



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 348 283**

51 Int. Cl.:
H04B 10/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03759156 .7**

96 Fecha de presentación : **28.10.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1563700**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **17.08.2005**

54 Título: **Configuraciones de acoplamiento de fibra óptica para una estación base de radio principal remota y una estación base de radio híbrida.**

30 Prioridad: **15.11.2002 US 295024**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
02.12.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
02.12.2010

73 Titular/es: **Telefonaktiebolaget LM Ericsson (publ)
Ericsson AB. Patent Unit Radio Networks
Torshamnsgatan 23
164 80 Stockholm, SE**

72 Inventor/es: **Cagenius, Torbjorn**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 348 283 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).

DESCRIPCION

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se dirige a las radiocomunicaciones donde una estación base incluye una unidad de procesamiento en banda base principal y unidades plurales remotas de radio donde ocurre el procesamiento de RF.

5 **ANTECEDENTES Y RESUMEN DE LA INVENCION**

Una estación base de radio convencional en un sistema de comunicaciones celulares se sitúa generalmente en una ubicación única, y la distancia entre la circuitería de banda base y la circuitería de radio es relativamente corta, por ejemplo, del orden de un metro. Un diseño distribuido de la estación base, conocido como un diseño principal remoto, divide la parte de banda base y la parte de radio de la 10 estación base. La unidad principal (MU) realiza el procesamiento de la señal en banda base, y convierte una o más unidades remotas de radio (RRU) entre la banda base y las radiofrecuencias y transmite y recibe señales sobre una o más antenas. Cada RRU sirve a una cierta área geográfica o celda. Enlaces ópticos dedicados, separados 15 conectan la unidad principal a cada una de las unidades remotas de radio plurales. Cada enlace óptico incluye una fibra óptica para transportar el enlace descendente de información digital desde la unidad principal a la RRU y otra fibra óptica para transportar el enlace ascendente de información digital desde la RRU a la unidad principal.

20 Algunos estándares de comunicación móvil, por ejemplo, el sistema celular de acceso múltiple por división de código (CDMA), permite a un UE comunicar con dos o más RRU de la misma estación base usando "transferencia más suave". En transferencia más suave, dos o más RRU transmiten simultáneamente la misma información al UE y reciben la misma información desde el UE. Las señales 25 transmitidas simultáneamente deben ser procesadas para generar una señal única. Algunos estándares de radio requieren que en la dirección del enlace descendente, las señales transmitidas simultáneamente al UE desde las distintas antenas sean alineadas con una referencia temporal en las antenas. Esa alineación se hace combinando más fácil aquellas distintas señales en el receptor. En la dirección del 30 enlace ascendente, la funcionalidad en banda base de la unidad principal incluye un receptor de barrido que combina las "mismas" señales recibidas desde el UE a través de las RRU y genera una señal única. Debido a las distintas longitudes de los trayectos a cada RRU, estos componentes de la señal recibidos en la funcionalidad en banda base de la unidad principal desde las distintas unidades remotas de radio no 35 están alineadas en tiempo ni en fase entre ellas. Aunque un receptor de barrido puede

combinar señales fuera de fase de los distintos trayectos de la señal, se puede usar un receptor de barrido menos complicado y menos caro si las diferencias de fase/retardo entre los distintos trayectos de la señal se mantienen insignificantes.

5 En una estación base de radio principal remota, se puede atribuir una diferencia de fase o temporización significativa a las distintas longitudes de las fibras ópticas que acoplan las distintas RRU a la unidad principal comparado con una estación base convencional. Los distintos retardos de los enlaces ópticos son más problemáticos cuando aumenta la distancia entre la unidad remota 16 y la unidad principal, por ejemplo, 10 kilómetros. Además, tales retardos no son constantes y pueden variar dependiendo de la temperatura y otros factores. Sin compensación, las distintas longitudes de las fibras ópticas a las unidades remotas provocan un desplazamiento de tiempo/fase de las señales mandadas desde las antenas conectadas a las unidades remotas de radio. También conducen a desplazamientos de tiempo/fase más grandes entre los componentes de la señal del UE recibidos a través de las distintas unidades remotas de radio. Estos desplazamientos de tiempo/fase pueden ser difíciles de manejar para receptores convencionales en el UE y en la estación base. Un problema similar existe en una estación base híbrida que incorpora tanto unidades de radio cercanas como unidades de radio remotas convencionales. Las unidades de radio cercanas, que no tienen ningún retardo de enlace óptico, no se sincronizan con las unidades de radio remotas que tienen retardos de enlace. Una solución de sincronización/retardo de enlace óptico se presenta en la solicitud de patente de EE.UU. US-A-2004/057543, titulada “Sincronizando Unidades de Radio En Una Estación Base de Radio Principal Remota Y En Una Estación Base de Radio Híbrida”.

25 En el documento de la técnica previa US-B1-6366 571, se revela un sistema CDMA con de una a tres micro celdas remotas conectadas al emplazamiento de la celda por fibras ópticas. Este documento de la técnica previa muestra cómo adelantar las señales para compensar los retardos de tiempo resultantes del tiempo de viaje de las señales que viajan a las micro celdas remotas y vuelven al emplazamiento CDMA.

30 Otro reto en las configuraciones principales remotas es cómo conectar de la mejor manera las unidades principal y remotas. Se pueden usar fibras ópticas separadas con láseres separados y detectores de luz asociados para enlazar la unidad principal con cada unidad remota. Cada RRU comunica con la unidad principal usando su propio circuito cerrado dedicado de fibra óptica. Pero la cantidad de fibra requerida es significativa – como lo es el coste para circuitos cerrados separados de la unidad

35

principal-fibra de la RRU. El coste del láser y del equipo detector asociado con cada par de fibras en la unidad principal también es significativo. Y en algunos escenarios de despliegue se puede requerir poner en cascada varias unidades remotas, por ejemplo, a lo largo de una autopista, en un túnel, o a lo largo de una infraestructura de fibra existente, por ejemplo, un anillo metropolitano. Así sería deseable conectar la unidad principal con cada unidad remota usando una única fibra.

La Fig. 1A muestra un ejemplo de un sistema de estación base principal remota con el número de referencia 10 donde se conectan la unidad principal y la URR en cascada usando una única fibra. La unidad principal 12 incluye la funcionalidad en banda base (BB) de la estación base de radio 14. Una fibra óptica dividida en cuatro enlaces L1-L4 conecta las unidades principal y remotas en un circuito cerrado. Un primer enlace óptico L1 acopla la unidad principal 12 a una primera unidad remota de radio 16a. Un segundo enlace óptico L2 acopla la unidad principal 12 a una segunda unidad remota de radio 16b. Un tercer enlace óptico L3 acopla la unidad principal 12 a una tercera unidad remota de radio 16c. Un cuarto enlace óptico L4 acopla la tercera unidad remota de radio 16c a la unidad principal 12. Por supuesto, las unidades remotas de radio adicionales se podrían acoplar a la unidad principal 12. Un equipo de usuario (UE) de radio móvil 18 y una o más de las unidades remotas de radio 16a-16c comunican sobre un interfaz de radio.

En las topologías en cascada y anillo, en las que se conectan las unidades en serie, se puede usar la multiplexación por división de longitud de onda (WDM) para reducir la cantidad de fibras usadas y el equipo láser/detector. Cada unidad remota se asigna a su propia, correspondiente longitud de onda de láser. Las distintas comunicaciones de longitud de onda para todas las unidades remotas se multiplexan en una única fibra. Una fibra de enlace descendente se usa para el tráfico desde la unidad principal a todas las unidades remotas, y una fibra de enlace ascendente se usa para el tráfico desde las unidades remotas a la unidad principal haciendo un circuito cerrado de fibra única. Un multiplexor óptico de inserción/extracción (OADM) se sitúa dentro o cerca de cada unidad remota. El OADM añade o extrae solamente la única longitud de onda relacionada con esa unidad remota particular para la fibra. Un inconveniente con este planteamiento es lo caro de la tecnología WDM que incluye láseres, filtros y OADM. Otro son los gastos generales logísticos para realizar el seguimiento de los distintos dispositivos dependientes de la longitud de onda.

Es un objeto de la presente invención proporcionar una configuración rentable de fibra óptica para acoplar una unidad principal de estación base y unidades remotas plurales de estación base.

5 Es un objeto de la presente invención proporcionar tal configuración rentable de fibra óptica que requiere un trayecto único de fibra óptica de enlace descendente y un trayecto único de fibra óptica de enlace ascendente (formando juntos un trayecto único de fibra óptica), para transportar la información entre la unidad principal y las unidades remotas.

10 Es un objeto de la presente invención proporcionar una o más configuraciones únicas de par de fibras ópticas que evitan algún o todo el coste de la tecnología WDM.

Es un objeto de la presente invención proporcionar tal configuración rentable de fibra que evita algunos o todos los gastos generales logísticos de WDM para hacer el seguimiento de los distintos dispositivos dependientes de la longitud de onda.

15 Es otro objeto compensar las diferencias de retardo de tiempo asociadas con las distintas unidades remotas acopladas en una configuración de fibra óptica en cascada, circuito cerrado, o anillo donde las unidades se conectan en serie.

20 La presente invención resuelve los problemas identificados anteriormente y satisface el indicado y otros objetivos. Un sistema de estación base de radio principal remota incluye unidades de radio remotas plurales. Los costes de la fibra óptica se reducen significativamente usando un único circuito cerrado de fibra óptica (un trayecto de fibra de enlace descendente y un trayecto de fibra de enlace ascendente) para comunicar la información entre la unidad principal y las unidades remotas en una configuración en cascada, circuito cerrado, o anillo. Las configuraciones ejemplo se describen más tarde.

25 La información de la unidad principal se envía sobre una primera fibra en la pareja a las unidades remotas de manera que la misma información se transmita por las unidades remotas sustancialmente al mismo tiempo. Suponiendo que hay N unidades remotas, (N que es un entero positivo distinto de cero), la unidad principal envía la información sobre la primera fibra a N veces la velocidad de transmisión cuyos datos van a ser recibidos en cada unidad remota. La unidad principal recibe la
30 misma información desde cada una de las unidades remotas sobre la segunda fibra sustancialmente al mismo tiempo. Un planteamiento de distribución de datos sobre un circuito cerrado de fibra única evita el coste de la tecnología WDM que incluye los láseres, filtros, y OADM así como los gastos generales logísticos para hacer el
35 seguimiento de los distintos dispositivos dependientes de la longitud de onda.

La unidad principal combina N palabras de datos, una palabra que corresponde a cada una de las N unidades remotas, en una trama y transmite la trama en la fibra. A partir de la trama recibida, cada unidad remota elimina su palabra de datos correspondiente, incluye una palabra de enlace ascendente en el lugar de la palabra eliminada, y pasa la trama a la siguiente unidad remota. Debido a que un circuito cerrado de fibra transporta toda la información para cada una de las N unidades remotas, la velocidad de transmisión de datos es N veces la velocidad de transmisión de datos que se usaría si cada unidad remota estuviera acoplada a la unidad principal con su propio circuito cerrado de fibra.

El retardo asociado con cada unidad remota se compensa adelantando el momento cuando se envía la información a cada unidad remota. Un compensador de temporización para cada unidad remota compensa cualquier retardo asociado. La información se envía con antelación al momento cuando de otro modo se enviaría sin ese retardo, es decir, en una estación base convencional. Como resultado, la información se recibe en cada una de las unidades de radio remotas sustancialmente al mismo tiempo que en las estaciones base de radio convencionales solamente con unidades de radio cercanas, a pesar de los distintos retardos asociados con cada unidad de radio remota. La transmisión por adelantado en el tiempo junto con la ecualización para la dirección del enlace ascendente también asegura que se recibe una respuesta enviada por cada una de las unidades de radio remotas en la unidad principal sustancialmente en el mismo momento, a pesar de los distintos retardos asociados con cada unidad de radio remota.

En base a los retardos recibidos para cada unidad remota, el controlador de compensación de temporización selecciona un retardo máximo. En una realización ejemplo, ese retardo corresponde con el retardo asociado con la unidad de radio remota más alejada de la unidad principal. Se determina un tiempo de transmisión adelantado para cada unidad de radio remota en base al máximo retardo de enlace. En una realización específica ejemplo, el tiempo de transmisión para la temporización digital y las señales de datos se adelanta dos veces el retardo de enlace máximo.

La unidad de interfaz digital principal incluye para cada unidad de radio remota un almacenamiento temporal de transmisión y un almacenamiento temporal de recepción. El controlador de compensación de temporización establece el tiempo de almacenamiento temporal de transmisión en que se almacena la señal de datos en el almacenamiento temporal de transmisión antes de que la señal de datos se envíe en uno o más canales de datos digitales. Una señal de datos de respuesta desde la

unidad de interfaz digital remota se almacena en el almacenamiento temporal de recepción durante un tiempo de almacenamiento temporal de recepción. La suma del tiempo de almacenamiento temporal de transmisión o del tiempo de almacenamiento temporal de recepción y el retardo para que la unidad remota iguale el retardo máximo.

5 Se pueden compensar las diferencias de retardo asociadas con las diferencias de distancia en el orden de metros hasta 100 kilómetros o más.

La invención también se puede emplear en una estación base de radio híbrida que incluye ambas unidades de radio remotas y convencionales/cercanas.

10 La presente invención proporciona una configuración de fibra óptica rentable para acoplar una unidad principal de estación base y las unidades remotas de estaciones base plurales. Solamente se necesita un único circuito cerrado de fibra óptica para transportar la información entre la unidad principal y las unidades remotas. La configuración evita el coste y los inconvenientes si fuera usada la tecnología WDM en una configuración de circuito cerrado de fibra única. Los láseres, filtros, y
15 multiplexores ópticos de añadir/extraer (OADM) para cada RRU no son necesarios eliminando por ello los costes necesarios para una configuración de circuito cerrado de fibra WDM. Los gastos generales logísticos de WDM para hacer el seguimiento de los distintos dispositivos dependientes de la longitud de onda también se evitan. Además de los ahorros de coste, la invención compensa las diferencias de retardo de tiempo
20 asociadas con las distintas unidades remotas acopladas en serie por una única fibra para asegurar la sincronización.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

El anteriormente mencionado y otros objetos, rasgos, y ventajas de la presente invención se comprenderán más fácilmente con referencia a la siguiente descripción
25 tomada conjuntamente con los dibujos anexos.

Las Fig. 1A-1D ilustran distintas configuraciones ejemplo de un sistema de estación base de radio principal remota;

La Fig. 2 ilustra en forma de bloque de funciones una unidad principal y una unidad remota de radio del sistema de estación base de radio principal remota;

30 La Fig. 3A ilustra en forma de bloque de funciones una realización ejemplo de un interfaz óptico en banda base de la unidad remota de radio en el sistema de estación base de radio principal remota para una configuración como esa en la Fig. 1A;

La Fig. 3B ilustra en forma de bloque de funciones otra realización ejemplo de
35 un interfaz óptico en banda base de la unidad remota de radio en el sistema de

estación base de radio principal remota para una configuración como esa en la Fig. 1B;

La Fig. 4A ilustra en forma de bloque de funciones una realización ejemplo del interfaz óptico en banda base de la unidad principal en el sistema de estación base de radio principal remota;

La Fig. 4B ilustra en forma de bloque de funciones otra realización ejemplo del interfaz óptico en banda base de la unidad principal en el sistema de estación base de radio principal remota;

La Fig. 5 ilustra la medición del retardo de enlace del interfaz óptico digital de acuerdo con el ejemplo mostrado en la Fig. 4B;

La Fig. 6A y 6B son diagramas de flujo que ilustran dos procedimientos ejemplo para la medición y compensación del retardo de enlace del interfaz digital óptico;

La Fig. 7 muestra un diagrama de temporización que ilustra un ejemplo de ecualización de retardo para una configuración de unidad principal – tres unidades remotas;

La Fig. 8 muestra diagramas de temporización para ilustrar ciertos aspectos de la compensación de retardo de enlace del interfaz óptico digital de acuerdo con un aspecto ejemplo de la invención; y

La Fig. 9 ilustra en forma de bloque de funciones una estación base híbrida que emplea una aplicación de la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

En la siguiente descripción, por propósitos de explicación y no de limitación, se establecen en adelante los detalles específicos, tales como realizaciones, procedimientos, técnicas, etc., particulares para proporcionar una comprensión minuciosa de la presente invención. No obstante, será evidente a un experto en la técnica que la presente invención se puede practicar en otras realizaciones que se separan de estos detalles específicos. Por ejemplo, aunque que la presente invención se describe en una aplicación ejemplo para un sistema celular basado en CDMA, la presente invención se puede usar en cualquier sistema celular que emplea una arquitectura de estación base de radio principal remota que tiene configurado cualquier número de unidades remotas configurada en cualquier topología de red donde las RRU plurales se pueden acoplar en un circuito cerrado de fibra óptica. También se puede usar en cualquier sistema celular que emplee una estación base híbrida. Aunque algunos de los siguientes ejemplos emplean un único circuito cerrado de fibra,

la invención también se puede usar en configuraciones de acoplamiento que usan fibras plurales.

En algunos casos, las descripciones detalladas de los métodos, interfaces, dispositivos, y las técnicas de señalización bien conocidas se omiten de manera que no oscurecen la descripción de la presente invención con innecesario detalle. Además, los bloques de funciones individuales se muestran en algunas de las figuras. Aquellos expertos en la técnica apreciarán que las funciones se pueden implementar usando circuitos de componentes físicos individuales, usando el funcionamiento de los programas informáticos conjuntamente con un microprocesador digital programado adecuadamente u ordenador de propósito general, que usa un circuito integrado de aplicaciones específicas (ASIC), y/o usando uno o más procesadores digitales de señal (DSP).

La presente invención encuentra aplicación ventajosa, pero aún ejemplo, para una red de comunicaciones móviles CDMA que soporta transferencia más suave. En esta aplicación ejemplo, una o más redes externas se acoplan a una red de acceso radio basada en CDMA que, por ejemplo, puede ser una Red de Acceso de Radio Terrestre UMTS (UTRAN). La UTRAN incluye uno o más controladores de red de radio (RNC) que comunican sobre un interfaz adecuado, y cada RNC se acopla a las estaciones base de radio plurales. Una o más estaciones base de radio se pueden configurar como un sistema de estación base principal remoto tal como se muestra en la Fig. 1A donde las distintas unidades de radio remotas (RRU) 16 se acoplan a una unidad principal 12 a través de una única fibra óptica. Una configuración serie comunica la información desde la unidad principal a todas las RRU sobre una fibra óptica y cualesquiera RRU que intervienen, aunque se pueden usar fibras adicionales o redundantes. Preferentemente, se emplea una conexión síncrona entre la unidad principal y las unidades remotas para minimizar la necesidad de "inteligencia" en las unidades remotas tal como almacenamiento temporal, re sincronización, etc., y por ello coste. Una conexión síncrona busca mantener la señal de RF en cada antena de la unidad remota dentro de los límites especificados relativos a una señal de referencia en la unidad principal.

La fibra óptica incluye una serie de enlaces que acoplan unidades adyacentes juntas en serie. En la configuración de acoplamiento de la fibra de la Fig. 1A, cuatro enlaces ópticos L1-L4 acoplan las unidades principal y remotas juntas en serie y forman un circuito cerrado o anillo. La unidad principal 12 se conecta a la RRU 16a por el enlace L1 de la fibra. La RRU 16a se conecta a la RRU 16b por el enlace L2 de la

fibra. La RRU 16b se conecta a la RRU 16c por el enlace L3 de la fibra. La RRU 16c se conecta a la unidad principal por el enlace L4 de la fibra. En combinación, los enlaces L1-L4 forman un primer trayecto de fibra del enlace descendente y un segundo trayecto de fibra del enlace ascendente en un único circuito cerrado de fibra.

5 El trayecto del enlace descendente y el trayecto del enlace ascendente incluyen distintos enlaces para cada RRU. Por ejemplo, el trayecto del enlace descendente para la RRU 16a incluye el enlace L1, y el trayecto del enlace ascendente incluye los enlaces L2, L3, y L4. El trayecto del enlace descendente para la RRU 16b incluye los enlaces L1 y L2, y el trayecto del enlace ascendente incluye los enlaces L3 y L4. El trayecto del enlace descendente para la RRU 16c incluye los enlaces L1, L2, y L3, y el trayecto del enlace ascendente incluye el enlace L4. Estos dos trayectos de fibra óptica pueden estar en el mismo cable físico entre las unidades principal y remotas, que corresponde a una configuración “en cascada”, o en rutas/cables físicos separados, que corresponden a una configuración “en anillo”.

15 La Fig. 1D muestra un ejemplo de la configuración de acoplamiento de la fibra en la Fig. 1A aplicada a una estación base “sectorizada”. Cada sector de la estación base se sirve por una RRU correspondiente. Debido a que los enlaces L1 y L4 son mucho más largos que los enlaces L2 y L3, los retardos de enlace asociados con L2 y L3 se pueden ignorar si se desea, con la compensación de retardo (descrita en detalle debajo) proporcionada para los retardos de enlace asociados con los enlaces más largos L1 y L4.

20 La Fig. 1B muestra una segunda configuración de acoplamiento de fibra, ejemplo. Como en la Fig. 1A, la unidad principal y la RRU 16a se conectan por el enlace L1, la RRU 16a y la RRU 16b por el enlace L2, y la RRU 16b y la RRU 16c por el enlace L3. No obstante, la RRU 16c tiene un enlace de retorno L4 a la RRU 16b. La RRU 16b tiene un enlace de retorno L5 a la RRU 16a. La RRU 16a tiene un enlace de retorno L6 a la unidad principal 12. En efecto, cada RRU tiene un circuito cerrado óptico con las RRU que intervienen que pasan esa información de las RRU. Para la RRU 16a, el primer trayecto de fibra del enlace descendente incluye los enlaces L1-L3, y el segundo trayecto de fibra del enlace ascendente incluye los enlaces L4-L6. Si los enlaces de fibra L1/L6, L2/L5, y el L3/L4 comparten la misma ruta y cable físico, se puede usar una medición automática de retardo porque el retardo de un sentido es la mitad del retardo de ida y vuelta. No obstante, esta configuración requiere convertidores ópticos a eléctricos dobles en cada RRU.

La Fig. 1C muestra otra configuración en cascada ejemplo similar a aquélla de la Fig. 1A con una fibra óptica redundante opcional para comunicar la información entre la unidad principal y las unidades remotas pero en la dirección contraria. El primer circuito cerrado es el circuito cerrado “este” representado por la letra “e”, y el
5 circuito cerrado contrario es el circuito cerrado “oeste” representado por la letra “w”. Este doble circuito cerrado de fibra con una configuración este-oeste añade redundancia así como protección adicional. Consideremos una situación donde dos fibras se cortan en una ubicación, por ejemplo, en el enlace L2 entre la RRU 16a y 16b. La RRU 16a se puede reconfigurar automáticamente para usar el enlace L1w
10 para transmitir a la Unidad Central 12 y usar el enlace L1e para recibir desde la Unidad Central. Las otras RRU se pueden configurar de la misma manera para usar los enlaces L3 y L4 para la comunicación con la Unidad Principal 12.

La Fig. 2 ilustra en forma de bloques de funciones la unidad principal 12 acoplada a una RRU 16. Un interfaz digital óptico, algunas veces denominado más
15 tarde como un interfaz de Enlace de Interfaz Óptico (OIL), se usa en comunicaciones digitales entre la unidad principal 12 y la RRU 16. La unidad principal incluye una unidad de interfaz óptico en banda base (OBIF) 28, y la RRU 16 incluye una unidad de interfaz óptico en banda base (OBIF) 30. Las OBIF 28 y 30 soportan el interfaz digital óptico. El lado eléctrico del interfaz digital óptico incluye canales digitales, paralelo
20 para las señales de datos, las señales de temporización, y las señales de control. El lado óptico pone a la salida aquella información digital como una secuencia de datos serie de las señales ópticas. Para un ejemplo de RRU única, un interfaz digital óptico ampliado de 16 bits incluye 16 canales digitales paralelo.

La unidad principal 12 incluye una unidad de temporización 20 que genera una
25 o más señales de temporización tales como una señal de sincronización de trama (FS) que se proporciona a la OBIF 28 como un canal digital de temporización que corresponde a uno o más bits en el interfaz de OIL. Un controlador de la unidad principal 22 genera las señales de control proporcionadas a la OBIF 28 sobre un canal digital de control que corresponde a uno o más bits en el interfaz de OIL. Uno o más
30 transmisores en banda base 24 proporcionan los datos digitales a la OBIF 28 sobre uno o más canales digitales que corresponden a uno o más bits en el interfaz de OIL. Uno o más receptores 26 reciben los datos digitales enviados por la RRU 16. La referencia de temporización para la circuitería de transcepción en banda base se puede generar de cualquier manera apropiada. En un ejemplo, una señal de
35 temporización, por ejemplo, una señal de sincronización de trama proporcionada

desde la OBIF 28, se puede usar para los transmisores en banda base 24 y para los receptores en banda base 26. No obstante, las señales de temporización para los transmisores y receptores no necesitan ser idénticas, por ejemplo, podrían ser todas diferentes o se pueden desplazar entre ellas.

5 La RRU 16 tiene una similar OBIF 30 (aunque no idéntica) acoplada a un transceptor 32 y a un controlador de la RRU 42. El controlador de la RRU 42 recibe y envía las señales de control sobre el canal digital de control. El transceptor 32 recibe y envía los datos digitales desde/a la OBIF 30. Los datos recibidos se procesan, modulan, filtran, convierten en frecuencia, y amplifican en un amplificador de potencia
10 34 antes de ser transmitidos sobre una antena a un UE de radio móvil 18 por medio de un filtro dúplex 36. Las señales de radio del UE recibidas desde la antena 38 y filtradas dúplex en 36 se amplifican en un amplificador de bajo nivel de ruido 40 y se manejan de manera similar en el transceptor 32 pero de manera complementaria. La OBIF 30 envía las señales recibidas desde la unidad adyacente (aquí la unidad principal) a la
15 siguiente RRU en la serie e incluye cualquier señal del UE de respuesta también. En la configuración en la Fig. 1C, habría otra entrada de fibra a la OBIF 30 desde la RRU de secuencia de bajada, adyacente con las señales que van a ser enviadas en la unidad principal 12.

 La Fig. 3A ilustra otros detalles de la OBIF 30 en cada RRU 16 para la
20 configuración de acoplamiento ejemplo en la Fig. 1A. Una señal óptica transmitida sobre el enlace óptico desde la unidad principal 12 incluye una trama de múltiples “palabras” digitales de información. Cada palabra se trata para una de las RRU y se convierte en una señal eléctrica digital serie en un convertidor óptico a eléctrico 70, tal como un diodo PIN. En el ejemplo no limitativo anterior, cada palabra puede incluir
25 16 bits de información de control, datos, y sincronización. Si hay tres RRU conectadas en cascada, entonces la trama incluye tres palabras de 16 bit. La primera palabra de las RRU está en la primera posición en la trama; la segunda palabra de las RRU está en la segunda posición en la trama; y la tercera palabra de las RRU está en la tercera posición en la trama. El deserializador 72/serializador 74 se puede implementar por
30 ejemplo como una pareja desmultiplexor/multiplexor que también puede realizar el manejo del enlace como la configuración de la sincronización del enlace, el manejo de fallo del enlace, etc. Tal pareja desmultiplexor/multiplexor está disponible como un conjunto de circuitos integrados estándar, por ejemplo, el Agilent HDMP 1032/1034 o el TI TLK 2501.

En la Fig. 3A, el deserializador 72 de la RRU convierte la palabra de datos (16 bit de datos en este ejemplo) para esta RRU 16 desde una señal digital serie en una señal digital paralelo y encamina la señal paralelo al transceptor 32 y al controlador 42 de la RRU. La señal paralelo enviada al transceptor 32 y al controlador 42 de la RRU incluye las señales de datos digitales, temporización, y canal de control. Los bits de datos restantes destinados para otras RRU se pasan a través del serializador 74. El serializador 74 también recibe datos de enlace ascendente en paralelo desde esta RRU para ser enviados a la unidad principal desde el transceptor 32 y el controlador 42 de la RRU. Convierte los datos del enlace ascendente en formato serie e incluye esos datos serie del enlace ascendente en la posición de la palabra en la trama correspondiente a esta RRU. Un convertidor eléctrico a óptico 76 convierte la trama digital en una señal óptica para la transmisión sobre una fibra óptica a la siguiente RRU en la cascada o la unidad principal 12 si es la siguiente en la cascada. Un ejemplo de un convertidor eléctrico a óptico es un diodo láser.

La Fig. 3B ilustra detalles adicionales de la OBIF 30 en una RRU 16 para la configuración de acoplamiento ejemplo en la Fig. 1B. En este caso, la RRU 16a se usa para propósitos de ilustración. La OBIF 30 es similar a aquella mostrada en la Fig. 3A excepto que se emplean dos juegos de convertidores 70, 76 y deserializadores/serializadores 72, 74. La unidad principal envía una señal óptica sobre el enlace L1 a la RRU 16a. La señal óptica recibida se convierte en la señal eléctrica por medio de un convertidor óptico a eléctrico 70, que entrega la señal digital eléctrica al deserializador 72. El deserializador 72 de la RRU convierte la palabra de datos para esta RRU 16a de una señal digital serie en una señal digital paralelo y encamina esa señal paralelo al transceptor 32 y al controlador 42 de la RRU en esta RRU 16a. Los bits de datos restantes destinados para las otras RRU (16b y 16c) se pasan a través del serializador 74 en la parte de abajo de la figura. Ese serializador 74 convierte esos datos que pasaron en formato serie y envía la señal serie al convertidor eléctrico a óptico 76. El convertidor eléctrico a óptico 76 convierte la señal eléctrica recibida en una señal óptica para la transmisión sobre el enlace óptico L2 a la siguiente RRU 16b.

En la dirección de enlace ascendente, contraria, la RRU 16a recibe una señal óptica desde la RRU 16b sobre el enlace L5 y la convierte en formato eléctrico en el convertidor óptico a eléctrico 70. El deserializador 72 convierte la señal digital del convertidor 70 en una señal digital paralelo que incluye palabras de datos de la RRU 16b y la RRU 16c. La señal digital paralelo se proporciona al serializador 74 como

datos de paso. El serializador 74 inserta las palabras de datos del enlace ascendente desde el transceptor 32 y el controlador 42 en la RRU 16a en cada trama con palabras desde la RRU 16b y la RRU 16c. El serializador 74 convierte las palabras de datos entramadas en formato serie y envía la señal serie al convertidor eléctrico a óptico 76.

5 El convertidor eléctrico a óptico 76 convierte la señal digital en una señal óptica para la transmisión sobre un enlace óptico L6 a la unidad principal 12.

La Fig. 4A ilustra detalles adicionales de la OBIF 28 en la unidad principal 12 suponiendo una configuración como en la de la Fig. 1A. Los detalles se muestran para una de las RRU –RRU 16a- para simplificar la ilustración y la explicación. Cada RRU
10 tiene una etiqueta de OIL asociada, por ejemplo, la RRU 16a tiene OIL 1, la RRU 16b tiene OIL 2, y la RRU 16c tiene OIL 3. Debido a que la señalización de control se refiere solamente a la RRU, no requiere ninguna ecualización de OIL.

En este ejemplo, el ecualizador de OIL 44 incluye para cada RRU un desplazador de tiempo 42, un almacenamiento temporal de transmisión 46, un
15 almacenamiento temporal de recepción 48, y un controlador de profundidad de almacenamiento temporal 50. El almacenamiento temporal de transmisión (Tx) 46 asociado con cada RRU es un almacenamiento temporal primero en entrar primero en salir (FIFO) que recibe los datos desde el transmisor en banda base 24. Los datos se almacenan durante un periodo de tiempo que corresponde a la profundidad del
20 almacenamiento temporal FIFO antes de ser puesto a la salida en el canal de datos al serializador 54. El procesador de la unidad principal 22 proporciona la señal digital de control para cada palabra, y el ecualizador de OIL 44 de la unidad principal proporciona los datos digitales y las señales de temporización para cada palabra. El serializador 54 recibe palabras desde los almacenamientos temporales de TX
25 asociados con cada RRU e incluye tres palabras digitales – una para la RRU 16a, una para la RRU 16b, y una para la RRU 16c – en una trama. Las palabras se sitúan en la trama en orden secuencial – palabra 1, palabra 2, y palabra 3 – para fácil extracción en la RRU apropiada por su deserializador 72. El serializador 54 entonces convierte los datos paralelo en forma serie y envía los datos serie al convertidor eléctrico a
30 óptico 56 para la conversión a formato óptico y la transmisión sobre el siguiente enlace de fibra, que en este ejemplo es el enlace L1.

La profundidad del almacenamiento temporal FIFO se controla por el controlador de profundidad de almacenamiento temporal 50. En esta implementación ejemplo, la referencia de temporización viene de una señal de sincronización de trama.
35 La sincronización de trama se envía a los receptores en banda base 26 (no

desplazados en el tiempo) y al desplazador de tiempo de sincronización de trama 42. El desplazador de tiempo de sincronización de trama 42 adelanta la señal de sincronización de trama en un intervalo de tiempo predeterminado, (descrito más tarde), y envía la sincronización de trama de tiempo adelantado al almacenamiento temporal FIFO de transmisión 46. El sincronismo de trama se retarda en el almacenamiento temporal FIFO 46 junto con los datos para preservar la relación temporal entre el sincronismo de trama y los datos. El sincronismo de trama desplazado se usa por los transmisores en banda base 24 para la pronta transmisión de los datos del enlace descendente como se describe además más tarde. El sincronismo de trama no desplazado se envía a los receptores en banda base 26 como una referencia de temporización.

Mejor que adelantar la señal de referencia de temporización del enlace descendente en una cantidad determinada, como arriba, otro planteamiento ejemplo es retardar la señal de referencia de temporización del enlace ascendente en una cantidad predeterminada. Este último planteamiento no requiere el desplazamiento de la señal de sincronismo de trama en el trayecto del enlace descendente sino en el trayecto del enlace ascendente. Otro planteamiento ejemplo no depende o afecta el sincronismo de trama, sino en su lugar se adelanta la temporización de transmisión por un ajuste del programa informático en el transmisor.

En la dirección del enlace ascendente, el convertidor óptico a eléctrico 58 recibe una señal óptica desde el enlace óptico L4 y la convierte en un formato eléctrico. El deserializador 60 convierte esa señal serie en formato paralelo. Cada equalizador de OIL 44 incluye un almacenamiento temporal FIFO de recepción 48 que recibe los datos digitales paralelo y una señal de sincronismo de trama de "circuito cerrado de vuelta" desde el correspondiente deserializador 60. El sincronismo de trama y los datos se almacenan durante un periodo de tiempo, que corresponde con la profundidad de almacenamiento temporal FIFO y se controlan por el controlador de profundidad de almacenamiento temporal 50, antes de poner a la salida los datos y el sincronismo de trama en el canal de datos y los canales de temporización, respectivamente. Los datos FIFO y el sincronismo de trama se envían al receptor en banda base 26.

Se proporciona una tabla de datos 62 la cual almacena, para la configuración ejemplo de la Fig. 1A, los retardos asociados con cada RRU. Específicamente, cada RRU está a una distancia distinta desde la unidad principal. En este ejemplo en la Fig. 4A, esos retardos se miden manualmente, y los retardos medidos se almacenan en la

tabla de datos 62. El controlador de compensación de temporización 52 accede al retardo para cada RRU cuando se ajusta la profundidad de almacenamiento temporal controlado por el controlador de profundidad de almacenamiento temporal 50.

5 Suponiendo una configuración alternativa de acoplamiento de fibra ejemplo como la mostrada en la Fig. 1B, la Fig. 4B ilustra los detalles adicionales de la OBIF 28 en la unidad principal 12 para una de las RRU – la RRU 16a. Suponiendo que los enlaces de fibra L1/L6, L2/5 y L3/L4 comparten la misma ruta y cable físico, se puede usar una medición automática del retardo debido a que el retardo de un sentido es la mitad del retardo de ida y vuelta. En lugar de medir manualmente los retardos
10 asociados con cada una de las RRU y almacenarlos en la tabla de datos 62, la Fig. 4B emplea un contador 63 para medir automáticamente esos retardos. Más específicamente, en el mismo momento que se envía la señal de sincronismo de trama al serializador correspondiente 54, también se envía para iniciar el contador 63. El contador 63 cuenta, usando un reloj u otra señal apropiada, hasta que se para por la
15 recepción de la señal de sincronismo de trama de circuito cerrado de vuelta desde el deserializador 60. El valor de la cuenta, que corresponde al retardo medido asociado con los datos de envío a una RRU particular se proporciona al controlador de compensación de temporización 52.

20 El controlador de compensación de temporización 52 recibe los valores de cuenta del retardo para las otras RRU y determina un valor de retardo máximo. Como ejemplo, el controlador de compensación de temporización 52 puede seleccionar el valor de cuenta más grande como el valor de retardo máximo. El controlador de compensación de temporización 52 envía dos veces el valor de retardo máximo al desplazador de tiempo 42 para proporcionar la referencia de tiempo por adelantado
25 cuando los datos y el sincronismo de trama se deberían enviar al almacenamiento temporal de transmisión 46. El controlador de compensación de temporización 52 usa la diferencia entre el retardo máximo y el valor de retardo contado/medido para cada RRU para determinar la profundidad de almacenamiento temporal FIFO enviada al controlador de profundidad de almacenamiento temporal 50.

30 La medición automática del retardo del enlace óptico se ilustra conceptualmente en la Fig. 5 para una única unidad principal/enlace de unidad de radio remota. El mismo proceso de medición se podría usar para todas las unidades de radio remotas. El pulso de sincronismo de trama en la OBIF 28 de la unidad principal inicia el temporizador 63. Al mismo tiempo, se transmite el pulso de
35 sincronismo de trama sobre el trayecto de fibra del enlace descendente y cualesquiera

RRU que intervienen a la OBIF 30 de la RRU donde el deserializador 72 “realiza un bucle de nuevo” sobre el trayecto de la fibra de retorno a través de unas RRU que intervienen a la unidad principal. Los retardos sobre el interfaz aéreo y en el UE no se miden. El serializador 74 devuelve el sincronismo de trama del bucle realizado de nuevo sobre el trayecto de fibra de retorno en el enlace óptico a la OBIF 28 de la unidad principal cuando para el contador. El tiempo de retardo requerido para realizar un bucle de nuevo al pulso de sincronismo se refleja en el valor del contador y se envía al controlador de compensación de temporización 52. Aunque se podría usar otra señal de temporización o incluso generar para realizar esta tarea, usar el pulso de sincronismo de trama ya disponible generado por la unidad principal no requiere coste o gastos generales adicionales.

Teniendo el sincronismo de trama comunicado en su propio canal digital de temporización, la medición del retardo no interrumpe la transmisión de datos sobre el canal digital. Además, la medición del retardo puede tener lugar continuamente, periódicamente/en intervalos regulares, o tras la petición por el controlador de compensación de temporización 52. Verdaderamente, el retardo causado por cada enlace óptico puede cambiar dependiendo de ciertos factores. Un factor es la temperatura que cambia. La capacidad de medición del retardo en curso e independiente (es decir, desde el canal de datos) asegura que el controlador de compensación de temporización 52 tiene mediciones de retardo exactas y al día. Mediciones del retardo exactas significa que la compensación del retardo basada en esas mediciones también es exacta.

Los procedimientos de Compensación de Retardo de OIL (bloque 80) ejemplo se describen conjuntamente con los diagramas de flujo en las Fig. 6A y 6B. Los procedimientos en la Fig. 6A se refieren a la configuración en cascada en la Fig. 1A con la medición manual del retardo, y los procedimientos en la Fig. 6B se refieren a la configuración en cascada en la Fig. 1C con medición automática del retardo. Iniciando con el bloque 82 en la Fig. 6A, la distancia entre la unidad principal y cada RRU se mide manualmente, por ejemplo, en el momento de la instalación, usando las técnicas conocidas tales como el OTDR (Reflectómetro Óptico en el Dominio del Tiempo) o similares. Los valores de retardo asociados con cada RRU se almacenan en la tabla de datos 62 de manera que el retardo total para cada RRU es idéntico con la distancia MU-RRU más larga. Comenzando con el bloque 82 en la Fig. 6B, el controlador de compensación de temporización 52 determina, usando los valores de la tabla de datos 62 para cada RRU, un retardo de tiempo promedio o instantáneo asociado con su

longitud de enlace óptico. Esa determinación del retardo se puede realizar (si se desea) continuamente, periódicamente, o bajo petición desde el controlador de compensación de temporización 52.

En general para ambas Fig. 6A y 6B, el controlador de compensación de temporización usa los retardos notificados para calcular un retardo adicional individual para cada RRU para ecualizar los tiempos de transmisión totales para cada RRU. El retardo adicional se introduce en la cadena de transmisión usando el almacenamiento temporal FIFO de transmisión 46 y el almacenamiento temporal FIFO de recepción 48. Por ejemplo, el retardo total de las señales transmitidas para todas las RRU se puede ecualizar al tiempo de retardo de la RRU que es el más largo. El tiempo de retardo de la RRU más largo de todos los enlaces de OIL puede ser el “máximo retardo” o algún tiempo de retardo más grande si se desea.

En el bloque 84 en ambas Fig. 6A y 6B, la diferencia entre el tiempo de retardo máximo y el retardo asociado de las RRU se usa para determinar cada una de las profundidades de almacenamiento temporal FIFO de transmisión y de recepción de las RRU y la temporización adelantada del sincronismo de trama. Para la RRU asociada con el retardo más largo, si el retardo máximo iguala ese retardo más largo, el retardo FIFO es cero. Para las RRU con retardos más cortos que el retardo máximo, el retardo adicional causado por cada almacenamiento temporal FIFO de transmisión y almacenamiento temporal FIFO de recepción se selecciona de manera que el retardo de almacenamiento temporal FIFO total junto con el retardo de la RRU iguale el retardo de enlace máximo. Para todas las RRU, la unidad principal envía los datos “pronto” desde el momento que de otro modo serían transmitidos si no hubiera retardo asociado con los enlaces ópticos a las RRU (bloque 86 en ambas Fig. 6A y 6B). En una realización ejemplo preferente, la temporización adelantada es dos veces el retardo de enlace máximo. Cada RRU recibe esa información desde la unidad principal y envía la información al UE de radio móvil. La RRU envía la respuesta desde el UE a la unidad principal donde se retarda en el FIFO de recepción durante un tiempo que corresponde a la profundidad de almacenamiento temporal FIFO establecida (bloque 88 en ambas Fig. 6A y 6B).

La temporización sincronizada y adelantada beneficia tanto al UE como a los receptores en banda base de la estación base. Los datos desde la unidad principal se transmiten desde las RRU plurales que tienen distintos retardos al mismo tiempo. Esto permite al receptor en banda base del UE procesar más fácilmente las señales plurales sin ser afectado por los distintos retardos de enlace óptico a las RRU. De

manera similar, la temporización de los datos de respuesta desde el UE enviada por las RRU plurales sobre distintos enlaces ópticos de retardo/longitud, que se proporciona desde los FIFO de recepción al receptor en banda base en la unidad principal, no está afectada por las distintas longitudes de los enlaces ópticos. El receptor en banda base de la unidad principal por lo tanto puede procesar más fácilmente las señales plurales sin ser afectado por los distintos retardos de enlace óptico. Estos beneficios permiten la transferencia más suave en un sistema de comunicaciones celulares basado en CDMA sin requerir un receptor DE BARRIDO más complejo. Un receptor CDMA típico se diseña para manejar una cierta diferencia de retardo entre los componentes de la señal recibidos desde las distintas antenas (por ejemplo en transferencia más suave) y/o a través de los distintos trayectos de propagación. Este diseño no se hace para la diferencia de retardo adicional introducida por las longitudes de enlace de OIL en una estación base principal remota. La invención alinea la temporización de las distintas antenas, y preferentemente, la temporización total en la estación base de manera que se puede usar tal receptor típico.

Para determinar las profundidades de almacenamiento temporal FIFO para cada RRU, el controlador de compensación de temporización 52 calcula a partir de los retardos de enlace óptico notificados para cada RRU el retardo de un sentido asociado para el enlace óptico a cada RRU y selecciona un retardo máximo. En el siguiente ejemplo mostrado en la Fig. 7, el retardo común seleccionado se fija igual al retardo en un sentido calculado más largo. Cada RRU tiene una longitud de enlace óptico distinta: OIL1, OIL2, y OIL3. La longitud de OIL1 es $2 \cdot \text{OIL2}$. La longitud de OIL3 es $3 \cdot \text{OIL2}$. La información del retardo para la RRU1 y la RRU2 debe ser compensada de manera que los retardos asociados con OIL1 y OIL2 igualen el retardo asociado con OIL3, que es el retardo máximo en el ejemplo. El UE se supone que está equidistante de cada una de las 3 RRU sobre el interfaz aéreo, que no se requiere, pero simplifica el ejemplo.

Como se describió anteriormente, los datos del transmisor en banda base de la unidad principal previstos para el UE se envían a cada FIFO de transmisión (TX) 46 en el ecualizador de OIL 44 de la unidad principal antes de lo programado dos veces el máximo retardo de enlace. Aquí, el programa de temporización se determina por el sincronismo de trama (FS) generado por la unidad de temporización 20 y adelantado por el desplazador de temporización 42. La meta es transmitir esos datos a cada uno de los tres FIFO antes de tiempo de manera que después de atravesar sus tres almacenamientos temporales FIFO de transmisión y enlaces de OIL respectivos, los

datos se reciben en sus respectivas RRU al mismo tiempo. Así los datos que van a ser enviados a la RRU1 se retardan en su almacenamiento temporal FIFO de TX durante un retardo de alineamiento de transmisión. Los datos que van a ser transmitidos a la RRU 2 se retardan en su almacenamiento temporal FIFO de TX durante un retardo de
5 alineamiento de transmisión que es dos veces tan largo como el tiempo de retardo en el FIFO de la RRU1. No hay retardo en el almacenamiento temporal FIFO para la RRU3. Como resultado, todos los datos de transmisión llegan a cada RRU y se transmiten al UE al mismo tiempo facilitando la recepción en el receptor del UE, es decir, “alineamiento de transmisión”. Para este ejemplo, el tiempo de viaje del interfaz
10 aéreo del enlace descendente desde la RRU al UE, el tiempo de respuesta en el UE, el tiempo de viaje del interfaz aéreo del enlace ascendente desde el UE a la RRU se supone que todos sean el mismo.

La meta es la misma en la dirección del enlace ascendente. Los datos de respuesta del UE desde cada una de las RRU se reciben en sus respectivos FIFO de
15 recepción (RX) después de atravesar sus tres OIL respectivos. El retardo introducido por cada uno de los almacenamientos temporales FIFO es el mismo que el retardo introducido por los correspondientes almacenamientos temporales FIFO de TX para el trayecto de enlace descendente hacia la misma RRU. Los datos de la RRU1 se retardan en su almacenamiento temporal FIFO de RX durante un retardo de
20 alineamiento de transmisión. Los datos que van a ser enviados a la RRU2 se retardan en su almacenamiento temporal FIFO de RX durante un retardo de alineamiento de transmisión que es dos veces tan largo como el tiempo de retardo en el FIFO de la RRU1. No hay retardo en el almacenamiento temporal FIFO para la RRU3. Como resultado, todos los datos de respuesta del UE se envían al receptor en banda base de
25 la unidad principal al mismo tiempo, es decir, “alineamiento de recepción”.

La presente invención logra la temporización de la estación base de radio (RBS) estándar en una estación base de radio principal remota. La Fig. 8 muestra a la izquierda los diagramas de temporización de la RBS estándar, simplificados. Un pulso de sincronismo de trama (FS) marca el momento cuando la RBS empieza a enviar una
30 trama de protocolo con los datos de transmisión (TX) al UE sobre el interfaz aéreo. La respuesta del UE a los datos de TX empieza después de un retardo de respuesta del UE y del interfaz aéreo. A la derecha, se ilustra la temporización principal remota. El sincronismo de trama se envía desde la unidad principal a cada RRU sobre el enlace OIL de longitud ecualizada por anticipado dos veces el máximo retardo mostrado como
35 $2 * T_OIL_MAX$ a partir del momento cuando se enviaría normalmente por una RBS

estándar. La trama de datos de transmisión también se envía desde la unidad principal a cada RRU sobre un enlace OIL de longitud ecualizada por anticipado dos veces el máximo retardo mostrado como $2 \cdot T_{OIL_MAX}$ a partir del momento cuando se enviaría normalmente por una RBS estándar. La RRU recibe el sincronismo de trama y los datos de transmisión por anticipado el máximo retardo mostrado como T_{OIL_MAX} . Después del tiempo de respuesta del UE y del interfaz aéreo, que es el mismo que en el caso normal mostrado en el lado izquierdo, la RRU envía la respuesta del UE sobre el OIL de la RRU. Después de pasar a través de los almacenamientos temporales FIFO de RX, todas las tramas de datos se alinean y alcanzan la circuitería de procesamiento en banda base del enlace ascendente en la temporización correcta referenciada por la señal de sincronismo de trama no desplazada.

Adelantar el tiempo de envío de los datos y el sincronismo de trama compensa los retardos de enlace óptico en un diseño principal remoto. El control de profundidad del almacenamiento temporal FIFO descrito anteriormente ecualiza las diferencias de retardo de enlace óptico. Cada RRU envía los datos de transmisión al UE al mismo tiempo, y los datos de respuesta del UE se reciben en el receptor al mismo tiempo. De esta manera, una estación base principal remota puede funcionar justo como una estación base estándar.

En lugar de proporcionar una referencia de temporización adelantada a los transmisores en banda base de manera que los datos del enlace descendente se envíen pronto hacia la unidad remota de radio, se puede proporcionar una referencia de temporización retardada a los receptores en banda base. En este caso, la señal de sincronismo de trama no desplazada se usa como una referencia de temporización para los transmisores en banda base. De esta manera, la ecualización de enlace OIL se puede usar con la temporización del transmisor adelantada o la temporización del receptor retrasada.

Otra realización ejemplo de la invención ilustrada en formato de bloques de funciones en la Fig. 9 incorpora una estación base principal remota con una estación base convencional en lo que se conoce como una estación base híbrida 100. La estación base híbrida 100 incluye la circuitería de la estación base convencional que incorpora elementos de la unidad principal 12 mostrada en la Fig. 2. Se muestran tres unidades remotas representativas 16a-16c acopladas en una configuración en cascada a la OBIF 28. Cada circuitería de radio de la estación base convencional 102 se conoce como una unidad de radio "cercana" y se acopla a una unidad de interfaz en

banda base correspondiente 28'. La circuitería de radio cercana 102 es similar a la circuitería de la RRU 16 (por ejemplo, transceptor, amplificador de potencia, filtro dúplex, amplificador de bajo nivel de ruido, antena, etc.), con la excepción de una OBIF 30. Ningún enlace óptico acopla la circuitería de radio 102 con los transmisores en banda base 24 o los receptores en banda base 26, de manera que no es necesario un OBIF 30. Pero todavía hay una necesidad de sincronización entre las distintas unidades de radio. Las partes convencional y principal remota de la estación base híbrida se deberían sincronizar para soportar transferencia más suave entre las unidades de radio cercanas 102 y las unidades de radio remotas 16 y posiblemente cumplir con los requerimientos de temporización impuestos por los estándares de comunicaciones celulares como el 3GPP.

De acuerdo con este aspecto de la invención, cada circuitería de radio de la estación base convencional 102 se trata como una RRU con una longitud de enlace de cero que corresponde a que no hay retardo de enlace. Cada unidad de radio cercana 102 se asocia con un interfaz en banda base 28' que proporciona el tiempo de almacenamiento temporal máximo usando, por ejemplo, los FIFO de transmisión y de recepción y el planteamiento de adelanto de sincronismo de trama descrito anteriormente. El adelanto del sincronismo de trama y el almacenamiento temporal asegura que todas las señales recibidas desde tanto las antenas remotas como las cercanas se pueden combinar fácilmente en un receptor de barrido. No es necesaria medición del retardo de ida y vuelta para las unidades de radio cercanas porque el retardo de ida y vuelta cero ya se conoce. La sincronización entre las unidades de radio remotas y cercanas en una estación base híbrida permite que las estaciones base existentes sean mejoradas con las RRU sin tener que alterar significativamente la estación base convencional o alterar su temporización.

La presente invención proporciona una configuración de fibra óptica rentable para acoplar una unidad principal de estación base y las unidades remotas de las estaciones base plurales. Solamente se necesita un único circuito cerrado de fibra óptica para transportar la información entre la unidad principal y las unidades remotas. La configuración evita el coste y los inconvenientes si se usase la tecnología WDM en una configuración de único circuito cerrado de fibra. Los láseres, filtros, y multiplexores añadir/extraer ópticos (OADM) para cada RRU no son necesarios eliminando por ello los costes necesarios para una configuración de circuito cerrado de fibra WDM. Los gastos generales logísticos de WDM requeridos para hacer el seguimiento de los distintos dispositivos dependientes de la longitud de onda también se evitan. Además

de los ahorros de costes, la invención compensa las diferencias de retardo de tiempo asociadas con las distintas unidades remotas acopladas en serie por una única fibra para asegurar la sincronización.

5 Aunque la presente invención ha sido descrita con respecto a las realizaciones particulares, aquellos expertos en la técnica reconocerán que la presente invención no está limitada a estas realizaciones ejemplares específicas. Distintos formatos, realizaciones, y adaptaciones junto a aquéllas mostradas y descritas así como muchas variaciones, modificaciones, y disposiciones equivalentes también se pueden usar para implementar la invención. Por ejemplo, aunque los almacenamientos temporales
10 FIFO se describieron como mecanismos de retardo, se podrían usar otros retardos como registros de desplazamiento, memorias de doble puerto con direcciones de lectura/escritura desplazadas, etc. Aunque la invención se describe usando realizaciones preferentes, solamente ilustran ejemplos de la presente invención. Consecuentemente, se pretende que la invención esté limitada solamente por el
15 alcance de las reivindicaciones anexas a ésta.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de estación base principal remota para comunicar con N unidades de radio remotas (16a, 16b, ...), siendo N un entero igual o mayor que 2, cada unidad de radio remota (16a, 16b, ...) que incluye un interfaz óptico en banda base (30, Fig. 2); dicho sistema que además comprende una unidad principal (12) que incluye un interfaz óptico en banda base (28, Fig. 2), y una fibra óptica (L1, L2,...) para comunicar la información entre la unidad principal (12) y las unidades remotas, la fibra óptica (L1, L2,...) que incluye un primer trayecto de fibra (L1, L2, L3) para comunicar la información desde la unidad principal (12) a las unidades remotas y un segundo trayecto de fibra (L4; L4, L5, L6) para comunicar la información desde las unidades de radio remotas (16a, 16b, ...) a la unidad principal (12), cada uno de los primero y segundo trayectos de fibra que incluye uno o más enlaces ópticos (L1, L2, ...)

caracterizado porque

la unidad principal (12) transmite la información a las N unidades remotas a N veces la velocidad de datos a la que los datos se van a recibir en cada unidad remota (16a, 16b,...) y se configura para combinar N palabras de datos, una palabra que corresponde a cada una de las N unidades remotas, en una trama y para transmitir la trama en el primer trayecto de fibra (L1, L2, L3), que

cada unidad remota (16a, 16b,...) se configura para extraer de una trama recibida su palabra de datos correspondiente, incluye una palabra del enlace ascendente en el lugar de la palabra extraída, y pasa dicha trama a la siguiente unidad remota; y que

a lo largo del primer trayecto de fibra (L1, L2, L3), la unidad principal (12) se conecta por un primer enlace a una primera unidad remota (16a) en serie, la primera unidad remota se conecta por medio de un siguiente enlace a una siguiente unidad remota en la serie, y así sucesivamente, con la unidad remota N en la serie que se conecta por un enlace N+1 a la unidad principal (12), y en donde la información del enlace ascendente desde la primera unidad remota se envía a la unidad principal (12) a través del enlace N+1 que corresponde al segundo trayecto de fibra (L4; L4, L5, L6) y en donde dicha unidad principal (12) incluye un compensador de temporización (46, 50) que permite compensar, para cada unidad remota (16a, 16b, ...), un retardo asociado con esa unidad remota (16a, 16b, ...), de manera que la misma información se transmite sobre un interfaz de radio por las unidades remotas sustancialmente al mismo tiempo y la unidad principal (12) recibe la misma información desde cada una

de las unidades remotas sobre el segundo trayecto de fibra (L4; L4, L5, L6) sustancialmente al mismo tiempo.

2. El sistema de estación base de radio principal remota en la reivindicación 1, en donde la configuración serie incluye otra fibra óptica (L5, L6,...) con el tercer y cuarto par de trayectos de fibra (L1, L6; L2, L5, respectivamente) para comunicar la información entre la unidad principal (12) y las unidades remotas (16b, 16c, ...) pero en una dirección opuesta a la de la dirección del circuito cerrado, el tercer trayecto de fibra (L1, L6) que comunica la información desde la unidad principal (12) a las unidades remotas (16a, 16b, ...) y el cuarto trayecto de fibra (L2, L5) que comunica la información desde las unidades de radio remotas (16a, 16b, ...) a la unidad principal (12), cada uno de los tercer y cuarto trayectos de fibra que incluye uno o más enlaces.

3. El sistema de estación base de radio principal remota en la reivindicación 1, en donde la configuración serie incluye la unidad principal (12) conectada por un primer par de fibras (L1, L6) de enlace ascendente y enlace descendente a una primera unidad remota, la primera unidad remota conectada por un segundo par de fibras (L2, L5) de enlace ascendente y enlace descendente a una segunda unidad remota (16b), y así sucesivamente para la N-sima unidad remota.

4. El sistema de estación base de radio principal remota en la reivindicación 1, en donde las N unidades remotas corresponden a N sectores de la estación base.

5. El sistema de estación base de radio principal remota en la reivindicación 1, en donde la unidad principal (12) se configura para transmitir los datos sobre el primer trayecto de fibra (L1, L2, L3) a N veces la velocidad de transmisión de datos deseada para cada unidad principal (12) para la transmisión de datos de la unidad remota.

6. El sistema de estación base de radio principal remota en la reivindicación 5, en donde dicho compensador de temporización (46, 50) se proporciona para compensar un retardo asociado con cada unidad remota (16a, 16b,...) por medio de adelantar un tiempo cuando se envía una palabra de datos en una trama sobre el primer trayecto de fibra (L1, L2, L3).

7. El sistema de estación base de radio principal remota en la reivindicación 6, en donde la unidad principal (12) incluye un controlador de compensación de temporización (52) configurado para recibir un retardo asociado con cada una de las N unidades remotas, seleccionar un retardo máximo, y controlar el compensador de temporización para cada unidad de radio remota (16a, 16b,...) para compensar el retardo máximo.

8. El sistema de estación base de radio principal remota en la reivindicación 5, en donde la unidad principal (12) incluye una tabla de datos (62) para almacenar un retardo determinado para cada una de las unidades remotas (16a, 16b,...).

5 9. El sistema de estación base de radio principal remota en la reivindicación 8, en donde el retardo para cada RRU se mide manualmente.

10. El sistema de estación base de radio principal remota en la reivindicación 7, en donde la unidad principal (12) incluye un contador (63) para determinar un retardo para cada una de las unidades remotas (16a, 16b,...).

10 11. El sistema de estación base de radio principal remota en la reivindicación 10, en donde la unidad principal (12) incluye para cada unidad de radio remota (16a, 16b, ...) un almacenamiento temporal de transmisión (46) y un almacenamiento temporal de recepción (48), y en donde el controlador de compensación de temporización (52) se configura para establecer un tiempo de transmisión que la palabra de datos almacena en el almacenamiento temporal de transmisión (46) antes
15 de que la palabra de datos se transmita en el primer trayecto de fibra (L1, L2, L3) y establecer un tiempo de recepción que una palabra de datos de respuesta de la unidad de radio remota (16a, 16b, ...) almacena en el almacenamiento temporal de recepción (48).

20 12. El sistema de estación base de radio principal remota en la reivindicación 11, en donde el controlador de compensación de temporización (52) se configura para establecer un tiempo de transmisión y un tiempo de recepción que controla una profundidad de almacenamiento temporal de los almacenamiento temporales de transmisión y de recepción (46, 48).

25 13. El sistema de estación base de radio principal remota en la reivindicación 1, en donde la unidad principal (12) incluye:

un serializador (54) para combinar una palabra digital paralelo para cada unidad remota (16a, 16b,...) en una trama, que genera una señal serie de las palabras de datos entramadas, cada palabra de datos que incluye datos digitales, una señal digital de sincronización, y una señal digital de control;

30 un convertidor eléctrico a óptico (56) para convertir la señal serie en una señal óptica correspondiente transmitida sobre el primer trayecto de fibra (L1, L2, L3);

un convertidor óptico a eléctrico (58) para convertir una señal óptica recibida sobre el segundo trayecto de fibra (L4; L4, L5, L6) en una secuencia de datos digital serie de palabras de datos entramadas;

un deserializador (60) para desmultiplexar la secuencia de datos digital serie a partir del convertidor óptico a eléctrico en las palabras de datos paralelo, cada palabra de datos que corresponde a una de las unidades remotas y que tiene una señal digital de datos, una señal de sincronización digital, y una señal digital de control.

5 **14.** El sistema de estación base de radio principal remota en la reivindicación 1, en donde la distancia a una o más de las estaciones remotas (16a, 16b,...) es del orden de metros hasta 10 kilómetros o más.

10 **15.** El sistema de estación base de radio principal remota en la reivindicación 1, en donde las unidades principal y remota (12; 16a, 16b,...) se acoplan juntas por el par de fibras ópticas en una configuración en anillo.

15 **16.** El sistema de estación base de radio principal remota en la reivindicación 1, que además comprende una o más unidades de radio cercanas (102) acopladas cerca de la unidad principal (12, 100) o incorporadas como parte de la unidad principal (12, 100), en donde las unidades principal (100), cercana (102), y remotas (16a, 16b, ...) se configuran de manera que la misma información de la unidad principal (100) a las unidades cercana y remota se recibe en las unidades cercana y remota sustancialmente al mismo tiempo y la unidad principal (100) recibe la misma información desde cada una de las unidades remotas sustancialmente al mismo tiempo.

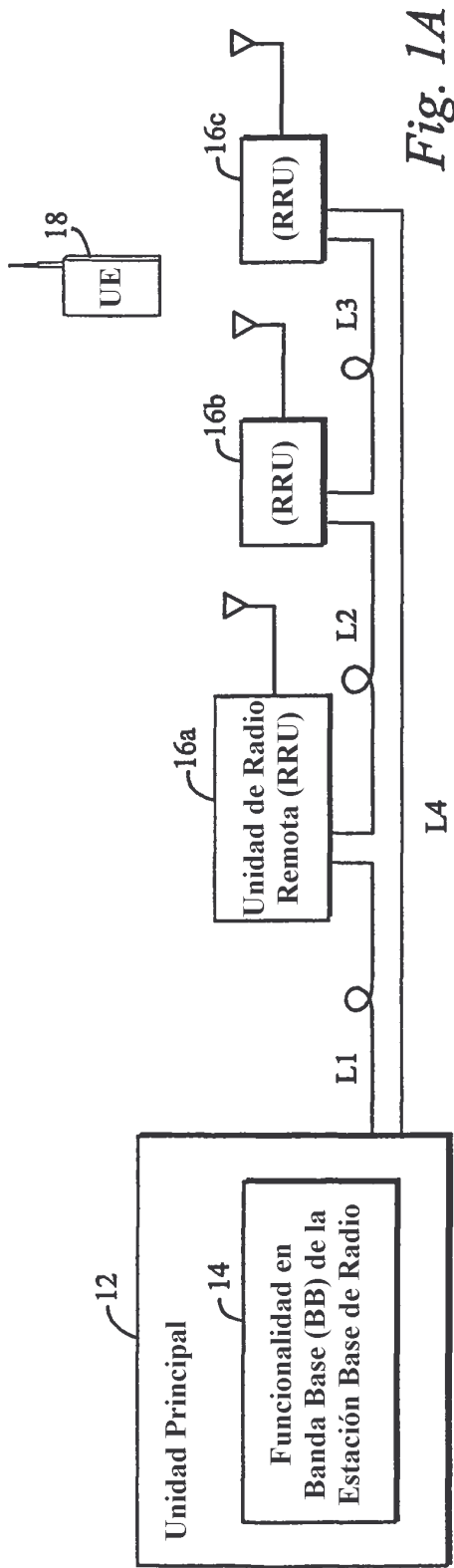


Fig. 1A

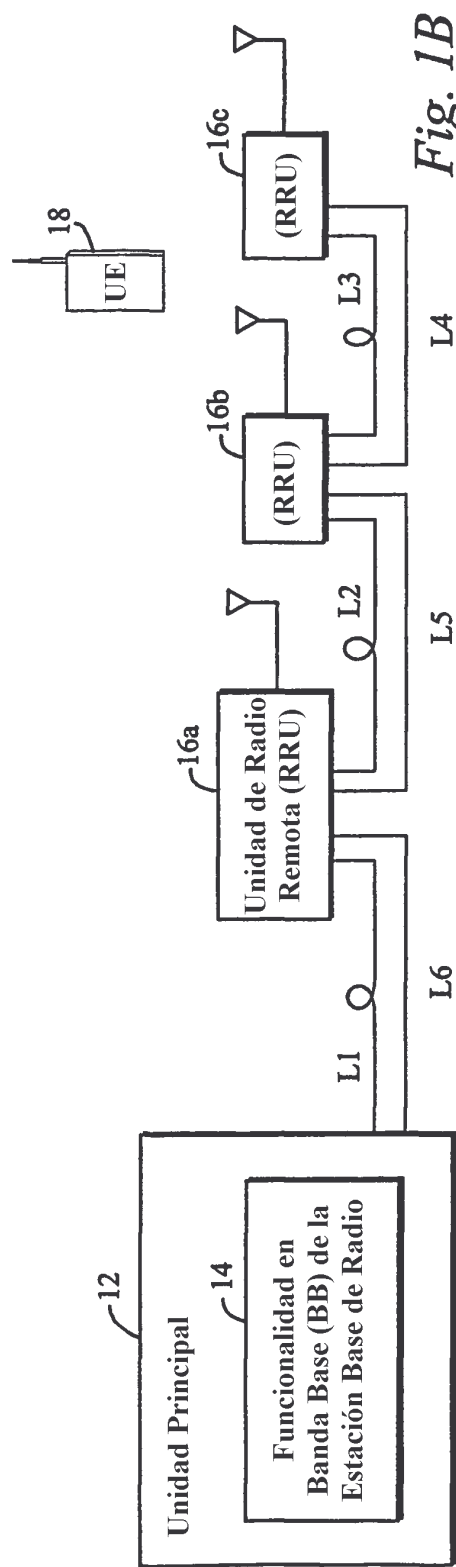


Fig. 1B

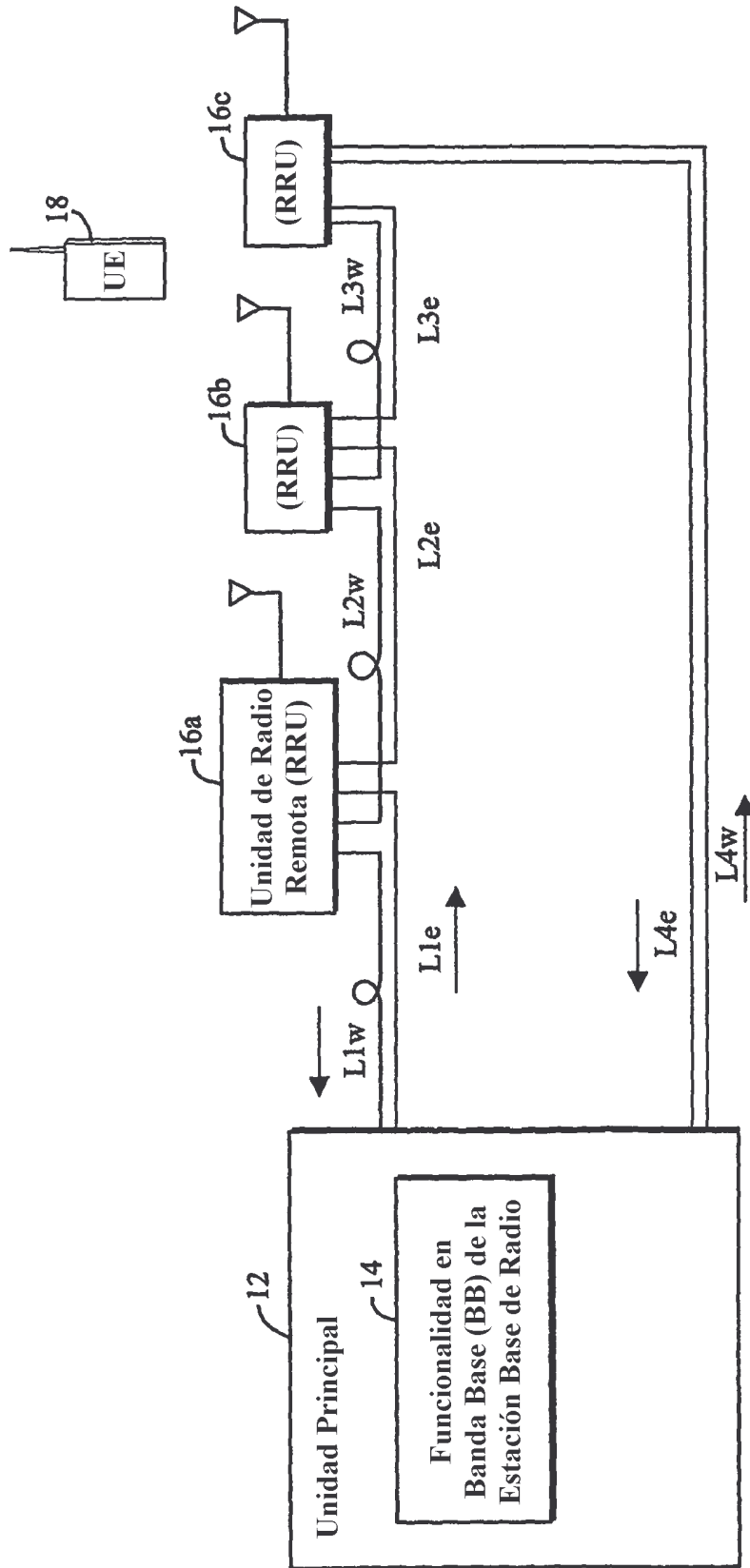


Fig. 1C

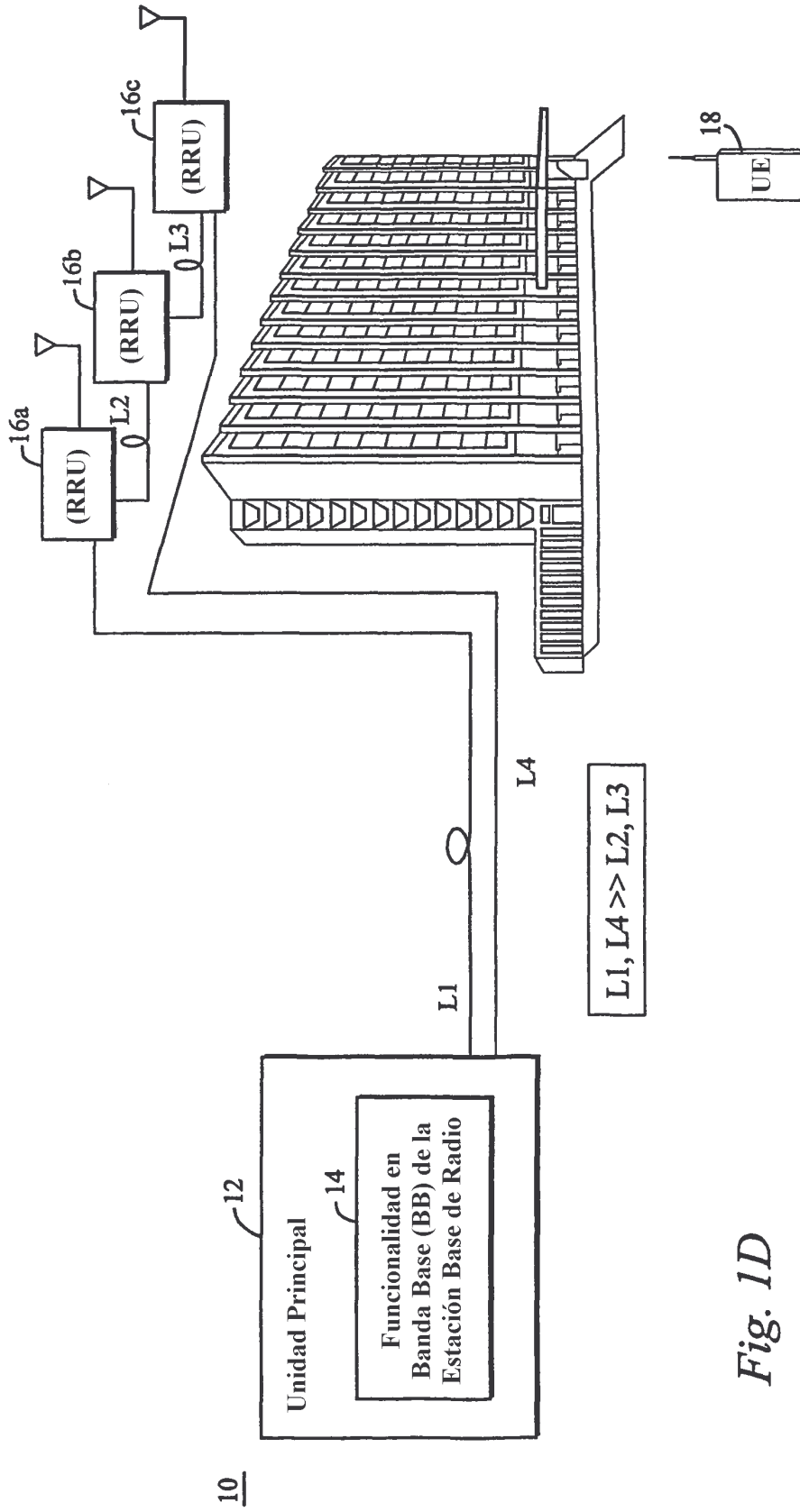


Fig. 1D

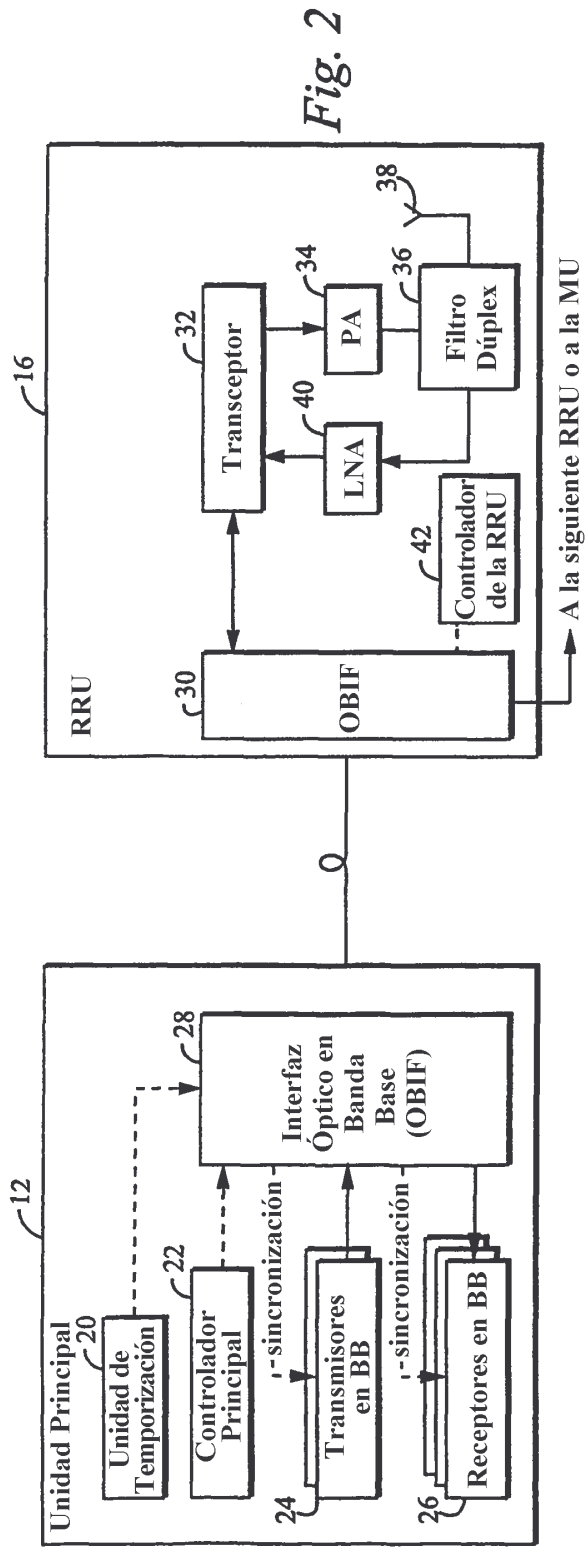


Fig. 2

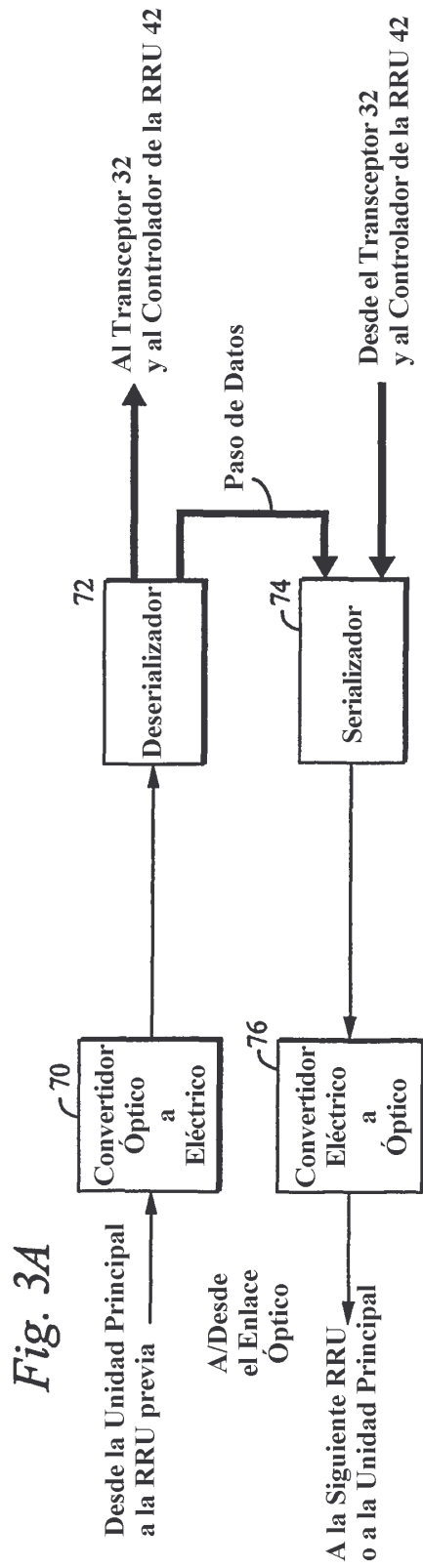


Fig. 3A

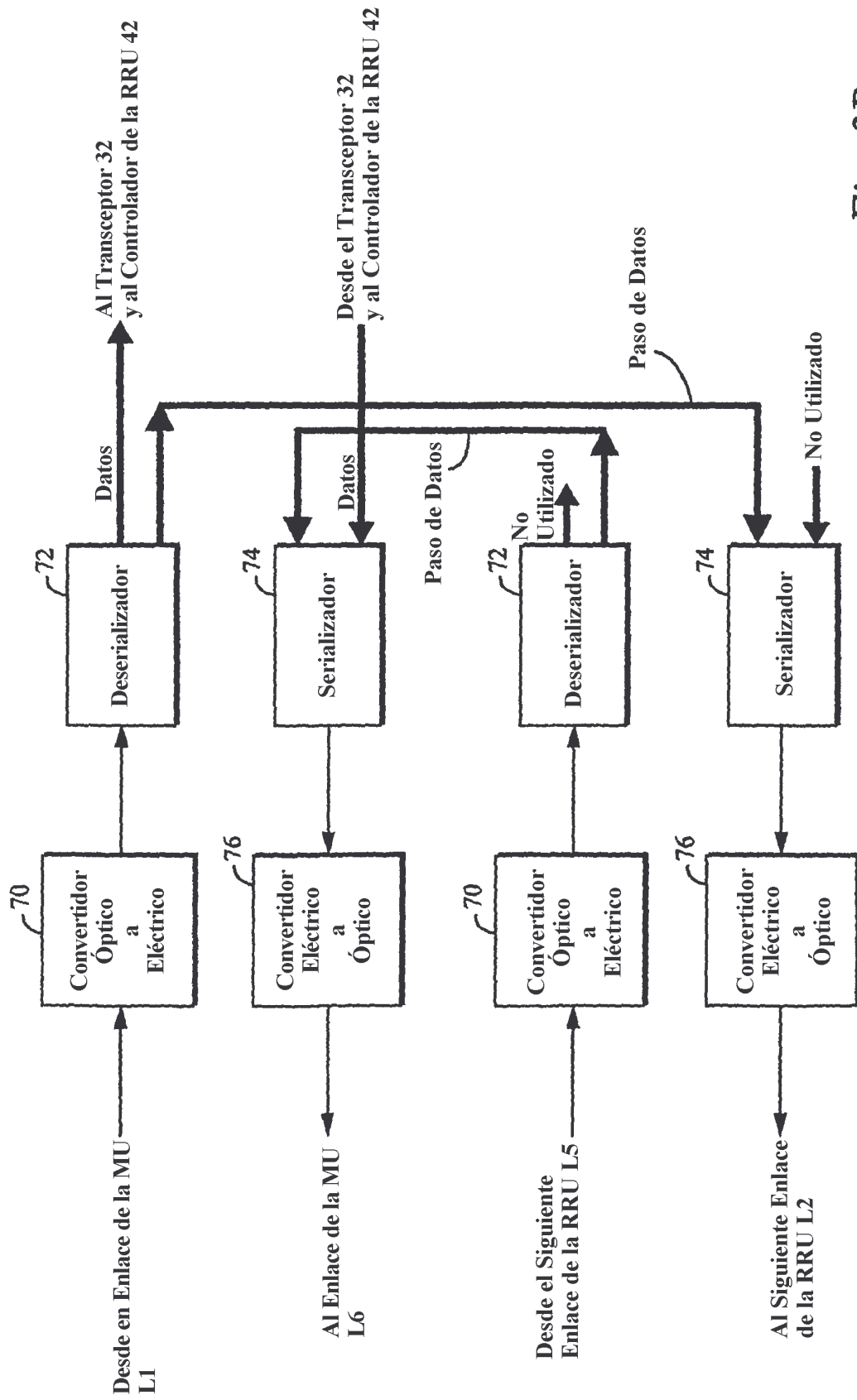


Fig. 3B

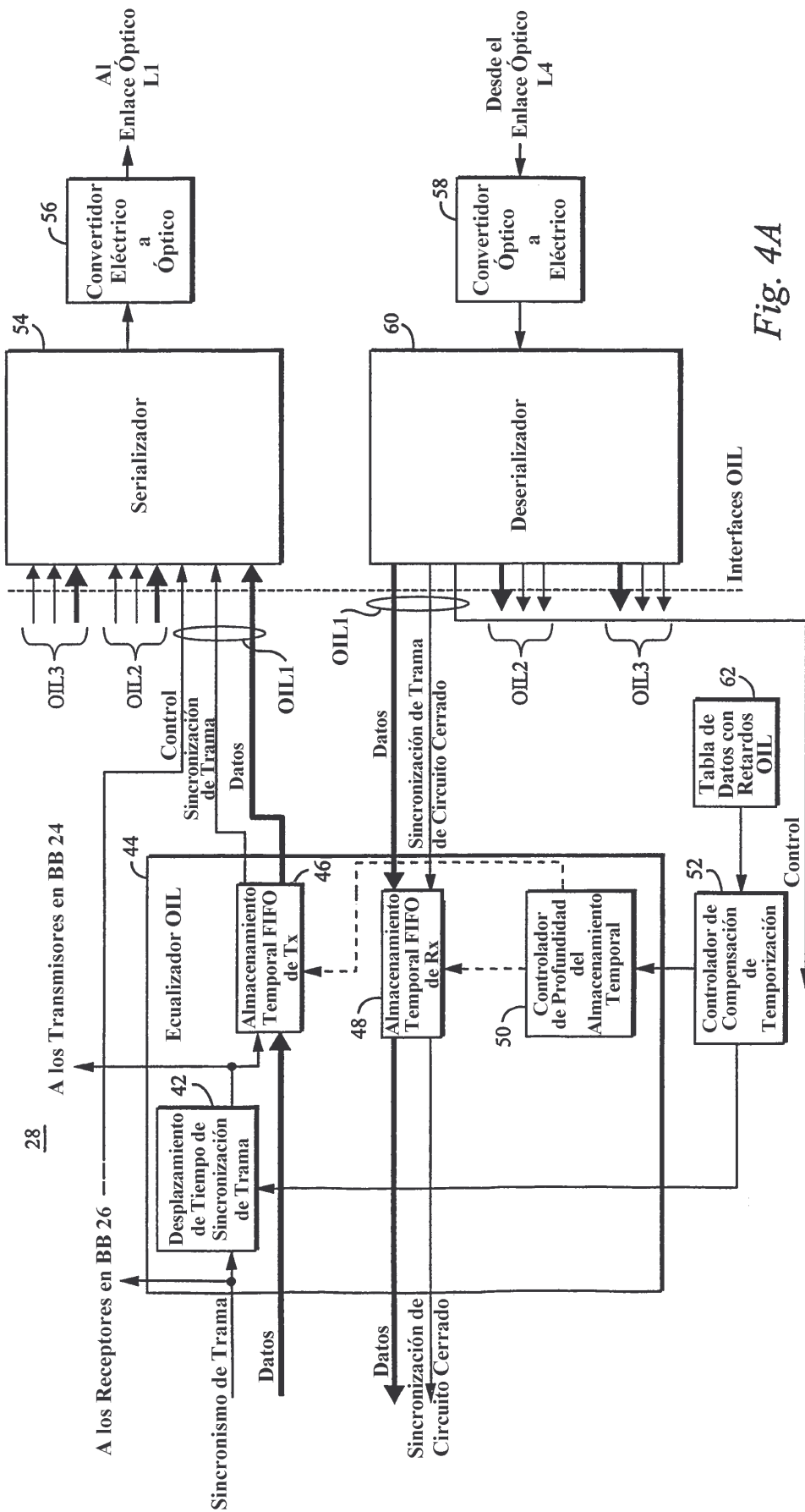


Fig. 4A

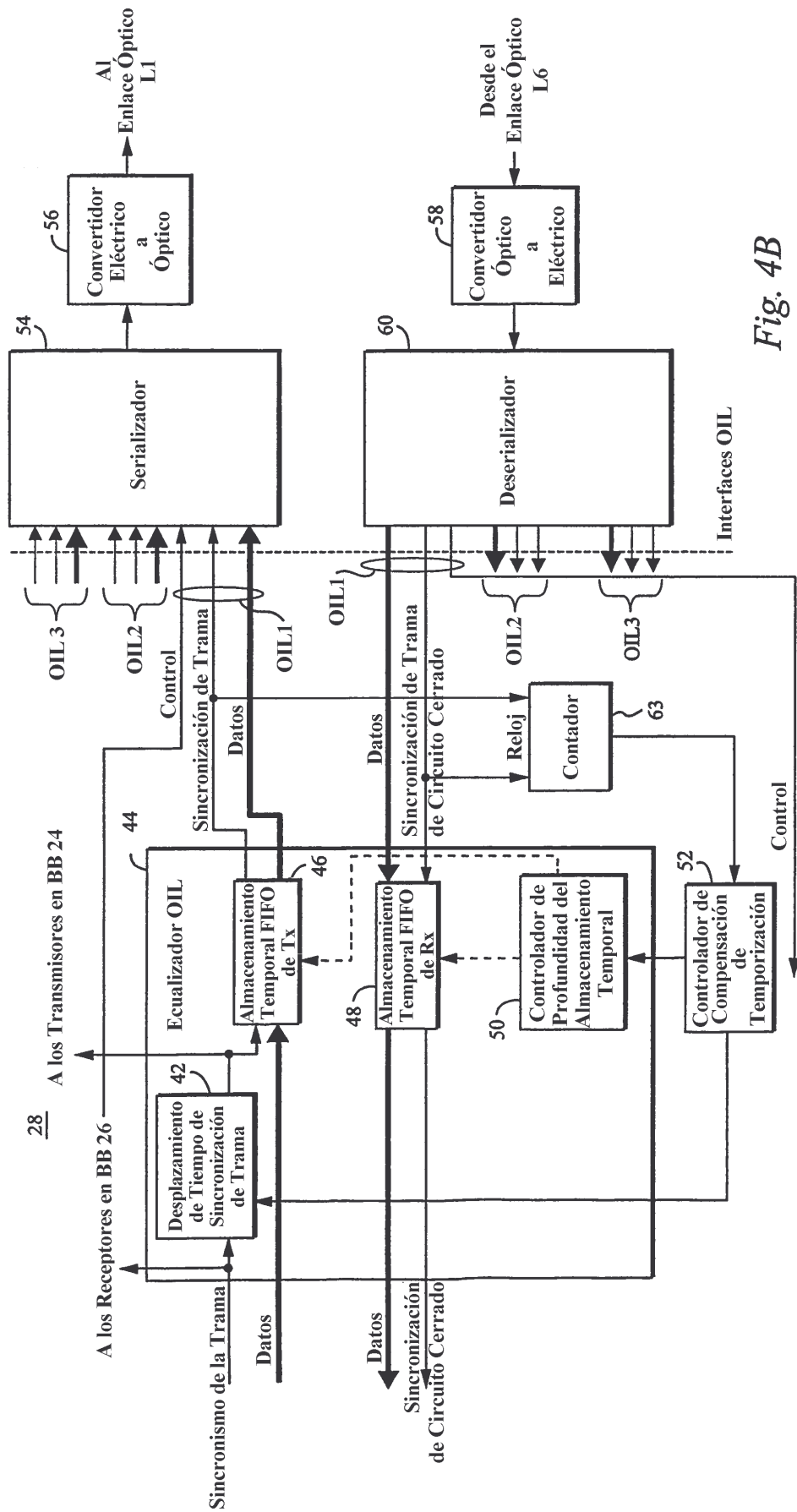


Fig. 4B

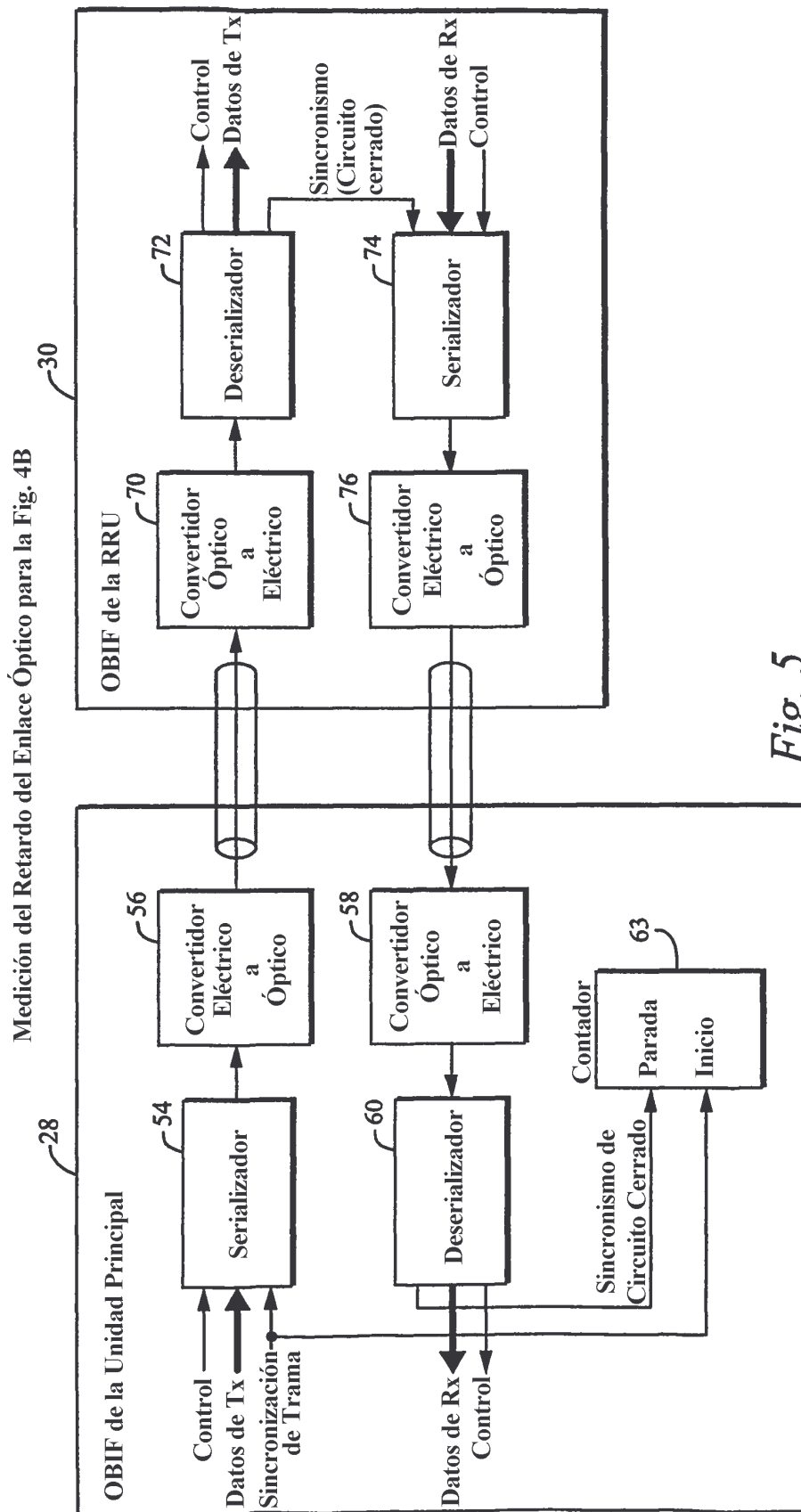


Fig. 5

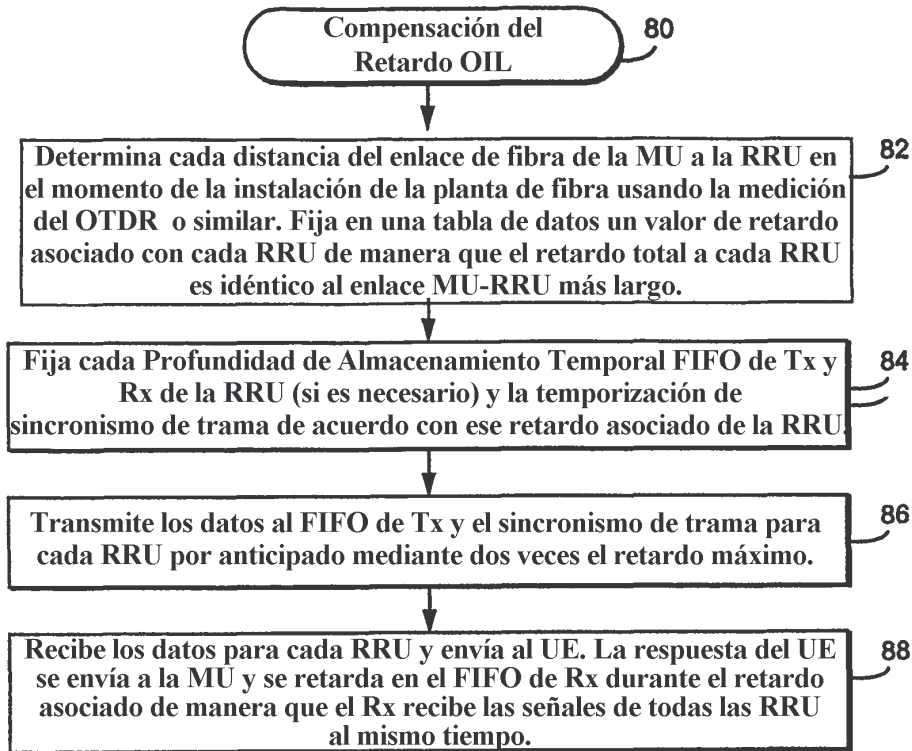
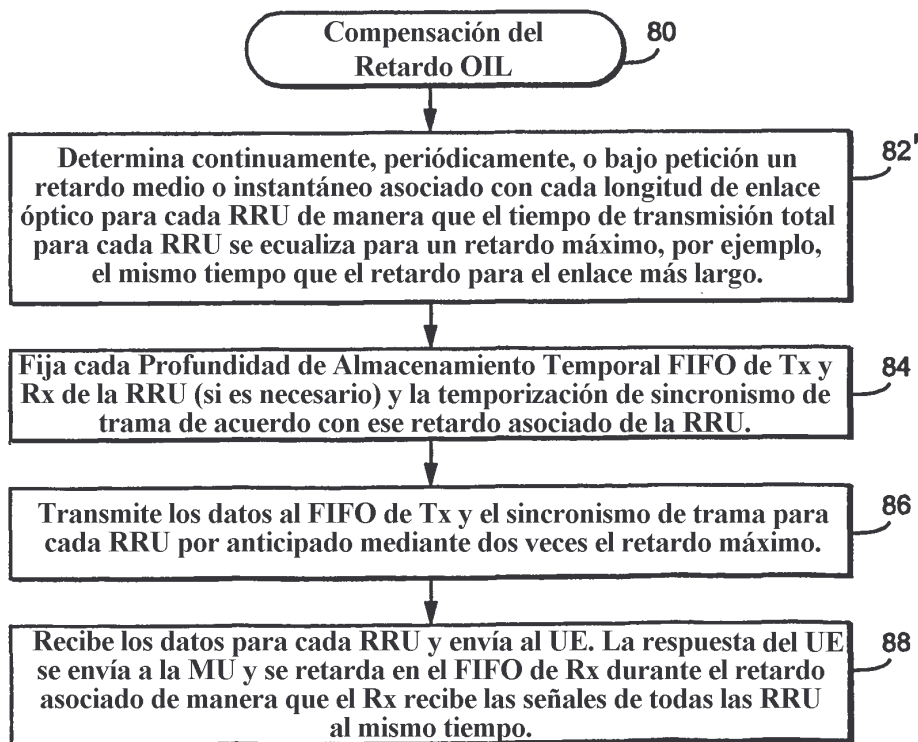
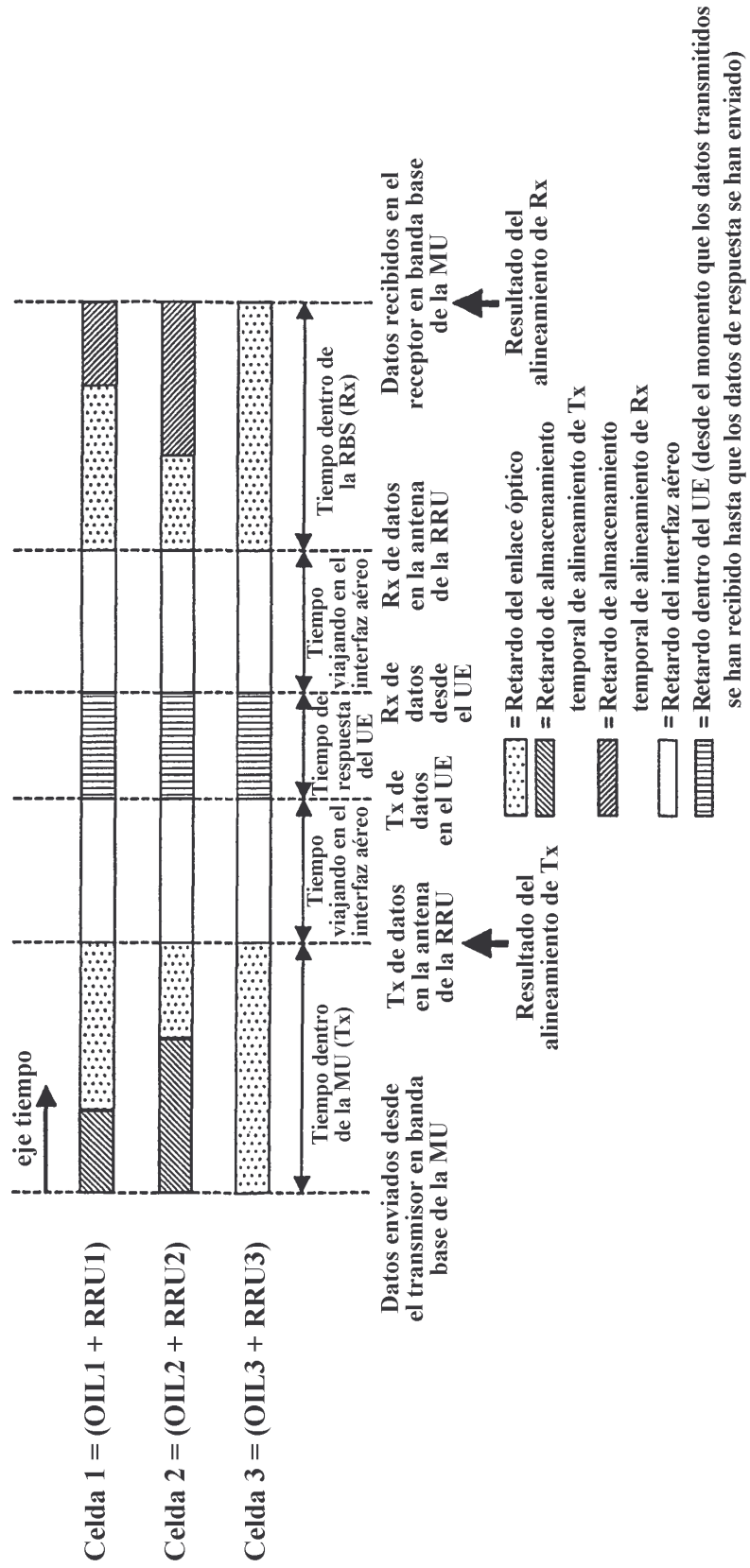
*Fig. 6A**Fig. 6B*

Fig. 7

Ejemplo: RBS Principal remota con 3 RRU
 Para la longitud de la fibra óptica a cada RRU, suponemos lo siguiente:
 - longitud_OIL1 = 2 * longitud_OIL2
 - longitud_OIL3 = 3 * longitud_OIL2

Suponemos que la distancia (interfaz aéreo) desde el UE portátil a cada RRU es la misma.



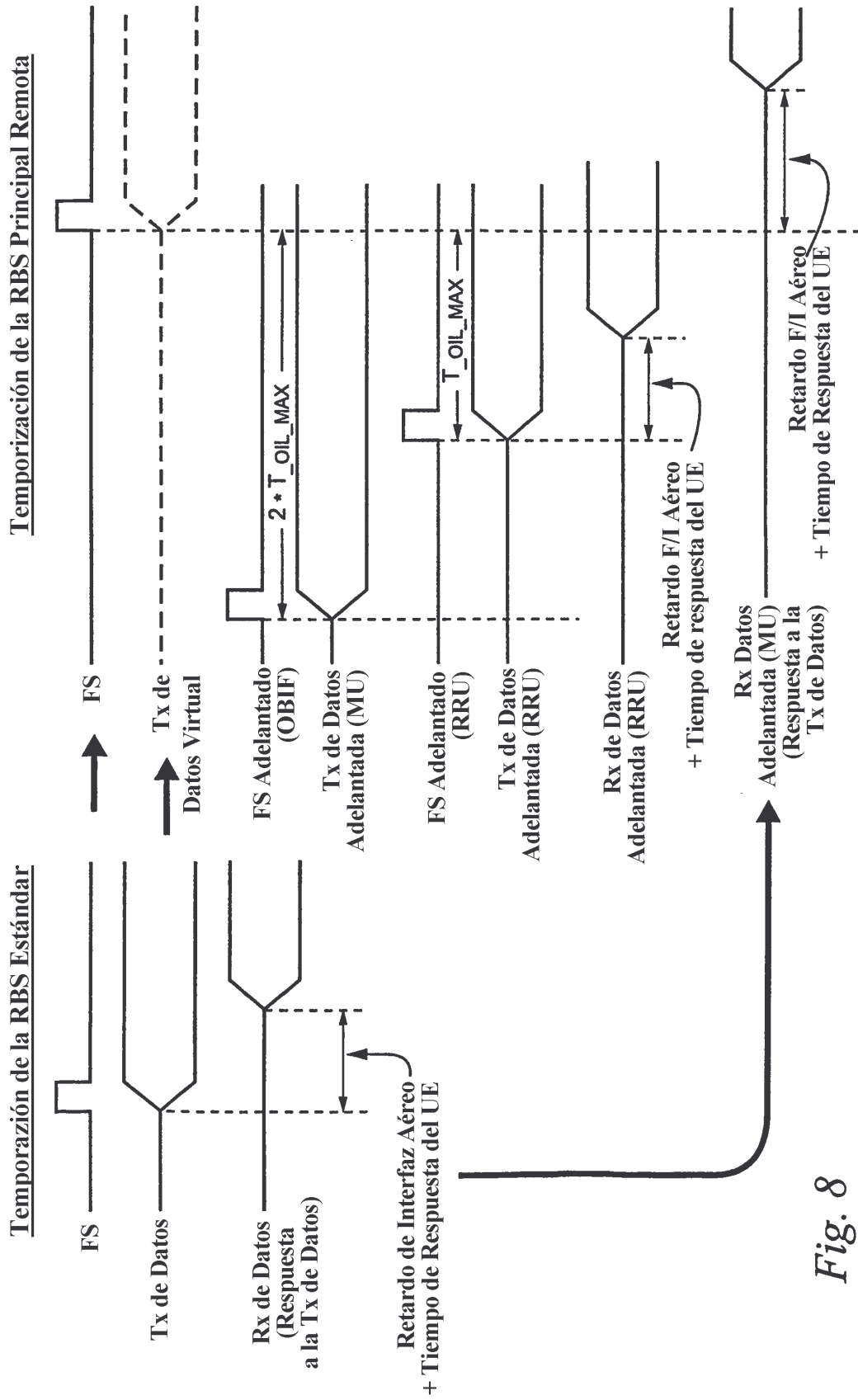


Fig. 8

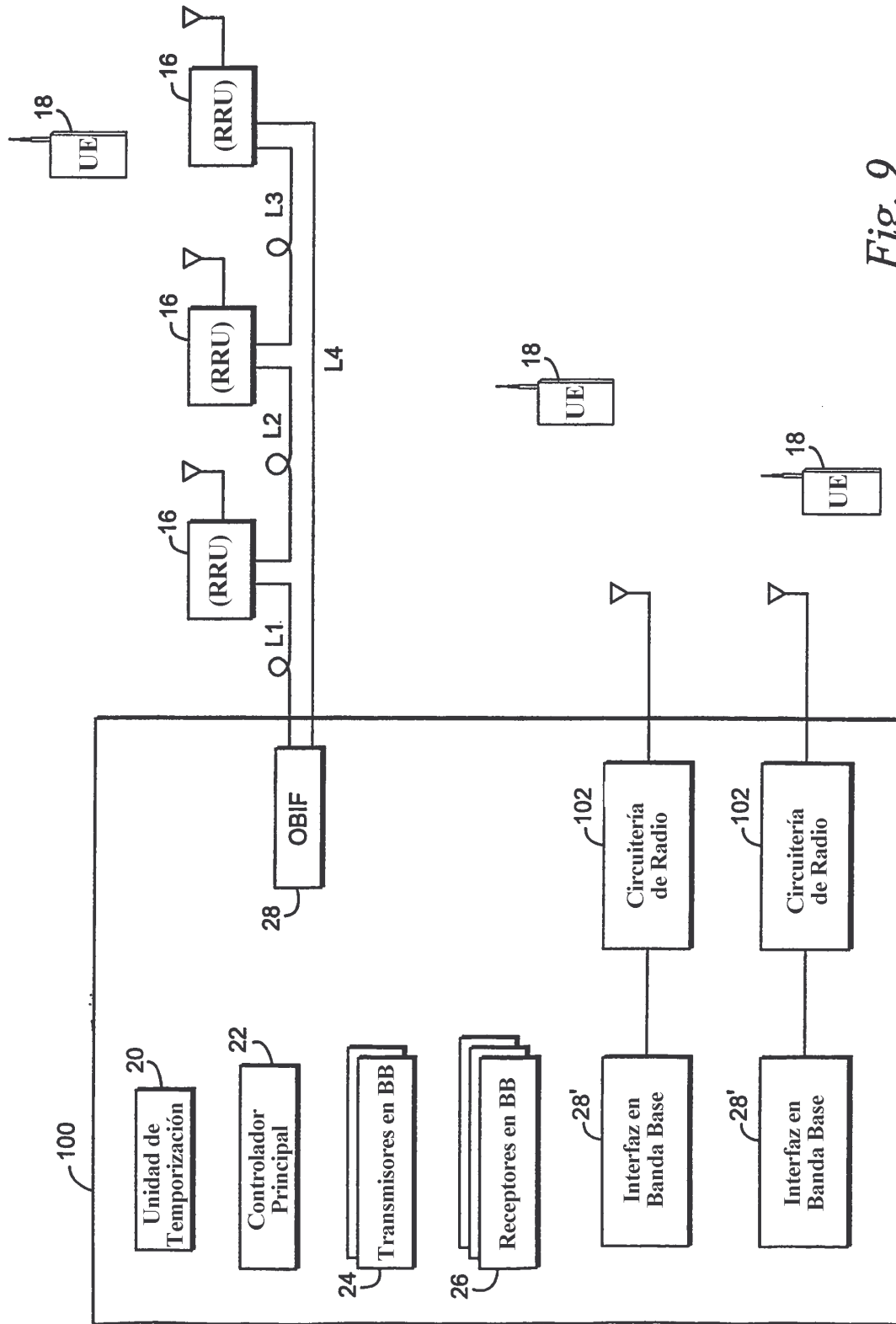


Fig. 9