el nivel de fibra (utilizando un sumador 711, por ejemplo) con las muestras digitales de RF proporcionadas por el módulo DART 720. La suma resultante es transmitida vía el enlace de fibra saliente 714. De acuerdo con ello, para cada RAU dentro del DAS, el módulo SeRF correspondiente está adicionando los datos desde la RAU anterior a él en la cascada a las muestras digitales de RF producidas por su propio módulo DART. No es necesario para el módulo SeRF 710 tener conocimiento de la estructura de todo el DAS. Solamente introduce desde la fibra 712, suma las muestras digitales de RF desde la fibra 712 con las muestras digitales de RF desde el módulo de DART 720 y emite el resultado vía la fibra 714. Para clarificación, tal y como se utilizan en el presente documento, los términos "adicionar" y "sumar" no implica que el SeRF simplemente multiplexe los dos flujos de las muestras de RF en un único flujo. En cambio, en el sumador 711, el valor de una muestra de RF recibido a través de la fibra 712 es adicionado al valor de una muestra de RF recibida del módulo DART 720 con el fin de producir una nueva emisión de muestra de datos de RF "sumados". Tal adición de las señales de los datos puede ser realizada cuando las muestras digitales de RF desde el módulo DART 720 tienen la misma tasa de muestreo que las muestras digitales de RF desde la fibra 712, a las cuales está siendo adicionadas.

En una realización, la normalización y la aplicación del factor de escala son realizadas digitalmente en el nivel del módulo DART 720, de tal manera que no hay necesidad de un atenuador físico dentro de la RAU 700. En una realización, la atenuación es implementada mediante un multiplicador directamente en la ruta de señal dentro del módulo DART 720. Utilizando tanto los métodos descritos Figura 2 ó en la Figura 6, los ajustes de ganancia que alcanzarán la suma óptimo de SNR para la transmisión simultánea de enlace ascendente son calculados en la unidad de anfitrión. El ajuste de ganancia para la RAU 700 es empujado por la unidad de anfitrión a la RAU 700, donde es almacenado dentro de un registro 722 del módulo DART 720 como un multiplicador. Según como el módulo DART

720 muestree las señales inalámbricas de RF, aplica el multiplicador almacenado en el registro 722 al resultado antes de pasar el resultado al módulo SeRF 710.

5 En una realización alternativa, las unidades de anfitrión asociadas con las Figuras 1-7 de más arriba incluyen la tecnología "plug-and-play" ("enchufar y utilizar") de tal manera que cuando es añadida una nueva RAU al DAS, la unidad de anfitrión detectará la adición, obtiene la información necesaria para calcular el ruido de fondeo de su enlace ascendente ruido y recalcula los ajustes de ganancia para cada una de las RAUs. Empujando los nuevos valores de ajuste de ganancia para la implementación puede ser realizado automáticamente o iniciado a través de un proceso manual por el operador de la red. Además, nada en los métodos descritos más arriba evita que el operador de red sobre escriba el ajuste de ganancia calculado por la unidad de anfitrión para una o más de las RAUs especificando una atenuación definida de usuario para esa una o más RAUs.

15 Aunque los métodos de suma óptima de SNR descritos proporcionan un medio para controlar la potencia de la señal compuesta en la unidad anfitrión, puede aún ocurrir desbordamiento digital cuando los flujos de datos se suman en conjunto, por ejemplo, mediante un módulo SeRF de RAU o en la unidad de anfitrión. Esto es debido a que las muestras digitales de RF son representaciones de valores de voltaje en lugar de valores de potencia. Por ejemplo, volviendo al DAS 100 en las Figuras 1A y 1B, se asume que ambas la RAU 110 y la RAU 115 están funcionando a máxima potencia para una banda particular y no es aplicada la optimización de rango dinámico. Además, se asume que cada RAU 110 y RAU 115 utilizan un módulo DART que aplica una conversión de analógico a digital de 16 bits de la señal inalámbrica de RF entrante y que el máximo de código que será emitido es 1,5dB más bajo que el valor máximo emitido posible de 2^{16} . El valor ajustado máximo resultante sería 55140. Bajo el peor escenario, un valor de 55140 es emitido desde cada módulo DART en el mismo intervalo de tiempo. Estos dos valores serán adicionados en la unidad de anfitrión 105, generando un resultado de 17 bits de 110280. Debido al convertidor de digital a analógico, que recrea este código digitalizado, es un dispositivo de 16 bits, la adición crea una condición de desbordamiento de 1 bit, que puede ser resuelta únicamente por saturación con el fin de devolver resultado a 16 bits = 65535. Esta operación corta la magnitud de la forma de la onda, causando distorsión, así como una caída de la amplitud para las muestras de desbordamiento, en este caso, de 4,5 dB.

30 En contraste, cuando es aplicada la optimización del SNR tal y como está descrito en las Figuras 1C y 1D, la RAU 110 funciona a la potencia máxima de $-0,265$ dBm o un código de voltaje máximo de la escala de 53479 fuera de su módulo DART. La RAU 115 funciona a una potencia máxima de $-12,365$ dBm o un código de voltaje máximo de la escala de 13433. Cuando estos valores de los dos códigos son adicionados en la unidad de anfitrión 105, es generado un resultado de 17 bit de 66912, el cual también es manejado por saturación con el fin de volver el resultado a 16 bits = 65535. En esta situación, la máxima amplitud es todavía saturada y cortada, pero no tan severamente. Aquí solamente 0,18dB de amplitud es cortada vs los 4,5 dB encontrados en el ejemplo sin optimización del SNR. Se debe tener en cuenta que esta amplitud de la compuesta sucede sólo cuando ambas unidades de antena remota están en potencia máxima y ambas muestras están en fases de tal manera que sus voltajes están en el código máximo en el mismo intervalo de tiempo de muestreo. La probabilidad de que esto ocurra es extremadamente pequeña y no es probable que este evento persistirá por mucho tiempo.

40 Otro ejemplo adicional es proporcionado por considerar una condición de desbordamiento de la red de doble cascada que está mostrada en la Figura 4, con aplicación de la optimización de la optimización de SNR. Asumiendo otra vez que cada RAU en el DAS 400 aplica una conversión de 16 bit analógica a digital a las señales inalámbricas de RF entrantes, cada RAU 425 Spectrum tendrá un código máximo de 4749 y cada RAU 415 Prism tendrá un código máximo de 18908. Las dos cascadas 410 y 420 adicionadas de manera separada y estando sumadas en conjunto por la unidad de anfitrión 405. Para la cascada 410, el valor del código total de las 8 unidades de antenas remotas sería $8 * 18908$ ó 151264, si todas las unidades de antenas remotas estaban viendo un código máximo al mismo tiempo. Esto es una condición de desbordamiento de 7.24 dB. Para la cascada 420, tenemos $8 * 4749$ ó 37992. La cascada 420 no exhibe el desbordamiento, pero cuando son sumadas en conjunto las cascadas 410 y 420, la emisión permanece saturado en 16 bits total. Esta condición solo ocurriría con todas las 16 unidades de antenas remotas en el código máximo, lo cual no es una situación de funcionamiento del mundo real. Teniendo en cuenta el peor caso de mundo real de 2 RAUs Prism y 4 RAUs Spectrum en la escala máxima, la unidad de anfitrión vería $2 * 18908 + 4 * 4749 = 56812$. Esto es bajo el límite de saturación 65535, y por lo tanto no se produce corte.

55 Debido a que algunas RAUs en un DAS pueden ser mucho más probables de ver una entrada a escala completa (por ejemplo, una RAU ubicada dentro de un edificio está probablemente más cercana a las unidades móviles, en comparación con una RAU al aire libre, que estaría de manera normal mucho más lejos de las unidades móviles) un operador de red puede optar por anular el ajuste de ganancia calculado por la unidad de anfitrión especificando una atenuación definida por el usuario para esas RAUs.

60 Están disponibles varios medios para implementar los sistemas y métodos de las realizaciones de la invención actual tal y como se ha explicado en esta especificación. De manera adicional a todos los medios explicados más arriba, estos medios incluyen, pero no están limitados a, los sistemas digitales, los microprocesadores, los controladores programables, los dispositivos de las puertas programables de campo (FPGAs) y los circuitos integrados específicos para la aplicación (ASICs). Por lo tanto, otras realizaciones de la presente invención son instrucciones de programa almacenadas y residentes en los dispositivos informáticos de medios físicos lectores que

cuando son puestos en ejecución por tales medios, les permiten implementar realizaciones de la presente invención. Los medios informáticos lectores incluyen los dispositivos tales como cualquier forma de memoria de ordenador, incluyendo pero no limitándose a tarjetas de almacenamiento, discos o cintas magnéticas, cualquier sistema óptico de almacenamiento de datos, memoria flash de solo lectura (ROM), ROM no volátil, ROM programable (PROM), ROM borrable-programable (E-PROM), memoria de acceso aleatorio (RAM) o cualquier otra forma de dispositivo o sistema de memoria de almacenamiento permanente, semi permanente o temporal. Las instrucciones de programa incluyen, pero no están limitadas a las instrucciones ejecutables por el ordenador ejecutadas por procesadores de sistema de ordenador y lenguajes de descripción de hardware tal y como los Circuitos Integrados de Muy Alta Velocidad (VHSIC) Lenguaje de Descripción de Hardware (VHDL).

Aunque han sido ilustradas y descritas en el presente documento unas realizaciones específicas, será apreciado por los expertos de la Técnica que cualquier configuración, que esté calculada para conseguir el mismo propósito, puede ser sustituida por la realización específica mostrada. Se ha intentado que esta solicitud cubra cualesquiera adaptaciones o variaciones de la presente invención. Por lo tanto, se ha intentado de manera manifiesta que esta invención sea limitado únicamente por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método para la suma en la ruta de vuelta para un sistema de antenas distribuidas (100), método que comprende:

5 la normalización de (210) un ruido de fondo de enlace ascendente (101, 102) para una pluralidad de unidades de antenas remotas (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524) de un sistema de antenas distribuidas (100), en donde el ruido de fondo de enlace ascendente (101, 102) es una característica de rendimiento inherente de cada una de la pluralidad de las unidades de antenas remotas (110 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524), en donde por lo menos dos unidades de antena remota de la pluralidad de las unidades de antenas remotas (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524) tienen ruidos de fondo de enlace ascendente diferentes (101, 102), incluyendo la pluralidad de las unidades de antenas remotas (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524) por lo menos una primera unidad de antena remota (110 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524) que tiene un primer ruido de fondo (101, 102) que es el ruido de fondo más bajo (101, 102) de cualquiera de la pluralidad de las unidades de antenas remotas (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524), en donde el ruido de fondo de enlace ascendente (101, 102) de cada una de la pluralidad de las unidades de antenas remotas (110, 115, 410 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524) está normalizado (210) basado en el primer ruido de fondo (101, 102) que es el ruido de fondo más bajo (101, 102) de cualquiera de la pluralidad de las unidades de antenas remotas (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524), en donde la normalización (210) del ruido de fondo del enlace ascendente (101, 102) para la pluralidad de las unidades de antenas remotas incluye el ajuste de la potencia de ruido de cada una de la pluralidad de las unidades de antenas remotas (110 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524) para que coincida con el primer ruido de fondo (101, 102) que es el ruido de fondo más bajo (101, 102) de cualquiera de la pluralidad de las unidades de antenas remotas (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524), en donde el ruido de fondo más bajo (101, 102) es una característica del rendimiento de la por lo menos una primera unidad de antena remota (110 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524) que tiene la potencia de ruido más baja (101); y el escalado (220) de una ganancia de salida de enlace ascendente de cada una de la pluralidad de las unidades de antenas remotas (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524) mediante un factor de escala (103), en donde el factor de escala (103) atenúa la ganancia de salida de enlace ascendente basada en una potencia punta máxima de anfitrión de compuesta para una unidad de anfitrión (105) acoplado a la pluralidad de las unidades de antenas remotas (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524), en donde el factor de escala (103) es el mismo para cada unidad de antena remota (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524) de la pluralidad de las unidades de antenas remotas (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524), en donde el factor de escala (103) cambia cuando hay un cambio en un número de unidades de antenas remotas (110 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524) en la pluralidad de unidades de antena remota (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524) en donde la normalización (210) y el escalado (220) son realizados en por lo menos una unidad de antena remota (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524) de la pluralidad de las unidades de antenas remotas (110, 115 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524) mediante la atenuación de una ganancia de las muestras digitales generados desde las señales inalámbricas de RF recibidas por la por lo menos una unidad de antena (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524), antes de la suma de dichas muestras digitales con otras muestras digitales recibidas en la por lo menos una unidad de antena remota (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524).
2. El método de la reivindicación 1, en donde la normalización (210) y el escalado (220) que comprende enviar un valor de ajuste de ganancia a una segunda unidad de antena remota (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524) de la pluralidad las unidades de antena remotas (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524).
3. El método de la reivindicación 2, en donde el valor de ajuste de la ganancia instruye la segunda unidad de antena remota (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524) con el fin de atenuar una ganancia de las muestras digitales generadas a partir de las señales inalámbricas de RF recibidas por la segunda unidad de antena remota (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524), antes de la suma de dichas muestras digitales con otras muestras digitales recibidas en la segunda unidad de antena remota (110 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524).
4. El método de la reivindicación 1, en donde la pluralidad de las unidades de antena remotas (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524) no son homogéneos con respecto a los parámetros de rendimiento.
5. El método de la reivindicación 1, en donde la normalización (210) el ruido de fondo del enlace ascendente (101, 102) para la pluralidad de las unidades de antenas remotas (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524) del sistema de antenas distribuidas (100) comprende además:

atenuar una ganancia de enlace ascendente para una segunda unidad de antena remota (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522,524) de la pluralidad de las unidades de antenas remotas (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524) basada en una diferencia entre un ruido de fondo de enlace ascendente (101, 102) para la segunda unidad de antena remota (110, 115, 410, 415,420, 425, 510, 515, 520, 522, 524) y un valor de ruido de fondo de enlace ascendente (101, 102) para la primera unidad de antena remota (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524).

- 5
- 10 **6.** El método de la reivindicación 1, que comprende además:
Calcular (610) un ruido de fondo de enlace ascendente (101, 102) para cada una de la pluralidad de las unidades de antena remotas (110 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524).
- 15 **7.** El método de la reivindicación 1, que comprende además:
Calcular (630) un valor de contribución de potencia máxima para cada una de la pluralidad de las unidades de antenas remotas (110.115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524); y
Sumar (640) los valores de contribución de potencia máxima para cada una de la pluralidad de las unidades de antenas remotas (110.115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524) con el fin de derivar un valor de potencia teórica de anfitrión de compuesta.
- 20 **8.** El método de la reivindicación 7, que comprende además:
calcular un valor de ajuste de la ganancia total (650) para una segunda unidad de antena remota (110, 115, 410, 415, 420, 425.510, 515, 520, 522, 524) de la pluralidad de las unidades de antenas remotas (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520.522, 524) basado en una función del valor de contribución de potencia máxima para la segunda unidad de antena remota (110 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524) y el valor de potencia teórica de anfitrión de compuesta.
- 25
- 30 **9.** El método de la reivindicación 8, que comprende además:
Enviar el valor de ajuste de ganancia total obtener para una segunda unidad de antena remota (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524) a la segunda unidad de antena remota (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524).
- 35 **10.** El método de la reivindicación 9, en donde el valor de ajuste de la ganancia total instruye a la segunda unidad de antena remota (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524) con el fin de atenuar una ganancia de las muestras digitales generadas a partir de ls señales inalámbricas de RF recibidas por la segunda unidad de antena remota (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524), antes de la suma de dichas muestras digitales con otras muestras digitales recibidas en la segunda unidad de antena remota (110, 115,410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524).
- 40 **11.** El método de la reivindicación 1, en donde la unidad de anfitrión (105) está acoplada a la pluralidad de las unidades de antenas remotas (110 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524) por una red de fibra
- 45 **12.** Un sistema de antenas distribuidas que tiene una pluralidad de unidades de antena remota (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524), en donde el ruido de fondo del enlace ascendente (101, 102) es una característica de rendimiento inherente de cada una de la pluralidad de las unidades de antenas remotas (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524), en donde por lo menos dos unidades de antena remota de la pluralidad de las unidades de antenas remotas (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522,524) tienen ruidos de fondo de enlace ascendente diferentes (101, 102), comprendiendo cada una de la pluralidad de las unidades de antenas remotas (110, 115, 410, 415,420, 425, 510, 515, 520, 522, 524):
Un primer módulo (720) acoplado a la por lo menos una antena (730), incluyendo el primer módulo (720) un convertidor que muestrea digitalmente una señal inalámbrica de RF recibida en la por lo menos una antena con el fin de producir un primer flujo de muestras digitales,
Un segundo módulo (710) acoplado al primer módulo (720) y una interfaz de señal entrante (713), incluyendo el segundo modulo (710) un sumador (711) que produce una señal compuesta mediante la suma de las muestras digitales del primer flujo de las muestras digitales con las muestras digitales basadas en un segundo flujo de muestras digitales recibidas vía la interfaz de señal entrante (713);
en donde el primer módulo (720) está adaptado con la finalidad de atenuar una ganancia del primer flujo de las muestras digitales mediante un primer factor que normaliza un primer ruido de fondo de enlace ascendente (101, 102) para la unidad de antena remota (110, 115, 410, 415 420, 425.510, 515, 520, 522, 524) basado en un valor de normalización de ruido de fondo (101, 102) establecido para que el sistema de antenas distribuidas coincida con el ruido de fondo más bajo (101, 102) de todas de la pluralidad de las unidades de antenas remotas (110 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524) del sistema de antenas distribuidas, en donde el ruido de fondo más bajo (101, 102) es una característica de rendimiento de una unidad de antena remota (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524) que tiene una potencia de ruido más baja de toda la pluralidad de las unidades de antenas remotas (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522,
- 50
- 55
- 60
- 65

524) del sistema de antenas distribuidas;

En donde el primer módulo (720) está además adaptado con el fin de atenuar la ganancia del primer flujo de muestras digitales mediante un factor de escala (103) basado en una potencia de punta máximo de anfitrión de compuesta para una unidad de anfitrión (105) para el sistema de antenas distribuidas, en donde el factor de escala (103) es el mismo para cada una de la pluralidad de las unidades de antenas remotas (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524) en el sistema de antenas distribuidas, en donde el factor de escala (103) cambia cuando existe un cambio en un número de las unidades de antenas remotas (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524) en la pluralidad de las unidades de antenas remotas (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524).

- 5
- 10
13. El sistema de antenas distribuidas de la reivindicación 12, en donde el primer módulo (720) comprende un registro que almacena un valor de ajuste de ganancia total, en donde el primer módulo (720) aplica el valor de ajuste de ganancia total al primer flujo de muestra digital con el fin de atenuar la ganancia del primer flujo de muestras digitales mediante el factor que normaliza el ruido de fondo de enlace ascendente (101, 102) y el factor de escala (103).
- 15
14. El sistema de antenas distribuidas de la reivindicación 13, en donde el primer módulo (720) recibe valor de ajuste de ganancia total a través de una comunicación desde la unidad de anfitrión (105).
- 20
15. El sistema de antenas distribuidas de la reivindicación 14, en donde el segundo módulo (710) esta acoplado a por lo menos una de las otras unidades de antenas remotas (110, 115, 410, 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524) sobre una red de fibra a través de la interfaz de señal entrante (713), en donde es generado el segundo flujo de muestras digitales por la por lo menos una de las otras unidades de antena remotas (110, 115, 410 415, 420, 425, 510, 515, 520, 522, 524).
- 25

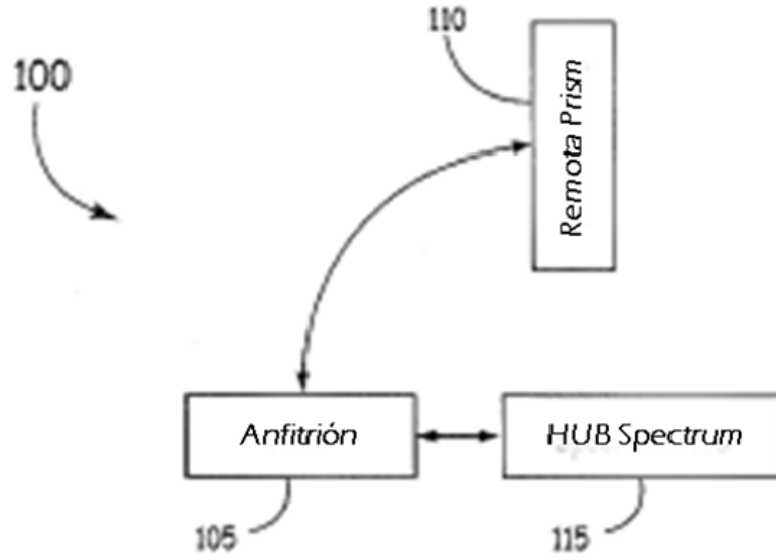


FIG. 1A

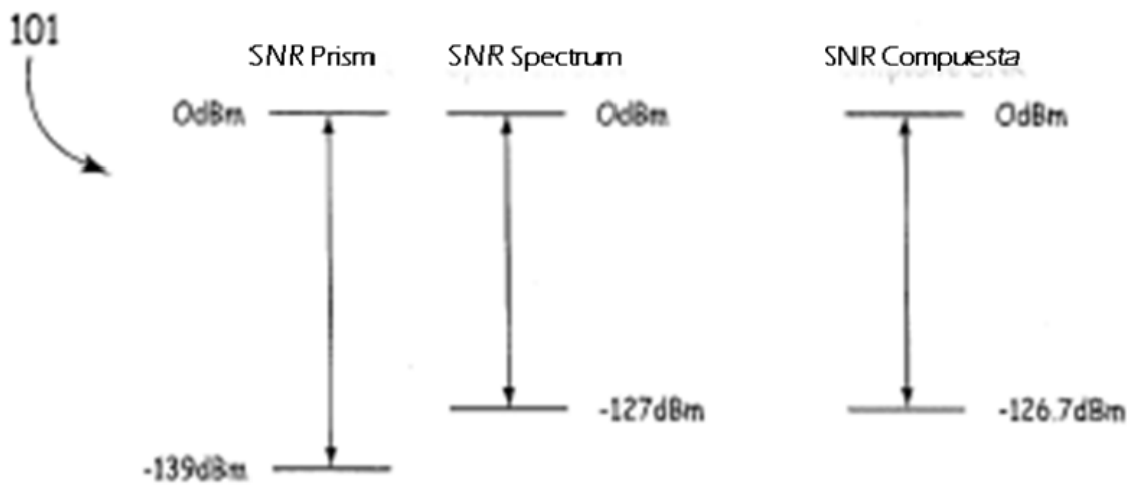


FIG. 1B

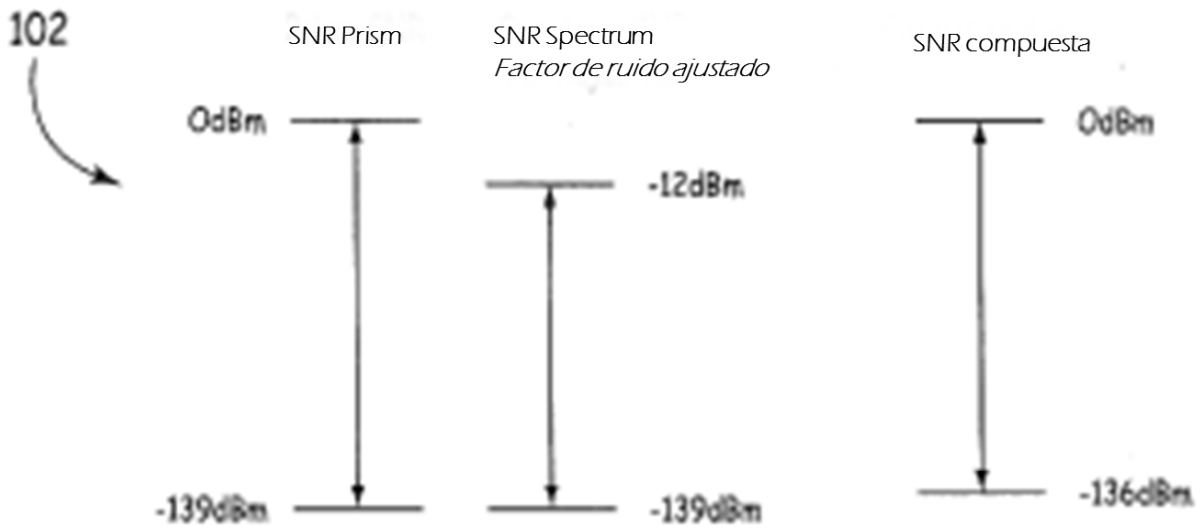


FIG. 1C

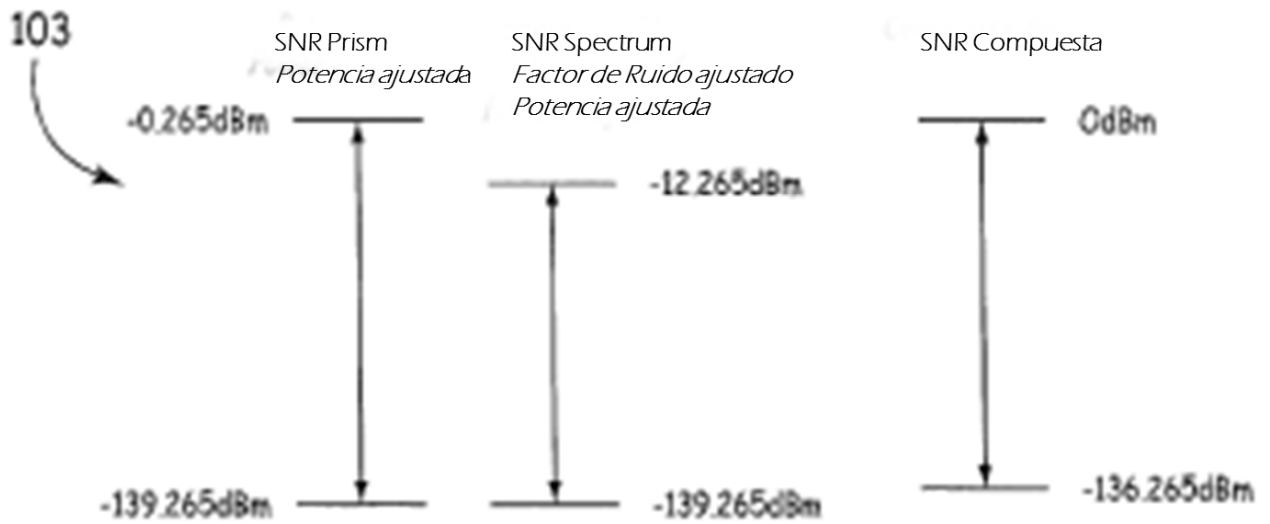


FIG. 1D

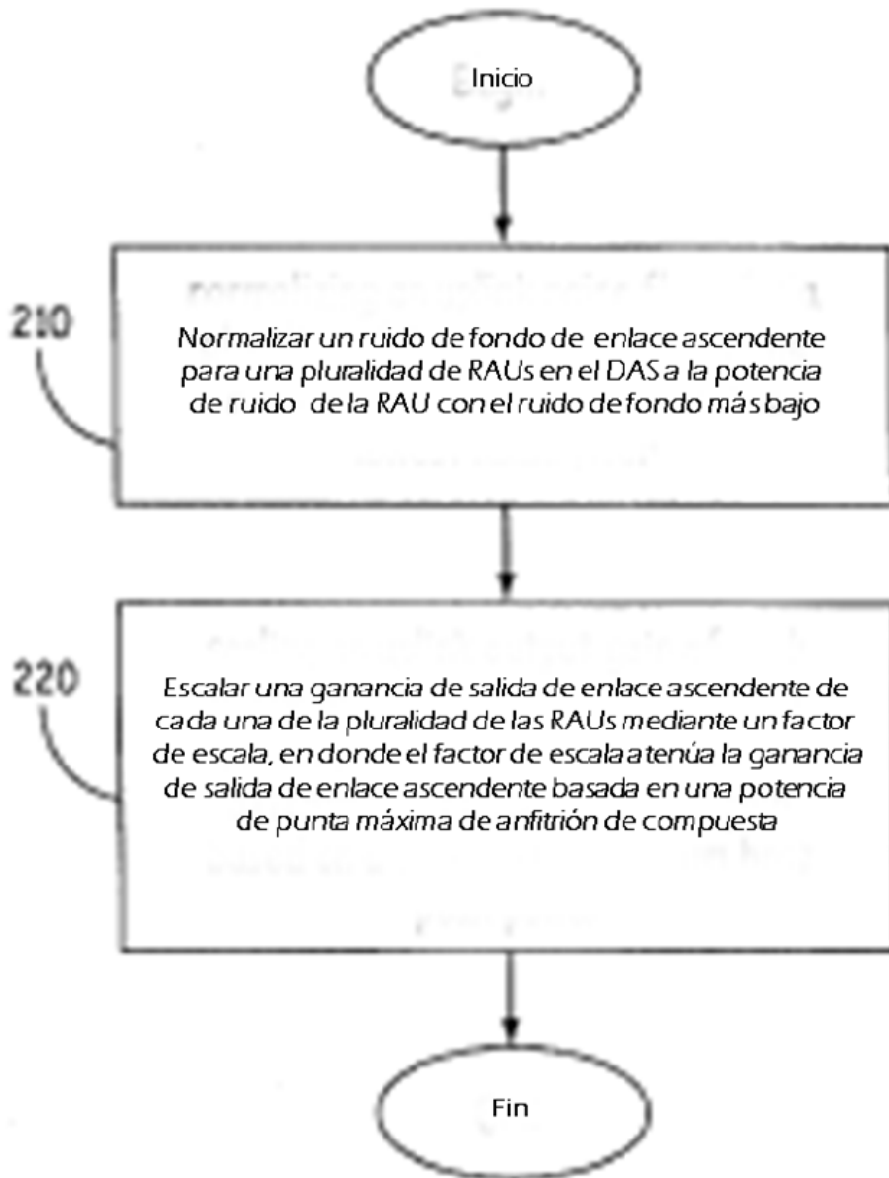


FIG. 2

Potencia_Anfitrion_Max_W
 Ruido de fondo_RAU 2_RAU 1_delta
 Potencia_Max_Anfitrion_W*[(RAU 1) + (RAU*10^(-Factor de Ruido_SP_RAU 1_delta/10))]
 Potencia_Max_Compuesta_dBm
 RAU 2_Ganancia_Ajust_dB
 RAU 2_Pot_Max_dBm
 RAU 2_Pot_Ruido_dBm
 RAU 2_SNR_dB
 RAU 1_Ganancia_Ajust_dB
 RAU 1_Pot_Max_dBm
 RAU 1_Pot_Ruido_dBm
 RAU 1_SNR_dB
 Pot_Anfitrion_W
 Pot_Anfitrion_dBm
 Pot_Ruido_Anfitrion_W
 Pot_Ruido_Anfitrion_dBm
 SNR_Sistema_dB

= 0,001 * 10^(Pot_Anf_Max_dBm/10)
 = Factor de Ruido_RAU 2 - Factor de Ruido_RAU 1
 = Potencia_Max_Anfitrion_W*[(RAU 1) + (RAU*10^(-Factor de Ruido_SP_RAU 1_delta/10))]
 = 10*log10 (Potencia_Max_Compuesta_W/0,001)
 = Ganancia_RAU 2_dB - Factor de Ruido_RAU 2_RAU 1_delta - Pot_Max_Comp_dBm
 = RAU 2_Ganancia_ajust_dB - Ganancia_RAU 2_dB
 = -174 + RAU 2_Ganancia_ajust_dB + Factor de Ruido_RAU 2
 = Pot_Max_RAU 2_dBm - RAU 2_Pot_Ruido_dBm
 = Ganancia_RAU 2_dB - Pot_Max_Comp_dBm
 = RAU 1_Ganancia_ajust_dB - Ganancia_RAU 1_dB
 = -174 + RAU 1_Ganancia_ajust_dB + Factor de Ruido_RAU
 = Pot_Max_RAU 1_dBm - RAU 1_Pot_Ruido_dBm
 = 0,001(RAU 2*10^(RAU 2_Pot_Max_dBm/10)+
 RAU 1*(10^RAU 1 Pot_Max_dBm/10));
 = 10*log10 (Potencia_Max_Anfitrion_W/0,001)
 = 0,001(RAU 1 * 10^(RAU 1_Pot_Ruido_dBm/10)+
 RAU 2*(10^RAU 2_Pot_Ruido_dBm/10));
 = 10*log10 (Potencia_Ruido_Anfitrion_W/0,001)
 = Pot_Anfitrion_dBm - Pot_Ruido_Anfitrion_dBm

300

FIG. 3

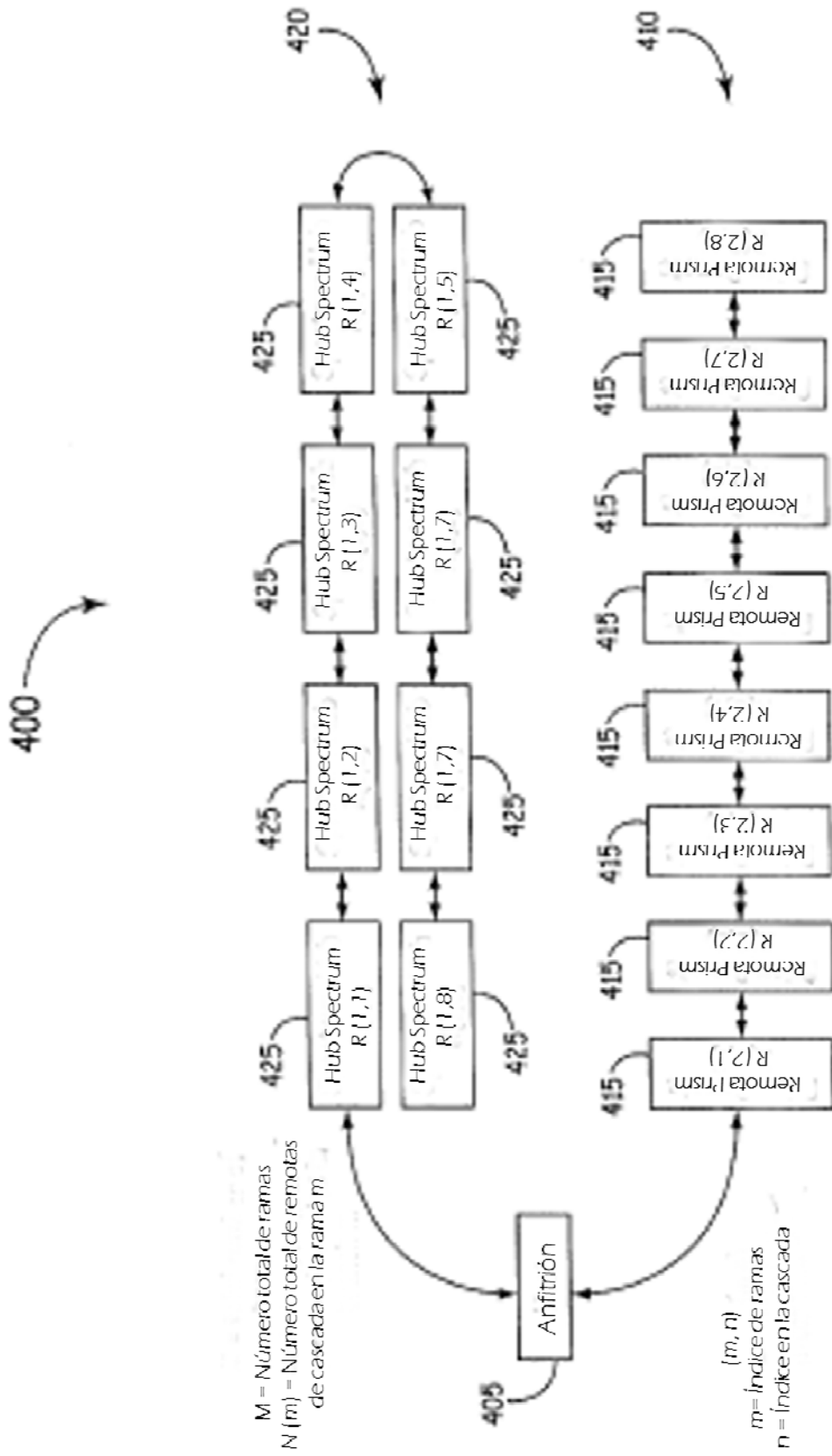


FIG. 4

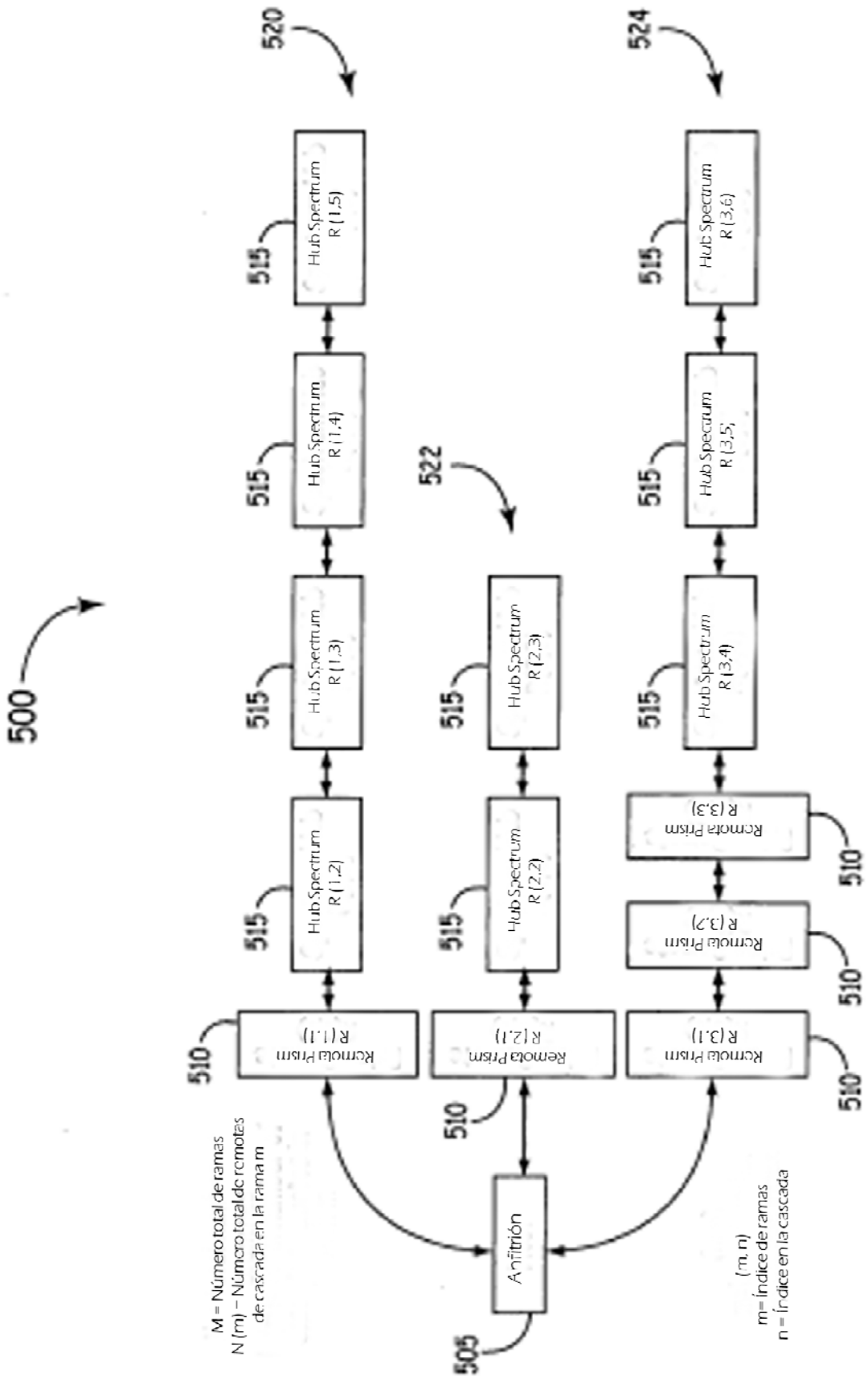


FIG. 5

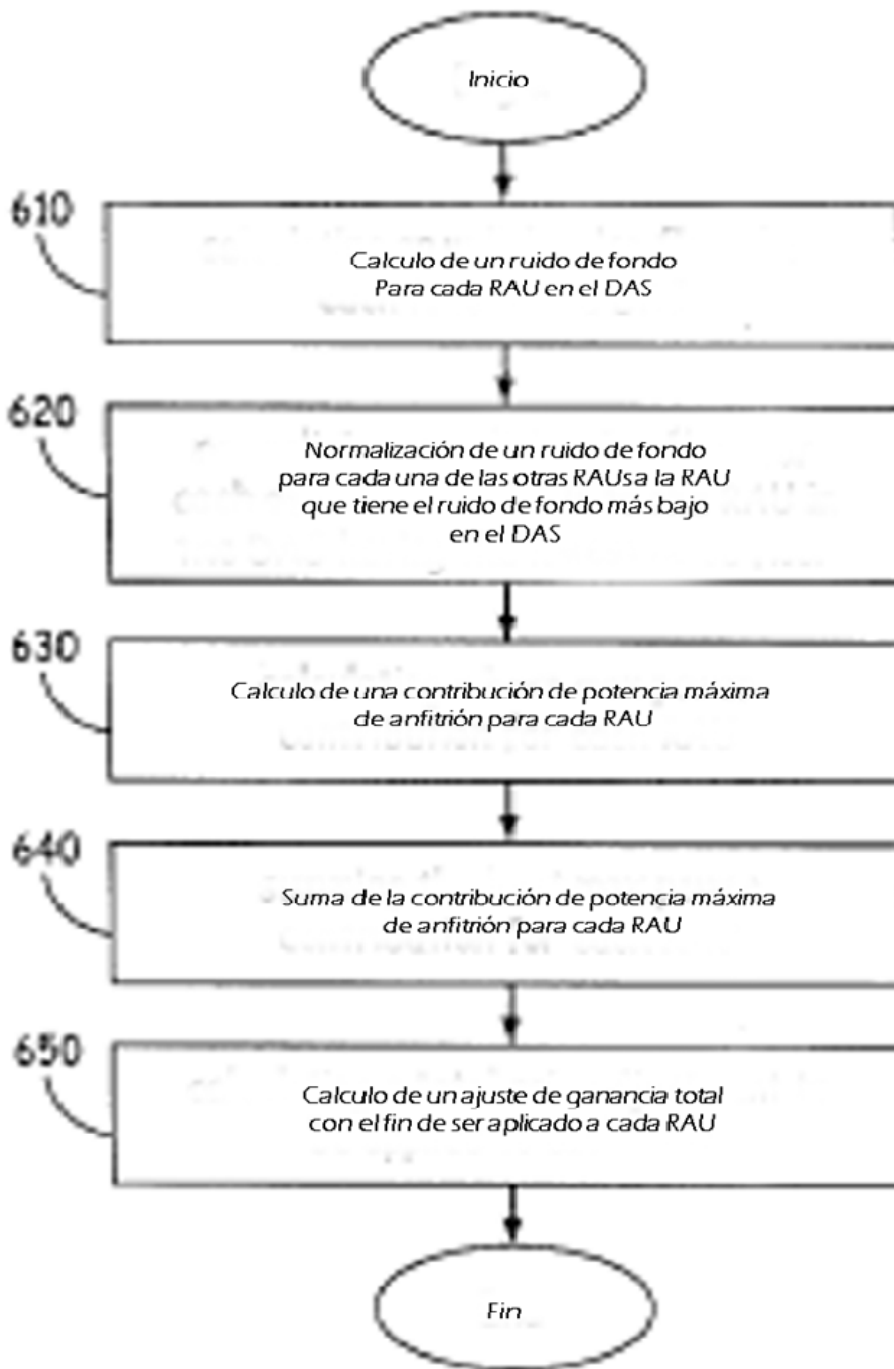


FIG. 6

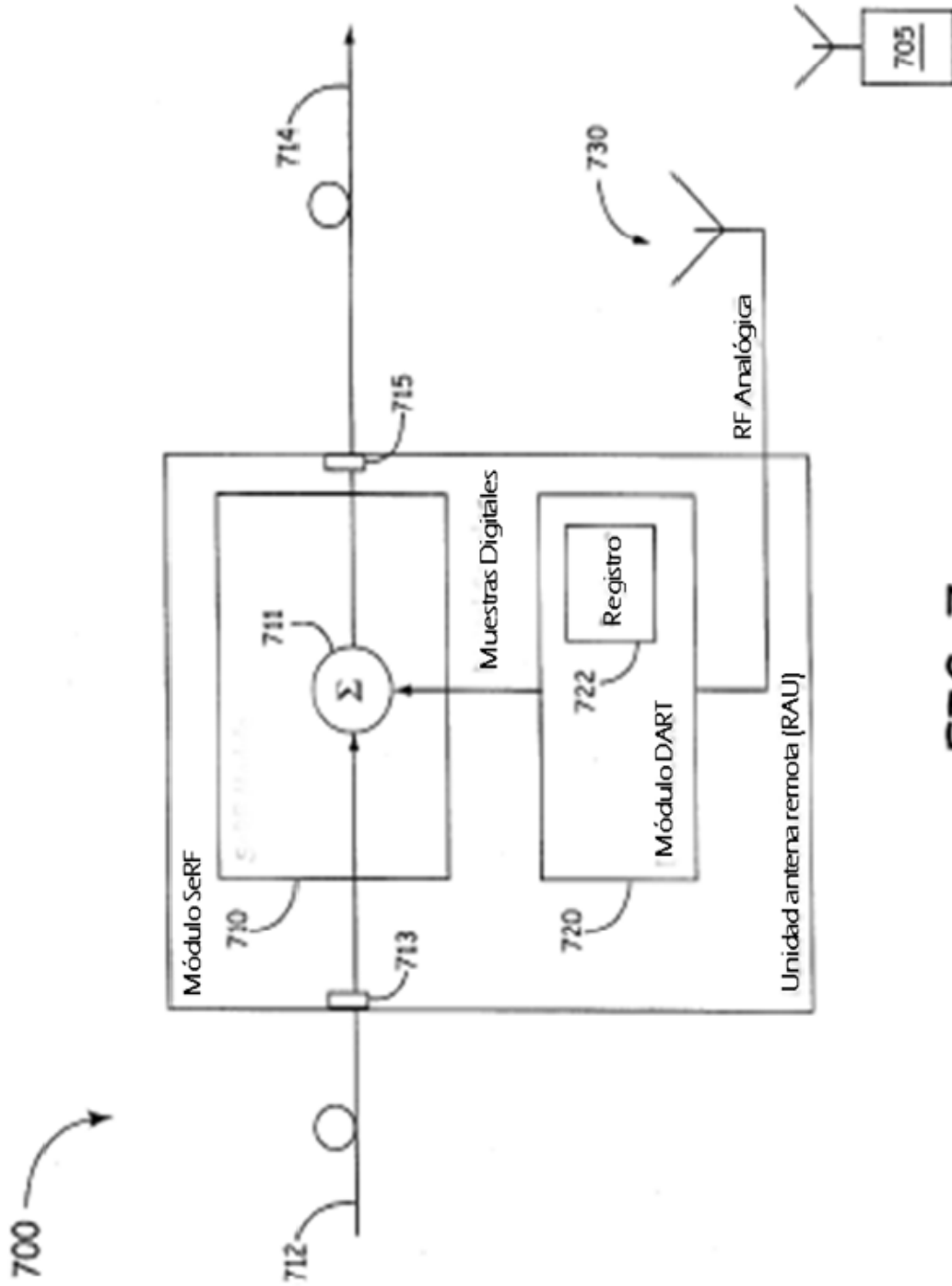


FIG. 7