

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 585 347**

51 Int. Cl.:

**H04B 7/26**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.07.2001 E 10011450 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.05.2016 EP 2290850**

54 Título: **Un método para la comunicación de punto a multipunto utilizando el transporte digital de radio frecuencia**

30 Prioridad:

**19.07.2000 US 619431**

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

**05.10.2016**

73 Titular/es:

**ADC TELECOMMUNICATIONS, INC. (100.0%)  
12501 Whitewater Drive  
Minnetonka, MN 55343, US**

72 Inventor/es:

**WALA, PHILIP M.**

74 Agente/Representante:

**LÓPEZ CAMBA, María Emilia**

**ES 2 585 347 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**

Un método para la comunicación de punto a multipunto utilizando el transporte digital de radio frecuencia

**5    Ámbito Técnico**

La presente invención está relacionada con los sistemas de comunicaciones móviles de alta capacidad y más especialmente a un sistema de comunicación micro-celular digital punto a multipunto.

**10   Información de los Antecedentes**

Con el uso generalizado de las tecnologías inalámbricas es necesario una cobertura adicional de la señal en áreas urbanas así como en áreas suburbanas. Uno de los obstáculos para proporcionar la cobertura completa en estas áreas es la estructura de acero de los edificios. Dentro de estos edificios altos y brillantes (TSB), las señales transmitidas desde las estaciones de base inalámbricas son atenuadas considerablemente y de esta manera se impacta de manera significativa en la capacidad de comunicación con los teléfonos inalámbricos ubicados en los edificios. En algunos edificios, los transmisores de muy baja potencia montados en los techos están montados en los pasillos y salas de conferencias dentro del edificio con el fin de distribuir las señales en todo el edificio. De manera normal, las señales son suministradas desde un punto único y entonces divididas con la intención de suministrar las señales a diferentes puntos en el edificio.

Con el fin de proporcionar la cobertura una única fuente de radio frecuencia (RF) necesita suministrar de manera simultánea a múltiples unidades de antena, cada una de ellas proporcionando cobertura a una parte diferente de un edificio por ejemplo. La distribución simultánea de RF bidireccional a menudo consiste en dividir las señales en la ruta de ida (hacia las antenas) y la combinación de las señales en la ruta de vuelta (desde las antenas). De manera corriente, esto puede ser realizado directamente con frecuencias de RF utilizando divisores pasivos y combinadores con el fin de alimentar una red de distribución de cable coaxial. En sistemas pasivos de distribución de RF, la señal dividida en la ruta de ida está limitada de forma significativa debido a la pérdida de inserción inherente asociada con los dispositivos pasivos. Cada división reduce el nivel de la señal distribuida en el edificio haciendo la recepción más difícil de este modo, por ejemplo, por los teléfonos móviles. De manera adicional, la pérdida de inserción alta del cable coaxial en las frecuencias de RF limita de manera severa la distancia máxima sobre la cual pueden ser distribuidas las señales de la RF. Además, el sistema carece de cualquier medio para compensar las variaciones de pérdida de inserción en cada ruta.

Otra solución para la distribución de las señales de la RF en los edificios TSB es tomar la señal de RF desde un repetidor o una estación base, mediante la conversión a una frecuencia más baja y distribuyéndola vía cables de categoría 5 (Cat 5) (LAN) o un cableado con cable coaxial a las unidades de antenas remotas. En las unidades de antenas remotas, la señal es convertida y transmitida. Mientras que la conversión con disminución reduce la pérdida de inserción, las señales son todavía susceptibles al ruido y al rango dinámico limitado. Además, cada ruta de acceso en la red de distribución requiere el ajuste de ganancia individual con el fin de compensar la pérdida de inserción en esa ruta.

En otro enfoque, son utilizados los cables de fibra óptica con el fin de distribuir las señales a las antenas dentro de un edificio. En este enfoque, las señales de la RF son recibidas desde un amplificador bidireccional o desde una estación base. Las señales de la RF modulan directamente una señal óptica, la cual es transportada a través del edificio de la misma manera que las señales de luz modulada analógicas sobre el cable de fibra óptica. Desafortunadamente, los sistemas convencionales que utilizan la transmisión de modulación óptica analógica sobre los cables de fibra óptica requieren láseres lineales altamente sofisticados con el fin de lograr un rendimiento adecuado. Asimismo, los sistemas ópticos analógicos están limitados en la distancia de las señales que pueden ser transmitidas en el edificio. Por lo general, esta limitación se hace peor debido al uso de la fibra multimodo que está disponible de manera convencional en los edificios. La fibra multimodo es más ancha que la fibra mono modo y soporta un número de modos de reflexión diferentes de tal manera que las señales tienden a mostrar dispersión en la terminación final de la fibra. De manera adicional, la instalación analógica incluye típicamente un balanceo significativo cuando se configura el sistema. Además, los niveles de la RF en el sistema necesitan ser equilibrados con los niveles ópticos. Si existe una atenuación óptica, los niveles de la RF necesitan ser reajustados. De manera adicional, si los conectores no están bien limpios o asegurados de la manera correcta, pueden cambiar los niveles de la RF.

La digitalización del espectro de la RF antes del transporte resuelve muchos de estos problemas. El nivel y el rango dinámico de la RF transportada digitalmente siguen no siendo afectados sobre una gama amplia de pérdidas en la ruta. Esto permite cubrir mucho mayores distancias y elimina el problema de compensación de las pérdidas en la ruta. Sin embargo, esto ha sido una arquitectura estrictamente de punto a punto. Uno de los inconvenientes de la RF transportada digitalmente en una arquitectura de punto a punto es el requerimiento de equipo y de coste. Es necesario un anfitrión de RF a dispositivo interfaz digital para cada unidad de antena remota. En particular, para el uso dentro de un edificio o un complejo de edificios el número de dispositivos de la RF a interfaz digital y la fibra para conectar éstos dispositivos es oneroso. Por ejemplo, en un edificio que tiene 20 pisos, el requisito puede incluir 20

dispositivos anfitrión de la RF a interfaz digital para las 20 unidades de antena remota, 1 por piso. En algunas aplicaciones puede ser requerida más de una unidad de antena remota por piso. Como un resultado, existe una necesidad en la Técnica de unas técnicas mejoradas con el fin de distribuir las señales de la RF en los edificios TSB, que podrían incorporar los beneficios de transporte digital de la RF en una arquitectura de punto a multipunto.

5 El documento de patente EP-A-0664621 describe un sistema para la distribución de la señal de la RF en el que las múltiples señales entrantes de la RF desde varios transceptores se suman en un combinador de la RF.

10 Los problemas mencionados más arriba con la distribución de las señales dentro de un edificio y otros problemas son concernientes con la presente invención y serán entendidos mediante la lectura y el estudio de la especificación siguiente.

Los aspectos de la presente invención están establecidos en las reivindicaciones independientes anexas.

15 En una realización, es proporcionado un sistema de transporte de radio frecuencia digital. El sistema de transporte incluye una unidad de anfitrión digital y por lo menos dos unidades digitales remotas acopladas a la unidad de anfitrión digital. La unidad de anfitrión digital incluye los circuitos compartidos que realizan la distribución bidireccional simultánea radiofrecuencia digital entre la unidad de anfitrión digital y las por lo menos dos unidades digitales remotas.

20 En otra realización, es proporcionado un sistema de transporte de radio frecuencia digital. El sistema de transporte incluye una unidad de anfitrión digital y por lo menos una unidad digital de expansión acoplada a la unidad de anfitrión digital. El sistema de transporte incluye por lo menos además dos unidades de control digitales remotas, cada una de ellas acoplada a uno de entre la unidad de anfitrión digital y la unidad digital de expansión. La unidad de anfitrión digital incluye los circuitos compartidos que realizan la distribución bidireccional simultánea de radiofrecuencia digital entre la unidad de anfitrión digital y las por lo menos dos unidades digitales remotas.

25 En una realización alternativa, es proporcionado un método de realizar el transporte de radio frecuencia punto a multipunto. El método incluye recibir las señales de radio frecuencia en una unidad anfitrión digital y convertir las señales de radio frecuencia a un espectro digitalizado de radio frecuencia. El método incluye también transmitir ópticamente el espectro de radio frecuencia a una pluralidad de unidades digitales remotas. El método incluye recibir además el espectro digitalizado de radiofrecuencia en la pluralidad de unidades digitales remotas, convertir el espectro digitalizado de radio frecuencias a señales de radio frecuencia analógica y transmitir las señales de radio frecuencias analógicas vía una antena de radiofrecuencia principal en cada una de la pluralidad de unidades digitales remotas.

Descripción Breve de los Dibujos

40 La figura 1 es una ilustración de una realización de un sistema de comunicación punto a multipunto de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención.

La figura 2 es un diagrama de bloques de una realización de un sistema de comunicación punto a multipunto de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención.

45 La figura 3 es un diagrama de bloques de otra realización de un sistema de comunicación punto a multipunto de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención.

La figura 4 es un diagrama de bloques de una realización de una unidad de anfitrión digital de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención.

La figura 5 es un diagrama de bloques de una realización de la unidad de anfitrión digital de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención.

50 La figura 6 es un diagrama de bloques de una realización de una unidad de expansión digital de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención.

La figura 7 es un diagrama de bloques de una realización de una estación de base de micro célula de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención.

La figura 8 es una ilustración de una realización de algoritmo de desbordamiento para un sumarizador canal de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención.

**Descripción detallada**

60 En la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas, está hecha la referencia a los dibujos adjuntos que forman una parte de este documento y en la que está mostrado por medio de la ilustración de las realizaciones específicas, en las que la invención puede ser practicada. Debe ser entendido que pueden ser utilizadas otras realizaciones y cambios estructurales que pueden ser realizados sin separarse del ámbito de la presente invención.

65 La figura 1 es una ilustración de un ejemplo de realización de un sistema de transporte digital punto a multipunto mostrado de manera general generalmente en 100 y construido de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención. El sistema de transporte digital de punto a multipunto 100 está mostrado distribuido en un complejo de 2 edificios altos brillante (TSBs) 2. Aunque el sistema 100 está mostrado en un complejo de TSB 2, deber ser

entendido que el sistema 100 no está limitado a esta realización. Por el contrario, el sistema 100 es utilizado, en otras realizaciones, con el fin de distribuir las señales en un solo edificio u otra estructura apropiada o en una ubicación interior o al aire libre que muestre la atenuación alta de señales de la RF. De manera ventajosa, el sistema 100 utiliza la adición digital de las señales de la RF digital desde múltiples antenas con el fin de mejorar la cobertura de la señal en estructuras, tales como los TSBs.

El transporte digital punto a multipunto de las señales de la RF es logrado a través de una red de las unidades de antenas remotas o unidades digitales remotas 40 y 40' y unidad de anfitrión digital 20, que interconecta con una red inalámbrica 5 que está acoplado a la Red de Telefonía Pública Conmutada (PSTN) o de una oficina de conmutación de telecomunicaciones móviles (MTSO) u otro red/oficina de conmutación. El sistema 100 funciona mediante el transporte digital de las señales de la RF sobre cables de fibra óptica. Las señales recibidas en las DHU 20 son distribuidas a las DRUs 40 y 40' múltiples con el fin de proporcionar la cobertura a través de un complejo de edificios. De manera adicional, las señales recibidas en cada una de las DRUs 40 y 40' son sumariadas de forma conjunta en la DHU 20 para interconectar a una red inalámbrica.

En una realización, la unidad de expansión digital DEU 30 está situada entre la DHU 20 y una o más DRUs. En la ruta de ida, la DEU 30 amplía el área de cobertura mediante la división de las señales recibidas de la DHU 20 a una pluralidad de DRUs 40'. En la ruta de vuelta, la DEU 30 recibe las señales de una pluralidad de DRUs 40', que adiciona las señales digitalmente en conjunto y las transporta a una DHU 20 o a otra DEU tal como la 30. Este sistema permite la ramificación sucesiva de las señales usando las DEUs 30 y cobertura ampliada a múltiples DRUs 40 y 40'. Este sistema proporciona una forma eficiente de proveer la cobertura de la señal para la comunicación inalámbrica sin pérdida de atenuación añadida y constricción de la distancia que se produce con los sistemas analógicos. Mediante la utilización de las DEUs 30, las antenas pueden ser colocadas además desde la DHU 20 sin que afecte de manera adversa la fuerza de señal debido a que pueden ser utilizados cables de fibra óptica.

El sistema de transporte digital 100 incluye un dispositivo de interfaz inalámbrica (WID) 10 que proporciona una interfaz a una red inalámbrica. En una realización, el WID 10 incluye bien transmisores y receptores convencionales o bien todo el equipo transmisor y receptor digital y el circuito de interfaz a una oficina de conmutación de telecomunicaciones móviles (MTSO). En una realización, el dispositivo de interfaz inalámbrica 10 es acoplado a una MTSO a través de una línea T1 y recibe y transmite las señales entre la MTSO y la DHU 20. En otra realización, el dispositivo de interfaz inalámbrica 10 es acoplado a la Red de Telefonía Conmutada Pública (PSTN). En una realización, el WID 10 comprende una estación base y conecta directamente a la DHU 20 a través de cables coaxiales. En otra realización, el WID 10 comprende una estación base y conecta inalámbricamente a la DHU 20 a través de un amplificador bidireccional que está conectado a una antena. En una realización, la antena es una antena al aire libre.

El WID 10 comunica las señales entre las unidades inalámbricas y la red inalámbrica vía las unidades digitales remotas DRU 40 y 40'. El WID 10 está acoplado a la DHU 20. La DHU 20 está acoplada a por lo menos una unidad digital de expansión DEU 30 y una pluralidad de DRUs 40. De manera adicional, la DEU 30 está acoplada a una pluralidad de DRUs 40'. La DHU 20 recibe las señales de la RF desde el WID 10 y convierte las señales de la RF a señales de RF digital. Además la DHU 20 transmite ópticamente las señales RF digitales a múltiples DRUs 40 bien de forma directa o vía una o más DEUs 30.

Cada DRU 40 y 40' está conectada a través de un cable de fibra óptica (o de de manera opcional a otro portador de banda ancha alta) para el transporte de las señales de RF digital a una de entre la DHU 20 ó la DEU 30. En una realización, los cables de fibra óptica comprenden pares de fibra óptica multimodo acoplados entre las DRUs 40 y la DHU 20, entre las DRUs 40 y 40' y las DEUs 30 y entre las DEUs 30 y la DHU 20. En una realización, la DEU 30 está acoplada a la DHU 20 a través de la fibra de modo único y la DEU 30 está acoplada a las DRUs 40' a través de pares de fibra multimodo. Aunque el sistema de transporte 100 ha sido descrito con cable de fibra óptica pueden ser utilizados otros portadores, por ejemplo, el cable coaxial.

En otra realización, la DHU 20 está acoplada a las DRUs 40 por medio de un cable de alimentación de corriente continua con el fin de proporcionar energía a cada DRU 40. En una realización, el cable de alimentación de corriente continua entrega 48 V de CC (voltios de corriente continua) a cada DRU 40 conectada a la DHU 20. En otra realización, la DEU 30 está acoplada a las DRUs 40' mediante un cable de alimentación de corriente continua con el fin de proporcionar energía a cada DRU 40'. En una realización, el cable de alimentación de corriente continua entrega 48 V de CC a cada DRU 40' conectada a la DEU 30. En una realización alternativa las DRUs 40 y 40' están conectadas de manera directa a una fuente de alimentación. En una realización, la fuente de alimentación proporciona corriente continua a las DRUs 40 y 40'. En una realización, la fuente de alimentación proporciona corriente alterna a las DRUs 40 y 40'. En una realización, cada una de las DRUs 40 y 40' incluye un transformador de corriente CA/CC.

Ambas, la DHU 20 y la DEU 30 dividen las señales en la ruta de ida y suman las señales en la ruta de vuelta. Con el fin de sumar exactamente el conjunto de las señales digitales en la DHU 20 ó en la DEU 30 es necesario que los datos vengan a la DHU 20 ó a la DEU 30 exactamente con la misma cadencia. Como un resultado todas las DRUs 40 y 40' necesitan estar sincronizadas de tal manera que sus cadencias digitales de muestra estén todas

bloqueadas en conjunto. La sincronización de las señales en el tiempo es lograda mediante el bloqueo de todo a la tasa de bits sobre la fibra. En una realización, la DHU 20 envía un flujo de bits digitales y el receptor óptico en la DEU 30 ó en la DHU 40 detecta ese flujo de bits y bloquea su reloj a ese flujo de bits. En una realización, esto es logrado con un circuito integrado auxiliar (chip set) multiplexor y los osciladores locales, tal y como será descrito a continuación. La división de combinación de las señales en un estado digital evita las pérdidas de división y combinación experimentadas con un sistema analógico. De manera adicional, transportar las señales digitales sobre fibra multimodo da como resultado un sistema de transporte de costo bajo que no está sujeto a mucha degradación.

La conversión descendente y la conversión ascendente de las señales de RF son implementadas mediante la mezcla de la señal con un oscilador local (LO) en ambas, las DRUs y la DHU. Con el fin de restaurar la frecuencia original de la señal de RF para ser restaurado, la señal debe ser convertida de manera ascendente con un LO que tiene exactamente la misma frecuencia que el LO que fue usado para la conversión descendente. Cualquier diferencia en las frecuencias del LO será traducida a un desplazamiento equivalente de frecuencia extremo a extremo. En las realizaciones descritas, los LO para la conversión descendente y la conversión ascendente están en ubicaciones remotas una con relación a la otra. Por lo tanto, en una realización preferida, la coherencia de la frecuencia entre el LO local y el remoto es establecida como sigue: en el extremo de la DHU, existe un oscilador de referencia de 142 MHz que establece la tasa de bits de 1,42 GHz sobre la fibra. Este oscilador de referencia también genera un reloj de referencia a 17,75 MHz que sirve como una referencia a la cual son bloqueados los LOs y la DHU.

En cada uno de las DRUs, existe otro reloj de 17,75 MHz, que es recuperado del flujo de bits óptico con la ayuda del reloj y de los circuitos de recuperación de bits. Debido a que este reloj es recuperado desde el flujo de bits generado en el anfitrión, es de frecuencia coherente con el oscilador de referencia en el anfitrión. Un reloj de referencia de 17,75 MHz es generado entonces con la intención de servir como una referencia para los osciladores local y remoto. Debido a que el reloj de bits recuperado remoto es de frecuencia coherente con el reloj principal del anfitrión, los relojes de referencia del anfitrión y remoto y cualquier LO bloqueado a ellos, son también de frecuencia coherente, asegurando de esta manera que los LOs de la DHU y la DRU están bloqueados en frecuencia. Debe ser entendido que en otras realizaciones, la tasa de bits sobre la fibra puede variar y que también variará la frecuencia de los relojes.

La figura 2 es un diagrama de bloques de una realización de un sistema de comunicación, mostrado de manera general en 200 y construido de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención. En esta realización, una unidad de anfitrión digital (la DHU) 220 está acoplada a un amplificador bidireccional (BDA) 211. El BDA 211 recibe las señales de comunicación desde un dispositivo de interfaz inalámbrico (WID) y transporta las señales de comunicación como señales de RF a la DHU 220 y recibe las señales de RF desde la DHU 220 y transmite las señales de RF al WID. La DHU 220 recibe las señales de RF desde el BDA 211 y digitaliza las señales de RF y transmite ópticamente las señales de RF digital a múltiples DRUs vía las líneas de transmisión 214-1 a 214-N. La DHU 220 también recibe señales digitalizadas de RF sobre las líneas de transmisión 216-1 a 216-N desde una pluralidad de DRUs ya sea directamente o indirectamente vía las DEUs, reconstruye las señales analógicas de RF correspondientes y las aplica al BDA 211. En una realización, la DHU 220 recibe las señales directamente desde una pluralidad N de DRUs. Las señales son sumadas digitalmente y entonces convertidas a señales analógicas y transmitidas al BDA 211. En otra realización, la DHU 220 recibe directamente las señales desde una o más DEUs y una o más DRUs. De nuevo, son todas sumadas digitalmente y entonces convertidas a señales analógicas y transmitidas al BDA 211. Las señales recibidas a través de las líneas de transmisión 216-1 a 216-N pueden ser recibidas directamente desde una DRU o las señales que son recibidas por una DEU y sumadas en conjunto y entonces transportadas vía las 216-1 a 216-N a la DHU 220 para la suma y conversión adicionales para transportar al BDA 211. Las DEUs proporcionan una forma de ampliar el área de cobertura área y las señales sumadas digitalmente recibidas desde las DRUs u otras DEUs para la transmisión en la ruta de vuelta a otros DEUs ó la DHU 220. En una realización, las líneas de transmisión 214-1 a 214-N y las 216-1 a 216-N forman pares de fibras multimodo. En una realización alternativa, cada par de fibra es reemplazado por una fibra de modo único, llevando señales ópticas bidireccionales a través de la utilización de multiplexación de división de longitud de onda (WDM). En una realización alternativa, las líneas de transmisión 214-1 a 214-N y las 216-1 a 216-N comprenden fibras de modo único. En una realización, N es igual a seis. En una realización alternativa, el número de las líneas de transmisión en la dirección de la ruta de ida 214-1 a 214-N no es igual al número de las líneas de transmisión en la dirección de la ruta de vuelta 216-1 a 216-N.

La figura 3 es un diagrama de bloques de una realización alternativa de un sistema de comunicación mostrado de manera general en 300 y construido de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención. El sistema de comunicación 300 incluye una estación base 310 acoplada a una DHU 320. La estación base 310 incluye los transmisores y los receptores convencionales 323 y 328, respectivamente y el controlador de radio convencional o circuito de la interfaz 322 a una MTSSO o una red de teléfono conmutada. La DHU 320 está acoplada a la estación base 310. La DHU 320 también está acoplada a las líneas de transmisión 314-1 a 314-M, que transmiten en la dirección de la ruta de ida y las líneas de transmisión 316-1 a 316-M, que transmiten en la dirección de la ruta de vuelta. La DHU 320 convierte esencialmente el espectro RF a digital en la ruta de ida y desde digital a analógica en la ruta de vuelta. En la ruta de ida, la DHU 320 recibe la señal de RF combinada desde los transmisores 323, digitaliza la señal combinada y la transmite en formato digital sobre las fibras 314-1 a 314-M, que están conectadas

directamente a una pluralidad de DRUs o indirectamente a una o más DRUs mediante una o más DEUs.

En una realización, la DHU 320 recibe las señales directamente de una pluralidad M de DRUs. Las señales son sumadas digitalmente y entonces convertidas a señales analógicas y transmitidas a la estación base 310. En otra realización, la DHU 320 recibe las señales directamente desde una o más DEUs y desde una o más DRUs. Una vez más, las señales son todas sumadas digitalmente y entonces convertidas a señales analógicas y transmitidas a la estación base 310. Las señales recibidas vía las líneas de transmisión 316-1 a 316-M pueden ser recibidas directamente desde una DRU o las señales que son recibidas por una DEU y sumadas en conjunto y entonces transportadas a través de 316-1 a 316-M a la DHU 320 para la suma y conversión adicionales para el transporte a la estación base 210. Las DEUs proporcionan una manera de ampliar el área de cobertura mediante la división de las señales en la ruta de ida y sumar digitalmente las señales recibidas desde las DRUs u otras DEUs en la ruta de vuelta para la transmisión aguas arriba a otras DEUs o una DHU. En el ruta de vuelta, la DHU 320 también recibe señales digitalizadas de RF sobre las fibras 316-1 a 316 M desde una pluralidad de DRUs, bien directa o bien indirectamente a través de las DEUs, reconstruye la señal analógica de RF correspondiente y la aplica a los receptores 328.

En una realización, las líneas de transmisión 314-1 a 314-M y 316-1 a 316 M comprenden pares de fibra multimodo. En una realización alternativa, cada par de fibra es reemplazado por una fibra única que llevan las señales ópticas bidireccionales a través de la utilización de multiplexación por división de longitud de onda (WDM). En una realización alternativa, las líneas de transmisión 314-1 a 314-M y 316-1 316-M comprenden fibras mono modo. En una realización, M es igual a seis. En la realización alternativa, el número de líneas de transmisión en la dirección de la ruta de ida 314-1 a 314-M no es igual al número de las líneas de transmisión en la dirección de la ruta de vuelta 316-1 a 316 M.

Refiriéndose ahora a la figura 4, en la misma está mostrada una realización de una DHU 420 construida de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención. La DHU 420 incluye un convertidor 491 de RF a digital que recibe las señales combinadas de RF desde un dispositivo de interfaz inalámbrica tal como una estación base, BDA o los similares. El convertidor 491 de RF a digital proporciona un flujo de tráfico digitalizado que es transmitido al multiplexador 466. El multiplexador 466 convierte la emisión paralela del convertidor A/D en un flujo de bits serie enmarcado. En la salida del multiplexor está una puerta lógica Si 1 a P (fan out buffer) 407, que divide las formas de señal digital P. Hay transmisores ópticos P 431-1 a 431-P cada uno alimentando cada una de las líneas de transmisión óptica 414-1 a 414-P. Las señales digitalizadas son aplicadas a las fibras 414-1 a 414-P para la transmisión a las DRUs correspondientes bien directamente o por medio de DEUs. En una realización, P es igual a 6.

En una realización, la DHU 420 incluye un amplificador 450 que recibe la señal combinada de RF desde un dispositivo de interfaz inalámbrico tal como una estación base o un BDA. La señal combinada de RF es amplificada y entonces mezclada mediante el mezclador 452 con una señal recibida desde el oscilador local 468. El oscilador local 468 esta acoplado al oscilador de referencia 415. En una realización, el oscilador local está acoplado al circuito del divisor de frecuencia 470, que a su vez está acoplado al oscilador de referencia 415. El oscilador local está bloqueado al oscilador de referencia 415 como un reloj maestro de tal manera que la conversión descendente de las señales de RF es la misma que la conversión ascendente. El resultado es extremo a extremo, de la DHU a la DRU o la DHU a una o más DEUs a la DRU, sin cambio de frecuencia en las señales recibidas y transmitidas. El oscilador local 463 está también acoplado a un circuito sintetizador 476.

La señal de salida del mezclador 452 es proporcionada al amplificador 454, amplificada y entonces filtrada mediante el filtro de frecuencia intermedia (IF) 456. La señal resultante es la señal combinada de RF convertida descendientemente a una señal de IF. La señal de IF es mezclada con otra señal con origen desde el oscilador de referencia 415 mediante el mezclador 460. La salida del mezclador 460 es sumada en conjunto en 462 con una señal producida mediante un dispositivo de puerta programable de campo (FPGA) 467. La salida es convertida entonces desde una señal analógica a una señal digital vía el convertidor analógico/digital (A/D) 464 una vez convertida la señal de RF digital es aplicada al multiplexador 466. En una realización el convertidor A/D 464 es un convertidor de 14 bits que maneja una señal de 14 bits. En otras realizaciones, el convertidor A/D 464 puede ser de cualquier tamaño con el fin de acomodar una señal apropiada. En una realización, la señal de entrada desde el FPGA 467 es una señal tramada desde el circuito tramado 462 que añade ruido de banda limitado con el fin de mejorar el rango dinámico de la señal de RF.

En una realización, LA DHU 420 incluye una corriente alterna al circuito de distribución de energía de corriente continua 6 que proporciona la energía de corriente continua a cada uno de las DRUs acoplada a la DHU 420.

La DHU 420 incluye además una pluralidad de receptores ópticos digitales 418-1 a 418-p en la ruta de vuelta. Los receptores 418-1 418-P emiten cada uno una señal digital electrónica, que es aplicada al reloj y a los circuitos de recuperación de bits 445-1 a 445-P, respectivamente, para la el reloj y la recuperación de bits de las señales electrónicas. Las señales son entonces aplicadas a los demultiplexadores 441-1 a 441-P, respectivamente, los cuales extraen las señales digitalizadas generadas en las DRUs, tal y como será explicado con detalle más abajo. Los demultiplexadores 441-1 a 441-P extraen, además, la información de alarma (monitorizada) y de voz,

enmarcadas con las señales digitales. La emisión de las señales digitalizadas en cada demultiplexador 441-1 a 441-P son entonces aplicadas al FPGA 467 donde las señales son sumadas en conjunto y entonces aplicadas al convertidor digital a RF 495. El convertidor 495 funciona sobre la suma de las señales digitalizadas extraídas por los demultiplexadores 441-1 a 441-P reconstruyendo réplicas de banda base de las señales de RF, recibidas en todas las unidades digitales remotas. Las réplicas de banda base son entonces convertidas ascendientemente a su radio frecuencia original mediante el mezclado con un oscilador local 482 y filtradas con el fin de retirar las frecuencias de imagen. El oscilador local 482 está acoplado al sintetizador 476 y al oscilador de referencia tal y como se ha explicado más arriba con respecto al oscilador local 468.

En una realización, el convertidor de digital a RF 495 incluye el convertidor de digital a analógico (D/A) 484 acoplado a una salida de FPGA 467, las señales digitalizadas de RF son convertidas a señales analógicas de RF y entonces mezcladas con una señal desde el oscilador de referencia 415 por el mezclador 492. La señal es entonces filtrada por el filtro de IF 490 y amplificada por el amplificador 488. La señal resultante es entonces mezclada una señal desde el oscilador local 482 y entonces aplicada al filtro RF 484, al amplificador 480 y al filtro de RF 478 para la transmisión mediante un dispositivo de interfaz inalámbrica tal como una BDA o estación base.

En una realización, el FPGA 467 incluye un circuito de alarma/control 474, que extrae los bits sin datos (overhead bits) de las DRUs con el fin de monitorear la información de error y de alarma. En una realización, el FPGA 467 incluye un sumador 498, que matemáticamente suma en conjunto las señales digitales de RF recibidas de las fibras 416-1 a 416-P. En otra realización, el FPGA incluye un circuito de algoritmo de desbordamiento 486 acoplado a la salida del sumador 486. El circuito del algoritmo 496 permite que las señales de RF digitales sumadas saturen y mantengan la señal sumada dentro de un número definido de bits. En una realización, el circuito de algoritmo incluye un limitador. En una realización, las señales de la RF son señales de 14 bits y cuando están sumadas y limitadas mediante el sumador 498 y por algoritmo de desbordamiento 496 dan como resultado una señal de salida de 14 bits.

Por ejemplo, en una realización, cada una de las señales digitales de RF recibidas desde las fibras 416-1 a 416-P, donde P es igual a 6, comprende entradas de 14 bits. Todas de esas 6 entradas de 14 bits diferentes entonces van en el sumador 498. Con el fin de permitir el desbordamiento, es necesaria por lo menos 17 bits de resolución en el sumador 498 con el fin de manejar el peor escenario donde todos los 6 de las entradas de 14 bits son escala completa en el mismo tiempo. En esta realización, es empleado un sumador ancho 498 de 17 bits con el fin de manejar ese rango dinámico. Saliendo del sumador 498 se necesita una señal de 14 bits yendo en la ruta de vuelta. En una realización, es implementado un circuito de algoritmo 496 para manejar el desbordamiento. En una realización, el sumador 498 y el algoritmo de desbordamiento 496 están incluidos en el FPGA 467. En una realización, el algoritmo de desbordamiento 496 actúa como un limitador y permite a la suma saturar y mantener la señal sumada dentro de 14 bits. En una realización alternativa, el circuito de algoritmo de desbordamiento 496 controla la ganancia y escala dinámicamente la señal con el fin de manejar las condiciones de desbordamiento.

La figura 8 ilustra una realización de un algoritmo 863 para un sumador de canal 865 con el fin de limitar a efectuar la suma de las señales de entrada 0 a 5 a 14 bits. En esta realización, las señales de entrada 0 a 5 comprende 6 señales que son sumadas en conjunto por el sumador 865. La suma de las señales de entrada 0 a 5 es reducida a una señal que tiene 14 bits o menos por el algoritmo 863. Está entendido que el algoritmo 865 es un ejemplo y esto no significa restringir el tipo de algoritmo usado para limitar la suma de las señales de 0 a 5 a 14 bits o menos.

Por ejemplo, cuando la suma de las 6 señales de entrada 0 a 5 es mayor o igual a 13 FFBh entonces la suma es dividida por 6 para una señal de que es de 14 bits o menos. Cuando la suma de las 6 señales de entrada 0 a 5 es mayor que 13FFBh pero menor o igual a FFFCh entonces la suma es dividida por 5 para una señal de que es de 14 bits o menos. Cuando la suma de las 6 señales de entrada 0 a 5 es mayor que FFFCh pero menor que BFFDh entonces la suma es dividida para una señal que es de 14 bits o menos. Cuando la suma de las 6 señales de entrada 0 a 5 es mayor que BFFDh pero menor que 7FFEh entonces la suma es dividida por 3 para una señal que es de 14 bits o menos. Finalmente, cuando la suma de las 6 señales de entrada 0 a 5 es mayor que 7FFEh pero menor o igual a 3FFFh entonces la suma es dividida por 2 para una señal que es de 14 bits o menos.

La figura 5 es un diagrama de bloques de una realización de una unidad digital remota (DRU) 540 construida de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención. Un receptor digital óptico 501 recibe el flujo de datos digitales óptico transmitido desde una DHU directamente o a través de una DEU. El receptor 501 convierte el flujo de datos ópticos a una serie correspondiente de impulsos eléctricos. Los impulsos eléctricos son aplicados al circuito de recuperación de bits y reloj 503. La serie de impulsos eléctricos pulsos es entonces aplicada al demultiplexador 505. El demultiplexador 505 extrae las señales digitalizadas de tráfico y convierte las señales de serie a paralelo. La señal de salida paralela es entonces a digital al convertidor digital a RF 595 para la conversión a RF y la transmisión al duplexador 547. El convertidor de RF 595 está conectado a la antena principal 599 a través de un duplexador 547. De acuerdo con ello, las señales de radio frecuencia que tienen su origen en un dispositivo de interfaz inalámbrica son transmitidas desde la antena principal 599.

En una realización, el convertidor de RF a digital 595 incluye un convertidor digital a analógico (D/A) 509, que reconstruye la señal analógica de RF la aplica a IF 504 y al amplificador 506. La señal analógica es mezclada con una señal de salida del oscilador de referencia 515 mediante el mezclador 502. La salida del amplificador de 506 es

mezclada con una señal del oscilador local 519 que bloquea la señal de RF con la señal digital de retorno a través de oscilador de referencia 515 que está acoplado al oscilador local 519. En una realización, el oscilador de referencia es acoplado al divisor de frecuencia 517 que a su vez está acoplado a los osciladores locales 519 y 529. Los osciladores locales 519 y 529 también están acoplados al sintetizador 521 que está acoplado al dispositivo lógico programable 525.

Las señales de RF recibidas en la antena principal 599 son pasadas a través del duplexador 547 al convertidor de RF a digital 593. Las señales de RF son convertidas en señales digitales y entonces aplicadas al multiplexador 536 convertidas de paralelo a serie y transmitidas ópticamente a través del transmisor óptico 532 a la DEU o a la DHU.

En una realización, el convertidor de RF a digital 593 incluye un primer amplificador 543 que recibe las señales de RF desde el duplexador 547, amplifica las señales y las transmite al atenuador digital 539. En una realización, el amplificador 543 es un amplificador de ruido bajo. El atenuador digital 539 recibe las señales amplificadas y atenúa digitalmente la señal para controlar los niveles en caso de una situación de sobrecarga. El convertidor de RF a digital 593 incluye además un segundo amplificador 537, que recibe las señales atenuadas, amplifica las señales y aplica las señales amplificadas al mezclador 535. El mezclador 535 mezcla la señal amplificada con una señal recibida del oscilador local 529. Las señales resultantes son aplicadas a un tercer amplificador 533, un filtro de IF 548 y un cuarto amplificador 546 en serie para la conversión descendente a una señal de IF. La señal de IF es mezclada entonces con una señal desde el oscilador de referencia 515 y la señal mezclada es sumada con una señal de circuito de tramado 527. La señal resultante es aplicada al convertidor de analógica a digital a 538 y convertida a una señal digital. La señal digital de salida es entonces aplicada a un multiplexador 536. En una realización, el multiplexador 536 multiplexa la señal junto con un par de bits adicionales con el fin de enmarcar y controlar la información. En una realización, el multiplexador 536, el circuito de recuperación de bits y reloj y el demultiplexador 505 comprenden un circuito integrado auxiliar multiplexador.

El circuito lógico programable 525 programa el sintetizador 521 para el oscilador de referencia y para la conversión ascendente y descendente de los osciladores locales 519 y 529. El circuito lógico programable 525 busca las condiciones de error, para fuera de las condiciones de bloqueo en los osciladores e informa de los modos de error y busca la condición de desbordamiento en el convertidor A/D 538. Si se produce una condición de desbordamiento el circuito lógico programable 525 indica que existe saturación y adiciona algo de atenuación extra en el atenuador digital 539 con el fin de reducir los niveles de señal de RF que proceden desde la antena de RF 599 y protegen el sistema de sobrecarga.

En una realización, la DRU 540 incluye un sistema de distribución eléctrica de corriente continua 5. En una realización, el sistema de distribución recibe 48 V de CC y distribuye internamente 3 salidas de +3,8V, +5,5V y +8V.

La figura 6 es un diagrama de bloques de una realización de una unidad de expansión digital (DEU) 630 construida de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención. La DEU 630 está diseñada para recibir las señales ópticas y transmitir las señales ópticas. Un receptor óptico 651 recibe las señales digitalizadas de RF y las transmite al reloj y al circuito de recuperación de bits 653 que realiza recuperación de los bits y el reloj con el fin de cerrar el reloj local y limpiar la señal. Las señales son entonces divididas en señales digitales X RF por la puerta lógica Si (fan out buffet) 607. Las señales son entonces transmitidas a través de los transmisores ópticos de 655-1 a 655-X a X unidades de recepción tales como las DEUs o las DRUs. Las unidades de recepción X recibir pueden ser cualquier combinación de DEUs o de DRUs. En una realización, X es igual a seis.

La DEU 630 también incluye los receptores ópticos 669-1 a 669-X, que reciben las señales digitalizadas de RF directamente desde las DRUs o indirectamente a través de las DEUs. Durante el funcionamiento las señales son recibidas, aplicadas a los circuitos de recuperación de bits y reloj 673-1 a 673-X respectivamente con el fin de cerrar el reloj local y limpiar las señales y entonces aplicarlas a demultiplexadores 671-1 a 671-X. Cada uno de los demultiplexadores 671-1 a 671-X extrae el tráfico digitalizado y aplica las muestras al dispositivo de puerta programable de campo 661. Las señales son sumada en conjunto digitalmente y transmitidas al multiplexador 657, que multiplexa señal junto con un par de bits extra con el fin de enmarcar y control la información. De manera adicional, el multiplexador 657 convierte las señales paralelas a serie. Las señales son entonces aplicadas al transmisor óptico 659 para la transmisión adicional. En una realización, las señales son transmitidas directamente a una DHU o indirectamente a través de una o más DEUs adicionales.

En una realización, el FPGA 661 incluye el sumador 665, que suma matemáticamente en conjunto las señales digitales de RF recibidas desde los demultiplexadores 671-1 a 671-X. En otra realización, el FPGA 661 incluye circuito de algoritmo de desbordamiento 663 acoplado a la salida del sumador 665. El circuito de algoritmo 663 permite que las señales digitales sumadas de RF saturen y mantengan la señal sumada dentro de un número definido de bits. En una realización, el circuito de algoritmo incluye un limitador. En una realización, las señales de RF son señales de 14 bits y cuando están sumadas y limitadas mediante el sumador 665 y algoritmo de desbordamiento 663 dan como resultado una señal de salida de 14 bits.

En una realización, la DEU 630 incluye un sistema de distribución eléctrica de corriente continua que proporciona energía de corriente continua a cada una de las DRUs acopladas a la DEU 630.



En una realización alternativa, la unidad de anfitrión digital (la DHU) y el dispositivo de interfaz inalámbrica (WID) está ubicados a alguna distancia del edificio que está siendo servido. La DHU en el edificio es reemplazada por una DEU y el enlace entre esa DEU y la DHU situada remotamente es vía fibra mono modo. La figura 7 es un diagrama de bloques de esta realización. Una estación base de micro célula mostrada de manera general en 700 incluye los transmisores y receptores convencionales 723 y 728, respectivamente y el controlador de radio convencional o el circuito de interfaz 722. En la ruta de ida, una DHU 767 recibe la señal combinada de RF desde los transmisores 723, digitaliza la señal combinada y la transmite en formato digital sobre fibra mono modo a una DEU. En la ruta de vuelta, la DHU 767 recibe la señal digitalizada de RF desde una DEU, reconstruye la señal analógica correspondiente de RF y la aplica a los receptores 728.

En otra realización alternativa, el dispositivo de interfaz inalámbrico (WID) es un software definido de estación base y la interfaz entre el la DHU y el WID toma lugar digitalmente, eliminando la necesidad del circuito de la conversión de RF a digital en la DHU.

### **Conclusión**

Ha sido descrito un sistema de transporte digital de radiofrecuencia. El sistema de transporte incluye una unidad de anfitrión digital y por lo menos dos unidades digitales remotas acopladas a la unidad de anfitrión digital. La unidad de anfitrión digital incluye los circuitos compartidos que realizan la distribución simultánea bidireccional de radio frecuencia digital entre la unidad de anfitrión digital y las por lo menos dos unidades digitales remotas.

De manera adicional, ha sido descrito un sistema de transporte de radiofrecuencia digital. El sistema de transporte incluye una unidad de anfitrión digital y la por lo menos una unidad digital de expansión acoplada a la unidad de anfitrión digital. El sistema de transporte incluye además por lo menos dos unidades digitales remotas, cada una de ellas acoplada a uno de entre la unidad de anfitrión digital y la unidad digital de expansión. La unidad de anfitrión digital incluye los circuitos compartidos que realizan la distribución de radiofrecuencia digital simultánea bidireccional entre la unidad de anfitrión digital y las por lo menos dos unidades de control digitales remotas.

Además, ha sido descrito un método de realizar el transporte de radio frecuencia de punto a multipunto. El método incluye recibir las señales analógicas de radio frecuencia en una unidad de anfitrión digital y convertir las señales analógicas de radio frecuencia a señales digitalizadas de radio frecuencia. El método incluye también dividir las señales digitalizadas de radio frecuencia en una pluralidad de señales digitales de radio frecuencia y ópticamente transmitir las señales digitales de radiofrecuencia a una pluralidad de unidades digitales remotas. El método incluye además la recepción de las señales digitales de radio frecuencia en una pluralidad de unidades digitales remotas, la conversión de las señales digitales de radio frecuencia a señales analógicas de radio frecuencia y la transmisión de las señales vía una antena principal de radio frecuencia a cada una de la pluralidad de las unidades digitales remotas.

Aunque en este documento han sido ilustradas y descritas las realizaciones específicas será apreciado por aquellos de habilidad normal en la Técnica que cualquier configuración que esté calculada con el fin de lograr el mismo propósito puede ser sustituida por las realizaciones específicas mostradas. Por ejemplo, una unidad digital remota no está limitada a la recepción, suma y división y transmisión de las señales digitales de radio frecuencia. En otras realizaciones, la unidad de anfitrión digital es capaz de recibir y sumar las señales analógicas de radio frecuencia de manera adicional o en lugar de las señales digitales de radio frecuencia. Asimismo, la unidad de anfitrión digital es capaz de dividir y transmitir las señales analógicas de radio frecuencia de manera adicional o en lugar de las señales digitales de radio frecuencia. Esta solicitud pretende cubrir cualesquiera adaptaciones o variaciones de la presente invención.

**REIVINDICACIONES**

1. Una unidad de anfitrión digital (20, 420) acoplada comunicativamente a una pluralidad de unidades de control digitales remotas (40, 540), comprendiendo la unidad de anfitrión digital (20, 420) una interfaz de radio frecuencia con el fin de recibir una señal analógica de radio frecuencia original de la ruta de ida desde un dispositivo de interfaz inalámbrico (10, 211, 310) y comunicar una señal analógica de radio frecuencia de la ruta de ida al dispositivo interfaz inalámbrico (10, 211, 310), en donde cada una de la pluralidad de unidades digitales remotas (40 540) recibe una señal analógica original de radio frecuencia respectiva de la ruta de vuelta que comprende un espectro de radio frecuencia de la ruta de vuelta y en donde cada una de la pluralidad de las unidades digitales remotas (40, 540) genera las muestras digitales respectivas de la ruta de vuelta de la señal analógica original de radio frecuencia recibida en esa unidad digital remota;  
**Y caracterizada en que** la unidad de anfitrión digital (20, 420) comprende:  
 Un convertidor de analógico a digital (464) con la finalidad de convertir la señal analógica de radio frecuencia original de la ruta de ida a muestras digitales digital de la ruta de ida;  
 Por lo menos una interfaz de línea de transmisión (431-1, 431-2, 431-P, 418-1, 418-2, 418-P) con el fin de comunicar las muestras digitales de la ruta de ida a por lo menos una de la pluralidad de las unidades digitales remotas (40, 540) y para recibir las muestras digitales de la ruta de vuelta desde la pluralidad de las unidades digitales remotas (40, 540);  
 Un sumador digital (498) con el fin de sumar digitalmente las muestras digitales correspondientes de la ruta de vuelta recibidas desde la pluralidad de unidades digitales remotas (40, 540) con el fin de producir las muestras digitales sumadas de la ruta de vuelta; y  
 Un convertidor de digital a analógico (494) para convertir las muestras digitales sumadas de la ruta de vuelta a una señal analógica de radio frecuencia reconstruida de la ruta de vuelta.
2. La unidad de anfitrión digital (20, 420) de la reivindicación 1, en donde cada uno de por lo menos uno de la pluralidad de unidades digitales remotas (40, 540) a que la unidad de anfitrión digital (20, 420) comunica las muestras digitales convierte las muestras digitales de la ruta de ida a una señal reconstruida de radio frecuencia analógica de la ruta de ida.
3. La unidad de anfitrión digital (20, 420) de la reivindicación 1, en donde la unidad de anfitrión digital (20, 420) comprende un multiplexador (466) con el fin de enmarcar las muestras digitales de la ruta de ida para la comunicación a la pluralidad de unidades de digitales remotas (40, 540) como un flujo de bits de serie de la ruta de ida.
4. La unidad de anfitrión digital (20, 420) de la reivindicación 1, en donde cada una de la pluralidad de las unidades digitales remotas (40, 540) multiplexa las muestras digitales de la ruta de vuelta respectivo para la comunicación a la unidad de anfitrión digital (20.420) como una señal multiplexada de la ruta de vuelta respectiva multiplexado señal; y  
 En donde la unidad de anfitrión digital (20, 420) comprende por lo menos un demultiplexador (441) con la finalidad de extraer las muestras digitales de la ruta de vuelta respectiva desde las señales multiplexadas de la ruta de vuelta recibidas desde la pluralidad de las unidades digital remotas (40, 540).
5. La unidad de anfitrión digital (20, 420) de la reivindicación 1, en donde la unidad de anfitrión digital (20, 420) comunica la señal analógica de radio frecuencia reconstruida de la ruta de vuelta a por lo menos una estación base y, opcionalmente, en donde la señal analógica de radio frecuencia reconstruida de la ruta de vuelta es comunicada desde la unidad de anfitrión digital (20, 420) a la por lo menos una estación base utilizando por lo menos un amplificador bidireccional (211).
6. La unidad de anfitrión digital (20, 420) de la reivindicación 1, en donde el sumador digital (498) suma digitalmente las muestras digitales correspondientes de la ruta de vuelta, recibidas de la pluralidad de las unidades digitales remotas (40, 540) a una resolución mayor que una resolución de las muestras digitales estando sumadas de la ruta de vuelta.
7. La unidad de anfitrión digital (20, 420) de la reivindicación 1, en donde una segunda pluralidad de unidades digitales remotas (40') está acoplada comunicativamente a la unidad de anfitrión digital (20, 420) utilizando una unidad de expansión digital (30, 630) que está acoplada comunicativamente a la unidad de anfitrión digital (20, 420);  
 En donde cada una de la segunda pluralidad de las unidades digitales remotas (40') recibe una señal analógica original de radio frecuencia respectiva de la ruta de vuelta que comprende el espectro de radio frecuencia de la ruta de vuelta;  
 En donde cada una de la segunda pluralidad de las unidades digitales remotas (40') genera muestras digitales respectivas de la ruta de vuelta indicativas de la señal analógica original de radio frecuencia respectiva en la ruta de vuelta recibida en esa unidad digital remota (40');  
 En donde cada una de la segunda pluralidad de las unidades digitales remotas (40') comunica las muestras digitales respectivas de la ruta de vuelta, generadas por esa unidad digital remota (40') a la unidad de expansión digital (30, 630),

En donde la expansión digital unidad (30, 630) suma digitalmente las muestras digitales correspondientes de la ruta de vuelta recibidas de la segunda pluralidad de unidades digitales remotas (40') con el fin de producir las muestras digitales sumadas de la ruta de vuelta;

En donde la unidad de expansión digital (30, 630) comunica las muestras digitales de la ruta de vuelta sumadas a la unidad de anfitrión digital (20, 420); y

En donde la unidad de anfitrión digital (20, 420) suma digitalmente las muestras digitales de la ruta de vuelta recibidas desde la unidad de expansión digital (30, 630) con las muestras digitales correspondientes recibidas de la pluralidad de las unidades de digitales remotas (40, 540).

- 5
- 10 **8.** La unidad de anfitrión digital (20, 420) de la reivindicación 1, en donde el convertidor de digital a analógico (494) tiene una resolución de bits de entrada asociada y en donde la unidad de anfitrión digital (20, 420) está configurada para mantener las muestras digitales sumadas de la ruta de vuelta dentro de la resolución de bits de entrada asociada con el convertidor de digital a analógico (494).
- 15 **9.** Un método de distribución de señales de radio frecuencia que utiliza una unidad de anfitrión digital (20, 420) y una pluralidad de unidades digitales remotas (40, 540), método que comprende:
- 20 La recepción, en la unidad de anfitrión digital (20, 420), de una señal original analógica de radio frecuencia de la ruta de ida desde un dispositivo de interfaz inalámbrico (10, 211.310),  
La recepción en cada una de la pluralidad de las unidades digitales remotas (40, 540), una señal analógica de radio frecuencia original respectiva de la ruta de vuelta que comprende un espectro de radio frecuencia de la ruta de ida;
- 25 La generación, en cada una de la pluralidad de las unidades digitales remotas (40, 540), de las muestras digitales respectivas de la ruta de vuelta indicativas de la analógica de radio frecuencia original respectiva de la ruta de vuelta recibidas en esa unidad remota digital; y
- 30 La comunicación, en cada una de la pluralidad de las unidades digitales remotas (40, 540), de las muestras digitales respectivas de la ruta de vuelta, generadas por esa unidad digital remota a la unidad de anfitrión digital (20, 420) a través de una línea de transmisión (216, 316);  
**Y caracterizada por:**  
La conversión, en la unidad de anfitrión digital (20, 420), de la señal analógica de radio frecuencia original en ruta de ida a muestras digitales de la ruta de ida;
- 35 La comunicación de las muestras digitales de la ruta de ida a por lo menos una de la pluralidad de las unidades digitales remotas (40, 540) a través de por lo menos una línea de transmisión (214, 314)  
El sumado digital en la unidad anfitrión digital (20, 420), de las muestras digitales correspondientes del la ruta de vuelta recibidas desde la pluralidad de unidades digitales remotas (40, 540) para producir las muestras digitales sumadas de la ruta de vuelta; y  
La conversión, en la unidad de anfitrión digital (20, 420), de las muestras digitales sumadas de la ruta de vuelta a una señal analógica inalámbrica de radio frecuencia reconstruida de la ruta de vuelta.
- 40 **10.** El método de la reivindicación 9, en donde cada una de la pluralidad de las unidades digitales remotas (40, 540) multiplexa las muestras digital respectivas de la ruta de vuelta para la comunicación a la unidad de expansión digital como una señal multiplexada respectiva de la ruta de vuelta;
- 45 En donde el método comprende además, en la unidad de anfitrión digital (20, 420), para cada una de la pluralidad de las unidades digitales remotas (40, 540), la extracción de las muestras digitales respectivas de la ruta de vuelta desde la señal multiplexada respectiva de la ruta de vuelta recibida desde esa unidad digital remota.
- 50 **11.** El método de la reivindicación 9, en donde las muestras digitales correspondientes del la ruta de vuelta son sumadas digitalmente a una resolución mayor a una resolución de las muestras digitales estando sumadas de la ruta de vuelta.
- 55 **12.** El método de la reivindicación 9, en donde la conversión en la unidad de anfitrión digital (20, 420), las muestras digitales sumadas de la ruta de vuelta a las señales analógicas inalámbricas reconstruidas de radio frecuencia de la ruta de vuelta comprende la conversión, en la unidad de anfitrión digital (20, 420) de las muestras digitales sumadas de la ruta de vuelta a las señales analógicas inalámbricas reconstruidas de radio frecuencia de la ruta de vuelta utilizando una resolución de bits de entrada asociada; y  
En donde el método comprende además mantener resolución de bits de las muestras digitales sumados de la ruta de vuelta dentro de la resolución de bit de entrada asociada.
- 60 **13.** El método de la reivindicación 9, en donde por lo menos una unidad digital remota (40') está acoplada comunicativamente a la unidad de anfitrión digital (20, 420) utilizando por lo menos una unidad de expansión digital (30, 630).
- 65 **14.** La unidad de anfitrión digital (20, 420) de la reivindicación 1, en donde la por lo menos una interfaz de línea de transmisión (431-1, 431-2, 431-P, 418-1, 418-2, 418-P) incluye por lo menos un transmisor óptico (431-1,

431-2, 431-P, 418-1, 418-2, 418-P).

15. El método de la reivindicación 9, en donde la por lo menos una línea de transmisión (214.314) incluye por lo menos una fibra óptica (214, 314).

5

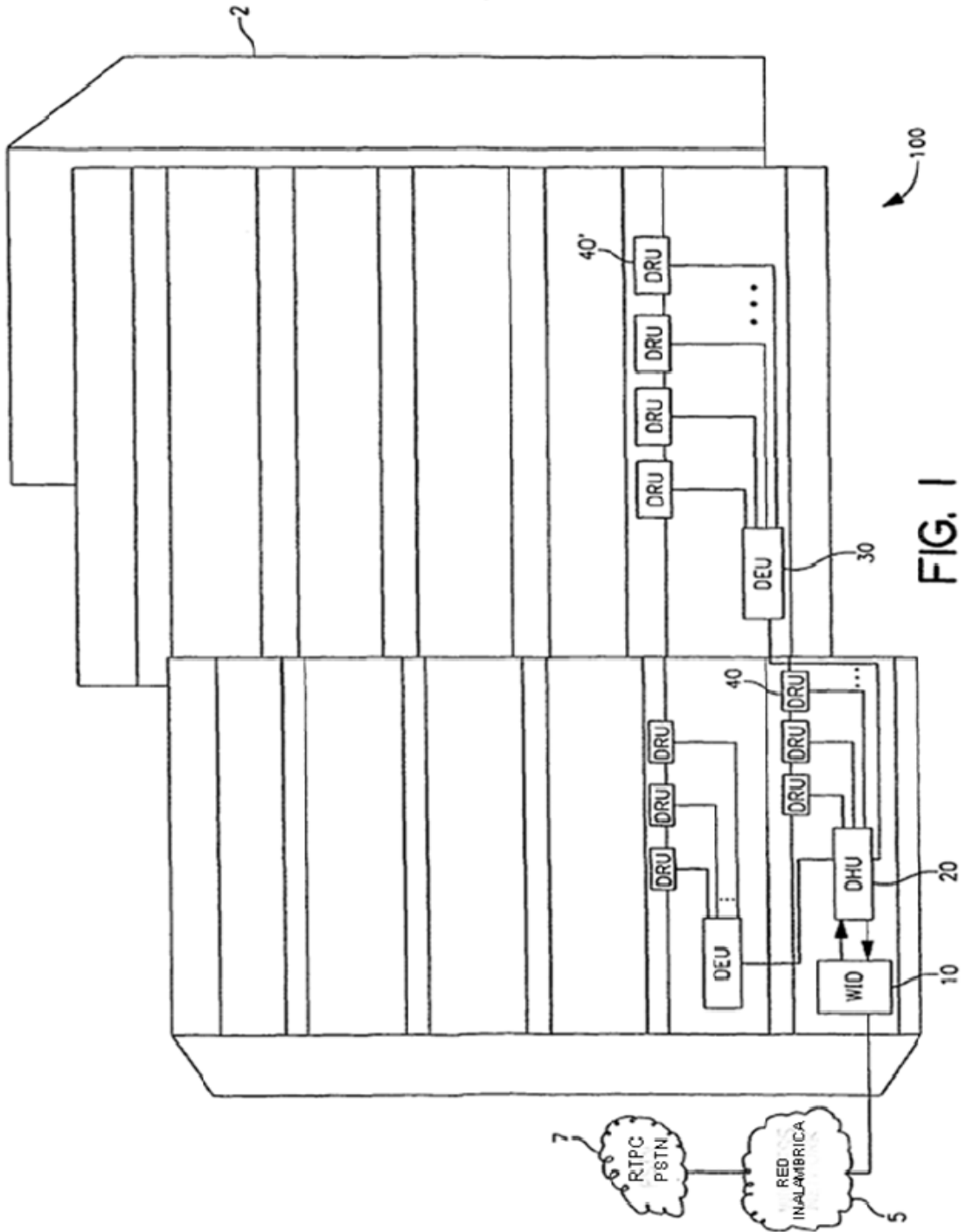


FIG. 1

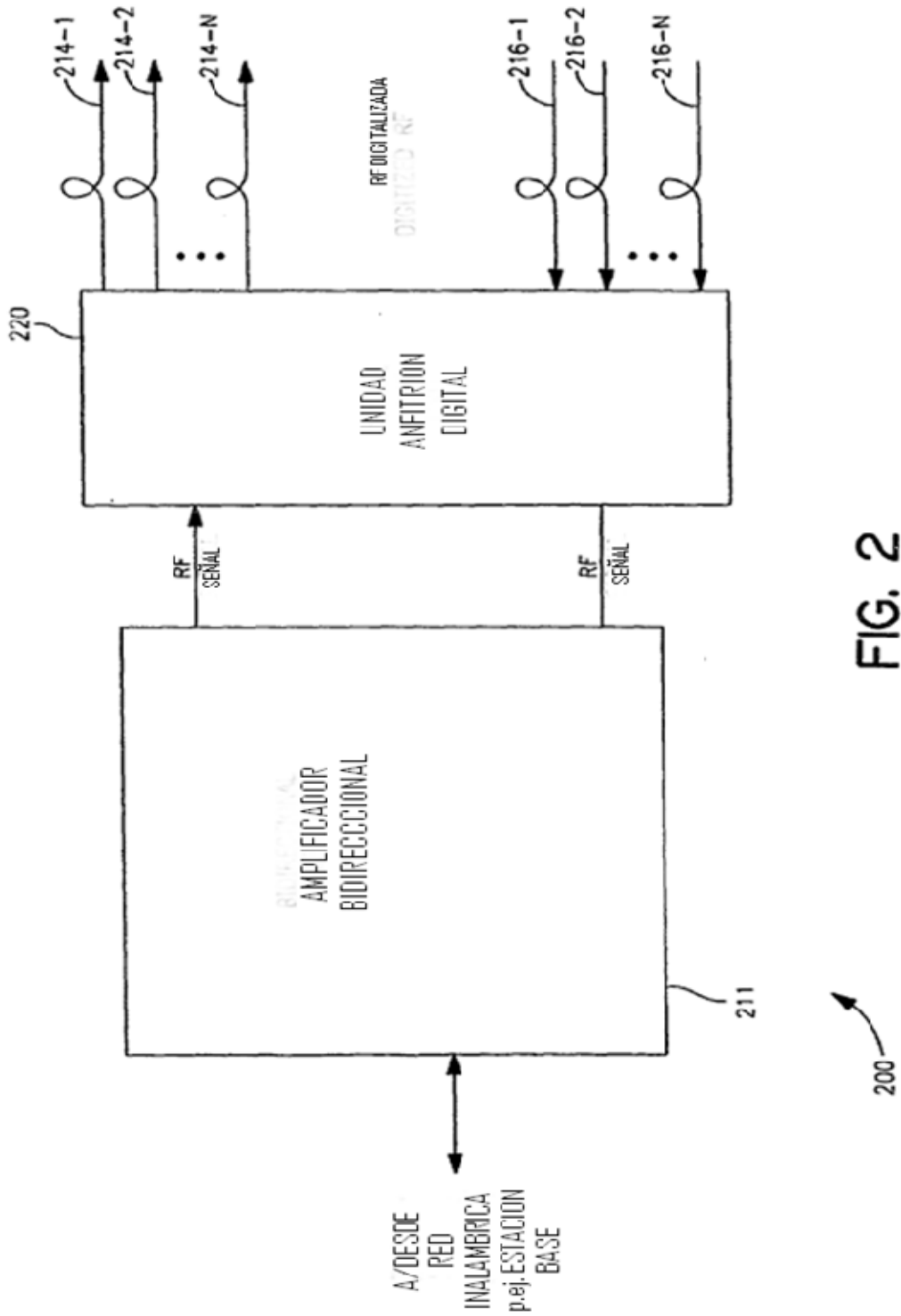


FIG. 2

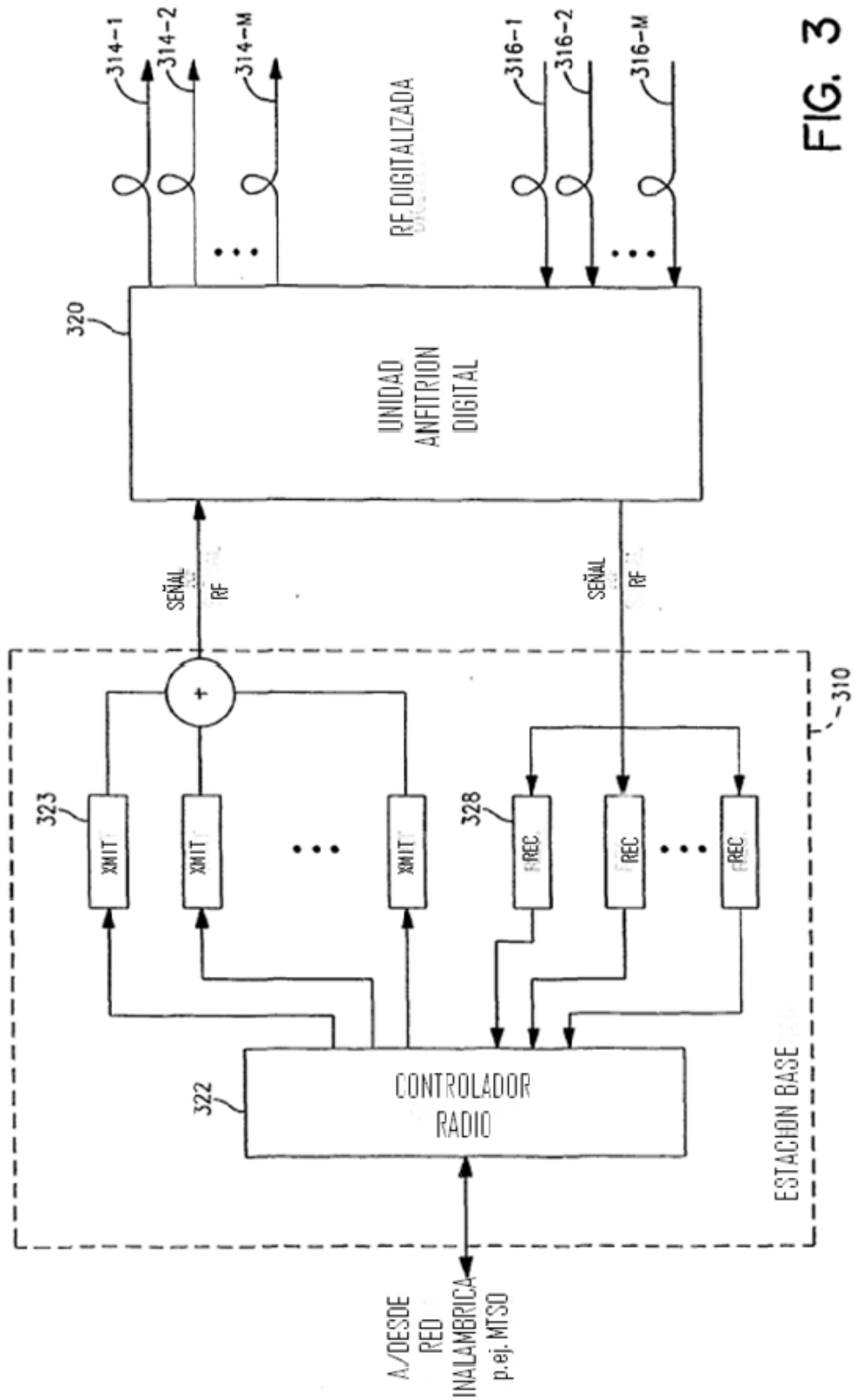
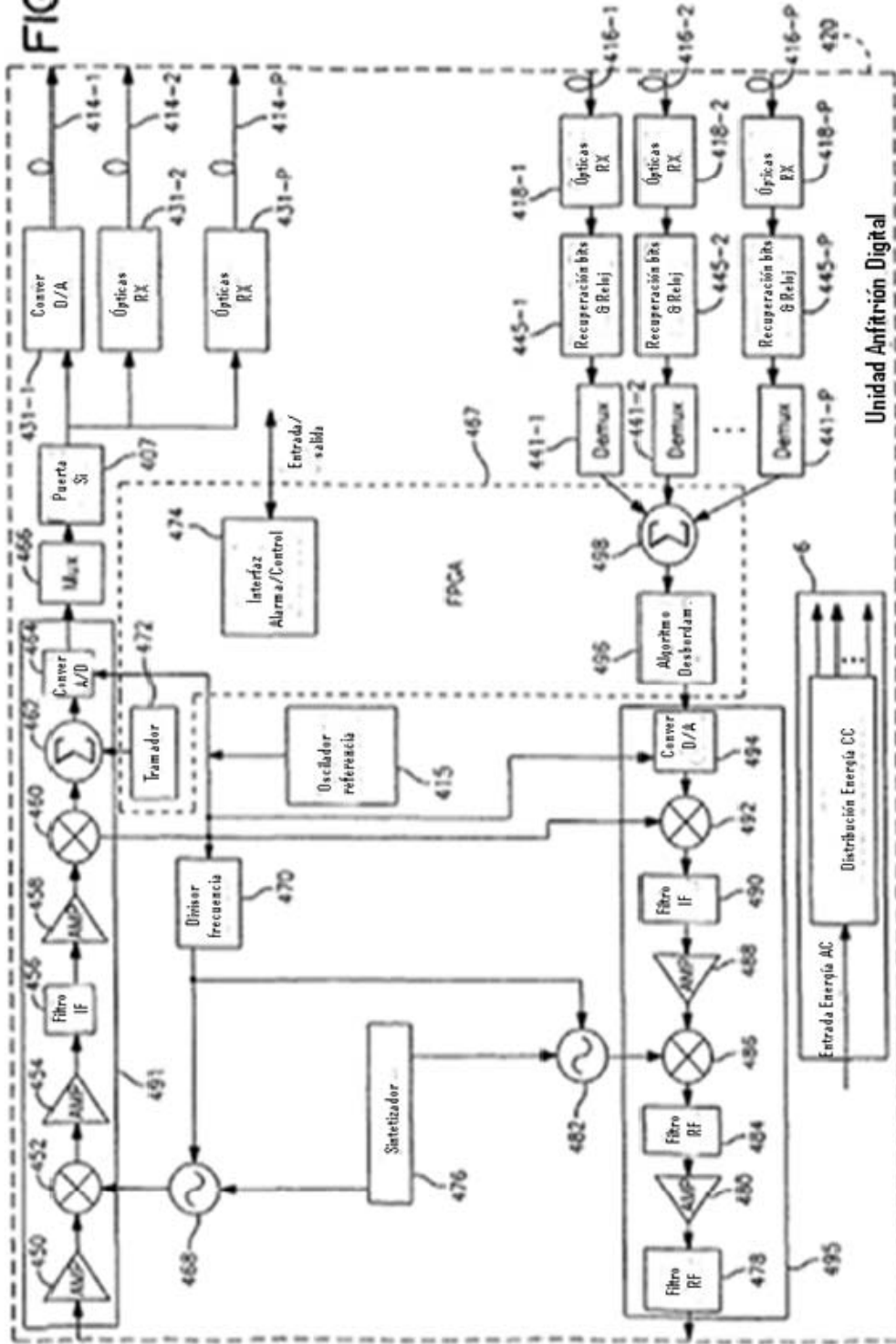


FIG. 3

FIG. 4





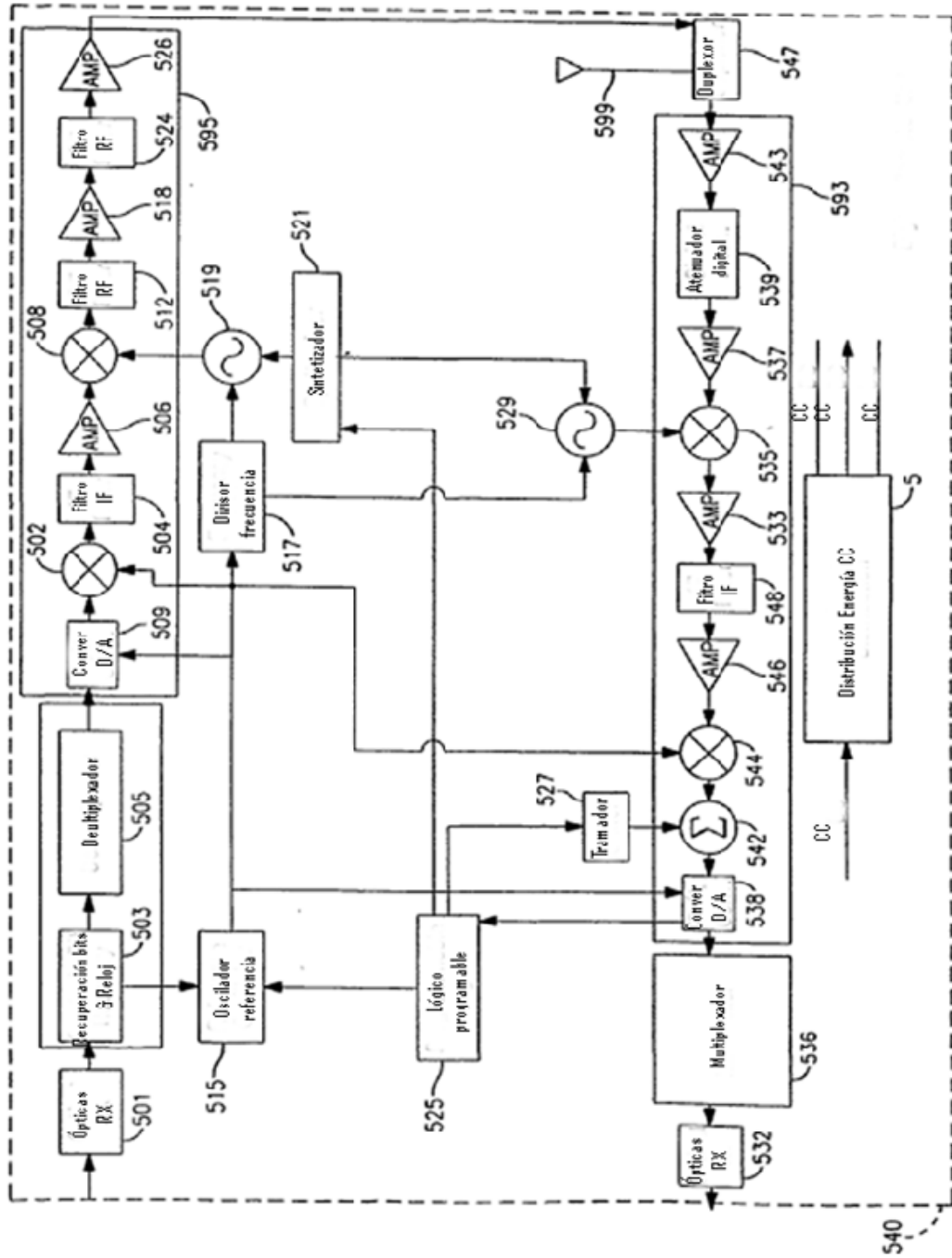


FIG. 5

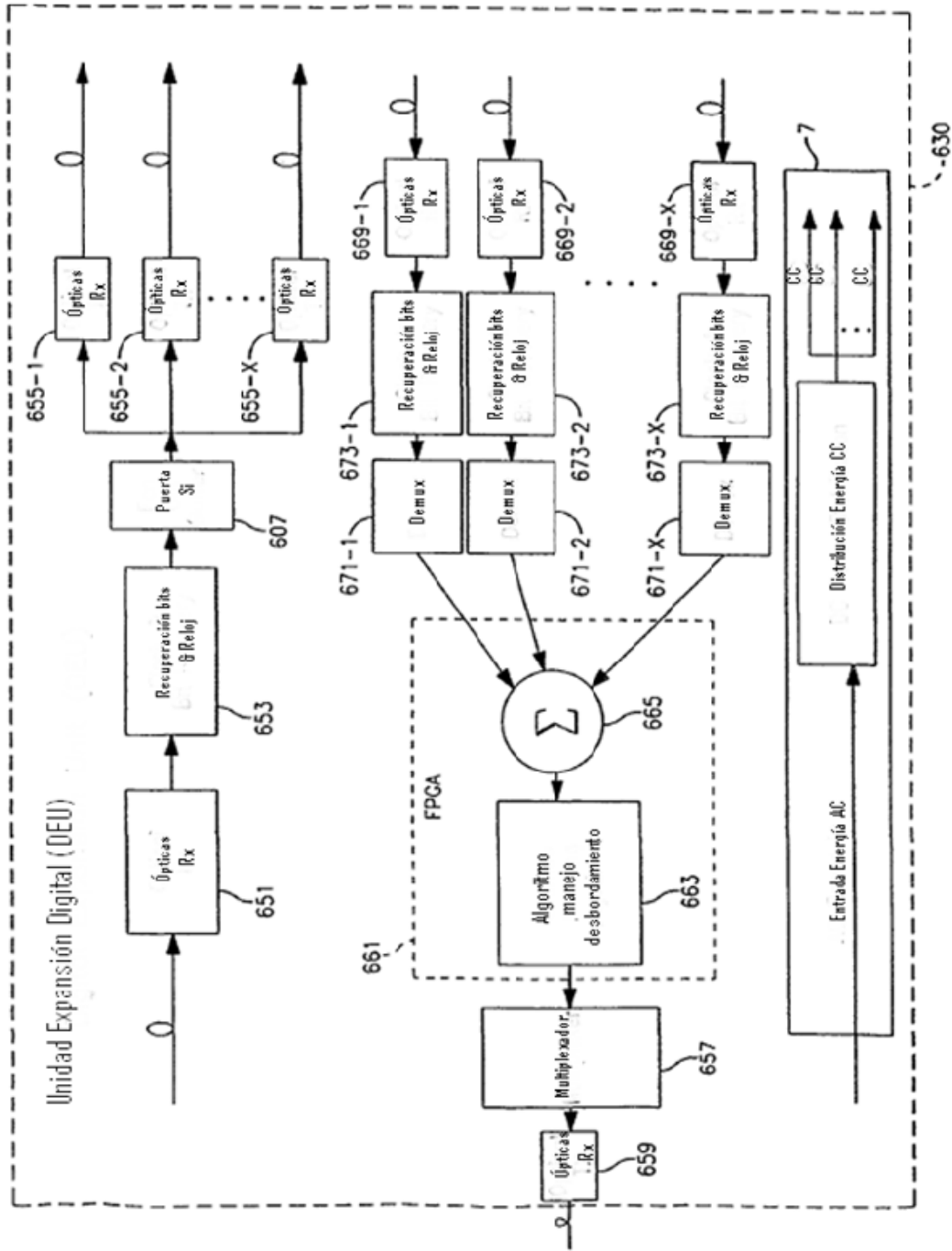


FIG. 6

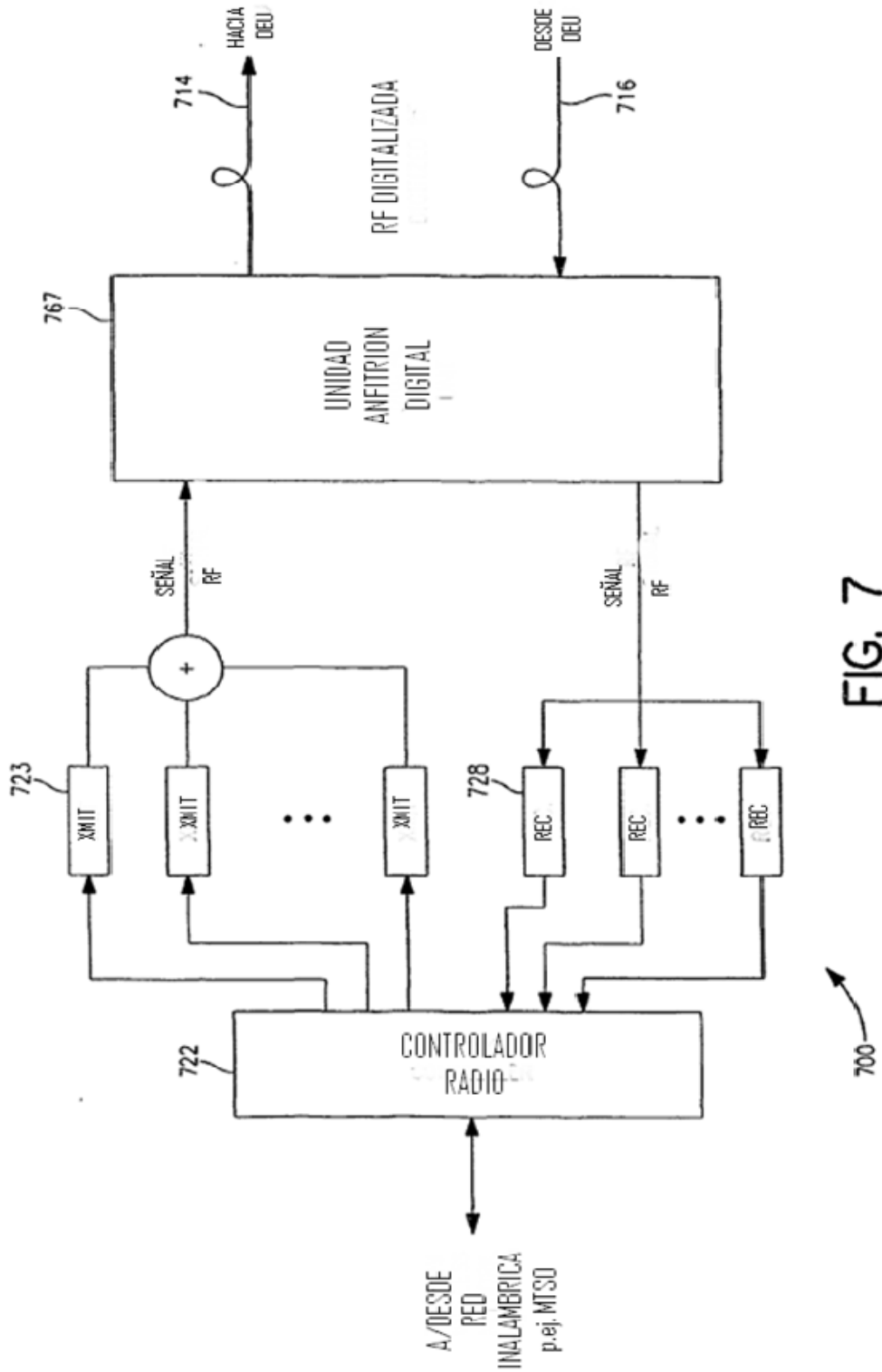


FIG. 7

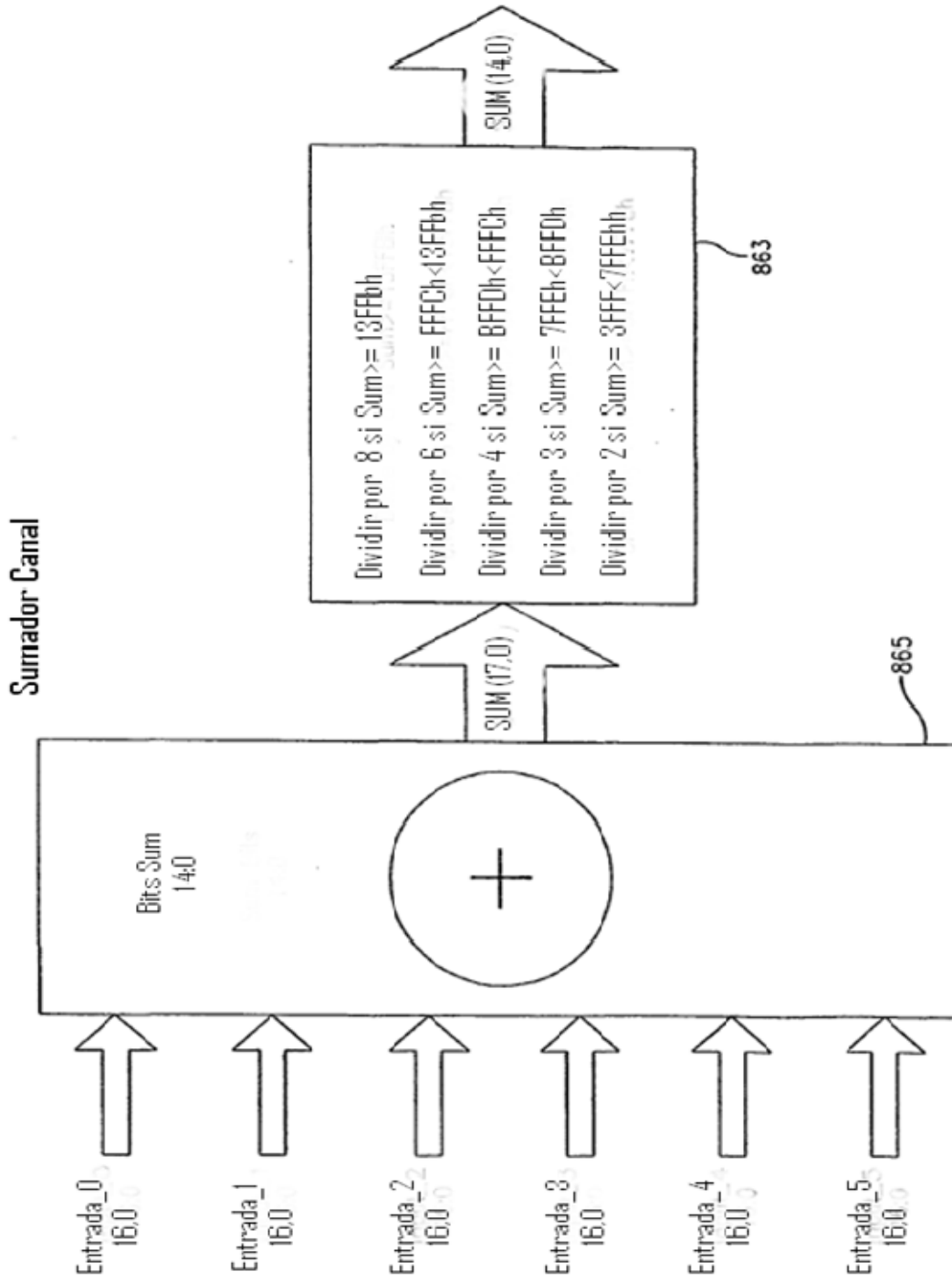


FIG. 8