

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 531 338**

51 Int. Cl.:

H04B 7/04 (2006.01)

H04L 7/00 (2006.01)

H04J 3/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.07.2011 E 11813094 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.12.2014 EP 2599240**

54 Título: **Reloj de referencia digital distribuida**

30 Prioridad:

28.07.2010 US 845060

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

13.03.2015

73 Titular/es:

**ADC TELECOMMUNICATIONS, INC. (100.0%)
13625 Technology Drive
Eden Prairie, MN 55344-2552 , US**

72 Inventor/es:

**UYEHARA, LANCE, K.;
FISCHER, LARRY, G.;
HART, DAVID y
ZAVADSKY, DEAN**

74 Agente/Representante:

LÓPEZ CAMBA, María Emilia

ES 2 531 338 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

Reloj de referencia digital distribuida.

5 **REFERENCIAS CRUZADAS CON LAS SOLICITUDES RELACIONADAS**

La presente solicitud se relaciona con la comúnmente asignada y co-pendiente solicitud de patente US Serial No. 11/150.820 (en lo sucesivo "la solicitud 820") titulada "PROPORCIONANDO COBERTURA INALÁMBRICA EN ENTORNOS SUSTANCIALMENTE CERRADOS", presentada el día 10 de Junio de 2005 (actualmente pendiente).
 10 La solicitud presente también se relaciona con la comúnmente asignada y co-pendiente solicitud de patente U.S. Serial No. 12/775.897 (en lo sucesivo "la solicitud 897") titulado "PROPORCIONANDO COBERTURA INALÁMBRICA EN ENTORNOS SUSTANCIALMENTE CERRADOS", presentada el 7 de mayo de 2010 (actualmente pendiente).

15 **ANTECEDENTES**

Los Sistemas de Antena Distribuidas (DAS) son utilizados para distribuir la cobertura de la señal inalámbrica en entornos de edificios u otros entornos sustancialmente cerrados. Por ejemplo, un DAS puede distribuir antenas dentro de un edificio. Típicamente, las antenas están conectadas a una fuente de señal de radio frecuencia (RF), tal como un proveedor de servicios. En la Técnica han sido desarrollados varios modos de transporte de la señal de RF desde la fuente de la señal de RF hacia las antenas

El documento de patente US2009/316608 divulga un sistema de comunicación compuesto por una primera unidad y una segunda unidad conectada operativamente a la primera unidad. La primera unidad es operativa con el fin de recibir una primera señal de radio frecuencia original mediante una primera interfaz y la segunda unidad es operativa para recibir una entrada de una segunda señal original de radio frecuencia vía una segunda interfaz. La segunda unidad es operativa para emitir una primera señal de radio frecuencia reproducida vía la segunda interfaz, siendo derivada la primera señal de radio frecuencia reproducida de la primera señal de radio frecuencia original. La primera unidad es operativa para emitir una segunda señal de radio frecuencia reproducida vía una entre la primera interfaz y una tercera interfaz, siendo derivada la segunda señal reproducida de radio frecuencia de la segunda señal original de radio frecuencia. La primera interfaz es operativa como una interfaz simplex cuando la segunda señal reproducida de radio frecuencia es emitida vía la tercera interfaz y como una interfaz dúplex cuando la segunda señal reproducida de radio frecuencia es emitida vía la primera interfaz.

El documento de patente US2009/0316611 divulga un método de determinación de un límite de un marco secundario en un sistema multiplex de división de tiempo. El método detecta un nivel de potencia de una señal en por lo menos una radio frecuencia, comprendiendo la señal por lo menos un marco secundario. Una correlación dominio-tiempo en la señal es realizada en la señal detectada con una primera señal de referencia, en donde la primera señal de referencia representa por lo menos un marco secundario. La ubicación en tiempo de un límite de por lo menos un marco secundario de la señal detectada es determinado basado en la correlación de la señal detectada y la primera señal de referencia.

El documento de patente WO2009/138876A2 divulga un método y un sistema para soportar múltiples servicios basados en inalámbricos dúplex (TDD) de división de tiempo o servicios inalámbricos dúplex (FDD) de división de frecuencia en un sistema de antenas distribuidas (DAS). Un DAS puede soportar muchos servicios inalámbricos, incluyendo servicios de voz y datos usando el mismo equipo físico. Los servicios basados en TDD utilizan una señal de un reloj común para sincronizar los componentes del DAS para la transmisión y recepción de señales de TDD. El DAS puede incluir un receptor GPS que puede extraer una señal de tiempo (tal como una señal de 1 impulso por segundo) formando una señal GPS y distribuyendo la señal de tiempo a cualquiera y a todos los componentes del DAS con el fin de habilitar la sincronización de los componentes para la transmisión y la recepción de señales de TDD. El receptor GPS puede ser parte de la interfaz que se conecta un servicio basado en TDD al DAS o a un componente separado del DAS. De acuerdo con la invención, el DAS puede distribuir una señal de reloj de referencia para todos los componentes del DAS con el fin de mantener el cero desplazamiento de frecuencias mientras que manipula las frecuencias portadoras de los distintos servicios inalámbricos portados por el DAS.

El documento de patente WO2009/155602A1 divulga un método y un sistema para soportar servicios inalámbricos de telemetría medica (MTS), en un sistema de antenas distribuidas (DAS). El DAS puede incluir uno o más canales de control para transferir la información de estado y control de MTS entre el punto de acceso de MTS y la antena. Los canales de control pueden utilizarse para configurar, controlar y recibir el estado desde los componentes gestionados del DAS incluyendo las antenas activas, el control en tiempo real de los amplificadores utilizados para procesar las señales de TDD y el control en tiempo real de los intercambios de la diversidad de sistemas de antena.

RESUMEN

65 Un sistema de comunicación incluye una unidad anfitrión máster, una unidad de expansión híbrida acoplado a la unidad anfitrión máster mediante un enlace de comunicación y una unidad de antena remota acoplada a la unidad

de expansión híbrida mediante un medio de comunicación analógica. La unidad anfitrión máster está adaptada con el fin de comunicar las señales analógicas con las interfaces del proveedor del servicio usando un primer conjunto de bandas de espectro analógico. La unidad anfitrión máster y la unidad de expansión híbrida están adaptadas para comunicar palabras de N-bits del espectro digitalizado sobre el enlace de comunicación. La unidad de expansión híbrida está adaptada además con el fin de convertir entre las palabras de N-bits del espectro digitalizado y un segundo conjunto de bandas de espectro analógico. La unidad de expansión híbrida y la unidad de antena remota están adaptadas con la finalidad de comunicar el conjunto segundo de bandas del espectro analógico sobre el medio de comunicación analógico. La unidad de antena remota está adaptada además con el fin de transmitir y recibir las señales inalámbricas sobre interfaces aéreas. La unidad anfitrión máster incluye una unidad de distribución de reloj máster. La unidad de distribución de reloj máster está adaptada para generar una señal de reloj de referencia máster digital. La unidad anfitrión máster está adaptada además con el fin de comunicar la señal de reloj de referencia máster digital sobre el enlace de comunicación. La unidad de expansión híbrida está adaptada además con el fin de recibir la señal de reloj de referencia máster digital de la unidad anfitrión máster sobre el enlace de comunicación. La unidad de expansión híbrida está adaptada además con el fin de generar una señal de reloj de referencia analógica basada en la señal de reloj de referencia máster digital. La unidad de expansión híbrida está adaptada además con el fin de enviar la señal de reloj de referencia analógica a través del medio de comunicación analógica. La unidad de antena remota está adaptada además con el fin de recibir la señal de reloj de referencia analógica a través del medio de comunicación analógica.

20 DIBUJOS

La Figura 1 es un diagrama de bloques de una realización de un sistema para proporcionar cobertura inalámbrica en un entorno sustancialmente cerrado.

La Figura 2 es que un diagrama de bloques de una realización de la unidad anfitrión máster para el sistema de la Figura 1

La Figura 3 es que un diagrama de bloques de una realización de una unidad de expansión híbrida para el sistema de la Figura 1

La Figura 4 es que un diagrama de bloques de una realización de un clúster de antena analógica remota para el sistema de la Figura 1

La Figura 5 es un diagrama de bloques de una realización de la unidad de antena analógica remota máster para el clúster de la Figura 4

La Figura 6 es un diagrama de bloques de una realización de la unidad de antena analógica remota esclava para el clúster de la unidad de antena remota analógica de la Figura 4

La Figura 7 es un diagrama de bloques de una realización de una unidad de expansión digital para el sistema de la Figura 1.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La Figura 1 es un diagrama de bloques de una realización de un sistema 100 para proporcionar la cobertura inalámbrica en un entorno sustancialmente cerrado. El sistema 100 incluye por lo menos una interfaz 102 del proveedor del servicio, por lo menos una unidad anfitrión máster (MHU) 104, por lo menos una unidad de expansión híbrida (HEU) 106 y por lo menos un clúster de antena remota analógica (ARAC) 108. Específicamente, el sistema ejemplo 100 incluye una unidad de expansión híbrida 106-1 y una unidad de expansión híbrida 106-2 a través de la unidad de expansión híbrida 106-N. Adicionalmente, el sistema ejemplo 100 incluye clústeres de antena remota analógica 108-1 hasta 108-M, 108-N hasta 108-P y 108-Q hasta 108-R. El sistema ejemplo 100 también incluye por lo menos una unidad de expansión digital (DEU) 110. Otros sistemas ejemplo incluyen mayores o menores interfaces del proveedor de servicio 102, unidades anfitrión máster 104, unidades de expansión híbridas 106, clústeres de antena remota analógica 108 y unidades de expansión digital 110.

La interfaz de proveedor de servicio 102 puede incluir una interfaz a uno o más de una estación base transmisor-receptor (BTS), un repetidor, un amplificador bidireccional, una estación base hotel u otra interfaz apropiada para una o más redes de proveedores de servicios. En una realización, la interfaz de proveedor de servicio 102 proporciona una interfaz a una pluralidad de servicios de uno o más proveedores de servicio. Los servicios pueden funcionar utilizando varios protocolos inalámbricos y en distintas bandas del espectro de frecuencia. Por ejemplo, los servicios pueden incluir, pero no están limitados a, el servicio celular (móviles) de 800 MHz, los Servicios de Comunicación Personal (PCS) de 1,9 GHz, los servicios de Radio Móvil Especializados (SMR), los servicios Radio Móvil Especializados mejorados (ESMR) de ambas 800 MHz y 900 MHz, los Servicios Inalámbricos Avanzados (AWS) de 1800 MHz y 2100 MHz, los servicios de Entrada Única Salida Única (SISO) y de Entrada Múltiple Salida Múltiple (MIMO) de 700 MHz uC/ABC, servicios de búsqueda de dos vías, los servicios de video, los servicios de Seguridad Pública (PS) a 450 MHz, 900MHz y 1800 MHz de Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM),

el Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS) de 2100 MHz, la Interoperabilidad Mundial para el Acceso por Microondas (WiMAX), los Proyectos de Asociación de 3ª generación (3GPP) Evolución a Largo Plazo (LTE) u otros servicios de comunicación apropiados.

5 En el sistema 100, la interfaz 102 de proveedor de servicio está conectada a la unidad anfitrión máster 104 sobre por lo menos un enlace de comunicación analógico 112. Cada enlace de comunicación analógico 112 incluye dos medios de comunicación analógica, tales como cables coaxiales o cables de fibra óptica. Un medio de comunicación analógica es para la comunicación descendente (flujo en el sentido de la corriente) y el otro es para la comunicación ascendente (flujo en el sentido contrario de la corriente). Los medios de comunicación analógicos descendente y ascendente han sido mostrados como un enlace simple 112 de comunicación analógica para simplicidad. En otras realizaciones, cada enlace de comunicación analógica 112 sólo incluye un solo medio físico, que es utilizado para portar ambos, el enlace descendente y el enlace ascendente entre la interfaz de proveedor de servicio 102 y la unidad anfitrión máster 104.

15 La unidad anfitrión máster 104 recibe bandas descendentes del espectro de radio frecuencias (RF) desde por lo menos una interfaz 102 de proveedor de servicios sobre por lo menos un enlace de comunicación analógico 112. Adicionalmente, la unidad anfitrión máster 104 envía bandas ascendentes del espectro de radio frecuencia (RF) a por lo menos una interfaz 102 de proveedor de servicios sobre por lo menos un enlace 112 de comunicación analógica. En otras realizaciones, la interfaz 102 de proveedor de servicio y la unidad anfitrión máster 104 están conectadas sobre por lo menos un enlace de comunicación digital usando por lo menos un medio de comunicación digital. En algunas realizaciones, son usados enlaces de comunicaciones analógicas separados 112 para cada interfaz de proveedor de servicio 102. De esta manera, mientras que la presente divulgación en este documento describe por lo menos un enlace de comunicación analógica 112, el formato de esta interfaz no es esencial para el funcionamiento del sistema 100. Si se utiliza una interfaz analógica, la unidad anfitrión máster 104 convierte la señal analógica a un formato digital tal y como se describe más abajo. Si se utiliza una interfaz digital, la unidad anfitrión máster 104 comunicará, bien, los datos digitales tal y como están o bien reformateará los datos en una representación que puede ser utilizada para el transporte dentro del dominio digital 116 descrito más abajo. En las realizaciones ejemplo que utilizan un solo medio físico para cada enlace analógico de comunicación 112, son utilizadas la división de frecuencia multiplex (FDM), la división de tiempo multiplex (TDM) y la división de longitud de onda óptica multiplex (WDM) con el fin de lograr una conexión dúplex sobre el medio único.

El sistema 100 utiliza ambos transportes digital y analógico con el fin de extender la cobertura de los servicios inalámbricos dentro del entorno sustancialmente cerrado. En primer lugar, el sistema 100 usa el transporte digital sobre por lo menos un enlace de comunicación digital 114 con el fin de transportar el espectro digitalizado de RF entre la unidad anfitrión máster 104 y por lo menos una unidad de expansión híbrida 106 y entre la unidad anfitrión máster 104 y por lo menos una unidad de expansión digital 110. Cada enlace de comunicación digital 114 incluye dos medios de comunicación digital, tales como cables de fibra óptica. Un medio de comunicación digital es para comunicación descendente y el otro es para la comunicación ascendente. Los medios de comunicación digital descendente y ascendente se han mostrado como un enlace de comunicación digital 114 único por razones de simplicidad. Las áreas de transporte digital son llamadas el dominio digital 116. En otras implementaciones, el transporte digital puede ser utilizado asimismo para el transporte entre otros componentes y el dominio digital 116 es más expansivo. En otras realizaciones, cada enlace de comunicación digital 114 sólo incluye un solo medio físico, que es utilizado para llevar ambos, el enlace descendente y el enlace ascendente entre la unidad anfitrión máster 104 y por lo menos una unidad de expansión digital 110. En realizaciones ejemplo que utilizan un solo medio físico para cada enlace de comunicación digital 114, son utilizadas técnicas de multiplexación óptica (por ejemplo, multiplexación de división de longitud de onda (WDM), multiplexación de división de longitud de onda gruesa (CWDM) o multiplexación de división de longitud de onda densa (DWDM)) con el fin de conseguir una conexión dúplex sobre el medio único.

50 Mientras que una fibra óptica es utilizada en el sistema ejemplo 100, pueden ser utilizados otros medios de comunicación adecuados también para el transporte digital. Por ejemplo, otras realizaciones utilizan usar ópticas de espacio libre, cableado de alta velocidad de cobre u otros cableados, inalámbrica o medios de comunicación óptica para el transporte digital en lugar de las fibras ópticas utilizadas en cada uno de por lo menos un enlace de comunicación digital 114. Mediante el uso de transporte digital sobre por lo menos un enlace de comunicación digital 114, las bandas de espectro de RF proporcionadas por la interfaz 102 del proveedor de servicio pueden ser transportadas a largas distancias con errores mínimos y más resiliencia y robustez a la pérdida de señal y distorsión del medio físico. Por lo tanto, el sistema 100 puede extender la cobertura para los servicios inalámbricos a edificios ubicados a distancias significativas desde la interfaz 102 del proveedor de servicio.

60 Segundo, el sistema 100 utiliza el transporte analógico sobre por lo menos un enlace de comunicación analógica 118 entre por lo menos una unidad de expansión híbrida 106 y la por lo menos una antena analógica remota del clúster 108 para ampliar el alcance del transporte digital en el entorno sustancialmente cerrado. Cada enlace de comunicación analógica 118 incluye dos medios de comunicación analógica, tales como el cable coaxial. Uno de los medios de comunicación analógica es para la comunicación descendente y el otro es para la comunicación ascendente. Los medios de comunicaciones analógicas descendentes y ascendentes se muestran como un enlace de comunicación analógico 118 único por razones de simplicidad. Mientras que el cable coaxial es utilizado en el

sistema ejemplo 100, también pueden utilizarse otros medios de comunicación apropiados para el transporte analógico. Las áreas de transporte analógico son denominadas el dominio analógico 120. En otras implementaciones, el transporte analógico puede ser utilizado asimismo para el transporte entre otros componentes y el dominio analógico 120 es más expansivo. En otras realizaciones, cada enlace de comunicación analógico 118 sólo incluye un solo medio físico, que es utilizado para transportar ambos, el enlace descendente y el enlace descendente entre cada unidad de expansión híbrida 106 y cada clúster de antena analógica remota 108. En las realizaciones ejemplo que utilizan un solo medio físico para cada enlace de comunicación analógico 118, son utilizadas la multiplexación (FDM) de división de frecuencia, la multiplexación de división de tiempo (TDM) y la multiplexación de división de longitud de onda óptica (WDM) con el fin de conseguir una conexión dúplex sobre el medio único.

Tal y como se explica en más detalle a continuación, los diversos componentes del sistema 100 convierten las bandas diferentes del espectro de RF entre las frecuencias de radio (RF), las diversas frecuencias intermedias (IF), las bandas digitalizadas del espectro RF y las digitalizadas IF. Debido a que también pueden ser utilizadas las representaciones de la banda base de las señales, la invención puede ser generalizada para convertir entre señales analógicas y digitales. Estas conversiones diferentes requieren que el dominio digital 116 y el dominio analógico 120 estén sincronizados en tiempo y frecuencia. La sincronización del tiempo es importante la toma de muestras y la reconstrucción de las señales. También es importante la sincronización del tiempo cuando es necesario el alineamiento en tiempo de las señales en las distintas ramas paralelas del sistema. La sincronización de la frecuencia es importante con el fin de mantener la frecuencia absoluta de las señales en los interfaces externos del sistema. Con la finalidad de sincronizar el dominio digital 116 y el dominio analógico 120, un reloj de referencia común es distribuido a través de ambos, el dominio digital 116 y el dominio analógico 120 tal como se describe en detalle a continuación. Este reloj común permite la conversión precisa y la recuperación entre RF, IF, bandas digitalizadas del espectro de RF e IF digitalizado o más ampliamente entre el espectro analógico y el espectro digital.

La Figura 2 es un diagrama de bloques de una realización de la unidad anfitrión Máster 104 del sistema 100. La unidad anfitrión Máster 104 incluye por lo menos una unidad de conversión digital-analógica (DACU) 202, por lo menos una unidad digital de multiplexación (DMU) 204, por lo menos una unidad de entrada / salida digital (DIOU) 206, por lo menos una unidad central de procesamiento (CPU) 208, por lo menos una unidad de distribución reloj máster (MCDU) 210, y una alimentación de energía 212. Adicionalmente, la unidad anfitrión Máster 104 ejemplo también incluye por lo menos un divisor/combinador 214.

La unidad anfitrión Máster 104 comunica por lo menos una banda del espectro analógico con por lo menos una interfaz 102 del proveedor del servicio. En el sistema ejemplo 100, hay una pluralidad de interfaces del proveedor de servicio 102-1, 102-2, 102-3, hasta 102-N. Adicionalmente, hay una pluralidad de DACUs 202-1, 202-2, 202-3, hasta 202-N. Cada DACU 202 está acoplada con por lo menos una interfaz 102 del proveedor del servicio. Estos acoplamientos se pueden lograr de diversa maneras. Por ejemplo, la interfaz 102-1 del proveedor del servicio está directamente acoplado a la DACU 202-1 mediante el enlace 112-1 de comunicación analógico. En contraste, la interfaz 102-2 del proveedor del servicio está acoplada a un primer lado del divisor/combinador 214-1 a través del enlace de comunicación analógicos 112-2, la DACU 202-2 está acoplada a un segundo lado del divisor/combinador 214-1 a través del enlace de comunicación analógico 112-3 y la DACU 202-3 está acoplada al segundo lado del divisor/combinador 214-1 a través de un enlace de comunicación analógico 112-4. Adicionalmente, la interfaz del proveedor del servicio 102-3 se acopla a un primer lado del divisor/combinador 214-2 mediante el enlace de comunicación analógico 112-5, la interfaz 102-N del proveedor del servicio está acoplada al primer lado del divisor/combinador 214-2 a través del enlace 112-6 de comunicación analógico y la DACU 202-N está acoplada a un segundo lado del divisor/combinador 214-2 a través del enlace 112-7 de comunicación analógico. Como se ha destacado más arriba, cada enlace de comunicación analógico 112 del sistema 100 representa dos medios analógicos, uno para comunicación descendente y el otro para la comunicación ascendente. En otras realizaciones, cada enlace incluye mayor o menor medio analógico. En otras realizaciones, la unidad anfitrión máster comunica por lo menos una banda del espectro digital con por lo menos una interfaz del proveedor del servicio a través de por lo menos un enlace de comunicación digital utilizando los datos digitales o el espectro digital. En esas realizaciones, las señales desde las interfaces 102-1, 2-102, 102-3 de proveedor de servicio hasta 102-N son convertidas primero de analógico a digital antes de ser transmitidas a través de por lo menos un enlace de comunicación digital a la unidad anfitrión máster 104.

Cada DACU 202 funciona para convertir entre por lo menos una banda del espectro analógico y las palabras N-bit del espectro digitalizado. En algunas realizaciones, cada DACU 202 se implementa con un Transceptor Radio Analógico/Digital (tablero DART) comercialmente disponibles de ADC Telecommunications, Inc. de Eden Prairie, MN como parte de la línea de productos de FlexWave™ Prism. Los tableros DART también descritos en el documento de solicitud de patente US Application Serial No.11/627.251, asignado a ADC Telecommunications, Inc., publicados en el documento de solicitud de patente US Application Serial Publication No.2008/0181282 e incorporado en este documento como referencia. En algunas implementaciones, esto ocurre en etapas, de tal manera que el espectro analógico es primero convertido a una frecuencia IF y subsecuentemente convertido a palabras de N-bits del espectro digitalizado. Las bandas del espectro analógico incluyen las señales en el espectro de frecuencia utilizadas para el transporte de un servicio inalámbrico, tal como en cualquiera de los servicios inalámbricos descritos más arriba. En algunas realizaciones, la unidad anfitrión máster 104 permite la agregación y la transmisión de una

pluralidad de servicios a una pluralidad de edificios u otras estructuras de forma tal como para ampliar la cobertura inalámbrica de múltiples servicios en las estructuras con una sola plataforma.

La DMU 204 multiplexa las palabras de N bits del espectro digitalizado recibido de una pluralidad de DACU 202 (DACU 202-1 hasta DACU 202-N) y emite por lo menos una señal multiplexada a por lo menos una DIOU 206 (DIOU 206-1 hasta DIOU 206-N). La DMU 204 también desmultiplexa por lo menos una señal multiplexada recibida desde por lo menos una DIOU 206 y emite palabras N-Bit desmultiplexadas del espectro digitalizado a una pluralidad de DACU 202. En algunas realizaciones, cada DMU 204 es implementada con un RF Serializada (tablero SeRF) comercialmente disponible de ADC Telecommunications, Inc. de Eden Prairie, MN como parte de la línea de productos FlexWave™ Prism. El tablero SeRF se describe también en el documento de solicitud patente US Patent Application Serial No. 11/627.251, asignado a ADC Telecommunications, Inc., publicado en el documento de solicitud de patente US Patent Application Publication No. 2008/0181282 e incorporado como referencia en este documento.

Cada DIOU 206 comunica por lo menos una señal multiplexada digitalizada a través de por lo menos un enlace de comunicación digital 114 (enlace 114-1 comunicación digital a través del enlace de comunicación digital 114-N) utilizando transporte digital. La señal multiplexada digitalizada comunicada a través del enlace de comunicación digital 114 incluye palabras de N-bit del espectro digitalizado. Cada DIOU 206 también recibe por lo menos una señal multiplexada digitalizada desde por lo menos un enlace de comunicación digital 114 usando transporte digital y envía la por lo menos una señal multiplexada digitalizada a la DMU 204. En el sistema 100 que se muestra en la Figura 1, el enlace de comunicación digital 114-1 está conectado a la unidad de expansión híbrida 106-1 y el enlace de comunicación digital 114-N está conectado a la unidad de expansión digital 110. La DIOU 206-1 comunica utilizando transporte digital con la unidad de expansión híbrida 106-1 y la DIOU 206-N comunica usando transporte digital con la unidad de expansión digital 110. Tal y como se señaló más arriba, cada enlace 114 de comunicación digital representa dos medios digitales, uno para la comunicación descendente y el otro para la comunicación ascendente. Adicionalmente a transportar las señales multiplexadas digitalizadas, el enlace de comunicación digital 114 es también utilizado para comunicar otros tipos de información tales como la información de gestión del sistema, la información de control, la información para la configuración y la información de telemetría. La unidad de expansión híbrida 106 y la unidad de expansión digital 110 son descritas en detalle a continuación.

Cada DACU 202 y DMU 204 están generalmente sincronizadas con los otros componentes de la unidad anfitrión máster 104 y sistema 100. La unidad de distribución del reloj máster 210 genera una señal de reloj digital de referencia máster. Esta señal es generada utilizando cualquier oscilador estable, tal como un oscilador de cristal de temperatura compensada (TCXO), un oscilador de cristal controlado por horno (OCXO) o un oscilador de cristal controlado por la tensión (VCXO). En la realización que se muestra en la figura 2, el oscilador estable está incluido en la unidad de distribución de reloj máster. En otras realizaciones, se utiliza un reloj de referencia externo a la unidad anfitrión máster, tal como un reloj desde una estación base, una unidad de GPS o un reloj atómico de cesio. En las realizaciones en donde los datos digitales están comunicados entre la interfaz 102 de proveedor de servicio y la unidad anfitrión máster 104, la unidad de distribución de reloj máster 210 puede derivar la señal de reloj de referencia desde el flujo de datos digitales en sí mismo o puede ser utilizada una señal de reloj externo.

La señal de reloj digital de referencia máster es suministrada a cada DACU 202 y a cada DMU 204 en la unidad anfitrión máster 104. Cada DACU 202 utiliza el reloj con el fin de convertir entre por lo menos una banda del espectro analógico y palabras N-Bit del espectro digitalizado. La DMU 204 utiliza el reloj con el fin de multiplexar juntas las distintas corrientes de palabras de N-bit del espectro digitalizado y emite la señal multiplexada hacia cada DIOU 206. Por lo tanto, las corrientes de datos digitales descendentes emitidas por cada DIOU 206 son sincronizadas con la señal del reloj de referencia digital máster. Por lo tanto, a través de la sincronización de los flujos de datos digitales descendentes, la señal de reloj de referencia digital máster se distribuye a cada unidad de expansión híbrida 106 y a cada unidad de expansión digital 110 a través de cada enlace de comunicación digital 114 correspondiente.

La CPU 208 es utilizada para controlar cada DACU 202 y cada DMU 204. Una línea de entrada/salida (I/O) 216 acoplada a la CPU 208 es utilizada para la red de monitorización y de mantenimiento. Por lo general, la línea I/O 216 es un puerto Ethernet utilizado para la comunicación externa con el sistema. También pueden usar otros protocolos de comunicación tales como Universal Serial Bus (USB), IEEE 1394 (FireWire) y puerto serie. La fuente de alimentación de energía 212 se utiliza para alimentar varios componentes dentro de la unidad anfitrión máster 104.

La Figura 3 es un diagrama de bloques de una realización de una unidad de expansión híbrida 106 del sistema 100. La unidad de expansión híbrida 106 del sistema 100 incluye por lo menos una unidad digital de entrada / salida (DIOU) 302, por lo menos una unidad digital de multiplexación (DMU) 304, por lo menos una unidad de conversión digital-analógica (DACU) 306, por lo menos una unidad de multiplexación analógica (AMU) 308, por lo menos una unidad central de proceso (CPU) 310, por lo menos una unidad de reloj de expansión digital (DECU) 312, por lo menos una unidad de reloj de referencia de dominio analógico (ADRCU) 314 y por lo menos una fuente de alimentación de energía 316.

Cada unidad de expansión híbrida 106 comunica por lo menos una banda de espectro digitalizado con la unidad anfitrión máster 104 en la forma de una señal multiplexada digitalizada que contiene palabras N-bit del espectro digitalizado. La señal multiplexada digitalizada es recibida en la por lo menos una DIOU 302 a través de por lo menos un enlace de comunicación digital 114. En la realización que se muestra en la Figura 3, solamente es necesaria una DIOU 302-1 si la unidad de expansión híbrida 106 está solamente acoplada con una única unidad anfitrión máster 104 de flujo ascendente (o una única unidad de expansión digital 110 ascendente tal y como está descrito en detalle más abajo). La DIOU 302-2 mediante DIOU 302-N son opcionales. Por ejemplo, en otras realizaciones, la unidad de expansión híbrida 106 tiene múltiples DIOUs 302 (DIOU 302-1 hasta DIOU 302-N) y está conectada a múltiples unidades anfitrión máster 104 ascendentes o unidades de expansión digital 110 a través de enlaces de comunicación digital 114. En otras realizaciones, la unidad de expansión híbrida 106 está conectada a otras unidades de expansión híbridas a través de DIOU 302. En algunas realizaciones que incluyen múltiples conexiones ascendentes, la unidad de expansión híbrida 106 selecciona una DIOU 302 con el fin de extraer de ella la señal del reloj.

Por lo menos una DIOU 302 comunica la señal multiplexada digitalizada que contiene palabras de N-bits del espectro digitalizado a la DMU 304. La DMU 304 desmultiplexa las palabras N-bit del espectro digitalizado recibidas de por lo menos una DIOU 302 y envía las palabras de N bits del espectro digitalizado a la por lo menos una DACU 306. La por lo menos una DACU 306 convierte las palabras N-bit del espectro digitalizado a por lo menos una banda del espectro analógico. En algunas realizaciones, la por lo menos una DACU 306 convierte la señal digitalizada de vuelta a la frecuencia original analógica proporcionada mediante, por lo menos una interfaz 102 de proveedor del servicio. En otras realizaciones, la por lo menos una DACU 306 convierte la señal digitalizada a una frecuencia intermedia (IF) para el transporte a través del por lo menos un enlace de comunicación analógico 118. En otras realizaciones, están incluidos otros componentes en la unidad de expansión híbrida 106 que la frecuencia convierte en por lo menos una banda de espectro analógico emitida mediante la DACU 306 en una frecuencia intermedia para el transporte.

Cada DACU 306 está acoplada con la AMU 308. Cada DACU 306 también convierte por lo menos una banda de espectro analógico recibida de los AMU 308 en palabras N-Bit de espectro digitalizado. La AMU 308 recibe múltiples bandas del espectro analógico de múltiples DACU 306 y multiplexa las bandas del espectro analógico juntas en por lo menos una señal multiplexada analógica que incluye múltiples bandas del espectro analógico. En algunas realizaciones, hay una pluralidad de señales multiplexadas analógicas emitidas de los AMU 308. En algunas realizaciones, están incluidas todas las bandas del espectro analógico de cada DACU 306 en cada señal multiplexada emitida por la AMU 308. En otras realizaciones, un subconjunto de las bandas de espectro analógico desde una pluralidad de DACU 306 está multiplexado en una señal emitida desde uno de los por lo menos un enlace de comunicación analógico 118, mientras que un subconjunto diferente de bandas del espectro analógico desde una pluralidad de DACU 306 es multiplexado en otra señal emitida en otro de los por lo menos un enlace de comunicación analógico 118. En otras realizaciones, diferentes combinaciones de bandas de espectro analógico desde varias DACU 306 son multiplexadas en diversos enlaces de comunicación analógicos 118.

En algunas realizaciones, cada DACU 306 convierte una banda de espectro digitalizado a un frecuencia analógica diferente desde las otras DACU 306. Cada banda de espectro analógico es pre asignada a una determinada frecuencia analógica. Entonces, la AMU 308 multiplexa juntas las distintas frecuencias pre asignadas analógicas, en adición al reloj de referencia de dominio analógico y cualquier comunicación, control o señales de comando y las emite utilizando por lo menos un enlace de comunicación analógico 118. En otras realizaciones, cada DACU 306 convierte una banda de espectro analógico en la misma frecuencia analógica tal y como la otra DACU 306. Entonces, la AMU 308 cambia las señales recibidas en frecuencias analógicas distintas y las multiplexa juntas y las emite utilizando por lo menos un enlace de comunicación analógico 118. En la realización que se muestra en la Figura 3, la AMU 308 multiplexa las frecuencias analógicas recibidas de cada DACU 306 sobre cada enlace de comunicación analógico 118.

En otras realizaciones, son selectivamente distribuidas bandas de espectro de frecuencia desde ciertos DACU 306 a ciertos enlaces de comunicaciones analógicos 118. En una realización ejemplo, el enlace de comunicación analógico 118-1 está acoplado a un clúster de antena analógica remota 108-1 y solamente un primer subconjunto de bandas del espectro analógico son transportadas utilizando un enlace de comunicación analógico 118-1. Además, el enlace de comunicación analógica 118-2 está acoplado al clúster de antena remota analógico 108-2 y solamente un segundo subconjunto de bandas del espectro analógico es transportado utilizando el enlace de comunicación analógico 118-2. En otra realización, un primer subconjunto de bandas del espectro analógico es transportado al clúster de antena analógica remota 108-1 usando el enlace de comunicación analógico 118-2 y un segundo subconjunto de bandas del espectro analógico es transportado al mismo clúster remoto 108-1 usando el enlace de comunicación analógico 118-1. Debe ser entendido que estos ejemplos no son limitantes y otras jerarquías del sistema y las estructuras son utilizados en otras realizaciones.

Cada DMU 304, DACU 306 y AMU 308 está sincronizadas generalmente con los otros componentes de la unidad de expansión híbrida 106 del sistema 100. En la realización ejemplo que se muestra en la Figura 3, la DIOU 302-1 recibe el flujo de datos de una unidad anfitrión máster 104 mediante un enlace de comunicación digital 114 en un formato óptico. La DIOU 302-1 convierte el flujo de datos desde el formato óptico a un formato eléctrico y pasa el

flujo de datos a la DMU 304. La DMU 304 extrae la señal de reloj de referencia máster digital desde el propio flujo de datos. Debido a que el flujo de datos fue sincronizado con la señal del reloj de referencia máster digital en la unidad anfitrión máster 104, estos datos pueden ser recuperados del propio flujo de datos. La señal de reloj de referencia máster digital extraída es enviada a la unidad de reloj de expansión digital 312. No es requerido que cada DIOU 302 deba sincronizarse a las otras partes de la unidad de expansión híbrida a menos que realice algún tipo de función que requiera que estén sincronizados. En una realización, la DIOU 302 realiza la extracción del reloj de referencia máster digital en cuyo caso este sería sincronizado con el resto de la unidad de extensión híbrida.

La unidad de reloj de expansión digital 312 recibe la señal de reloj de referencia máster digital extraída desde el flujo de datos recibido desde la unidad anfitrión máster 104. La unidad de reloj de expansión digital 312 comunica la señal de reloj de referencia máster digital a varios componentes de la unidad de expansión híbrida 106, incluyendo el DMU 304 y cada DACU 306. Cada DMU 304 y DACU 306 utiliza la señal de reloj de referencia máster digital para sincronizarse el mismo con el sistema 100. En otras realizaciones, unidad de reloj de expansión digital 312 podría recibir una copia del flujo de datos del DMU 304 y extraer la señal de reloj de referencia máster digital desde el mismo flujo de datos. En algunas realizaciones, cada DIOU 302 es seleccionable y configurable, de tal manera que un DIOU 302 puede ser seleccionado para recibir la señal de reloj de referencia máster digital y otros DIOU 302 puede utilizarse para enviar la señal de reloj de referencia máster digital ascendientemente a otros componentes del sistema, tales como unidades anfitrión máster secundarias, unidades de expansión digital u otras unidades de expansión híbridas.

Adicionalmente, la unidad de reloj de expansión digital 312 distribuye la señal de reloj de referencia máster digital a la unidad de reloj de referencia de dominio analógico 314. La unidad de reloj de referencia de dominio analógico 314 a su vez genera una señal de reloj de referencia de dominio analógico basada en la señal de reloj de referencia máster digital. Esta señal de reloj de referencia de dominio analógico se utiliza para sincronizar los componentes analógicos en la unidad de expansión híbrida 106, tal y como la conversión de frecuencia analógica funciona en la AMU 308. Además, la AMU multiplexa la señal reloj de referencia de dominio analógico en las señales multiplexadas enviadas en cada enlace de comunicación analógico 118 al por lo menos un clúster de antena remota analógico 108.

En la realización de la unidad de expansión híbrida 106 que se muestra en la Figura 3, la unidad de reloj de referencia de dominio analógico 314 genera la señal de reloj de referencia del dominio analógico ejecutando la señal de reloj de referencia digital máster mediante una fase de bucle de seguimiento de fase. En algunas realizaciones, la señal del reloj de referencia digital máster es aproximadamente 184,32 MHz y la señal de reloj de referencia de dominio analógico se genera como un reloj de 30,72 MHz basado en la señal reloj referencia digital máster de 184,32 MHz. De esta manera, el reloj de 30,72 MHz es multiplexado en las señales multiplexadas enviadas en cada enlace de comunicación analógico 118 a por lo menos un clúster de antena remota analógica 108.

La CPU 310 se utiliza para controlar cada DMU 304 y cada DACU 306. Una línea 318 de entrada/salida (I/O) está acoplada a la CPU 310 es utilizada para la monitorización y el mantenimiento de la red. Por lo general, la línea 318 de I/O es un puerto Ethernet utilizado para la comunicación externa con el sistema. La alimentación de energía 316 es utilizada para suministrar la energía a los distintos componentes dentro de la unidad de expansión híbrida 106.

[0036] Además de desempeñar las funciones de conversión de frecuencia analógica descritas más arriba, la AMU 308 acopla energía sobre el enlace de comunicación analógico 118. Esta energía es entonces suministrada a través del enlace de comunicación analógica 118 al clúster 108 de antena remota descendente, incluyendo la unidad de antena remota máster 402 y las unidades de antena remota esclava 404-1 tal y como se describe a continuación. La energía acoplada sobre el enlace de comunicación analógica 118 es suministrada desde la fuente de alimentación 316. En la realización ejemplo mostrada, una corriente continua de 28 voltios es recibida por la AMU 308 desde la alimentación de energía 316 y está acoplada al enlace de comunicación analógico 118 por la AMU 308.

En las realizaciones descritas y representado en las Figuras 4-6, el término espectro de frecuencia intermedia (IF) analógica es utilizado para describir las señales analógica transportadas en el dominio analógico 120 entre las unidades de expansión híbrida 106 y los clústeres 108 de antena analógica remota. El término espectro IF analógico es utilizado para distinguir las señales del formato de espectro de RF analógica que son comunicadas a la interfaz de proveedor de servicio y a los dispositivos móviles en el aire. El ejemplo de sistema 100 utiliza el espectro IF analógico para el transporte dentro del dominio analógico 120 que es inferior en frecuencia que el espectro RF analógico. En otras realizaciones ejemplo, el espectro de RF puede ser transmitido en su frecuencia nativa dentro del dominio analógico 120 o usando un espectro IF analógico que tiene una frecuencia más alta que la del espectro RF analógico.

La Figura 4 es un diagrama de bloques de una realización de un clúster de antena remota analógica 108 para el sistema 100. El clúster de antena remota analógica 108 incluye una unidad de antena remota analógica máster 402 y una pluralidad de unidades de antena remota analógica esclavas 404-1 hasta 404-N. En otras realizaciones, son usadas otras configuraciones en lugar de esta configuración máster/esclavo.

En el ejemplo del clúster de antena remota analógica 108, la unidad de antena remota analógica máster 402 está acoplada a por lo menos un enlace de comunicación analógico 118. En la realización que se muestra en la Figura 4, el por lo menos un cable coaxial incluye dos cables coaxiales. Un primer cable coaxial es utilizado para la comunicación descendente desde una unidad de expansión híbrida 106 y el clúster remoto analógico 108, incluyendo las bandas descendentes del espectro analógico asociadas con los proveedores de servicios. Un segundo cable coaxial es utilizado para la comunicación ascendente desde el clúster remoto analógico 108 hacia la unidad de expansión híbrida 106, incluyendo las bandas ascendentes del espectro analógico asociadas con los proveedores de servicios. El espectro analógico descendente y el espectro analógico ascendente son transportados en cables coaxiales separados en este ejemplo de realización debido a las limitaciones de ancho de banda del cable coaxial que está siendo utilizado como medio. En otras realizaciones ejemplo, el por lo menos un enlace de comunicación analógico 118 es utilizado para transportar ambos, el espectro descendente y el espectro ascendente analógicos. En otras realizaciones ejemplo, el por lo menos un enlace de comunicación analógico 118 incluye más de dos cables coaxiales con la finalidad de transportar incluso más bandas. En otras realizaciones ejemplo, son utilizados diferentes medios tales como par trenzado (es decir, par trenzado sin blindaje (UTP) o par trenzado defendido no blindado (ScTP)), fibras de videocable (CATV) o fibras ópticas para transportar las señales analógicas en lugar de cables coaxiales.

En el ejemplo del clúster de antena remota analógica 108, la unidad de antena remota analógica máster 402 coordina la distribución de varias bandas del espectro de RF analógico hacia varias unidades de antena remota analógica esclavas 404 a través de enlaces de comunicación analógica 406. La unidad de antena remota analógica máster 402 está explicada con más detalle a continuación. En el ejemplo de antena remota analógica 108, cada unidad de antena de remota analógica esclava 404-1 hasta 404-N recibe por lo menos una banda del espectro RF analógico desde la unidad de antena remota máster. Cada unidad de antena remota analógica esclava 404-1 hasta 404-N transmite y recibe entonces por lo menos una banda de espectro de RF analógica de manera inalámbrica a través de un medio aéreo utilizando por lo menos una antena. La unidad de antena remota analógica esclava 404 es explicada con más detalle a continuación.

La Figura 5 es un diagrama de bloques de una realización de una unidad de antena remota analógica máster 402 desde el clúster de antena remota analógico 108. La unidad de antena remota analógica máster 402 incluye una unidad de interfaz analógica (AIU) 502, una unidad de acondicionamiento de señal IF 504, una unidad de distribución de señal IF 506, un reloj de referencia remoto máster 508, una fuente de alimentación 510 y un controlador 512. Otras realizaciones ejemplo de unidad de antena remota analógica máster incluyen mayores o menos componentes.

El por lo menos un enlace de comunicación analógica 118 está conectado a la unidad de antena remota máster analógica 402 hasta AIU 502. Una de las funciones primarias de la AIU es manejar cualquier tipo de medios de conversión que puede ser necesario que en algunas realizaciones pueda incluir transformación de la impedancia. Específicamente, en la realización ejemplo que se muestra en la Figura 5, la AIU 502 realiza la conversión la impedancia de los 75 ohmios de los cables coaxiales que transportan las bandas descendentes y ascendentes del espectro analógico a los 50 ohmios utilizados de la unidad de antena remota máster analógica 402. La AIU 502 incluye también un acoplador que es utilizado para extraer la energía de corriente continua recibida desde la unidad de expansión híbrida 106 a través del por lo menos un enlace de comunicación analógica 118.

Adicionalmente, la señal del reloj de referencia analógica es extraída de la señal recibida desde la unidad de expansión híbrida 106 a través del por lo menos un enlace de comunicación analógico 118. Esta señal del reloj de referencia analógica es enviada hacia la unidad de reloj de referencia remota máster 508. Cualquiera de las señales de control recibidas de la unidad de expansión híbrida 106 a través del por lo menos un enlace de comunicación analógico 118 son también extraídas y enviadas al controlador 512.

La fuente de alimentación 510 recibe energía de corriente continua desde la AIU 502 y entonces genera la energía de corriente continua necesaria para el funcionamiento de los varios componentes a bordo de la unidad de antena remota máster analógica 402. De esta manera la unidad de antena remota máster analógica 402 no necesita una fuente energía separada que no sea la energía que es recibida a través del por lo menos un enlace de comunicación analógica 118. En la realización ejemplo que se muestra, la corriente continua de 28 voltios es extraída de la señal recibida a través del por lo menos un enlace de comunicación analógico 118 mediante la AIU 502. Esta corriente continua de 28 voltios es entonces utilizada por la fuente de alimentación 510 para generar 5 voltios de corriente continua y 12 voltios de corriente continua con el fin de proporcionar energía a los diversos dispositivos de la unidad de antena remota máster analógica. Adicionalmente, la energía recibida a través del enlace de comunicación analógica 118 es enviada mediante la fuente de alimentación 510 a la unidad de distribución de señal IF 506 donde se acopla a los enlaces de comunicación analógicos 406 que se conectan a cada unidad de antena remota esclava 404 de tal manera que cada unidad de antena remota esclava 404 también puede derivar energía desde el cable en lugar de tener una fuente de alimentación externa separada. De esta forma, tanto la unidad de antena remota máster analógica 402 como cada unidad de antena remota analógica esclava 404 es alimentada por la unidad de expansión híbrida 106 a través de los enlaces de comunicación analógica 118 y 406.

Tal y como se señaló más arriba, la AIU 502 extrae la señal de reloj y la suministra a la unidad de reloj de referencia remota máster 508. La unidad de reloj de referencia remota máster 508 refina la señal de reloj original recibida de la unidad de expansión híbrida 106 a través del por lo menos un enlace de comunicación analógico 118. En las realizaciones ejemplo, la unidad de reloj de referencia remota máster 508 procesa la señal de reloj a través de un bucle de seguimiento de fase con el fin de refinar la señal. De esta manera, el ruido, la distorsión y otros elementos no deseables se eliminan de la señal de reloj de referencia. En otras realizaciones, la señal de reloj es procesada a través de un filtro con el fin de eliminar las señales espurias adyacentes. La señal de salida refinada de la unidad de reloj de referencia remota máster 508 se envía a la unidad de distribución de señal de IF 506 donde esta, es acoplada a las emisiones de la unidad de distribución de la señal de IF 506 que están conectadas a las unidades de antena remota analógica esclavas 404. De esta manera, la señal de reloj de referencia máster es redistribuida mediante la unidad de antena remota analógica máster 402 a todas las unidades de antena remota analógica esclavas 404.

La unidad de acondicionado de la señal de IF 504 es configurada con el fin de eliminar la distorsión en las señales de IF analógicas que atraviesan el enlace de comunicación analógica 118. En el ejemplo que se muestra en la Figura 5, la unidad de antena remota analógica máster 402, la unidad de acondicionado de la señal de IF 504 realiza la ecualización por cable para las señales enviadas y recibidas a través del por lo menos un enlace de comunicación analógico 118. El por lo menos un enlace de comunicación analógico 118 suele ser generalmente bastante largo, causando la ganancia para variar en función de la frecuencia. La unidad de acondicionado de la señal IF 504 se ajusta para obtener ganancia en varias frecuencias con el fin de ecualizar el perfil de ganancia. La unidad de acondicionado de la señal de IF 504 también realiza un filtrado de las señales de IF analógica con el fin de eliminar señales interferentes o espurias adyacentes antes de que las señales sean propagadas más lejos a través del sistema 100.

El controlador 512 recibe las señales de control de la AIU 502 que son recibidas de la unidad de expansión híbrida 106 a través del por lo menos un enlace de comunicación analógica 118. El controlador 512 realiza la gestión de control, supervisión y puede los configurar los parámetros de los distintos componentes de la unidad de antena remota analógica máster 402. En el ejemplo de la unidad de antena remota analógica máster 402, el controlador 512 también conduce el algoritmo de ecualización de cable.

La unidad de distribución de señal de IF 506 es utilizada con el fin de distribuir las señales procesadas por la unidad de acondicionado de la señal de IF 504 a varias unidades de antena remota analógica esclavas 404 a través de los enlaces de comunicación analógica 406-1 hasta 406-N. En la realización ejemplo que se muestra en la Figura 5, son enviadas dos bandas a través de cada enlace de comunicación analógico 406 en dos frecuencias de IF distintas analógicas. Tal y como se ha explicado más arriba, la unidad de distribución de señal de IF 506 es también utilizada con el fin de ser acoplada la energía de corriente continua, el reloj de referencia analógica y cualquier otras señales de comunicación de la unidad de antena remota analógica máster 402 en el enlace de comunicación analógico 406. El acondicionamiento de la señal de IF se produce en la unidad de acondicionado de la señal de IF 504 antes de que diferentes señales sean distribuidas en la unidad de distribución analógica de la señal de IF 506 en la realización que se muestra en la Figura 5. En otras realizaciones, el acondicionado de la señal de IF podría ser realizado después de la distribución de las señales analógicas.

La Figura 6 es un diagrama de bloques de una realización de una unidad de antena remota analógica esclava 404 para el clúster de unidad de antena remota analógica 108. La unidad de antena remota analógica esclava 404 incluye una unidad de interfaz analógica (AIU) 602, unidad de acondicionado de la señal de IF 604, un divisor/combinador 606, una pluralidad de acondicionadores de IF 608, una pluralidad de convertidores de frecuencia 610, una pluralidad de acondicionadores de RF 612, una pluralidad de duplexores de RF 614 y un diplexor de RF 616. Mientras que la unidad de antena remota analógica esclava 404 está descrita como un componente separado, en algunas realizaciones ejemplo, una unidad de antena remota analógica esclava 404 está integrada con una unidad de antena remota máster analógica 402.

La AIU 602 está conectada al enlace de comunicación analógica 406. La AIU 602 incluye un acoplador que es utilizado para extraer la corriente continua proveniente de la unidad de antena remota máster analógica 402 a través del enlace de comunicación analógica 406. La AIU 602 pasa la energía en corriente continua extraída, a la fuente de alimentación 620. La fuente de alimentación 620 a su vez proporciona energía a los distintos componentes de la unidad de antena remota analógica esclava 404. La AIU 602 también extrae las señales de control recibidas de la unidad de antena remota máster analógica 402 a través del enlace de comunicación analógica 406. Las señales de control son enviadas por la AIU 602 al controlador 618. El controlador 618 utiliza las señales de control para el control de varios componentes de la unidad de antena remota analógica esclava 404. En particular, las señales de control son utilizadas por el controlador 618 para controlar la ganancia de señal en la unidad de acondicionado de la señal de IF 604. Los ajustes pueden ser hechos basados en cambios de temperatura y en otros factores dinámicos. Las señales de control también son utilizadas para la configuración de la subsecuente conversión de la frecuencia 610 y las funciones de acondicionado de la señal 608 y 612.

la AIU 602 también extrae el reloj de referencia analógico y lo envía a la unidad de reloj de referencia remota esclava 622. En la realización que se muestra en la figura 6, la unidad de reloj de referencia remota esclava 622 refina la

señal de reloj de referencia usando un filtro de banda de paso. En otras realizaciones, la señal de reloj de referencia conduce un bucle de seguimiento de fase para generar una señal de reloj de referencia refinada. La unidad de reloj de referencia remota esclava 622 distribuye la señal de reloj de referencia refinada al generador oscilador local 624, que genera las señales del oscilador local para los mezcladores utilizados para la conversión de la frecuencia. Las señales del oscilador local son generadas usando un bucle de seguimiento de fase. En el ejemplo que se muestra en la Figura 6, el generador oscilador local 624 genera cuatro frecuencias para cada una de las señales de portador de una primera y una segunda banda. Una frecuencia primera del oscilador local es utilizada para los datos de enlace de bajada en una primera banda y una segunda frecuencia del oscilador local es utilizada para los datos de enlace de subida en la primera banda. Una tercera frecuencia del oscilador local se utiliza para los datos del enlace de bajada de una segunda banda y una cuarta frecuencia del oscilador local es utilizada para los datos del enlace de subida en la segunda banda. En otras realizaciones ejemplo, son utilizadas más o menos bandas y son creadas más o menos señales de frecuencia del oscilador local mediante el generador oscilador local 624. Por ejemplo, algunas realizaciones puede requerir la diversidad, de tal manera que son necesarios dos enlaces de subida para cada enlace de bajada y pueden necesitarse tres osciladores locales con el fin de ser generados para cada banda. En realizaciones ejemplo, la AIU 602 también se utiliza para convertir la impedancia entre la señal recibida en el enlace de comunicación analógica 406 y la señal procesada por varios componentes de la unidad de antena remota analógica esclava 404.

Diversos espectros analógicos recibidos a través del enlace de comunicación analógico 406 por la AIU 602 son pasados a la unidad de acondicionado de la señal de IF 604. La unidad de acondicionado de la señal de IF 604 filtra el ruido y la distorsión los otros elementos no deseados de la señal utilizando técnicas de amplificación y de filtrado. La unidad de acondicionado de la señal de IF pasa el espectro analógico al divisor/combinador 606, donde las bandas son separadas de la señal en el enlace de bajada y combinadas juntas en el enlace de subida. En el flujo descendente, una primera banda es separada y enviada al acondicionador de IF 608-1 y una segunda banda es separada y pasada al acondicionador de IF 608-2. En el flujo ascendente, una primera banda es recibida desde el acondicionador de IF 608-1, una segunda banda es recibida desde el acondicionador de IF 608-2, y las dos bandas de flujo de subida están combinadas mediante el divisor/combinador 606.

En el flujo descendente para la banda A, el acondicionador de IF 608-1 pasa la señal de IF para la banda A al convertidor de frecuencia 610-1. El convertidor de frecuencia 610-1 recibe una mezcla de frecuencia descendente para la banda A desde el generador oscilador local 624. El convertidor de frecuencia 610-1 usa la mezcla de frecuencia descendente para la banda A con el fin de convertir la señal de IF descendente para la banda A a una señal descendente de RF para la banda A. La señal de RF descendente para la banda A es pasada sobre el acondicionador de RF 612-1, que realiza ajuste de ganancia de RF y el filtrado de la señal descendente de RF para la banda A. El acondicionador de RF 612-1 pasa la señal descendente de RF para la banda A al duplexador de RF 614-1, donde se combina la señal descendente de RF para la banda A en el mismo medio con una señal ascendente de RF para la banda A. Finalmente, el diplexador de RF 616 combina juntas la banda A y la banda B. De esta manera, tanto la banda A como la banda B son transmitidas y recibidas a través de un medio aéreo utilizando una sola antena 626. En otras realizaciones, son utilizan múltiples antenas. En una realización específica, el diplexador de RF 616 no es necesario, debido a que la banda A y la banda B son transmitidas y recibidas utilizando antenas independientes. En otras realizaciones, las señales descendentes son transmitidas desde una antena y las señales ascendentes son recibidas desde otra antena. En las realizaciones con este tipo de configuraciones de antenas alternativas, los requisitos y el diseño de los duplexadores 614 de RF y los diplexadores de RF 616 variarán con el fin de reunir los requisitos de la configuración de antena.

En el flujo descendente para la banda B, el acondicionador de IF 608-2 pasa la señal de IF para la banda B al convertidor de frecuencia 610-2. El convertidor de frecuencia 610-2 recibe una mezcla frecuencia descendente para la banda B desde el generador oscilador local 624. El convertidor de frecuencia 610-2 usa la mezcla de frecuencia descendente para la banda B con el fin de convertir la señal de IF descendente para la banda B a una señal descendente de RF para la banda B. La señal descendente de RF para la banda B es pasada sobre el acondicionador de RF 612-2, que realiza más ajuste de la RF y el filtrado en la señal descendente de RF para la banda B. El acondicionador de RF 612-2 pasa la señal de RF descendente para la banda B al duplexador de RF 614-2, en donde la señal de RF descendente para la banda B es combinada en el mismo medio con una señal ascendente de RF para la banda B. Finalmente, el diplexador de RF 616 combina juntas la banda A y la banda B tal como está descrito más arriba, de tal manera que ambas, la banda A y banda B son transmitidas y recibidas a través de un medio aéreo usando la antena 626.

En el flujo ascendente, la antena 626 recibe la señal de RF para ambas la banda A y la banda B y pasa ambos en el diplexador de RF 616 que separa la banda A de la banda B. Entonces la banda A es pasada al duplexador de RF 614-1, en donde las señales del flujo ascendente de RF y del flujo descendente de RF para la banda A son separadas en las líneas de señales diferentes. La señal descendente de RF para la banda A es pasada entonces al acondicionador de RF 612 -1, que realiza el ajuste de ganancia y el filtrado en la señal ascendente de RF de la banda A. Finalmente, la señal ascendente de RF para la banda A es pasada al convertidor de frecuencia 610-1, que convierte la frecuencia de la señal ascendente de RF para la banda A en una señal ascendente de IF para la banda A usando una mezcla de frecuencia ascendente generada por el generador oscilador local 624.

Adicionalmente, la banda B es pasada desde el diplexador de RF 616 al duplexador de RF 614-2, donde las señales ascendente y descendente de RF para la banda B son separadas en diferentes líneas de señal. La señal ascendente de RF para la banda B es entonces pasada al acondicionador de RF 612-1, que realiza la ganancia de ajuste y el filtrado de la señal ascendente de RF para la banda B. Finalmente, la señal ascendente de RF para la banda B es pasada al convertidor de frecuencia 610-2, que convierte la frecuencia la señal ascendente de RF para la banda B en una señal ascendente IF para la banda B utilizando una mezcla de frecuencia ascendente generada por el generador oscilador local 624.

En las realizaciones donde están integradas las funciones de la unidad de antena remota máster 402 y la unidad de antena remota esclava 404-1 en el mismo paquete físico, tal como se representa en la Figura 4, pueden eliminarse algunas de las funciones redundantes en la unidad de antena remota máster 402 y la unidad de antena remota esclava 404-1. Por ejemplo, las dos unidades pueden compartir el mismo controlador y fuente de alimentación. El reloj de referencia remoto esclavo 622 puede no ser requerido porque la señal desde la unidad de reloj de referencia remoto máster 508 podría enviarse directamente al generador oscilador local 624.

La Figura 7 es un diagrama de bloques de una realización de una unidad de expansión digital 110 del sistema 100. La unidad de expansión digital 110 incluye por lo menos una unidad digital de entrada-salida (DIOU) 702, por lo menos una unidad de multiplexación digital (DMU) 704, por lo menos una unidad digital de entrada-salida (DIOU) 706, por lo menos una unidad central de procesamiento (CPU) 708, por lo menos una unidad de reloj de expansión digital 710 y por lo menos una fuente de alimentación 712.

La unidad de expansión digital 110 comunica las palabras de N-bit del espectro digitalizado entre la unidad anfitrión máster 104 y por lo menos una unidad de expansión híbrida 106. Cada DIOU 702 (DIOU 702-1 hasta DIOU 702-N) de la unidad de expansión digital 110 funciona para convertir entre las señales ópticas recibidas a través de un enlace de comunicación digital 114 y las señales eléctricas procesadas dentro de la unidad de expansión digital 110. En el flujo descendente, las señales convertidas son pasadas desde cada DIOU 702 a la DMU 704, en donde ellas son multiplexadas juntas y emitidas a por lo menos una DIOU 706 que convierte las señales eléctricas en señales ópticas y emite las señales ópticas a por lo menos una unidad de expansión híbrida u otra unidad de expansión digital con el fin ampliar la distribución. En el flujo ascendente, cada DIOU 706 convierte las señales ópticas recibidas desde una unidad de expansión híbrida descendente o una unidad de expansión digital en señales eléctricas, que son pasadas a la DMU 704. La DMU 704 toma todas las señales ascendentes juntas y las multiplexa y las emite a por lo menos una DIOU 702, que convierte las señales eléctricas en señales ópticas y envía las señales ópticas a través de un enlace de comunicación digital 114 hacia la unidad anfitrión máster. En otras realizaciones, están encadenadas múltiples unidades de expansión digital para la expansión en el dominio digital.

En la realización ejemplo que se muestra en la Figura 7, la CPU 708 es utilizada para controlar cada DMU 704. Una línea de entrada/salida (I/O) 714 acoplada a la CPU 708 es usada para el monitoreo y el mantenimiento de la red. Típicamente, la línea I/O 714 es un puerto Ethernet utilizado para la comunicación externa con el sistema. La DMU 704 extrae la señal del reloj de referencia digital máster de cualquier flujo de datos digitales recibido en cualquiera de las DIOU 702 y DIOU 706 y envía la señal del reloj de referencia máster digital de la unidad de reloj de expansión digital 710. La unidad de reloj de expansión digital 710 proporciona entonces la señal de reloj de referencia digital máster a las otras funciones en la DMU que requieren una señal de reloj. La fuente de alimentación 712 es utilizada para alimentar varios componentes dentro de la unidad de expansión digital 110.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de comunicación (100), que comprende:

- 5 una unidad anfitrión máster (104) adaptada con el fin de comunicar las señales analógicas de con una pluralidad de interfaces de proveedor de servicio (102) usando un primer conjunto de bandas del espectro analógico, en donde la unidad anfitrión máster (104) incluye una unidad de reloj de distribución máster (210) que genera una señal de reloj de referencia máster digital;
- 10 Una pluralidad de enlaces de comunicación (114) acoplados a la unidad anfitrión máster (104), en donde la unidad anfitrión máster (104) está además adaptada con el fin de comunicar el espectro digitalizado en palabras de N bits sobre la pluralidad de enlaces de comunicación (114);
- La unidad anfitrión máster (104) está además adaptada con el fin de convertir entre el primer conjunto de bandas de espectro analógico para la pluralidad de las interfaces de proveedor de servicio (102) y palabras de N bits del espectro digitalizado para la pluralidad de enlaces de comunicación (114);
- 15 La unidad anfitrión máster (104) está además adaptada con el fin de comunicar la señal del reloj de referencia máster digital sobre la pluralidad de enlaces de comunicación (114);
- por lo menos una unidad de expansión híbrida (106), acoplada comunicativamente a la unidad anfitrión máster (104) sobre por lo menos uno de la pluralidad de enlaces de comunicación (114) y adaptada con el fin de comunicar palabras N-bit del espectro digitalizado con unidad anfitrión máster (104) a través de por lo menos uno de la pluralidad de enlaces de comunicación (114), la por lo menos una unidad de expansión
- 20 híbrida (106) está adaptada además con el fin de convertir entre las palabras de N-bits del espectro digitalizado y un segundo conjunto de bandas del espectro analógico;
- Un medio de comunicación analógica (118) acoplado a la por lo menos una unidad de expansión híbrida (106), en donde la por lo menos una unidad de expansión híbrida (106) está además adaptada con el fin de
- 25 comunicar el segundo conjunto de bandas del espectro analógico a través del medio de comunicación analógico (118);
- Cada unidad de expansión híbrida (106) está además adaptada con el fin:
- 30 Recibir la señal del reloj de referencia máster digital a través de la pluralidad de los enlaces de comunicación (114),
- Generar una señal de reloj de referencia analógica basada en la señal recibida del reloj de referencia máster digital; y
- 35 Enviar la señal de reloj de referencia analógica a través del medio de comunicación analógico (118); y
- por lo menos una unidad de antena remota (108, 402, 404) comunicativamente acoplada a una de por lo menos una unidad de expansión híbrida (106) sobre el medio de comunicación analógico (118) y adaptado con el fin de comunicar el segundo conjunto de bandas de espectro analógico con una de las por lo menos
- 40 una unidad de expansión híbrida (106) en el medio analógico de comunicación (118), cada unidad de antena remota (108, 402, 404) está además adaptada con el fin de transmitir y recibir las señales inalámbricas sobre una pluralidad de interfaces aéreas para las interfaces de proveedor de servicio asociadas (102);
- Cada una de la pluralidad de la unidades de antena remota (108, 402, 404) está además adaptada con el fin recibir la señal de reloj de referencia analógico a través del medio analógico de comunicación (118).
- 45
2. El sistema (100) de la reivindicación 1, en donde cada una de la pluralidad de las unidades de antena remota (108, 402, 404) está además adaptada con el fin de sincronizar por lo menos un componente con el sistema (100) usando el reloj de referencia analógico
- 50
3. El sistema (100) de la reivindicación 1, en donde cada una de la pluralidad de unidades de antena remota (108, 402, 404) está además adaptada con el fin de convertir la frecuencia del segundo conjunto de bandas del espectro analógico a un tercer conjunto de bandas del espectro analógico.
4. El sistema de (100) de la reivindicación 3, en donde el primer conjunto de bandas del espectro analógico es el mismo que el tercer conjunto de bandas del espectro analógico.
- 55
5. El sistema (100) de la reivindicación 1, en donde cada unidad de expansión híbrida (106) genera una señal de reloj de referencia analógica usando un bucle de seguimiento de fase.
- 60
6. El sistema (100) de la reivindicación 1, en donde la señal del reloj de referencia máster digital es utilizada para generar señales de reloj utilizadas para convertir entre el primer conjunto de bandas de espectro analógico para la pluralidad de interfaces de proveedor de servicio (102) y palabras de N bits I espectro digitalizado para la pluralidad de enlaces de comunicación (114).
- 65
7. El sistema (100) de la reivindicación 1, en donde las palabras de N-bits del espectro digitalizado son comunicadas en un flujo de datos generado a partir de las señales de reloj derivadas de la señal de reloj de referencia máster.

8. El sistema (100) de la reivindicación 7, en donde las palabras de N-bits del espectro digitalizado son extraídas del flujo de datos en cada unidad de expansión híbrida (106).
- 5 9. El sistema (100) de la reivindicación 1, que incluye además una unidad de expansión digital (110) interpuesta entre la unidad anfitrión máster (104) y por lo menos dos unidades de expansión híbridas (106).
- 10 10. El sistema (100) de la reivindicación 9, en donde la unidad de expansión digital (110) está adaptada con el fin de comunicar la señal de reloj de referencia máster digital sobre la pluralidad de los enlaces de comunicación (114) entre la unidad anfitrión máster (104) y las por lo menos dos unidades de expansión híbrida (106).
11. El sistema (100) de la reivindicación 1, en donde la por lo menos una unidad de antena remota (108, 402, 404) es parte de un clúster de antenas remotas analógicas (108).
- 15 12. El sistema de comunicación (100) de la reivindicación 1, en donde por lo menos una unidad de expansión híbrida (106) está además configurada con el fin de recibir la señal de reloj de referencia máster digital a través de uno de la pluralidad de enlaces de comunicación (114) mediante la extracción de la señal de reloj de referencia máster digital de un flujo de datos que contiene palabras de N-bit del espectro digitalizado.
- 20 13. Un método que comprende:
- La conversión del espectro inalámbrico para por lo menos dos servicios inalámbricos (102) en una unidad anfitrión máster (104) entre un primer conjunto de bandas del espectro analógico y palabras de N-bits del espectro digitalizado;
- 25 La generación de una señal de reloj de referencia máster digital en la unidad anfitrión máster (104);
El transporte del espectro digitalizado como una señal multiplexada en un medio digital (114) entre la unidad anfitrión máster (104) y una unidad de expansión híbrida (106);
El transporte del reloj de referencia máster digital en los medios digitales (114) entre la unidad anfitrión máster (104) y la unidad de expansión híbrida (106);
- 30 La conversión del espectro inalámbrico para los por lo menos dos servicios inalámbricos (102) entre las palabras de N-bits del espectro digitalizado y un segundo conjunto de bandas del espectro analógico en la unidad de expansión híbrida (106),
La generación de una señal de reloj de referencia analógica basada en la señal recibida del reloj referencia máster digital en la unidad de expansión híbrida (106);
- 35 El transporte del segundo conjunto de bandas del espectro analógico para los por lo menos dos servicios inalámbricos (102) en un medio analógico (118) entre la unidad de expansión híbrida (106) y por lo menos una unidad de antena remota (108, 402, 404) que tiene una interfaz aérea para cada uno de los por lo menos dos servicios inalámbricos (102);
El transporte de la señal del reloj de referencia analógica en los medios analógicos (118) entre la unidad de expansión híbrida (106) y la por lo menos una unidad remota (108, 402, 404); y
- 40 La comunicación del espectro inalámbrico en formato analógico en por lo menos una unidad remota (108, 402,404).
- 45 14. El método de la reivindicación 13, donde la generación de la señal del reloj de referencia analógico incluye la extracción de la señal de reloj de referencia máster digital de un flujo de datos que contiene las palabras de N -bits del espectro digitalizado y la conversión de la señal de reloj de referencia máster digital a la señal del reloj de referencia analógica.
- 50 15. El método de la reivindicación 13, en donde la conversión de la señal del reloj de referencia máster digital a la señal de reloj de referencia analógica se produce mediante un bucle de seguimiento de fase.
- 55 16. El método de la reivindicación 13, en donde el primer conjunto de bandas del espectro analógico tiene una primera frecuencia y el segundo conjunto de bandas del espectro analógico tiene una segunda frecuencia y en donde la primera frecuencia y la segunda frecuencia son las mismas.
- 60 17. El método de la reivindicación 13, en donde el primer conjunto de bandas del espectro analógico tienen una primera frecuencia y el segundo conjunto de bandas del espectro analógico tiene una segunda frecuencia, el método que comprende además:
- La conversión de la frecuencia de las segundas bandas de espectro analógico entre la segunda frecuencia y una tercera frecuencia en la unidad de expansión híbrida (106).
- 65 18. El método de la reivindicación 17, en donde la primera frecuencia es la misma que la tercera frecuencia y la primera frecuencia es diferente de la segunda frecuencia.

5 **19.** El método de la reivindicación 13, en donde la conversión del espectro inalámbrico en la unidad anfitrión máster (104) entre las bandas del espectro analógico y la palabras de N-bits del espectro digitalizado incluye la conversión de la frecuencia entre el primer conjunto de bandas de espectro analógico y las palabras de N-bits del espectro digitalizado.

20. El método de la reivindicación 13, en donde la señal de reloj de referencia analógica y las bandas de espectro analógico son transportadas como una señal multiplexada.

10 **21.** El método de la reivindicación 13, en donde el transporte del segundo conjunto de bandas del espectro analógico para los por lo menos dos servicios inalámbricos en un analógico (118) entre la unidad de expansión híbrida (106) y en la por lo menos una unidad remota (108, 402, 404) incluye:

El transporte el segundo conjunto de bandas de analógico a una unidad de antena remota máster analógica (402);

15 El transporte de por lo menos un primer subconjunto del segundo conjunto de bandas del espectro analógico desde la unidad de antena remota máster analógica a una primera unidad de antena remota esclava (404 - 1); y

20 El transporte de por lo menos un segundo subconjunto del segundo conjunto de bandas del espectro analógico desde la unidad de antena remota máster analógica a una segunda unidad de antena remota esclava (404-2).

22. El método de la reivindicación 21, en donde la comunicación del espectro inalámbrico en formato analógico en la por lo menos una unidad remota (108, 402, 404) incluye la:

25 Comunicación de por lo menos un primer subconjunto de espectro inalámbrico correspondiente al primer subconjunto del segundo conjunto de bandas del espectro analógico en la primera unidad de antena remota esclava (402 - 1); y

30 Comunicación de por lo menos un segundo subconjunto de espectro inalámbrico correspondiente al segundo subconjunto del segundo conjunto de bandas de espectro analógico a la segunda unidad de antena remota esclava (402-2).

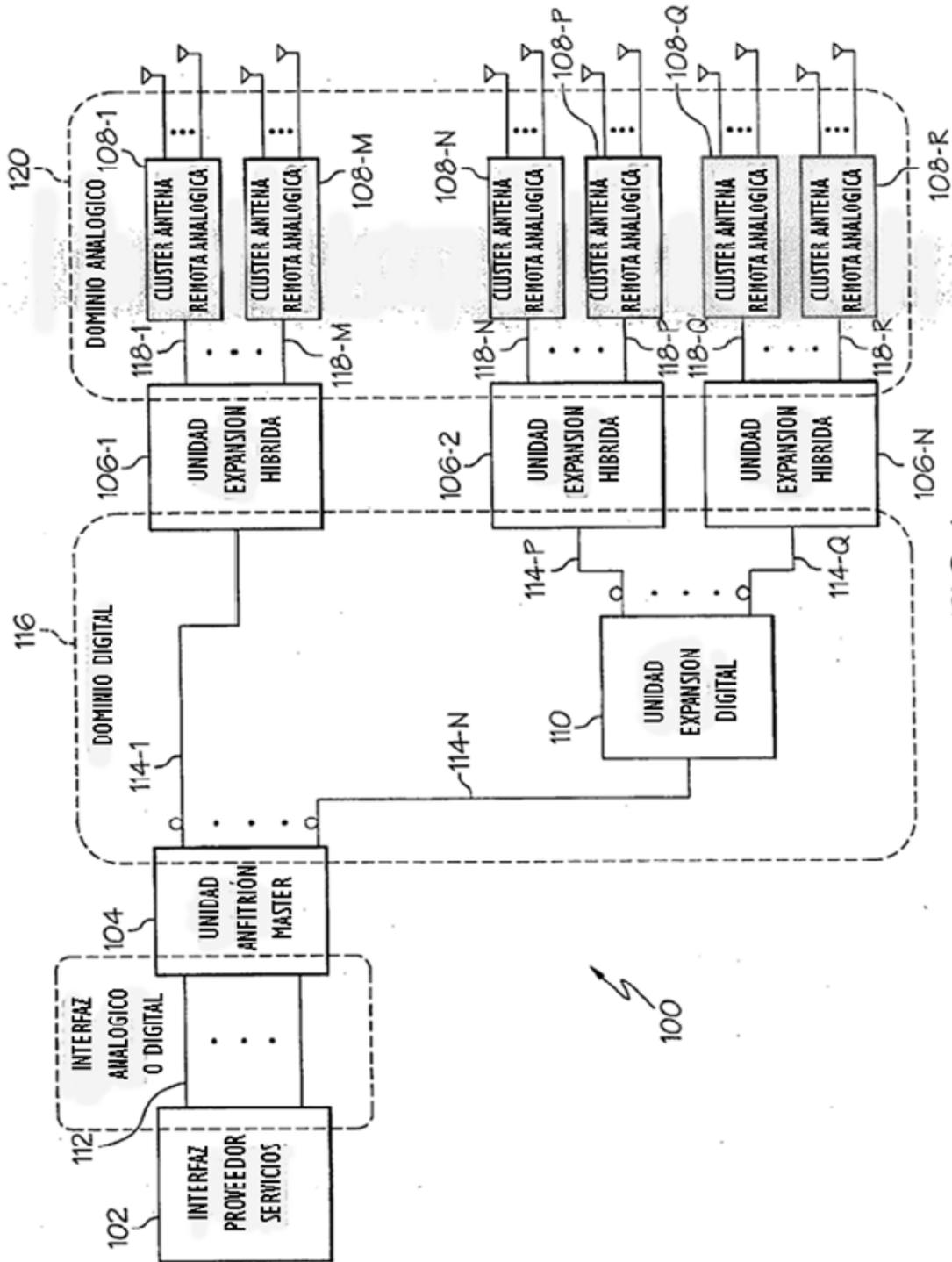


FIG. 1

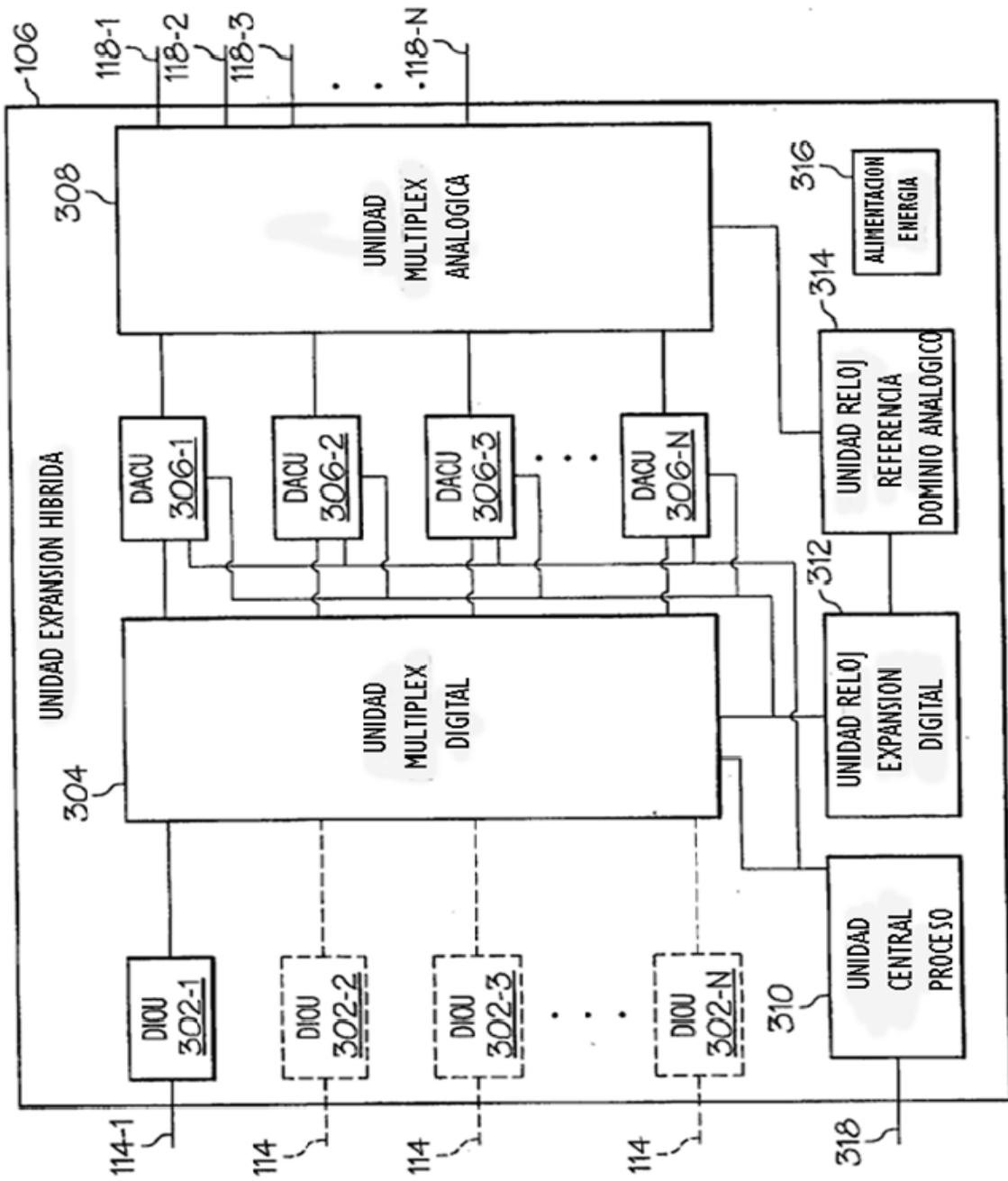


FIG. 3

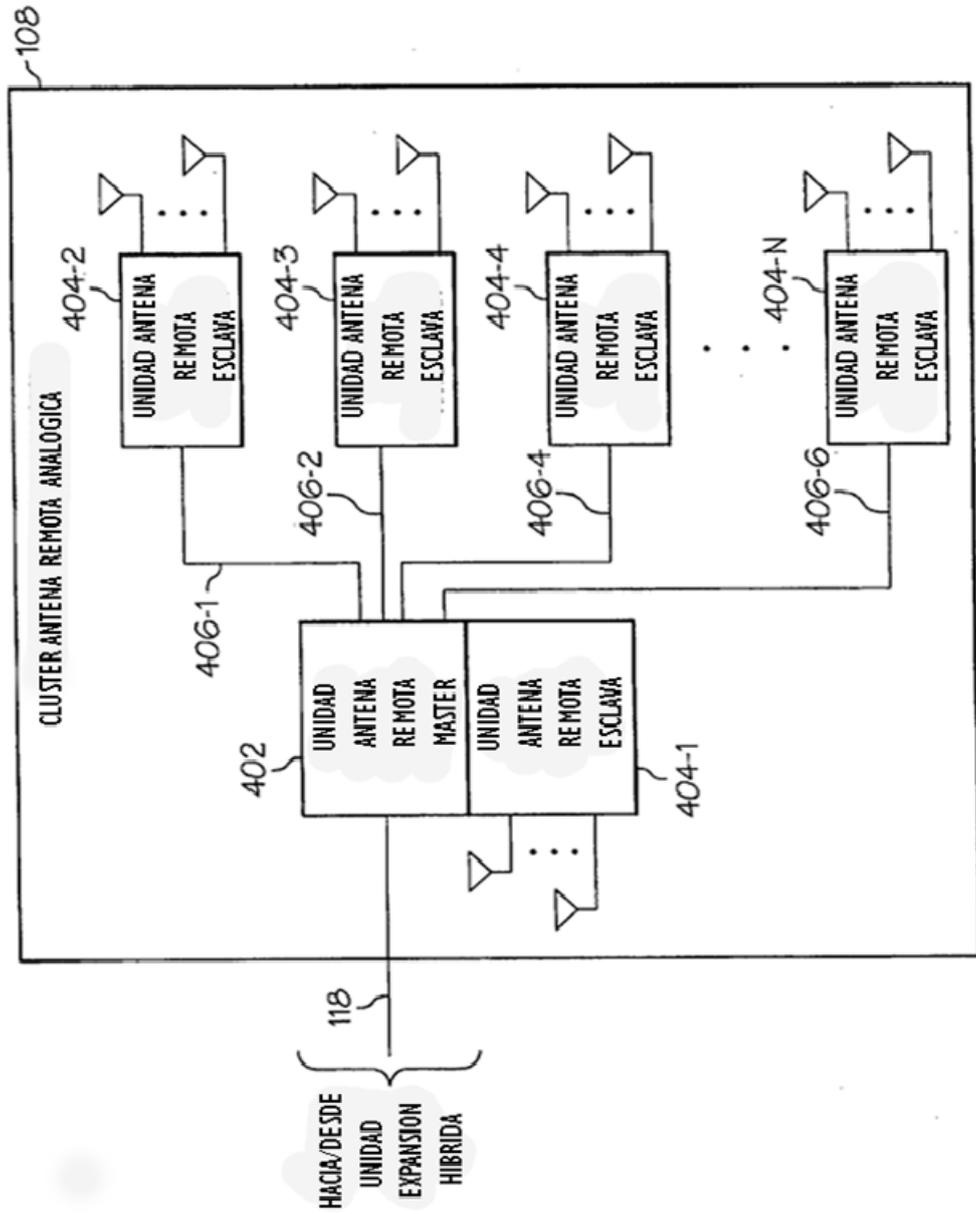


FIG. 4

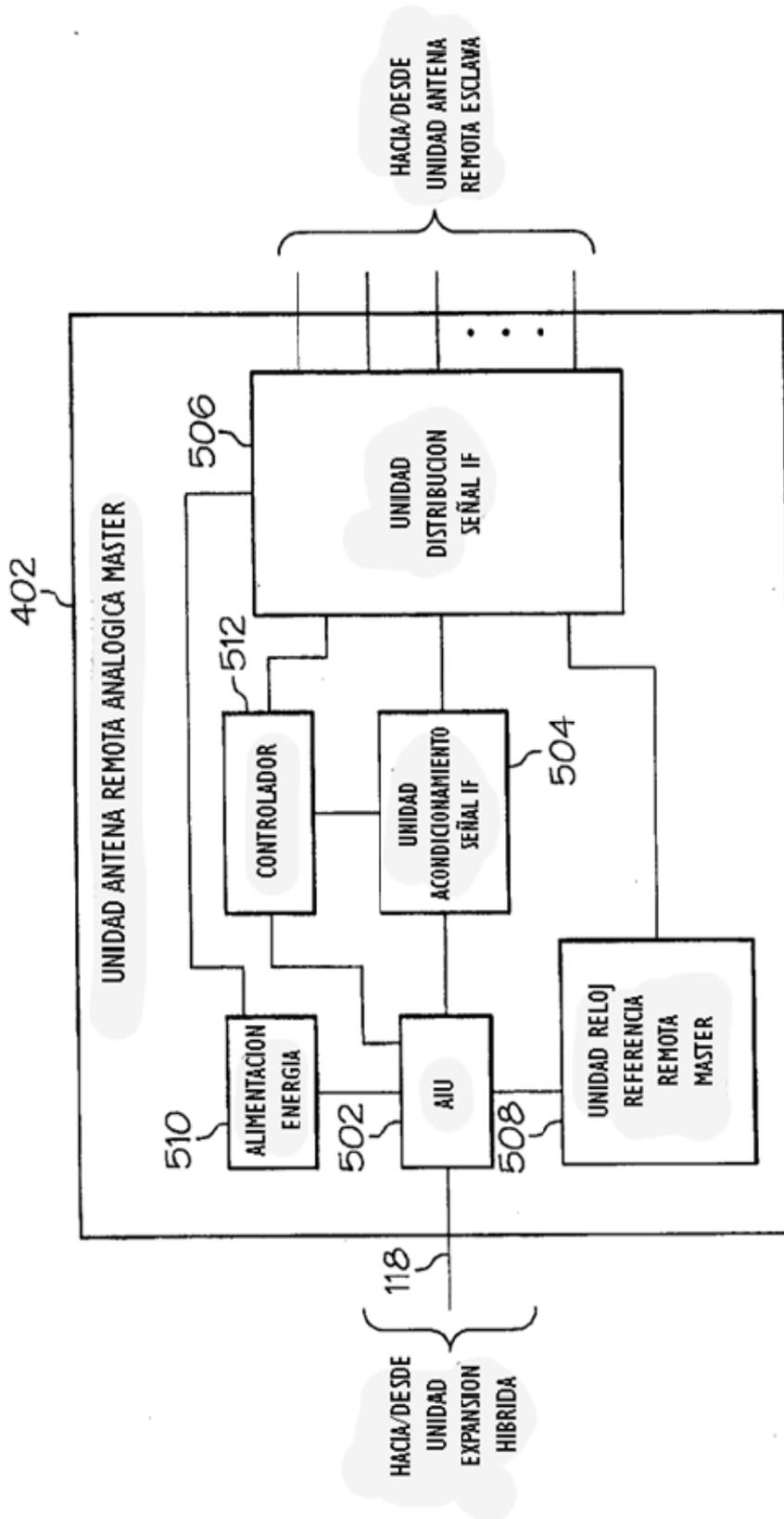


FIG. 5

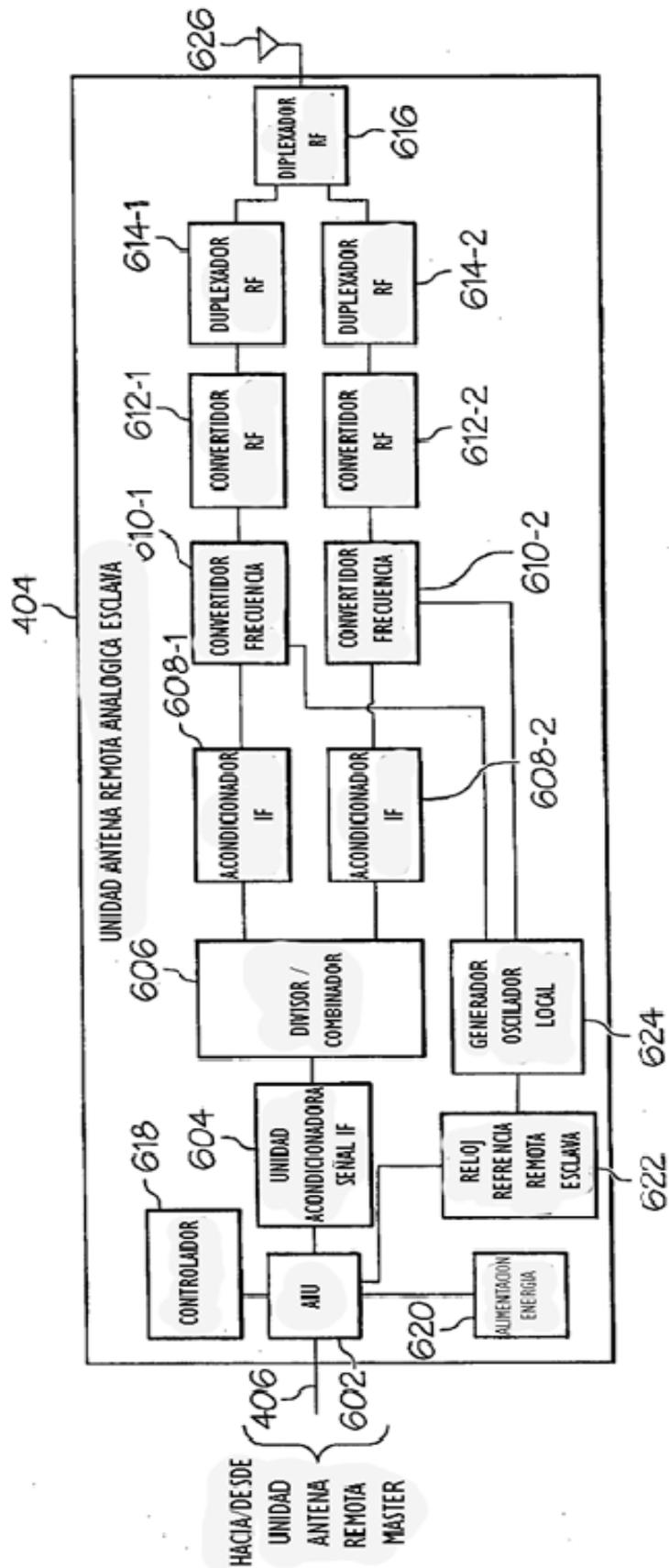


FIG. 6

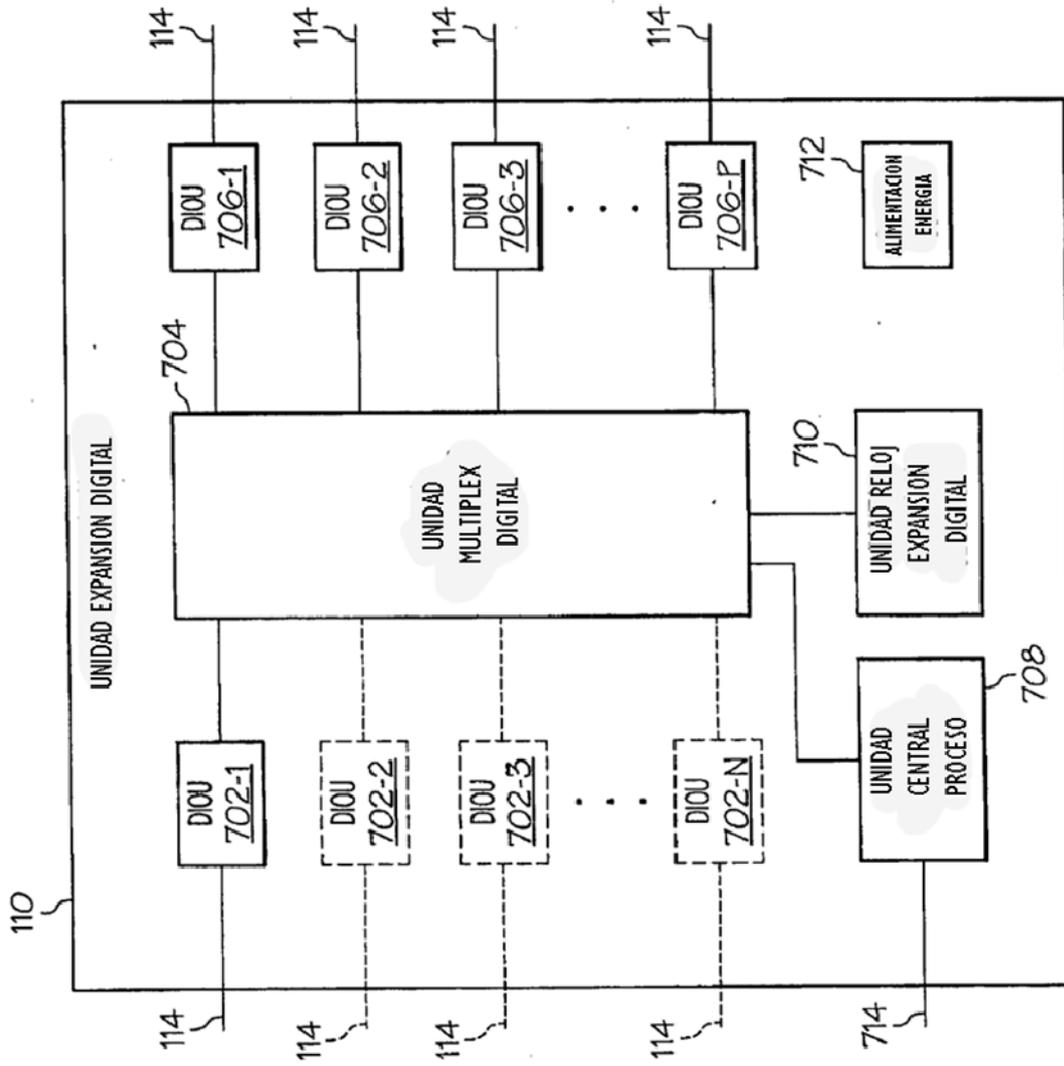


FIG. 7