

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 421 750**

51 Int. Cl.:

**H04W 88/08** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.11.2003 E 03781810 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.04.2013 EP 1576790**

54 Título: **Red inalámbrica distribuida que emplea distribución de señales ópticas y postes de utilidad pública**

30 Prioridad:

**05.12.2002 US 313927**

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

**05.09.2013**

73 Titular/es:

**NEXTG NETWORKS (100.0%)  
2000 Corporate Drive, Canonsburg  
PA 15317 , US**

72 Inventor/es:

**CUTRER, DAVID y  
MANI, SANJAY**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

ES 2 421 750 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

Red inalámbrica distribuida que emplea distribución de señales ópticas y postes de utilidad pública

5 **Antecedentes de la invención**Campo de la invención

10 Esta invención se refiere, en general, a redes ópticas e inalámbricas, y, más particularmente, a diseño de equipo físico para empotrar en farolas, postes de utilidad pública y otros postes urbanos.

Descripción de la técnica relacionada

15 Las redes celulares (de telefonía móvil) se despliegan actualmente mediante estaciones base y antenas de ubicación conjunta en emplazamientos que están o bien comprados o bien arrendados y que pueden soportar tales instalaciones. Los típicos emplazamientos incluyen tejados (véase la figura 1) y torres (véase la figura 2). En la figura 1, una antena se coloca en un tejado, y el equipo de la estación base se coloca en la planta superior del edificio. En la figura 2, la estación base se coloca en un recinto protector, se instala una torre alta, y, luego, se coloca la antena en la parte superior de la torre. En ambas implementaciones, la señal de radiofrecuencia (RF) de enlace descendente se emite mediante un amplificador de potencia. Estos amplificadores son grandes, pesados y requieren una gran cantidad de energía eléctrica. Parte de su gran tamaño se debe a grandes necesidades de disipación del calor. El tráfico desde esta estación base se ría, después, hecho retroceder en enlace a la red de conmutación mediante varios enlaces T-1 de datos. Desgraciadamente, el equipo de la estación base puede ser pesado, grande, y tener amplios requisitos energéticos y ambientales, lo que lo hace difícil de emplazar. Además, la red es difícil de mantener porque complejas piezas de equipo están distribuidas por toda la red. Además, el tráfico desde cada estación se debe hacer retroceder en enlace individualmente de vuelta a la red de conmutación.

20 Los emplazamientos de tejados y torres no se adquieren fácilmente, debido a la amplia zonificación y a los requisitos inmobiliarios para la colocación de equipos de radio base (BTS) y de una antena en una ubicación dada. La figura 3 representa una típica arquitectura de despliegue de cobertura de red. Debido a la especificidad del diseño de red celular, los emplazamientos de antenas deben colocarse en una ubicación muy específica, a menudo en una manzana de edificios, haciendo aún más difícil el problema de la colocación del emplazamiento. Sin esta especificidad, una red celular no puede cubrir eficazmente una región geográfica. A medida que el tráfico de la red continúa creciendo, la densidad de emplazamientos de célula necesita aumentar, lo que crea la necesidad de más emplazamientos en ubicaciones específicas. Estas nuevas ubicaciones no sólo deben proporcionar la cobertura deseada, sino tampoco interferir con los emplazamientos existentes. Los nuevos emplazamientos son cada vez más difíciles de encontrar, de adquirir permisos de zonificación para ellos, y de arrendar.

30 Ocasionalmente, se usa una arquitectura de despliegue alternativa para cubrir áreas difíciles, tales como edificios o cañadas. Esta arquitectura se ilustra en la figura 4. Se usa un enlace privado punto a punto de repetidor en que el extremo cercano está conectado a la estación base, y el extremo alejado está conectado a las antenas. En la Figura 4, el enlace es un enlace de fibra óptica, que lleva señales de enlace ascendente y de enlace descendente desde una o una serie de antenas a una estación base sobre fibra óptica. Las señales de enlace ascendente y de enlace descendente se pueden colocar en 2 fibras, o se pueden colocar en diferentes longitudes de onda de la misma fibra. Longitudes de onda típicas empleadas para este tipo de equipos son 1550 nm y 1310 nm. El enfoque repetidor permite que el equipo de la estación base esté ubicado a una distancia remota de la colocación de la antena. Esto hace que la colocación de la antena en áreas difíciles, como cañones o edificios, sea más fácil, porque las unidades repetidoras remotas son mucho más pequeñas y más robustas que los equipos estándares de BTS. En la figura 4, la antena se ha colocado en un poste de utilidad pública a cierta distancia del equipo de BTS. Los enlaces punto a punto pueden tener varios formatos; en la figura 4, un repetidor óptico analógico se emplea sobre un enlace de fibra para conectar una estación base a una antena remota.

40 Existen tecnologías que proporcionan un único enlace para una señal de radio que se transmite de forma analógica cubriendo una cierta distancia. La señal puede ser convertida y reducida a una frecuencia de imagen (IF) o enviada en RF. Los enlaces analógicos se pueden cubrir con varios medios de comunicación, que incluyen fibra monomodo, fibra multimodo, cable coaxial, etc. Varias invenciones se han propuesto en este dominio, sobre fibra, empleando pares de transmisores/receptores ópticos para enviar señales de enlace ascendente y de enlace descendente sobre una longitud de fibra. Los dos extremos están conectados a la antena y a la estación base. Otra solución para proporcionar un repetidor de punto a punto desde una antena celular hasta una estación base es digitalizar la señal analógica, transmitirla digitalmente sobre un enlace óptico y, después, volver a convertirla en una señal analógica. Tal sistema se ilustra en la figura 5. Una señal analógica de RF se convierte y reduce a la banda base, se muestrea, y, después, la señal digital se convierte a una señal óptica y se transmite sobre un enlace óptico. En el extremo alejado, la señal digital se vuelve a convertir en una señal analógica, se convierte y aumenta a la banda de RF y se transmite. Aunque sólo se ilustra una dirección, se puede crear, obviamente, un enlace dúplex.

65 Existen ciertas estrategias para digitalizar la anchura de banda de una señal celular usando conversión y reducción

a la banda base seguidas por un convertidor de analógico a digital (A/D) y por un convertidor de paralelo a serie. Esto convierte una señal analógica en una corriente digital de bitios en bruto. La conversión inversa, con un convertidor de serie a paralelo seguido por un convertidor D/A y, entonces, conversión aumentada, permite la conversión de nuevo de esta corriente de bitios digital en bruto en una señal analógica. La transmisión digital requiere conversión y reducción, a diferencia de la transmisión analógica que se puede producir en RF. Sin embargo, la transmisión digital también mitiga en gran medida la reducción del intervalo dinámico de la señal en las propiedades del enlace, ya que, siempre y cuando se mantenga la suficiente proporción de señal-ruido y se usen suficientes bitios de muestreo, el intervalo dinámico de la señal no se verá afectado significativamente.

- 5
- 10 El desvanecimiento de Raleigh, causado por interferencia multirrayecto, es un problema común en los sistemas celulares. Es típicamente abordado mediante el empleo de 2 o más antenas de recepción, colocadas con un espacio de separación de, al menos, la longitud de onda operante, como se ilustra en la Figura 6. Esto se conoce como diversidad de recepción. Es muy poco probable que la misma interferencia multirrayecto se pueda producir simultáneamente en 2 ubicaciones de antena separadas en el espacio, por lo que este tipo de desvanecimiento se combate eficazmente mediante diversidad de recepción.
- 15

El documento US 5.424.864 describe un sistema de radiocomunicación microcelular de móvil que tiene una estación base central y una pluralidad de estaciones base de radio interconectadas por una línea de transmisión de fibra óptica compartida. En las estaciones base centrales y de radio, las señales radioeléctricas se convierten en frecuencia a frecuencias asignadas a las estaciones base de radio y, después, se convierten a señales ópticas. En cada estación base central, las señales ópticas se combinan para la transmisión, a través de la línea de transmisión de fibra óptica, a las estaciones base de radio. Alternativamente, las señales radioeléctricas convertidas en frecuencia se pueden primero combinar y, después, convertir en una señal óptica para la transmisión. En las estaciones base de radio, las señales radioeléctricas se convierten a señales ópticas, que son combinadas y transmitidas a través de la línea de transmisión a la estación central de radio. En cada estación base de radio, la frecuencia de la señal de radio extraída de la señal combinada recibida se convierte en frecuencia a una frecuencia para ser transmitida desde la antena, con las otras señales filtradas afuera. La estación base central demodula la señal combinada recibida de las estaciones base de radio a señales de la sede de intercambio. Las señales de radio, en diferentes bandas de frecuencia, asignadas a cada estación base de radio, se pueden transmitir simultáneamente a través de las líneas de transmisión de fibra óptica compartidas entre las estaciones base de radio y centrales.

- 20
- 25
- 30

El documento EP 1089579 describe un sistema de comunicación de vehículo de carretera que incluye convertidores de frecuencia y un multiplexor/demultiplexor que puede tratar con señales de radio ascendentes y descendentes, de una manera dúplex. Cada estación base local, que cubre una particular área de servicio, necesita sólo un número mínimo de antenas sin tener en cuenta el número de servicios de información disponibles con el sistema. Incluso cuando el número de servicios de información que el sistema maneja aumenta o disminuye, los convertidores de frecuencia y el multiplexor/demultiplexor garantizan la prestación de servicios de información multimedia y otros sin ninguna modificación del sistema y, por ello, perfeccionan la aplicabilidad del fin general del sistema. Cada estación móvil necesita sólo una única antena debido a la banda de radiofrecuencia compartida y a operaciones de multiplexación y demultiplexación. Una estación base central confina frecuencias servicio a servicio en una única banda de frecuencia, de modo que la estación base local individual puede hacerse a escala reducida.

- 35
- 40

El documento WO 98/16054 describe un sistema celular que incluye el procesamiento de señales digitales de banda ancha en una sede central que está conectada a uno o más emplazamientos celulares por cables de fibra óptica. Se intercambian señales de datos entre los emplazamientos de célula y la sede central usando señales ópticas de datos de intensidad modulada. El control de supervisión de llamada y de manipulación se consolida en la sede central para posibilitar la variación dinámica de la recepción de servicios inalámbricos y las capacidades de transmisión en un emplazamiento celular en respuesta a las demandas cambiantes de servicios inalámbricos. Cada antena de un emplazamiento de célula puede recibir y transmitir un ancho de banda asignado de RF usando cualquier frecuencia dentro de esa banda. La sede central procesa todo el espectro recibido para controlar el intervalo de detección y de transmisión, la frecuencia portadora de RF y el nivel transmitido de potencia para un enlace activo de canal establecido entre una estación celular y el sistema en un emplazamiento de célula.

- 45
- 50

El documento US 5.648.961 describe un sistema de radioteléfono, un dispositivo de antena y una estación base para la misma que permite la expansión de un intervalo de radiocomunicación y también la extensión adicional de la distancia entre la estación base y una antena. Una única estación base aloja una pluralidad de dispositivos de antena, y la estación base y los dispositivos de antena están conectados por cables de fibra óptica. Cada uno de los dispositivos de antena está equipado principalmente con un convertidor óptico a eléctrico, un convertidor eléctrico a óptico, un distribuidor, convertidores/amplificadores de frecuencia, osciladores de frecuencia local, un detector de control de señal de canal, un conmutador de transmisión/recepción, un controlador y la antena. El control de conmutación de transmisión/recepción se sincroniza con los tiempos de transmisión y recepción para enviar y recibir señales transferidas a y desde la estación base mediante el uso de un cierto número de ventanas temporales transmitidas a través de un canal de control de transmisión. La pluralidad de dispositivos de antena conectados a la única estación base hace posible, en la práctica, ampliar el intervalo de radiocomunicación a un intervalo arbitrario, también permite la libre elección de un área de intervalo de radiocomunicación al conectar la estación base con los

- 55
- 60
- 65

dispositivos de antena mediante cables de fibra óptica. Además, el control de conmutación de transmisión/recepción de los dispositivos de antena se lleva a cabo de acuerdo con los tiempos de recepción de un cierto número de ventanas temporales de un canal de control de transmisión desde la estación base. Esto garantiza un control preciso de conmutación de transmisión/recepción.

5 El documento US 5.067.173 describe una estación microcelular, la cual es una unidad de transección que cubre un área geográfica relativamente pequeña y que está adaptada para establecer enlaces bidireccionales entre estaciones de suscriptor de telefonía móvil y una estación base principal. Cada una de tales estaciones microcelulares incluye un transmisor para generar señales de salida dirigidas a la estación base principal sobre un  
10 enlace de fibra óptica. Las señales de radio recibidas desde una estación móvil en una antena separada de diversidad de la estación microcelular se conmutan de frecuencia y se combinan con otras señales recibidas desde la estación móvil. El transmisor de la estación microcelular genera una señal portadora óptica que es modulada por las señales combinadas resultantes. Un convertidor de frecuencia, ubicado en la estación base principal, restaura a su frecuencia original la banda de frecuencia de las señales recibidas desde la estación microcelular.  
15 Se implementan la conmutación y la conversión de frecuencia en la estación microcelular y en la estación base principal mediante pasos de mezcla de frecuencia realizados por osciladores en ambas ubicaciones, osciladores que usan la misma frecuencia de referencia, consiguiendo, por ello, coherencia de canal.

### 20 Sumario de la invención

En las reivindicaciones adjuntas se definen aspectos y realizaciones de la invención.

### Descripción de los dibujos

25 Figura 1 - Típico emplazamiento celular de tejado. En este emplazamiento, se coloca una antena en el tejado conectada con cable coaxial de RF a una unidad de radio/transceptor de la estación base (BTS). El equipo de BTS incluye grandes amplificadores de potencia de enlace descendente. Esta unidad se hace retroceder en enlace, después, hasta la red celular.

30 Figura 2 - Típico emplazamiento celular de torre. En este emplazamiento, se coloca una antena en la parte superior de una torre conectada con cable coaxial de RF a una unidad de la estación base de radio/transceptor (BTS), que se coloca en un recinto protector. Esta unidad radio/transceptor se hace retroceder en enlace, después, hasta la red celular. El equipo de BTS incluye grandes amplificadores de potencia de enlace descendente.

35 Figura 3 - Despliegue típico de red celular. Los emplazamientos de la estación base/antena se ubican en puntos específicos a través de un área geográfica elegida para proporcionar cobertura. Cada emplazamiento se hace retroceder en enlace hasta la red celular mediante 1 o más enlaces digitales T-1.

40 Figura 4 - Repetidor analógico que conecta una antena remota a una estación base sobre un enlace de fibra óptica. El equipo de la estación base, junto con el equipo anfitrión de repetidor óptico, se coloca en una ubicación y, después, se conecta sobre fibra a una ubicación remota, tal como un poste de utilidad pública en un cañón. El equipo de repetidor remoto se coloca en el poste de utilidad pública, junto con la antena remota, para transmisión y recepción. Ambas señales de enlace descendente y de enlace ascendente se pueden llevar en una única fibra óptica, usando la multiplexación estándar por división de ondas (WDM) a 1310 nm y 1550 nm.  
45

Figura 5 - Cadena de transmisor y receptor para la transmisión de señal de la antena sobre un enlace digital. La señal se convierte y reduce, se muestrea, se digitaliza y, después, se transmite en formato digital. Esta señal es, después, convertida de nuevo en una señal analógica a través del proceso inverso. Tal un enlace se implementa tanto para señales ascendentes como para señales descendentes.  
50

Figura 6 - Recepción de diversidad. Se emplean dos antenas de recepción para combatir el desvanecimiento de Raleigh.

55 Figura 7 - Una única antena montada en un poste emplea una red óptica para distribuir de manera remota la señal de BTS. El equipo de BTS está ubicado en una planta de ubicación conjunta, y se emplea una caja convertidora para convertir señales de RF a señales ópticas para enlace descendente, y señales ópticas a señales de RF para enlace ascendente. La señal de BTS es la distribuida ópticamente a la ubicación de poste. En la ubicación de poste, se emplea una unidad remota de convertidor/amplificador para convertir las señales ópticas a señales de RF para enlace descendente, y señales de RF a señales ópticas para enlace ascendente. En el poste remoto, se puede colocar también un amplificador en el trayecto de enlace descendente para amplificar la señal radiada, y en el trayecto de enlace ascendente para amplificar la señal recibida. Se ilustra un único elemento de poste.  
60

Figura 8 - Arquitectura distribuida de antenas montadas en postes alimentadas de fibra. Varias antenas remotas son alimentadas sobre una red óptica desde una única planta de ubicación conjunta que soporta el equipo de BTS para múltiples ubicaciones remotas, junto con el equipo de convertidor óptico/RF. Cada ubicación remota consiste en una unidad de convertidor/amplificador remoto, y, potencialmente, un elemento discriminador de red que escoge la señal  
65

correcta para la ubicación remota.

Figura 9 - Una única antena montada en un poste que emplea un sistema de repetidor óptico para distribuir de manera remota la señal de BTS. El equipo de BTS está ubicado en una planta de ubicación conjunta, y se emplea una caja de convertidor óptico/eléctrico (O/E) de repetidor de base para convertir señales de RF a señales ópticas para enlace descendente, y señales ópticas a señales de RF para enlace ascendente. La señal de BTS es la distribuida sobre fibra óptica hasta la ubicación del poste. En la ubicación del poste, se emplea una unidad de convertidor/amplificador O/E de repetidor remoto para convertir las señales ópticas a señales de RF para enlace descendente, y las señales de RF a señales ópticas para enlace ascendente.

Figura 10 - Arquitectura de antenas montadas en postes alimentadas de enlace de espacio libre. El equipo remoto montado en poste está conectado a una red de comunicaciones sobre enlace de espacio libre. El enlace puede ser óptico o de RF. El equipo remoto acopla RF en el lado de la antena para convertidor de formato de RF/comunicaciones, que está, a su vez, conectado a un medio de transporte de enlace de espacio libre. En el lado de la red hay una unidad simétrica de enlace de espacio libre. El equipo de BTS está conectado a un convertidor RF/comunicaciones de formato de red, que está conectado sobre una red de comunicaciones al extremo cercano de la unidad de enlace de espacio libre. En un caso simple, la red de comunicaciones podría ser un simple cable, y la unidad de espacio libre podría estar conectada directamente a la unidad de convertidor.

Figura 11 - Arquitectura de antena montada en poste alimentada de enlace óptico digital de espacio libre. Un equipo remoto montado en poste está conectado a la red de comunicaciones sobre enlace óptico de espacio libre (FSO). El equipo remoto convierte RF en el lado de la antena a una señal digital de fibra óptica, que es, a su vez, convertida a una señal de FSO. En el lado de la red, el enlace óptico de espacio libre convierte entre señales FSO y señales ópticas. Este enlace FSO está conectado a un enlace óptico digital de comunicaciones, que está interconectado a su vez a un dispositivo que convierte entre señales ópticas digitales y señales analógicas de RF. Este convertidor final está conectado al equipo de BTS, a una señal óptica. La señal óptica es una señal digital, que se convierte en una señal analógica de RF. En un caso simple, la red de comunicaciones podría ser un cable óptico, y la unidad de espacio libre podría estar conectada directamente a la unidad de convertidor.

Figura 12 - Infraestructura en doble estrella de red de comunicaciones de espacio libre/por cable. Una infraestructura por cable, tal como una fibra óptica, enlaza la planta de la estación base de ubicación conjunta con nodos remotos de concentrador. Los nodos de concentrador están enlazados a nodos remotos de radiación a través de un enlace de espacio libre, tal como un enlace óptico de espacio libre. El equipo remoto de concentrador convierte las señales entre la primera infraestructura por cable y señales de espacio libre. El equipo remoto montado en o cerca del poste convierte señales entre señales de espacio libre y señales de RF.

Figura 13 - Infraestructura en doble estrella de red de comunicaciones de postes cableados. Una primera infraestructura óptica por cable, tal como una fibra óptica de modo único, enlaza la planta de la estación base de ubicación conjunta con nodos remotos de concentrador. Los nodos de concentrador están enlazados con nodos remotos de radiación a través de un segundo tipo de infraestructura eléctrica por cable, tal como cable coaxial o cable CAT V. El equipo remoto de concentrador convierte las señales entre las infraestructuras por cable óptica y eléctrica. El equipo remoto montado en o cerca del poste convierte señales entre la infraestructura por cable eléctrica y señales de RF.

Figure 14 - Empleo de múltiples antenas colocadas en diferentes postes para crear recepción de diversidad. Una señal de recepción puede ser recibida desde una unidad de móvil mediante unidades remotas unidas a antenas en diferentes postes. Las múltiples señales se llevan de vuelta a la ubicación de la estación base, y se elige la señal más alta o se combinan múltiples señales para crear una señal de recepción con una inmunidad más alta a los desvanecimientos de enlace ascendente desde la diversidad espacial de recepción.

Figura 15 - Unión de amplificador de potencia a poste de metal mediante medios conductores del calor con el fin de ayudar a la disipación del calor. El amplificador se monta fuera del poste, y, después, se conecta al poste mediante una placa conductora del calor que está conformada para unir ambos eficazmente, el amplificador de potencia y el poste.

Figura 16 - Unión de amplificador de potencia a poste de metal mediante medios conductores del calor con el fin de ayudar a la disipación del calor. El amplificador se monta dentro del poste, y, después, se conecta al poste mediante una placa conductora del calor que está conformada para unir ambos eficazmente, el amplificador de potencia y el poste. Se coloca un sistema impermeable de ventilación en la parte superior del poste para ayudar a la disipación del calor.

Figura 17 - Sistema de banda dual. Este sistema transporta 2 señales desde 2 bandas diferentes de frecuencia. Dos estaciones base son conectadas al sistema eléctrico-óptico de concentrador de conversión ubicado conjuntamente con las estaciones base. Este concentrador, después, transporta las señales ópticamente a la ubicación remota, pudiendo ser las dos señales multiplexadas de diversas maneras en sobre el enlace, incluyendo diferentes longitudes de onda ópticas, diferentes frecuencias de RF en la misma longitud de onda, o diferentes fibras ópticas.

En el extremo remoto, la unidad de conversión eléctrica-óptica es, a su vez, conectada a 2 unidades de transmisión/recepción para cada una de las bandas de frecuencia, las cuales son conectadas a un duplexor de frecuencia y, después, a una antena de transmisión/recepción de banda dual.

5 Figura 18 - La energía para la unidad remota colocada en la ubicación del poste de utilidad pública o de lámpara es suministrada a través del mismo sistema de conductos que alimenta de energía al poste, con una línea independiente.

10 Figura 19 - La energía para la unidad remota colocada en la ubicación del poste de utilidad pública o de lámpara se consigue, o bien de la línea eléctrica, para un poste de energía eléctrica, o bien de la línea de suministro de energía, para un poste de lámpara. Se emplea un transformador/convertidor de potencia para convertir la potencia existente en la potencia requerida por la unidad remota.

### 15 Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Una realización ejemplar proporciona métodos y aparatos que están dirigidos a proporcionar cobertura inalámbrica en una región empleando postes existentes (de utilidad pública, de farolas, de teléfono, etc.) como parte de una red de distribución. El equipo de la estación base se coloca en una planta de ubicación conjunta, y, después, las señales de BTS se distribuyen sobre una red de comunicación hasta ubicaciones remotas de poste, donde la señal es radiada desde antenas montadas en los postes. Esta cobertura puede ser por voz o datos inalámbricos, y puede emplear diversos estándares actuales y futuros, incluyendo estándares celulares tales como GSM, CDMA y UMTS, y datos estándares de IP tales como 802.11a y 802.11b.

25 En una realización ejemplar, la red es una red óptica. Las antenas que radian RF se colocan en postes, y el equipo físico informático asociado de convertidor se ubica en la ubicación del poste para amplificar las señales celulares inalámbricas y conectarlas a una red óptica mediante conversión óptica/de RF. Esto se ilustra en la figura 7 para un único elemento remoto. El equipo de la estación base se coloca en una planta de ubicación conjunta y se conecta a una convertidor que acopla el equipo de BTS a una red óptica. La red óptica transporta una representación óptica de las señales celulares inalámbricas. Por lo tanto, el equipo de la estación base y las antenas remotas se conectan con unidades de convertidor y una red óptica de comunicación.

35 En esta realización ejemplar, se pueden conectar muchos elementos remotos a una planta que soporta el equipo para todos estos elementos remotos, ilustrados en la figura 8. La red óptica puede emplear diversas formas de multiplexación para llevar múltiples señales. En una realización ejemplar preferida de la invención, se puede emplear multiplexación óptica de longitud de onda. Otras formas de multiplexación incluyen múltiples fibras ópticas, multiplexación por división de tiempo, y multiplexación por división de frecuencia de RF. Los elementos remotos pueden contener discriminadores para seleccionar la señal propiamente dicha. Estos discriminadores pueden ser ópticos, tal como un módulo óptico de añadir/desechar (OADM) para desechar una longitud de onda óptica dada, o eléctricos, tal como un demultiplexor por división de tiempo. En la planta de ubicación conjunta, las múltiples señales de enlace descendente se multiplexan en la red, y las señales de enlace ascendente se demultiplexan en los correctos receptores de radio de BTS.

45 En una realización ejemplar, el equipo de BTS está conectado a la red óptica por una unidad repetidora anfitriona, y el sistema remoto del poste es una unidad repetidora remota. Esto se ilustra en la figura 9. Como en la figura 8, este equipo se puede después conectar a un equipo de multiplexación de red, tal como un equipo de multiplexación óptica, para poner múltiples señales de RF en la misma red óptica.

50 En una realización ejemplar preferida, pequeñas unidades remotas de amplificador de enlace descendente de baja potencia se pueden colocar en ubicaciones de poste al lado de antenas, mientras que el equipo de BTS se coloca en plantas de ubicación conjunta. En una realización ejemplar preferida de la presente invención, el equipo de BTS ubicado de manera conjunta necesita no emplear grandes amplificadores de potencia de enlace descendente.

55 En una realización ejemplar, se emplean los conductos que alimentan de energía eléctrica a los postes de distribución para distribuir fibra óptica a los postes de distribución.

60 En otra realización ejemplar, se emplea un sistema de espacio libre para formar un enlace dúplex para el equipo remoto del poste de utilidad pública y transmitir/recibir la señal de BTS a través de él. El caso general se ilustra en la figura 10. El enlace de espacio libre puede formar el último enlace de una red de comunicaciones para el poste remoto, o el equipo de BTS se puede colocar conjuntamente con el equipo de espacio libre del lado cercano. En el trayecto de enlace descendente, un convertidor enlaza la señal de RF de BTS a una red de comunicaciones, y, después, al final de la red de comunicaciones, una unidad de espacio libre coge la señal de la red de comunicaciones y la convierte en una señal de espacio libre, hasta alcanzar la ubicación del poste remoto.

65 En el poste remoto, un dispositivo convierte de nuevo la señal de espacio libre al formato de enlace de comunicaciones, y, después, otro dispositivo convierte de nuevo la señal de comunicaciones en una señal de RF para alimentar a la antena. La conversión de formato desde una red de comunicaciones por cable hasta el espacio

libre puede tomar varias formas, dependiendo de la naturaleza del enlace de espacio libre.

A modo de ilustración, pero no a modo de limitación de las formas potenciales, los enlaces de espacio libre incluyen la conversión de una señal óptica por cable a una señal óptica de espacio libre sin conversión eléctrica, la conversión óptica-eléctrica-óptica, los enlaces de espacio libre de RF que aceptan una corriente de bits de impulso eléctrico u óptico o una forma de onda analógica de un formato completamente diferente, y los enlaces ópticos inalámbricos que toman diversos impulsos eléctricos. Todo el enlace funciona en la dirección inversa en el enlace ascendente. En una realización preferida, el enlace de espacio libre es una óptica de espacio libre. En una realización preferida, el formato de enlace de comunicaciones es una señal óptica digital. En otra realización, el enlace puede implicar conversión de la señal analógica de RF en una señal analógica óptica.

La figura 11 ilustra un enlace en el que la señal de RF se convierte a una señal óptica digital, y, después, esta señal óptica digital es convertida a una señal de óptica de espacio libre. En otra realización, el enlace de espacio libre es de RF. El enlace puede implicar conversión de la señal analógica de RF en una señal digital o analógica de RF.

Una implementación potencial de la arquitectura con enlaces de espacio libre es una arquitectura en doble estrella, en la que la red de comunicaciones por cable distribuye las señales a ubicaciones de punto, las cuales, después, lanzan las señales a los postes remotos sobre enlaces de espacio libre. Esto se ilustra en la figura 12.

Otro conjunto de realizaciones ejemplares emplea enlaces distintos a los enlaces de espacio libre o de fibra óptica para conectar antenas colocadas en postes con estaciones base. Los otros medios de transporte pueden ser enlaces de RF por cable, tales como CAT V o cable coaxial. Éstos se pueden emplear en una arquitectura en doble estrella, como se ilustra en la figura 13, o pueden formar toda la red de comunicaciones. Se emplea un equipo físico informático de repetidor para convertir la señal inalámbrica de RF en la señal para el medio de transporte, y a la inversa. Sobre la red de transporte, se usan accionadores originales ópticos y eléctricos y equipo de enrutamiento.

Otra realización ejemplar aprovecha el espaciado denso de antenas para proporcionar recepción de diversidad para combatir el desvanecimiento de multitrayecto combinando señales tomadas de antenas, colocadas en diferentes postes, de manera selectiva. Esta combinación selectiva puede emplear múltiples puertos de recepción de diversidad existentes en el equipo de BTS, o un sistema dedicado de recepción de diversidad. Se puede emplear un dispositivo dedicado que determine el nivel de recepción de señal de varias antenas para una transmisión dada, y emplee el nivel más alto.

Esto se ilustra en la figura 14. El estándar celular CDMA, ampliamente usado, emplea ya un mecanismo similar en el proceso de transferencia suave o transparente (soft handoff), en el que la señal óptima de recepción se elige desde múltiples estaciones base mediante el centro de conmutación de móvil (MSC). Esta técnica sería extremadamente efectiva en la red de recepción de poste, y mitigaría la necesidad de múltiples antenas de recepción en cada poste.

Emplear farolas y postes similares como puntos de radiación para un sistema inalámbrico requiere emplear dispositivos pequeños que encajen en él o en el poste. En la presente invención, se necesita un accionador de un tamaño crucial para disipar potencia de los amplificadores de RF que necesitan transmitir la señal de enlace descendente. Una solución consiste en unir el amplificador a un poste de utilidad pública o de metal ligero, y usar ese metal como un disipador del calor. El amplificador se uniría a su alojamiento a través de una unión conductora del calor, y, después, el alojamiento se uniría al poste de metal a través de una placa intermedia conductora del calor, que está provista de accesorios por un lado para unirse mediante pernos al poste y es plana por el otro lado para unirse al alojamiento de amplificador. Esto se ilustra en la figura 15 para un amplificador montado en el exterior de un poste. La placa se podría unir por cada lado con un adhesivo conductor del calor para aumentar la conductividad del calor. En la figura 16, el amplificador se coloca en el interior del poste, y, después, se une al poste a través de una placa conductora del calor conformada adecuadamente. Para ayudar a la disipación del calor cuando el amplificador está en el interior del poste, se coloca un sistema impermeable de ventilación en la parte superior del poste.

Una realización ejemplar adicional consiste en compartirla entre múltiples operadores inalámbricos, tanto de voz como de datos, y para ello es operada e implementada por un proveedor anfitrión neutral. Esto permite que los costes de infraestructura sean compartidos por múltiples operadores. Ya que hay muchos métodos para multiplexar múltiples señales celulares sobre tales redes de comunicaciones por cable y de espacio libre, estos métodos de multiplexado se pueden emplear para dar servicio a múltiples operadores. En una realización, se pueden emplear múltiples longitudes de onda ópticas para múltiples operadores. En otra realización, se pueden emplear múltiples ventanas temporales para múltiples operadores. En una realización preferida, se pueden usar dos frecuencias diferentes de RF para transportar las dos señales sobre el enlace óptico.

En una realización ejemplar preferida, dos bandas de diferentes frecuencias (tales como PCS y celular) se pueden servir mediante un sistema combinado que emplea un sistema único de banda dual que usa diferente equipo de transporte y de radiación para las dos bandas. Se usa una caja remota de banda dual que contiene dos sistemas de amplificador de potencia de enlace descendente que alimentan a una única antena de banda dual a través de un duplexor de frecuencia, y dos cadenas distintas de recepción para cada banda, también alimentadas por el duplexor

en la dirección de enlace ascendente. El sistema se ilustra en la figura 17. Dos operadores diferentes o un único operador que emplean dos bandas de frecuencia diferentes pueden ocupar las dos bandas. En otras realizaciones, el enlace óptico puede ser un enlace de RF o un enlace eléctrico para transportar las dos bandas de RF.

- 5 En otra realización ejemplar, el equipo ubicado en las ubicaciones remotas de poste para radiar señales es alimentado de energía por una corriente de energía para estos dispositivos a través del sistema de conductos que soporten actualmente la energía y los requisitos de comunicación para los postes de utilidad pública y de lámpara. En otra realización, el equipo remoto se alimenta de energía directamente de la energía del poste de lámpara o de utilidad pública, empleando un transformador/convertidor de potencia para el voltaje, la corriente y las conversiones
- 10 CA/CC requeridos. En la figura 18 se ilustra la tirada de otro cable para energía dedicada a través de conductos existentes, mientras que en la figura 19 se ilustra el suministro de energía desde energía existente en postes de lámpara o de utilidad pública.

**REIVINDICACIONES**

1. Una red celular, que comprende:

5 una pluralidad de antenas, y cada antena está montada en uno correspondiente de entre una pluralidad de postes o mástiles existentes en una región para proporcionar cobertura inalámbrica en la región,

10 un primer conjunto de convertidores, y cada convertidor del primer conjunto de convertidores está posicionado en uno correspondiente de entre los postes o mástiles existentes, está acoplado a la antena montada en él, y está configurado para convertir entre señales de red de distribución y señales celulares,

una red de distribución configurada para acoplar el primer conjunto de convertidores a un emplazamiento de concentrador, y

15 un equipo de capacidad de estación base en el emplazamiento de concentrador acoplado al primer conjunto de convertidores mediante la red de distribución;

20 en la que el primer conjunto de convertidores está acoplado a la red de distribución; y caracterizada porque equipo ubicado en cada uno de entre la pluralidad de postes o mástiles existentes está adaptado para entregar energía eléctrica al correspondiente convertidor mediante el mismo sistema de distribución de energía adaptado para proporcionar energía eléctrica a los postes o mástiles existentes.

2. La red celular de la reivindicación 1, en la que:

25 el mismo sistema de distribución de energía está adaptado para proporcionar energía eléctrica a los postes o mástiles existentes mediante una pluralidad de conductos existentes: y

30 la red de distribución comprende una pluralidad de enlaces de fibra óptica que están distribuidos a cada uno de entre la pluralidad de postes o mástiles existentes mediante la pluralidad de conductos existentes.

3. La red celular de la reivindicación 1, en la que la red de distribución comprende un enlace óptico de espacio libre.

4. La red celular de la reivindicación 1, en la que la red de distribución comprende cableado de RF.

35 5. La red celular de la reivindicación 1, en la que la red de distribución comprende un enlace de microondas de espacio libre.

6. La red celular de la reivindicación 1, en la que:

40 la pluralidad de postes o mástiles existentes comprende al menos uno de entre postes de utilidad pública y de farola; y

45 el correspondiente convertidor en cada uno de entre la pluralidad de postes o mástiles existentes se alimenta de energía directamente de la energía del poste de lámpara o de utilidad pública, empleando un transformador/convertidor de potencia para el voltaje, la corriente y las conversiones de CA/CC requeridos.

7. La red celular de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente un proveedor anfitrión neutral de red para implementar que se comparta la red celular entre múltiples operadores celulares.

50 8. La red celular de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente un segundo conjunto de convertidores adaptados para acoplar la red de distribución al equipo de capacidad de la estación base.

9. La red celular de la reivindicación 8, en la que el primer y el segundo conjunto de convertidores tienen diferentes características de RF, incluyendo al menos una de entre potencia de salida y de frecuencia de RF.

55 10. La red celular de la reivindicación 8, en la que:

60 cada convertidor del primer conjunto de convertidores está adaptado: (a) para convertir señales de red de distribución de enlace descendente a señales celulares de enlace descendente, (b) para amplificar las señales celulares de enlace descendente, y (c) para convertir señales celulares de enlace ascendente en señales de red de distribución, y

65 cada convertidor del segundo conjunto de convertidores está adaptado: (a) para convertir señales celulares de enlace descendente en señales de red de distribución, (b) para convertir señales de red de distribución de enlace ascendente en señales celulares.

11. La red celular de la reivindicación 1, en la que múltiples señales celulares se multiplexan en la red de distribución colocándolas en diferentes frecuencias de RF.
- 5 12. La red celular de la reivindicación 2, en la que se usa multiplexación de múltiple longitud de onda óptica para multiplexar múltiples señales celulares en la red de distribución.
13. La red celular de la reivindicación 12, en la que:
- 10 se distribuyen múltiples longitudes de onda mediante la red de distribución y se reciben en la pluralidad de postes o mástiles existentes;
- la red celular de distribución comprende adicionalmente un discriminador en cada uno de entre la pluralidad de postes o mástiles existentes para seleccionar un subconjunto de múltiples longitudes de onda.
- 15 14. La red celular de la reivindicación 12, en la que diferentes operadores celulares usan diferentes longitudes de onda ópticas de las múltiples longitudes de onda para implementar que se comparta la red celular de distribución entre múltiples operadores celulares.
- 20 15. La red celular de la reivindicación 1, en la que el primer conjunto de convertidores que están acoplados a las antenas están contruidos con amplificadores de RF de enlace descendente de menor potencia que usan menos de 40 vatios, con el fin de reducir el tamaño de la unidad remota.
- 25 16. La red celular de la reivindicación 1, en la que la red de distribución se dispone usando una arquitectura en doble estrella, con una red primaria en estrella adaptada para distribuir señales desde un emplazamiento primario de concentrador hasta emplazamientos secundarios de concentrador, y con un conjunto de redes secundarias en estrella adaptado para distribuir las señales desde los emplazamientos secundarios de concentrador hasta la pluralidad de postes o mástiles existentes.
- 30 17. La red celular de la reivindicación 16, en la que las redes primaria y secundaria están adaptadas para usar al menos uno de diferentes medios y de diferentes protocolos de transporte para distribuir las señales.
- 35 18. La red celular de la reivindicación 17, en la que la primera red en estrella comprende enlaces de fibra óptica y la segunda red en estrella comprende enlaces de espacio libre.
- 40 19. La red celular de la reivindicación 18, en la que los enlaces de espacio libre comprenden enlaces de microondas.
20. La red celular de la reivindicación 18, en la que los enlaces de libre espacio comprenden enlaces ópticos.
- 45 21. La red celular de la reivindicación 1, en la que la recepción de enlace ascendente desde las antenas se combina en el equipo de capacidad de la estación base para proporcionar diversidad de recepción.
22. La red celular de la reivindicación 21, que comprende adicionalmente un dispositivo dedicado de conmutador en el equipo de capacidad de la estación base, configurado para seleccionar la mejor señal de recepción de enlace ascendente.
- 50 23. La red celular de la reivindicación 21, que comprende adicionalmente un dispositivo dedicado de combinación de recepción en el equipo de capacidad de la estación base, configurado para que múltiples señales combinadas de enlace ascendente formen una señal óptima de recepción de enlace ascendente.
- 55 24. La red celular de la reivindicación 21, en la que diferentes señales de antena de enlace ascendente desde diferentes postes o mástiles de entre la pluralidad de ellos existentes se colocan en diferentes puertos de diversidad de recepción y de recepción de enlace ascendente en estaciones base existentes en el equipo de capacidad de la estación base.
- 60 25. La red celular de la reivindicación 1, en la que una señal de enlace descendente del equipo de capacidad de la estación base se transmite desde múltiples antenas en múltiples postes o mástiles de entre la pluralidad de ellos existentes para proporcionar diversidad de transmisión.
- 65 26. La red celular de la reivindicación 15, que comprende adicionalmente una pluralidad de placas conductoras del calor, comprendiendo cada placa conductora del calor unos medios conductores del calor seleccionados para proporcionar una capacidad de disipación del calentamiento, y estando formada para unir uno correspondiente de entre los amplificadores de RF de enlace descendente de baja potencia a uno correspondiente de entre la pluralidad de postes o mástiles existentes y para usar el metal de la pluralidad de postes o mástiles existentes como disipador del calor.
27. La red celular de la reivindicación 1, en la que:

el primer conjunto de convertidores contiene dos conjuntos de equipos para convertir dos diferentes bandas de RF entre señales ópticas y de RF;

- 5 la red óptica de distribución está adaptada para transportar dos conjuntos de señales ópticas que representan señales de RF desde las dos diferentes bandas de RF; y

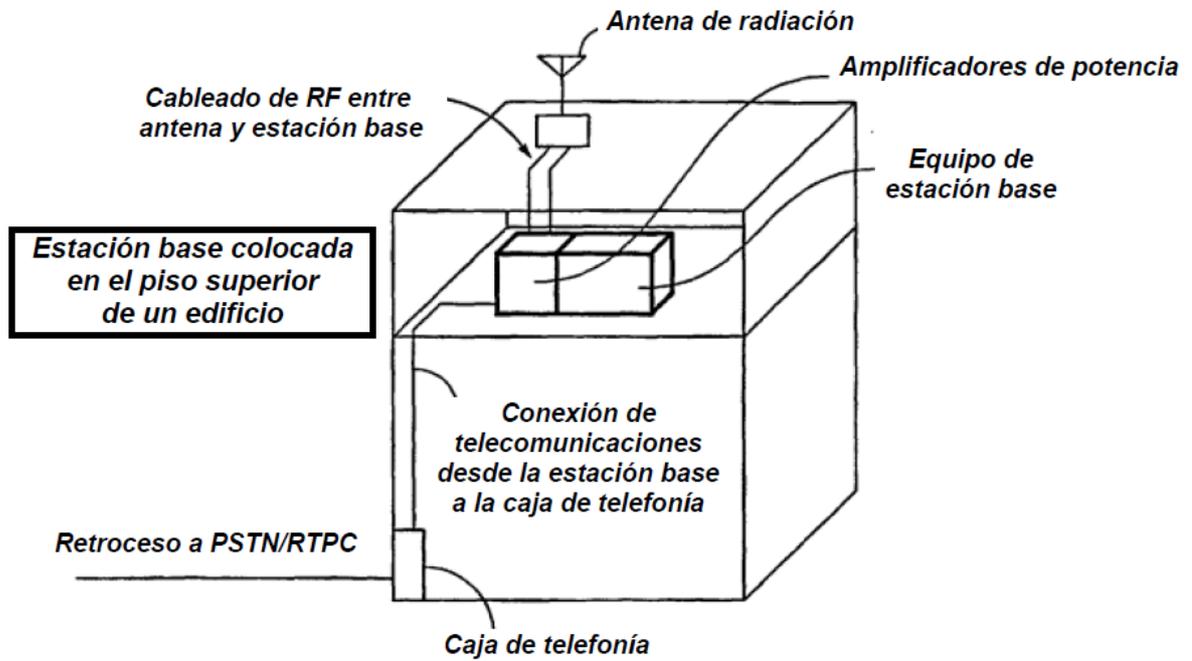
el convertidor del emplazamiento de la estación base contiene dos conjuntos de equipo para convertir dos diferentes bandas de RF entre señales ópticas y de RF.

- 10 28. La red celular de la reivindicación 26, en la que cada uno de los amplificadores de RF de enlace descendente de baja potencia está unido a un alojamiento a través de una unión conductora del calor, y el alojamiento está unido al poste o mástil existente a través de una placa intermedia conductora del calor que está provista de accesorios por un lado para unirse mediante pernos al poste o mástil existente y es plana por el otro lado para unirse al alojamiento.

- 15 29. La red celular de la reivindicación 28, en la que al menos una de entre la pluralidad de placas conductoras del calor y uno correspondiente de entre los amplificadores de RF de enlace descendente de baja potencia están montados fuera de uno correspondiente de entre la pluralidad de postes o mástiles existentes.

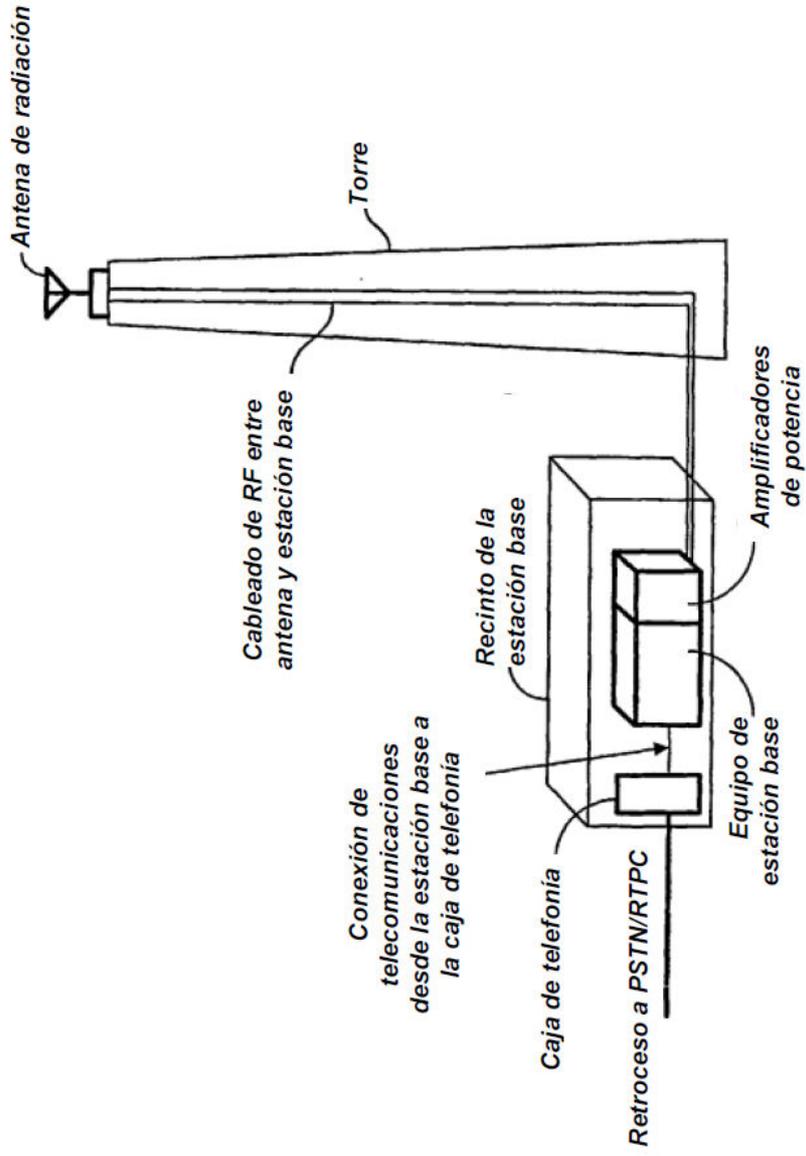
- 20 30. La red celular de la reivindicación 28, en la que al menos una de entre la pluralidad de placas conductoras del calor y uno correspondiente de entre los amplificadores de RF de enlace descendente de baja potencia están montados dentro de uno correspondiente de entre la pluralidad de postes o mástiles.

**Emplazamiento tradicional de la estación base en un tejado**



**FIG.1**  
**(Técnica anterior)**

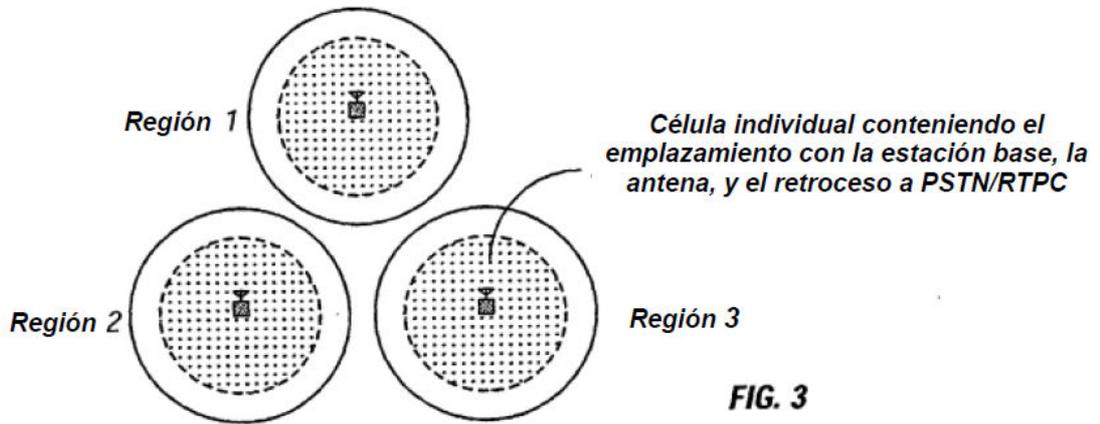
**Emplazamiento tradicional de la estación base en una torre**



**FIG. 2**

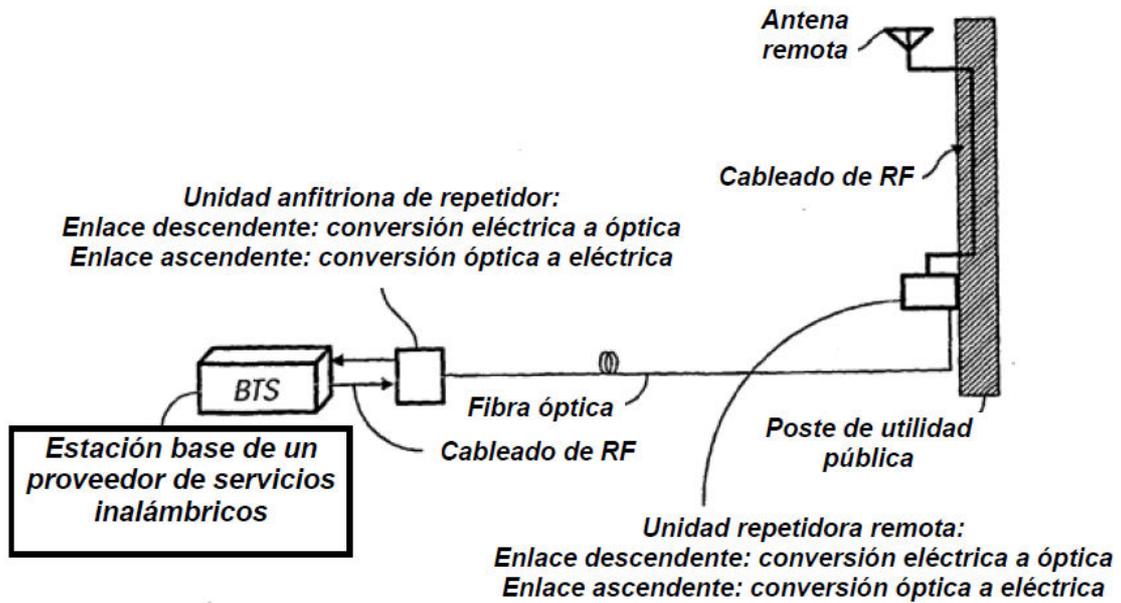
(Técnica anterior)

**Arquitectura tradicional de red celular**



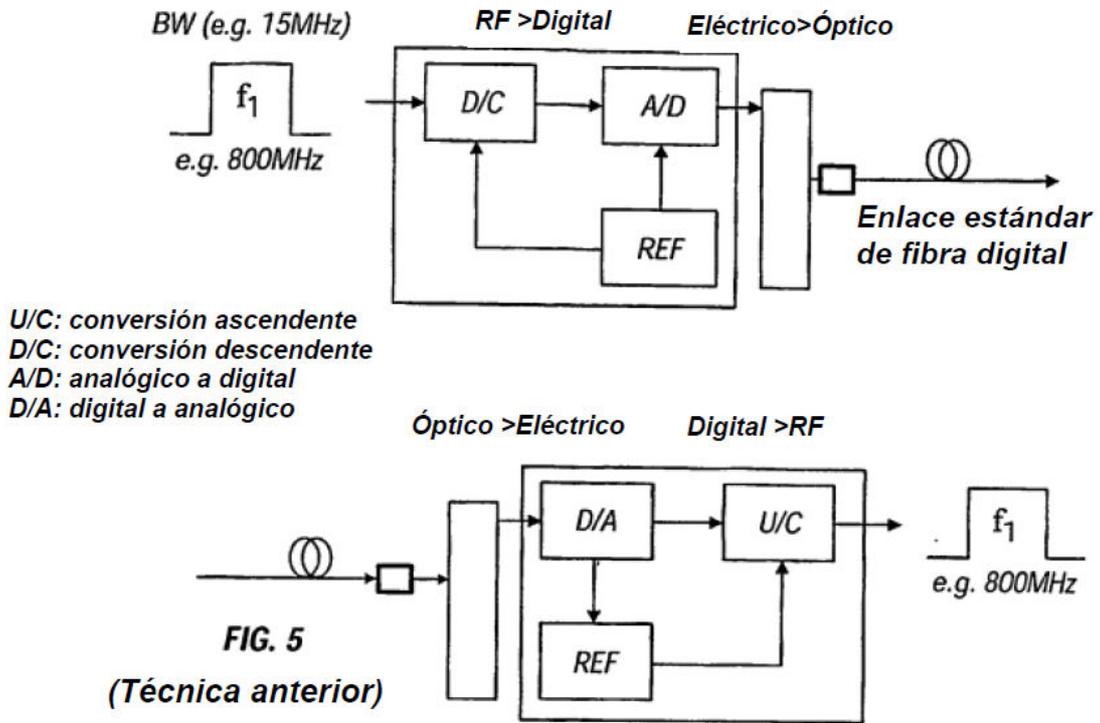
**FIG. 3**  
(Técnica anterior)

**Arquitectura tradicional de repetidor analógico**



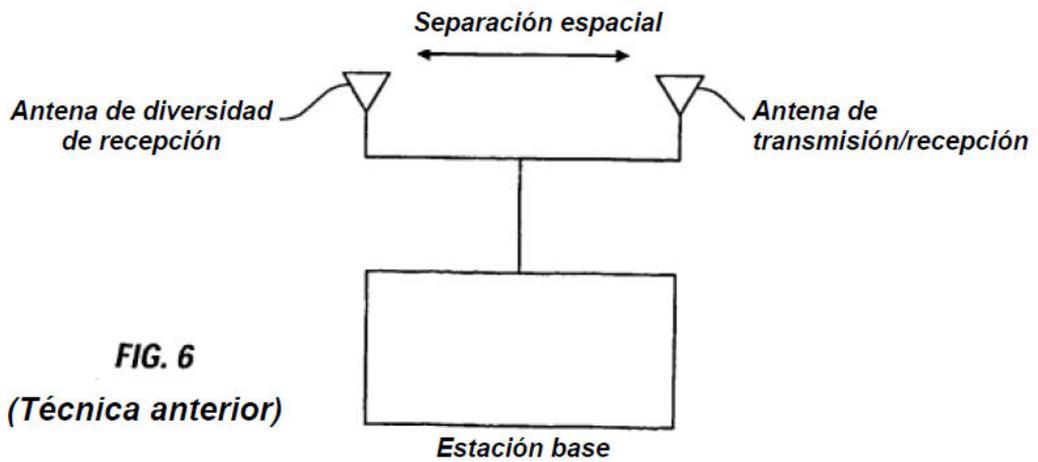
**FIG. 4**  
(Técnica anterior)

**Transporte digital de RF**

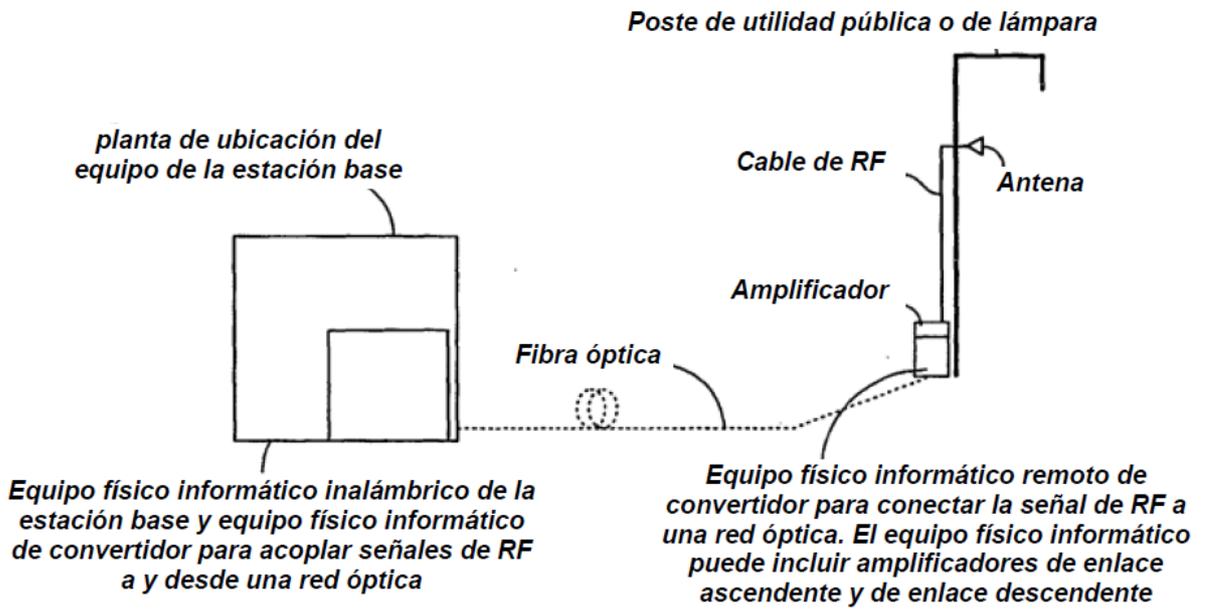


U/C: conversión ascendente  
 D/C: conversión descendente  
 A/D: analógico a digital  
 D/A: digital a analógico

**Diversidad de recepción**

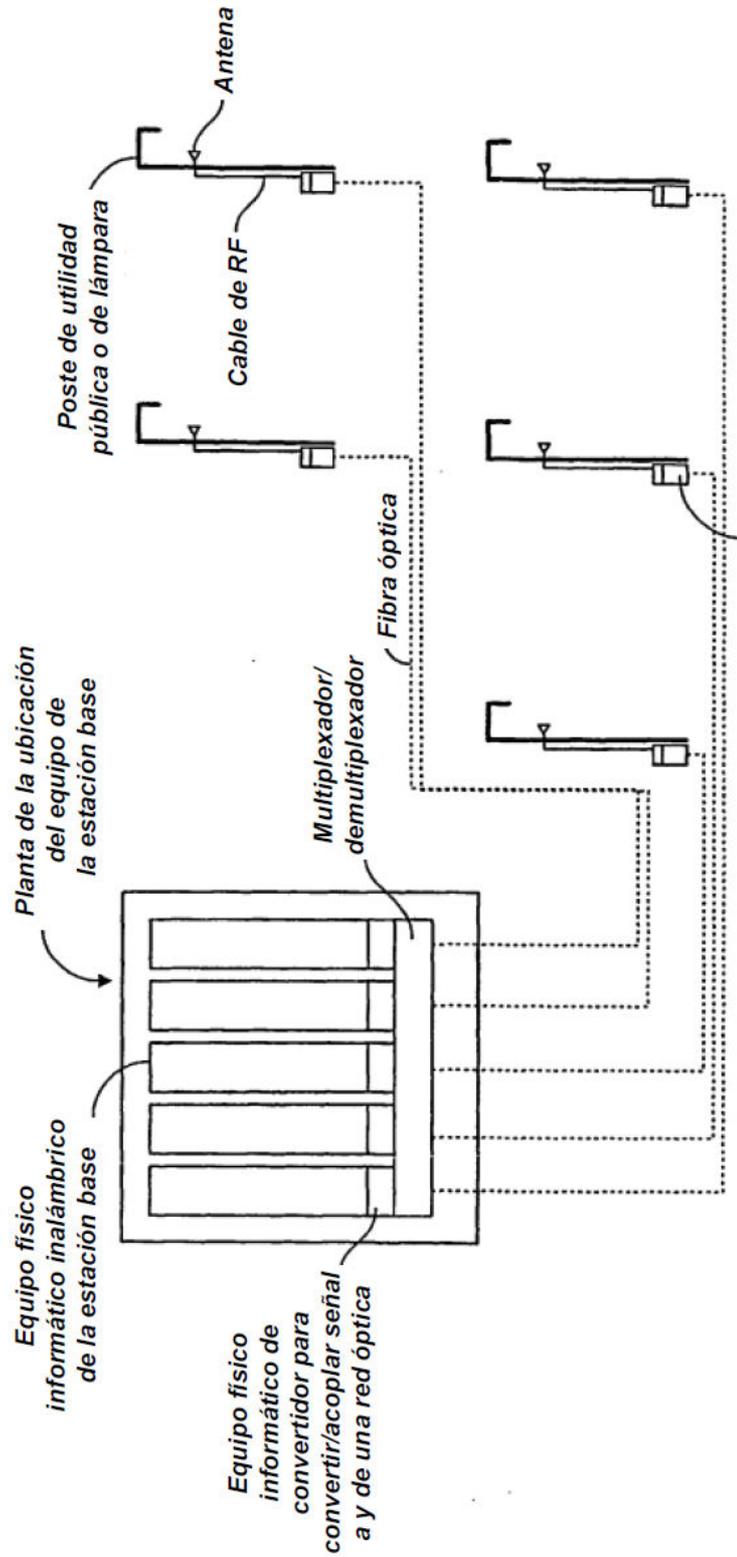


**Elemento inalámbrico montado en poste**



**FIG. 7**

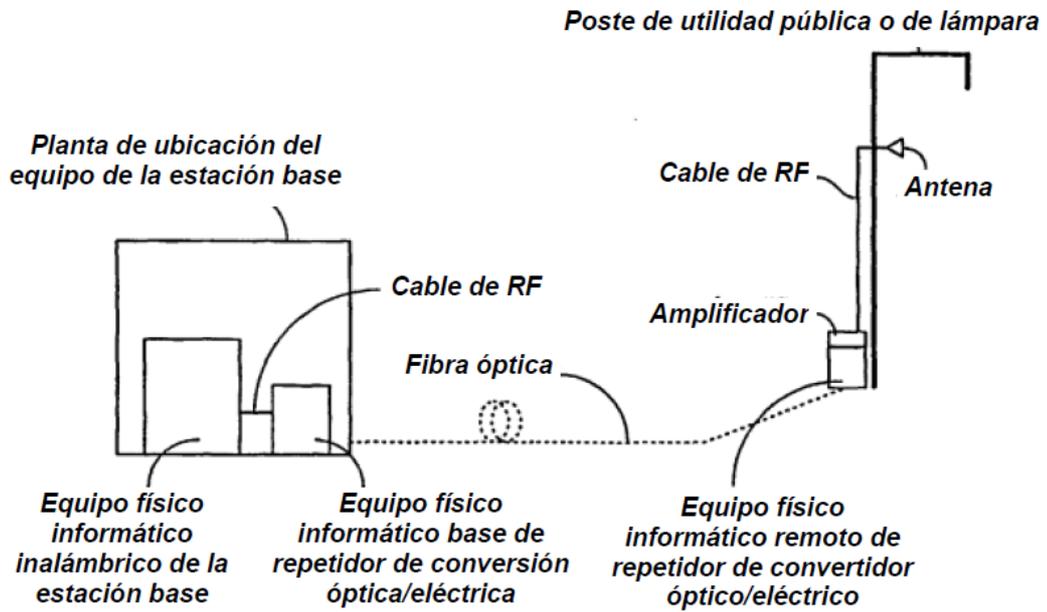
*Red inalámbrica óptica distribuida montada en poste*



*Equipo físico informático remoto de convertidor para conectar señal remota de RF a una red óptica. Puede incluir un discriminador para seleccionar la señal correcta de BTS para este punto remoto*

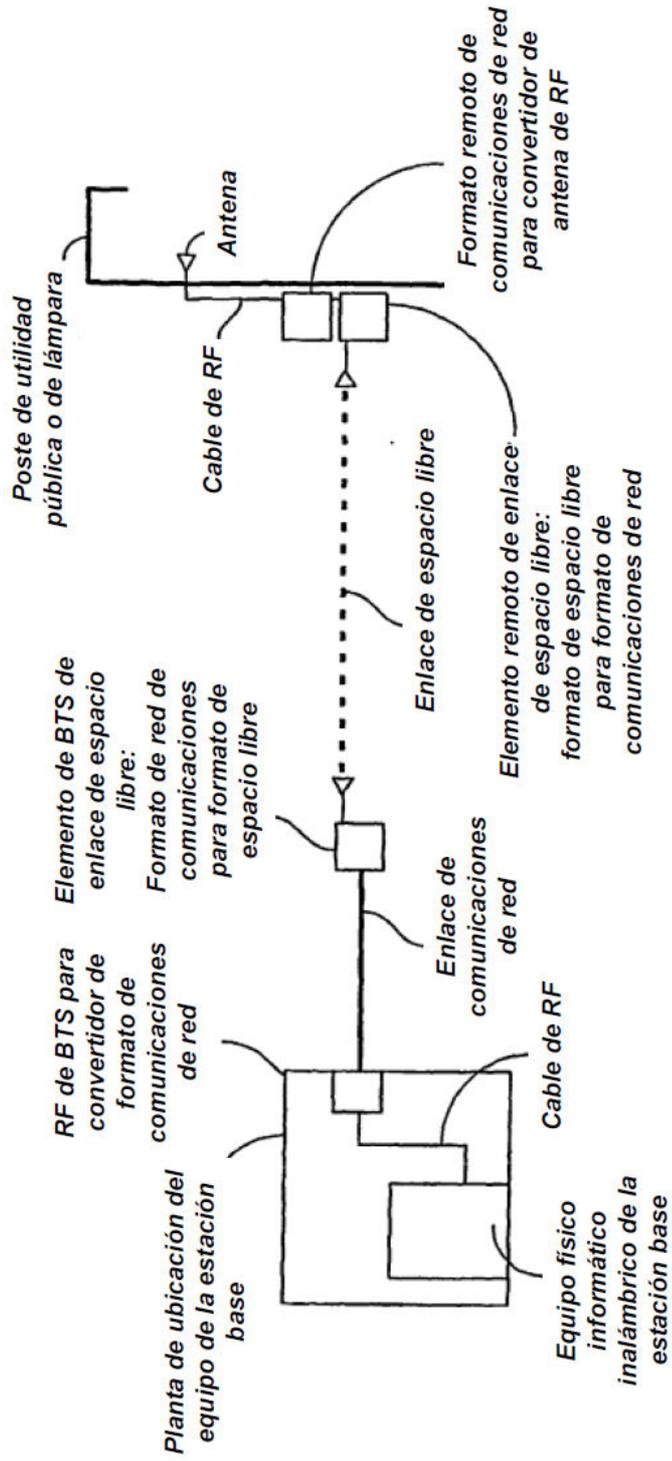
**FIG. 8**

**Elemento inalámbrico montado en poste con repetidor óptico**



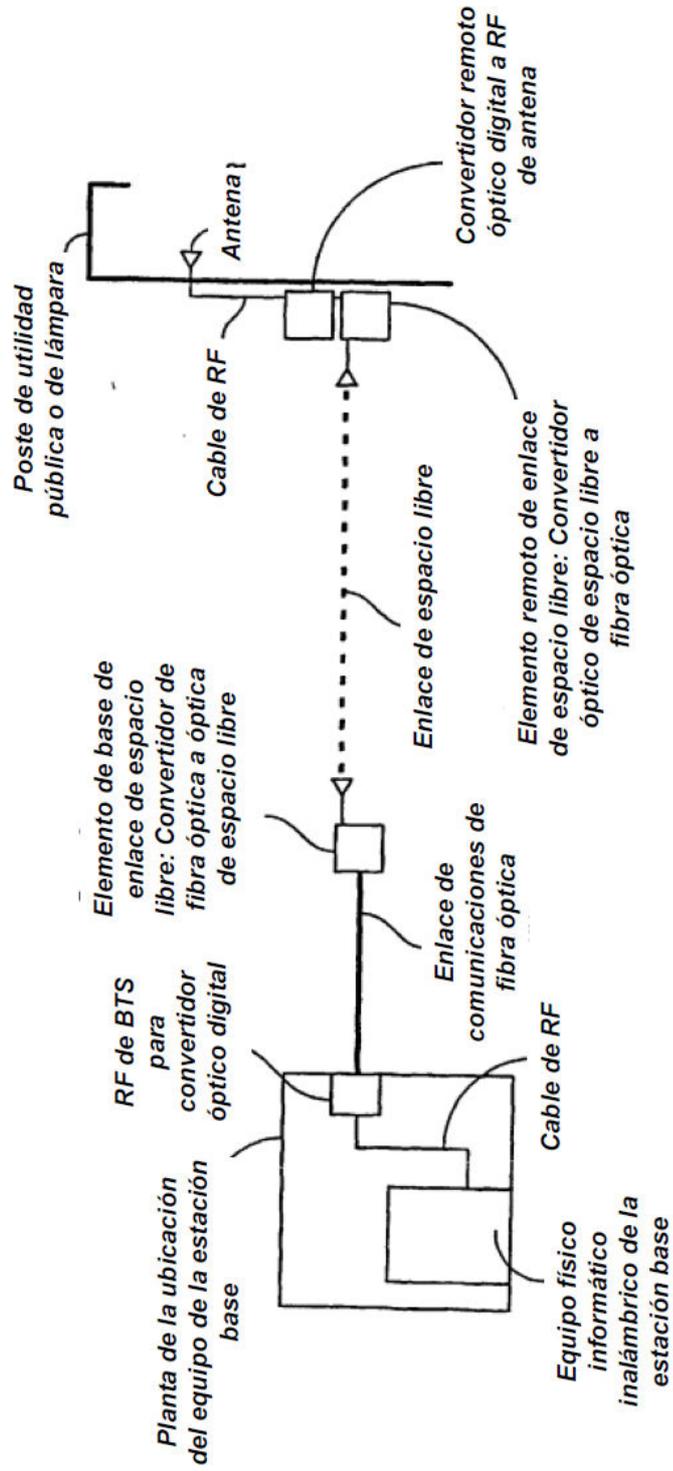
**FIG. 9**

**Elemento general inalámbrico montado en poste con enlace de espacio libre**



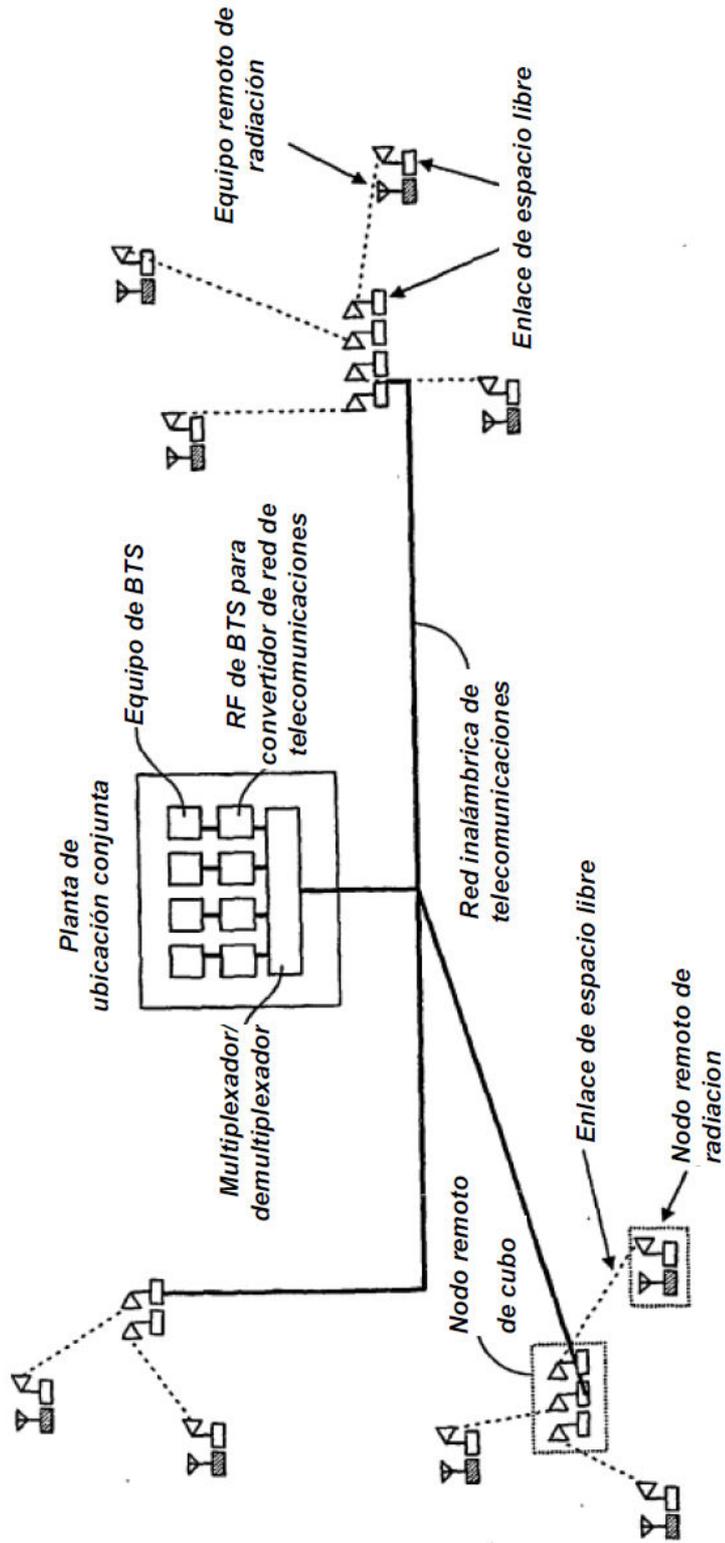
**FIG. 10**

**Elemento inalámbrico óptico digital montado en poste con enlace de espacio libre**



**FIG. 11**

**Arquitectura de red de comunicaciones de espacio libre/por cable en doble estrella**



**FIG. 12**

Arquitectura de red por cable en doble estrella

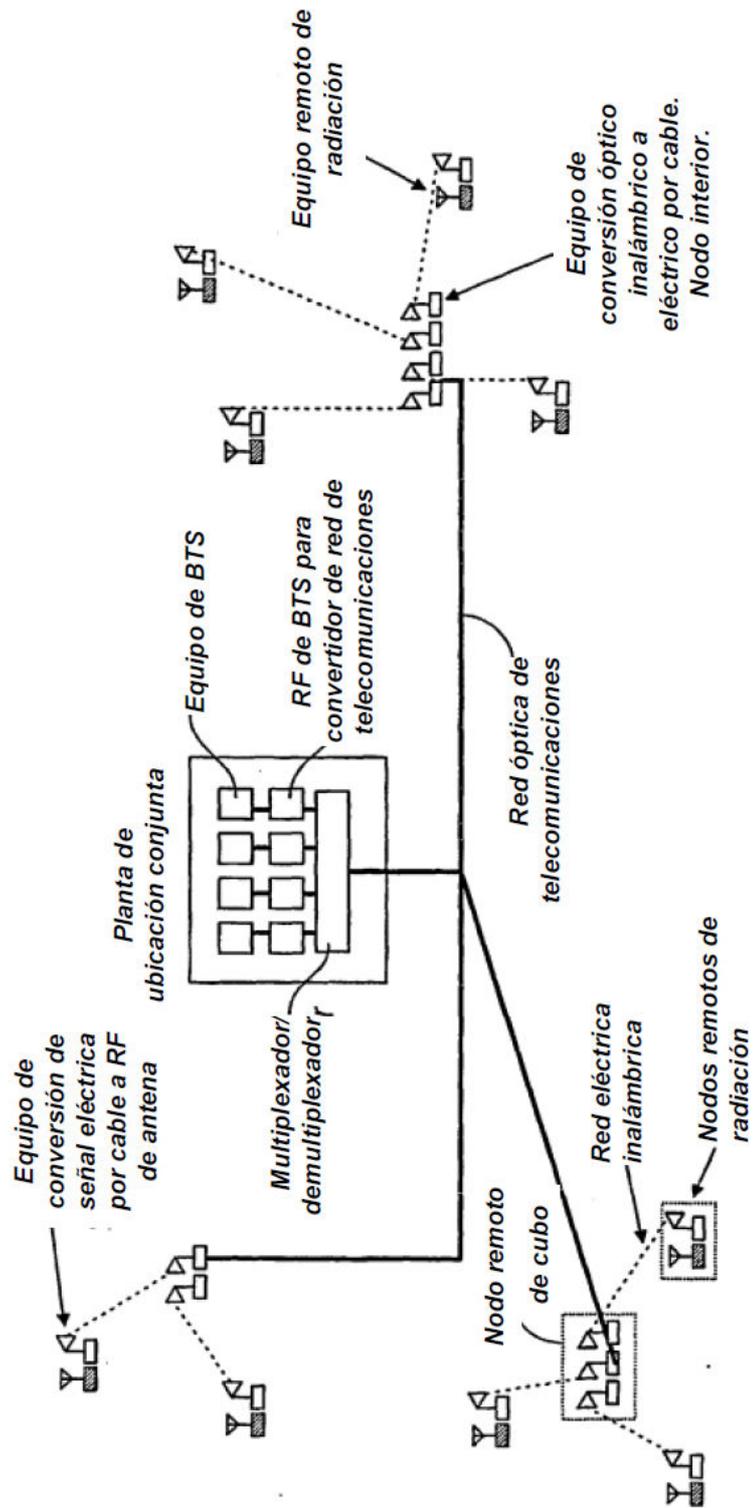


FIG. 13

Recepción de diversidad empleando antenas en múltiples postes

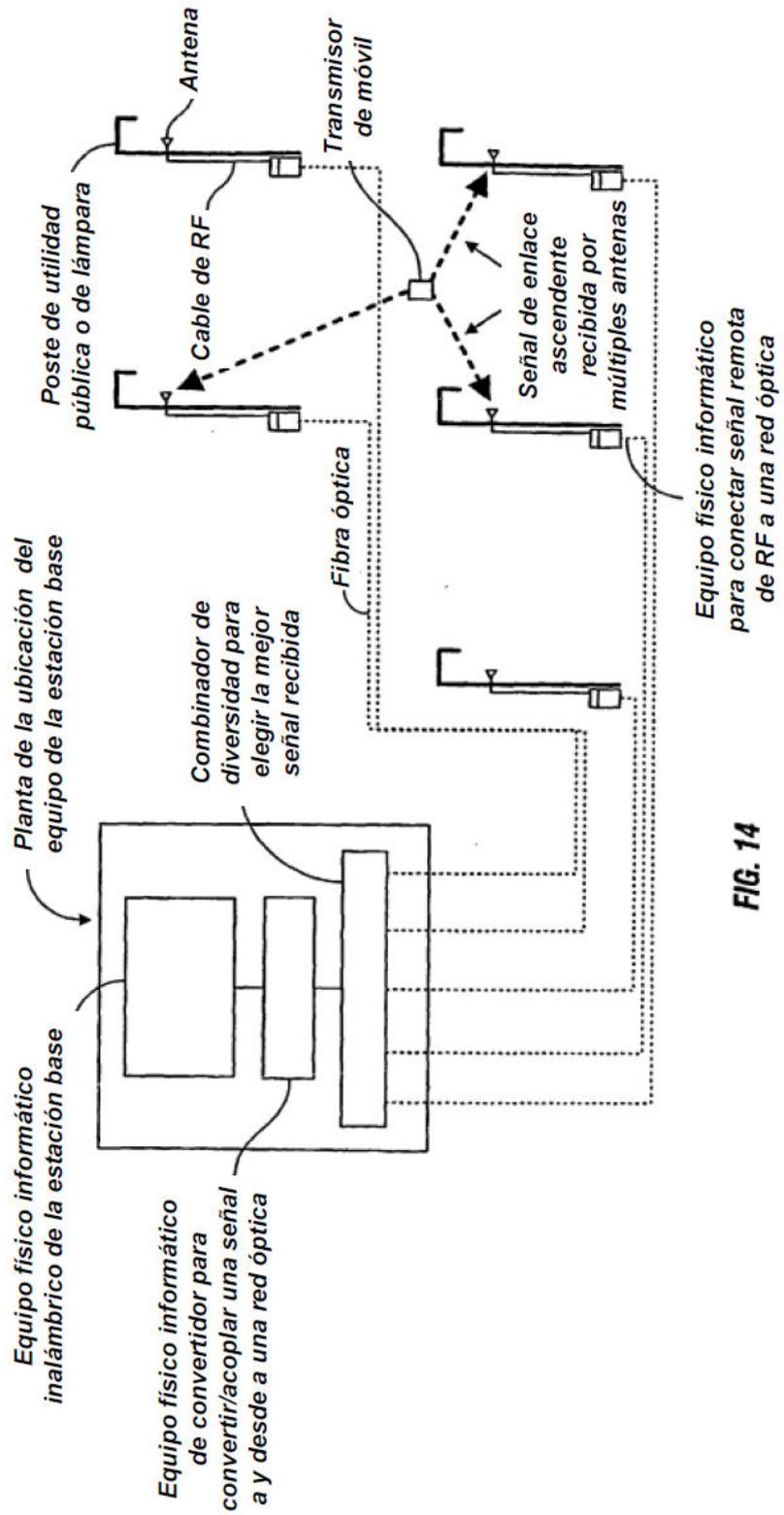
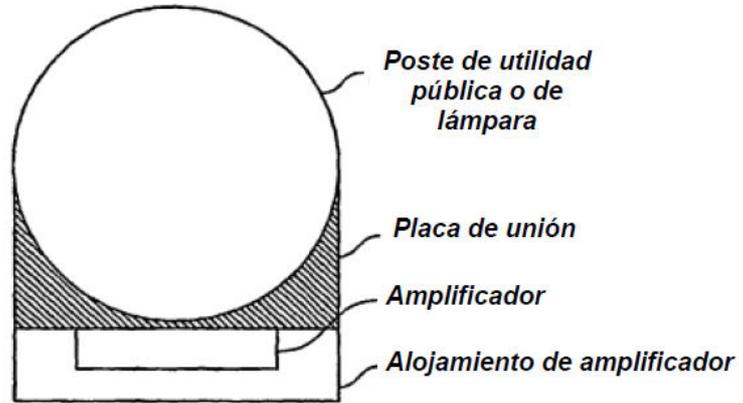


FIG. 14

**Unión de amplificador de potencia remoto para fuera del poste para disipación del calor**

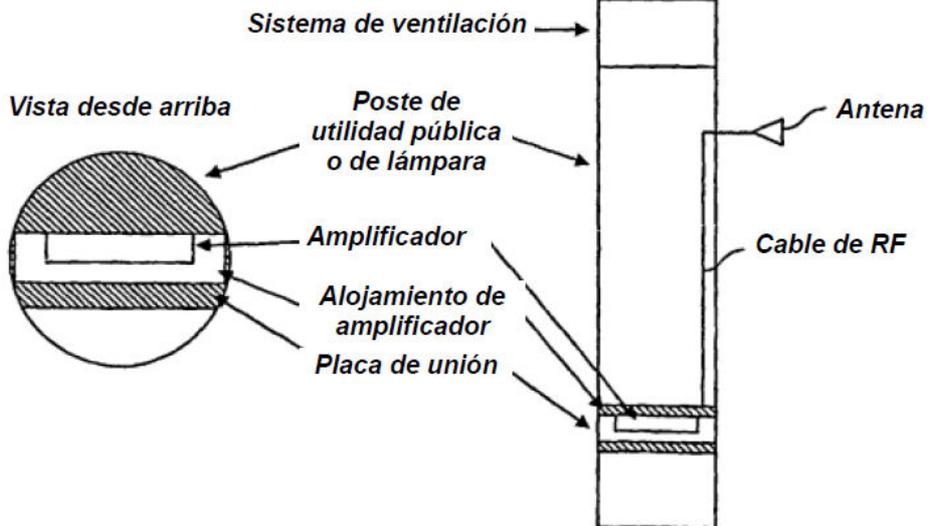
Vista desde arriba



**FIG. 15**

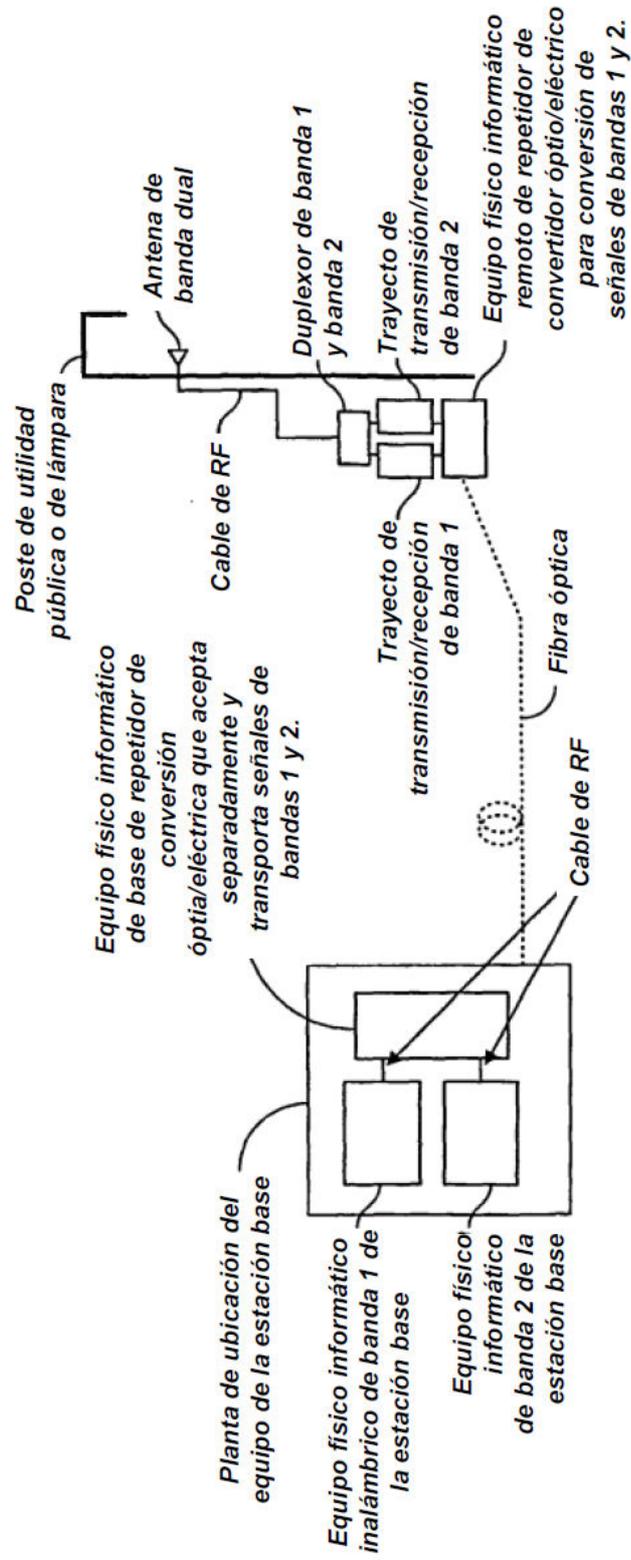
**Unión de amplificador de potencia remoto para dentro del poste para disipación del calor**

Vista lateral



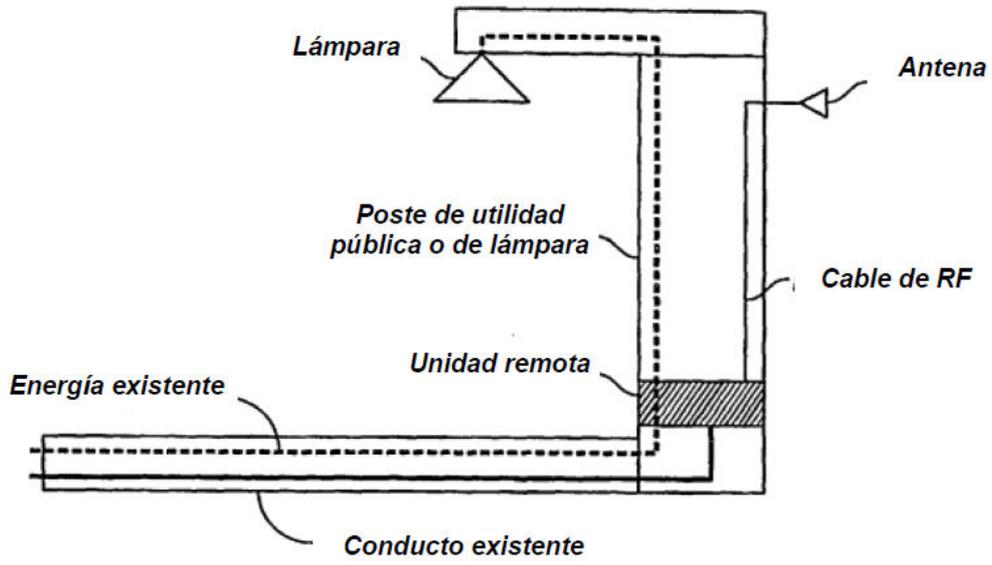
**FIG. 16**

**Sistema de banda dual**

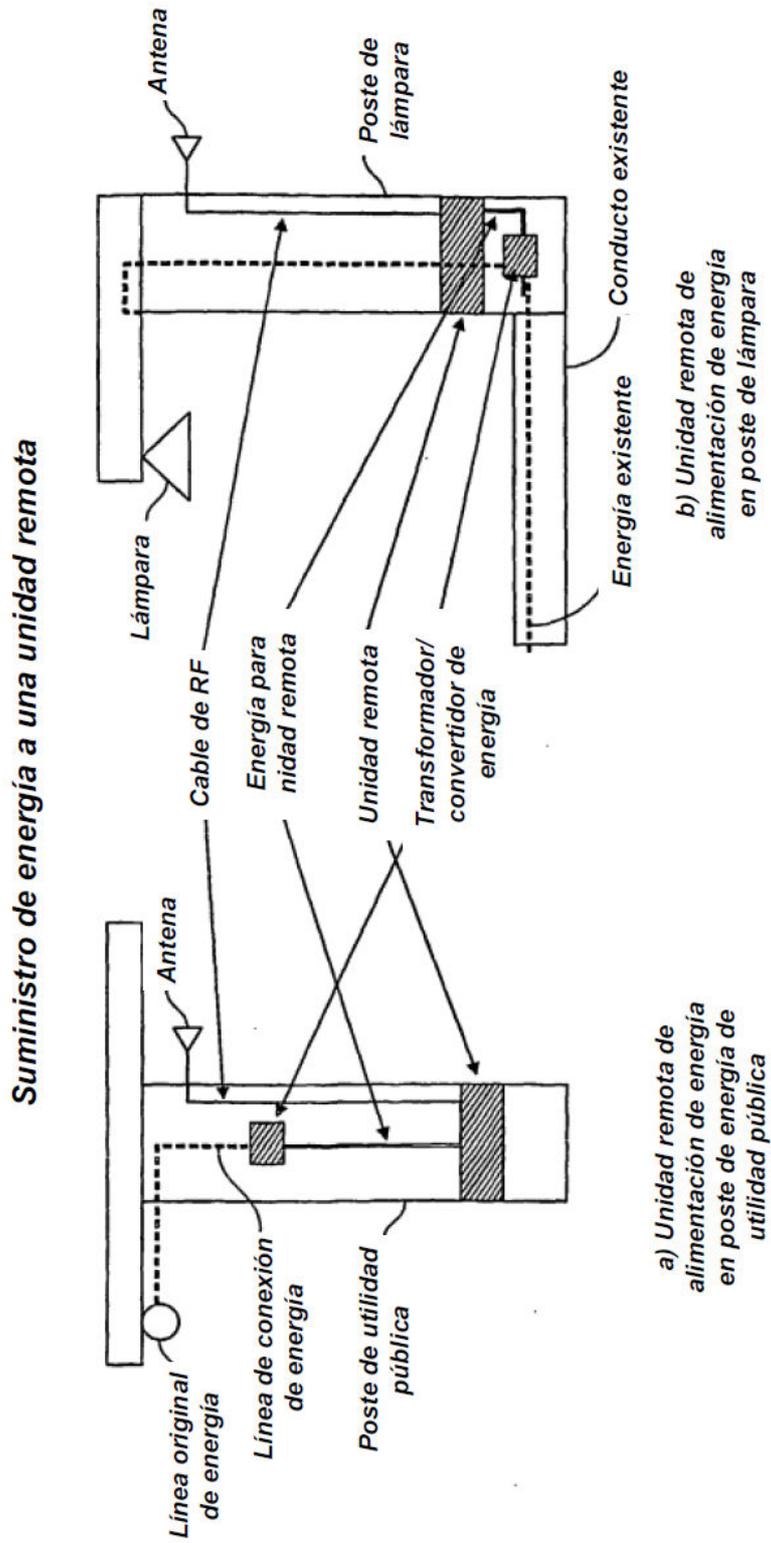


**FIG. 17**

*Suministro de energía hasta una unidad remota*



**FIG. 18**



**FIG. 19**