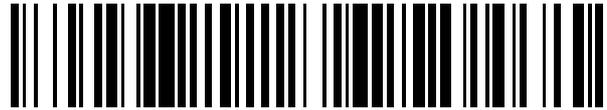


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 401 684**

51 Int. Cl.:

**H04B 10/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.04.2004 E 04742546 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.12.2012 EP 1618684**

54 Título: **Dispositivo inalámbrico de transmisión local de señales de alta velocidad**

30 Prioridad:

**22.04.2003 FR 0350117**

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

**23.04.2013**

73 Titular/es:

**FRANCE TÉLÉCOM (100.0%)  
78 rue Olivier de Serres  
75015 Paris , FR**

72 Inventor/es:

**BOUCHET, OLIVIER;  
MONERIE, MICHEL y  
DUTERTRE, YVON**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

**ES 2 401 684 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

Dispositivo inalámbrico de transmisión local de señales de alta velocidad

5 **Campo técnico**

La invención se refiere a un dispositivo inalámbrico de transmisión local y bilateral de señales (por ejemplo, voz, datos, imágenes) de alta velocidad. Un dispositivo de transmisión de este tipo se puede utilizar, por ejemplo, en una red doméstica inalámbrica de comunicación local por infrarrojos (conocida con la denominación anglosajona WirDAN por *Wireless Infra Red Domestic Area Network*) o en una red local inalámbrica de comunicación por infrarrojos (conocida con la denominación anglosajona WirLAN por *Wireless Infra Red Local Area Network*) o en un red del tipo *Hot Spot* que es una red con acceso local de alta velocidad.

15 **Estado de la técnica anterior**

Actualmente, los dispositivos inalámbricos de transmisión local y bilateral sustituyen a los dispositivos con cables ya que ofrecen una mayor flexibilidad de uso. Esos dispositivos permiten que dispositivos digitales se comuniquen entre sí que ya no dependen de cables y que, por lo tanto, se pueden desplazar con facilidad.

20 La transmisión se realiza mediante un enlace radioeléctrico u óptico. El dispositivo comprende una base de emisión/recepción que se comunica con uno o varios adaptadores (estos también emisores/receptores) asociados cada uno a un dispositivo digital como un ordenador, un periférico de cualquier tipo, un televisor, un teléfono, un mando a distancia, un retroproyector, un altavoz, un ordenador de bolsillo o un asistente personal, una cámara fotográfica, una cámara o cualquier otro dispositivo digital doméstico o profesional.

25 La base delimita una zona de cobertura ligada a una calidad de servicio y de transmisión. Los adaptadores situados en esa zona de cobertura se pueden acoplar a la base y permitir una comunicación bilateral entre el dispositivo digital asociado al adaptador y la base.

30 Existen varias tecnologías de radiotransmisión inalámbrica. Se pueden citar la tecnología Bluetooth que ofrece una velocidad bruta de 1 Mbit/s en la banda de frecuencias denominada de 2,4 GHz. El número máximo de comunicaciones simultáneas es del orden de siete. La tecnología Wi-Fi (abreviatura de *Wireless Fidelity* por fidelidad inalámbrica) que lleva el nombre técnico de IEEE 802.11b, ofrece una velocidad de 54 Mbit/s en la banda de frecuencias denominada de 2,4 GHz o denominada de 5 GHz. El número máximo de comunicaciones simultáneas es del orden de entre 50 y 60. La tecnología HomeRF ofrece una velocidad de 11 Mbit/s en la banda de frecuencias denominada de 2,4 GHz. La tecnología Hiperlan ofrece una velocidad del orden de 20 Mbit/s en la banda de frecuencias denominada de 5 GHz, la versión 2 permitiendo alcanzar una velocidad de 54 Mbit/s. La zona de difusión va de 50 a 100 metros para todas estas tecnologías con la excepción de la tecnología Bluetooth para la cual la zona de difusión es del orden de 10 a 30 metros.

40 Estas tecnologías presentan varios inconvenientes. El número de comunicaciones simultáneas es restringido, lo que limita el número de dispositivos que pueden entrar en juego al mismo tiempo. La velocidad global está limitada y se comparte entre todos los dispositivos que transmiten al mismo tiempo. Existe una diferencia notable entre la velocidad bruta y la velocidad útil ya que con las señales útiles propiamente dichas se transmiten datos de red. 45 Existe un riesgo de interferencias entre las tecnologías Bluetooth y Wi-Fi si estas se emplean de forma simultánea en la misma habitación. Las velocidades son por lo general inferiores en el sentido ascendente (desde el adaptador hacia la base) con respecto a las del sentido descendente (desde la base hacia el adaptador). La escalabilidad está limitada, si las frecuencias van a ampliarse, una parte de los componentes del dispositivo tendrá que cambiarse ya que no será compatible. Otro problema está ligado a los aspectos normativos que pueden aparecer en la utilización de las ondas radioeléctricas y a su límite de potencia en funcionamiento. Otro inconveniente es que esas técnicas son poco transparentes con respecto al protocolo de comunicación y, por lo tanto, no pueden transmitir todos los tipos de señales digitales.

50 Las tecnologías de transmisión óptica en el espacio libre comienzan a desarrollarse, estas permiten eliminar algunos fallos de las transmisiones radioeléctricas. Utilizan, por lo general, el infrarrojo que no presenta, a unos niveles de potencia relativamente bajos, efectos nocivos conocidos para la salud.

55 Se conocen algunos dispositivos de transmisión óptica en el espacio libre, por ejemplo en los documentos [1] a [4] que se citan al final de la presente descripción. El documento [1] muestra un dispositivo de transmisión entre una base y al menos un adaptador por visión directa de infrarrojos en un único canal correspondiente a una longitud de onda. El documento [2] muestra un dispositivo de transmisión entre una base y varios adaptadores, en el cual la base emite una pluralidad de haces que van a formar, cada uno, un punto luminoso sobre una superficie reflectante, esos puntos se pueden considerar como fuentes de luz. Cada adaptador se ilumina mediante dicha fuente. El documento [3] muestra un dispositivo de transmisión en el cual varios adaptadores se comunican con varias bases que emiten varios haces infrarrojos. Se utiliza un protocolo del tipo CSMA (abreviatura anglosajona de *Carrier Sense Multiple Access*, es decir, acceso múltiple por detección de portadora) para evitar colisiones cuando varios

adaptadores quieren transmitir al mismo tiempo. El documento [4] muestra un dispositivo de transmisión por infrarrojos entre una estación central y unas estaciones remotas. Las señales se emiten de acuerdo con unas tramas que siguen algunos protocolos conocidos como HDLC (abreviatura anglosajona de *High Level Data Link Control* por control de enlace de datos de alto nivel) o SDLC (abreviatura anglosajona de *Synchronous Data Link Control* por control de enlace de datos síncrono).

Como en los dispositivos de radiotransmisión, esos dispositivos de transmisión óptica en el espacio libre presentan los inconvenientes de que la velocidad global está limitada y se comparte entre todos los dispositivos que transmiten al mismo tiempo. Como consecuencia, el número de dispositivos que pueden transmitir al mismo tiempo está limitado. La seguridad de los datos transmitidos es mejor que en las técnicas de radio, pero aun no puede considerarse completamente satisfactoria en las habitaciones con grandes superficies acristaladas aunque la atenuación aumenta muy rápido con la distancia.

El documento US 2002/0075543 muestra un ejemplo de una red óptica en el espacio libre.

### **Exposición de la invención**

La presente invención tiene como objetivo realizar un dispositivo de transmisión óptica local y bilateral de señales entre una base y al menos un adaptador en el espacio libre que no presente los inconvenientes anteriormente mencionados, esto es, la anchura de banda total y por usuario limitada así como el reducido número de comunicaciones simultáneas permitidas.

Para conseguir estos objetivos, la presente invención es un dispositivo de transmisión óptica local y bilateral de señales entre una base y varios adaptadores en el espacio libre. Los adaptadores presentan, cada uno, un identificador y la base comprende unos medios de enrutamiento de las señales y un multiplexor-demultiplexor de las señales en varias longitudes de onda de trabajo, esos medios de enrutamiento comprendiendo una tabla de direccionamiento que lleva a cabo una correspondencia entre al menos un identificador de un adaptador y al menos una de las longitudes de onda de trabajo, un adaptador al menos recibiendo el conjunto de las señales emitidas por la base.

De este modo, al realizar un multiplexado/demultiplexado en varias longitudes de onda, se beneficia de varios canales de comunicación, cada uno correspondiendo a una de las longitudes de onda, y en esos canales la velocidad puede ser nominal. La velocidad de transmisión permitida se puede entonces multiplicar por el número de canales frente a los dispositivos de la técnica anterior.

Un adaptador puede emitir hacia la base una señal llevada por una longitud de onda atribuida a ese adaptador.

Se puede prever un direccionamiento dinámico de la base, para ello los medios de enrutamiento disponen de una longitud de onda de gestión para intercambiar unas señales de gestión con los adaptadores.

La transmisión es, de preferencia, una transmisión en la banda infrarroja.

La base puede comprender un primer subconjunto con el multiplexor-demultiplexor y los medios de enrutamiento, ese primer subconjunto cooperando con al menos un segundo subconjunto.

Se puede prever que el segundo subconjunto esté separado del primer subconjunto, este último puede estar conectado por al menos una fibra óptica de transmisión al segundo subconjunto.

El primer subconjunto de la base puede estar formado por una pluralidad de convertidores eléctrico-ópticos montados entre los medios de enrutamiento y el multiplexor, y por una pluralidad de convertidores óptico-eléctricos montados entre el demultiplexor y los medios de enrutamiento.

El primer subconjunto de la base también puede comprender un amplificador en la salida del multiplexor y/o un amplificador en la entrada del demultiplexor.

El primer subconjunto de la base puede comprender un adaptador de interfaz en la salida del multiplexor y/o un adaptador de interfaz en la entrada del demultiplexor.

Los medios de enrutamiento pueden comprender un conmutador conectado en la salida a la pluralidad de convertidores eléctrico-ópticos y en la entrada a la pluralidad de convertidores óptico-eléctricos.

El conmutador puede estar conectado en la entrada a una red de comunicación cuando la base no es autónoma.

El segundo subconjunto de la base puede comprender una parte emisora con una óptica de conformación que coopera con la fibra óptica de transmisión y una parte receptora con una o varias lentes convergentes que cooperan con la fibra óptica de transmisión.

La óptica de conformación puede estar asociada a un difusor holográfico para mejorar la distribución espacial de potencia luminosa y/o controlar la directividad del haz emitido. Al menos un elemento, escogido entre las lentes convergentes, la óptica de conformación, el difusor holográfico, puede ser ajustable.

5 Cuando la parte receptora comprende varias lentes convergentes, se puede insertar un acoplador óptico entre las lentes convergentes y la fibra óptica de transmisión, ese acoplador estando conectado mediante fibras ópticas a las lentes convergentes.

Las lentes convergentes pueden estar dispuestas de acuerdo con un plano o de acuerdo con una porción de esfera.

10 El adaptador está destinado a estar interconectado o integrado en un dispositivo digital que va a poder comunicar con la red y/u otro dispositivo digital a través de la base.

15 En particular, cuando el dispositivo digital es móvil, el adaptador puede comprender un sistema de orientación hacia el segundo subconjunto de la base, ese sistema de orientación estando controlado por una señal máxima recibida de la base.

20 El adaptador puede comprender una parte receptora con un convertidor óptico-eléctrico y una parte emisora formada por un reflector del tipo esquina de cubo con al menos una cara formada por un espejo activo adaptado para adoptar una posición de reflexión o una posición de difracción en función de una señal recibida del dispositivo digital, y una cara de espejo semitransparente situada aguas arriba del convertidor óptico-eléctrico.

25 En una variante, el adaptador puede comprender una parte emisora con un convertidor eléctrico-óptico y una parte receptora con un convertidor óptico-eléctrico, esos convertidores estando destinados a estar interconectados o integrados en el dispositivo digital.

La parte emisora y la parte receptora pueden estar montadas en una misma tarjeta de PC y/o encapsuladas en una misma carcasa.

30 El convertidor óptico-eléctrico del adaptador puede cooperar con una óptica convergente y con un dispositivo de filtrado.

35 El dispositivo de filtrado puede estar controlado en longitud de onda y comprender eventualmente una posición pasa-todo cuando la base lleva a cabo un direccionamiento dinámico.

El convertidor eléctrico-óptico puede cooperar con una óptica de conformación.

Este puede estar controlado en longitud de onda.

40 La presente invención se refiere también a un procedimiento de transmisión óptica local y bilateral de señales entre una base y varios adaptadores en el espacio libre, que se caracteriza porque comprende las siguientes etapas:

45 a) inicialización de una comunicación entre la base y varios adaptadores en varias primeras longitudes de onda, esta transmisión realizándose para dos al menos de los adaptadores en dos primeras longitudes de onda de trabajo diferentes, cada una de las dos primeras longitudes de onda estando asignada a uno de los adaptadores, una adaptador al menos recibiendo el conjunto de las señales emitidas por la base;

50 b) respuesta de los adaptadores a la base, esta respuesta realizándose para cada uno de los dos adaptadores en la primera longitud de onda de trabajo que se les ha asignado o para al menos uno de estos en una segunda longitud de onda de trabajo.

Se puede prever, para mejorar la seguridad de transmisión, un protocolo de salto temporal en longitud de onda para las longitudes de onda de trabajo. La transmisión puede estar protegida mediante encriptado y/o contraseña.

55 En el caso de un direccionamiento dinámico, la etapa de inicialización de la comunicación puede estar precedida por las siguientes etapas:

60 a') consulta por la base de los adaptadores en una longitud de onda de gestión, cada adaptador poseyendo su propio identificador;

b') respuesta de los adaptadores que desean comunicar, en la longitud de onda de gestión, enviando su identificador a la base;

65 c') asignación de las primeras longitudes de onda de trabajo a los adaptadores que han respondido y eventualmente de las segundas longitudes de onda de trabajo;

d') envío por la base de las primeras longitudes de onda de trabajo y eventualmente de las segundas longitudes de onda de trabajo a los adaptadores que han respondido, en la longitud de onda de gestión.

5 La etapa d') puede ir seguida de una etapa de envío de un acuse de recepción por los adaptadores que han recibido al menos una primera longitud de onda de trabajo, en la longitud de onda de gestión.

El procedimiento puede comprender las siguientes etapas cuando al menos un nuevo adaptador desea comunicar con la base:

10 a'') llamada del nuevo adaptador a la base en la longitud de onda de gestión enviando su identificador;

b'') asignación de una primera longitud de onda de trabajo y eventualmente de una segunda longitud de onda de trabajo al nuevo adaptador;

15 c'') envío por la base de la primera longitud de onda de trabajo y eventualmente de la segunda longitud de onda de trabajo, al nuevo adaptador, en la longitud de onda de gestión.

La etapa c'') puede ir seguida de una etapa de envío de un acuse de recepción por el nuevo adaptador que ha recibido al menos la primera longitud de onda de trabajo en la longitud de onda de gestión.

20 En el caso de un direccionamiento dinámico, el procedimiento puede comprender una etapa de adaptación de cada uno de los adaptadores a la primera longitud de onda de trabajo y eventualmente a la segunda longitud de onda de trabajo que tiene asignadas.

## 25 **Breve descripción de los dibujos**

La presente invención se entenderá mejor con la lectura de la descripción de ejemplos de realización dados, a título meramente indicativo y en absoluto excluyente, haciendo referencia a los dibujos que se adjuntan, en los que:

30 - la figura 1 muestra de manera esquemática un ejemplo de un dispositivo de transmisión de acuerdo con la invención;

35 - las figuras 2A, 2B, 2C, 2D muestran respectivamente el primer subconjunto y tres ejemplos del segundo subconjunto de la base del dispositivo de transmisión de la invención;

- las figuras 3A, 3B muestran dos ejemplos de un adaptador del dispositivo de transmisión de la invención;

- la figura 4 muestra el desarrollo de una sesión de transmisión con un direccionamiento estático;

40 - las figuras 5A, 5B muestran respectivamente el desarrollo de una sesión de transmisión con un direccionamiento dinámico y el desarrollo de una transmisión con un nuevo adaptador que desea comunicar con la base;

- la figura 6 muestra un ejemplo de tabla de direccionamiento en una configuración con protocolo de salto temporal en longitud de onda.

## 45 **Exposición detallada de modos de realización particulares**

50 Se hace referencia a la figura 1 que muestra de forma esquemática un dispositivo de transmisión óptica de señales local y bilateral, en el espacio libre, entre una base 1 y al menos un adaptador 2a, 2b, 2c de acuerdo con la invención. En la figura 1, están representados tres adaptadores 2a, 2b, 2c y los adaptadores 2a, 2c están conectados, cada uno, con un dispositivo digital 3a, 3c, el adaptador 2b estando, por su parte, integrado en un dispositivo digital 3b. Esos dispositivos digitales pueden ser un ordenador personal, un video proyector, un televisor o cualquier otro dispositivo digital, doméstico o profesional. Se supone que la transmisión se hace, por ejemplo, siguiendo el protocolo Ethernet, MegaEthernet o GigaEthernet, pero se pueden utilizar otros protocolos.

55 La base 1 puede ser autónoma o estar conectada a una red de comunicación 6 por cable óptico o eléctrico. Es esta configuración la que está representada en la figura 1, la red 6 estando destinada a conducir las señales eléctricas u ópticas con destino a o procedentes de los dispositivos digitales 3a, 3b, 3c por medio de la base 1 y los adaptadores 2a, 2b, 2c.

60 La base 1 enruta las señales que proceden de la red 6 hacia los adaptadores 2a, 2b, 2c y, por lo tanto, los dispositivos digitales 3a, 3b, 3c o bien enruta las señales que proceden de un dispositivo digital hacia otro dispositivo digital, por medio de los adaptadores o hacia la red 6. El enrutamiento es bilateral. Cuando la base 1 es autónoma, esta solo puede enrutar las señales de un dispositivo digital hacia otro dispositivo digital por medio de los adaptadores 2a, 2b, 2c.

65

- De manera ventajosa, la base 1 comprende un primer subconjunto 10 al que hay que suministrar energía eléctrica y al menos un segundo subconjunto 11 que o bien solo comprende unos componentes ópticos pasivos y no necesita que se le suministre energía eléctrica, o bien aporta unas funcionalidades adicionales que precisan un suministro de energía eléctrica. Cada uno de esos subconjuntos 10, 11 comprende una parte emisora 10E, 11E y una parte receptora 10R, 11R puesto que el dispositivo de transmisión objeto de la invención es bilateral. Lo mismo sucede para los adaptadores tal y como se verá en la figura 3.
- El primer subconjunto 10 está conectado a cada uno de los segundos subconjuntos 11 mediante al menos una fibra óptica de transmisión 7, 17. El segundo subconjunto 11 puede estar separado del primer subconjunto 10, puede estar, por ejemplo fijado al techo o a la pared en una habitación mientras que el primer subconjunto 10 puede estar situado en el suelo o sobre un mueble de tal modo que se pueda conectar con facilidad al sector y eventualmente a la red de comunicación 6. Por supuesto, es posible que el primer subconjunto 10 y el segundo subconjunto 11 estén acoplados.
- El segundo subconjunto 11 delimita en la habitación una zona de cobertura ZC en la cual deben estar situados los adaptadores 2a, 2b, 2c para que se pueda establecer una comunicación. Cada dispositivo 3a, 3b, 3c está situado próximo al adaptador 2a, 2b, 2c con el cual coopera.
- Se hace referencia a la figura 2A que muestra de manera más precisa los componentes del primer subconjunto 10 de la base 1. El primer subconjunto 10 de la base 1 comprende unos medios de enrutamiento 8 que contienen una tabla de direccionamiento 8.1 que define un enlace entre al menos un identificador ID1, ID2, ID3 de un adaptador y al menos una longitud de onda  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$ . El identificador ID1, ID2, ID3 del adaptador 2a, 2b, 2c puede ser la dirección MAC (abreviatura anglosajona de *Medium Acces Control*, es decir control de acceso a la red) del dispositivo 3a, 3b, 3c con el cual coopera. En lugar de la dirección MAC, el identificador puede ser la dirección IP (abreviatura anglosajona de *Internet Protocol* por Protocolo de Internet) del dispositivo si este último va a transmitir de acuerdo con el protocolo de Internet.
- El enlace puede ser estático o bien dinámico. En el primer caso, la tabla de direccionamiento 8.1 es estática, es decir que esta se ha registrado previamente en la base 1, esta asigna una o dos longitudes de onda de trabajo  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$  a cada uno de los adaptadores 2a, 2b, 2c cuyos identificadores son respectivamente ID1, ID2, ID3. Es el caso que está representado en la figura 1. Este registro se realiza antes del inicio de una sesión de comunicación. La o las longitudes de onda de trabajo asignada a un adaptador la conoce este adaptador antes del inicio de la sesión de comunicación.
- De hecho un adaptador al menos recibe el conjunto de las señales emitidas por la base. Un adaptador puede recibir y emitir en una longitud de onda de trabajo única o bien recibir en una primera longitud de onda de trabajo y emitir en una segunda longitud de onda de trabajo. Al menos dos longitudes de onda de trabajo son diferentes, por una parte, cuando la base emite y, por otra parte, cuando los adaptadores emiten.
- En el segundo caso, la tabla de direccionamiento 8.1 es dinámica, se asigna una longitud de onda de gestión  $\lambda_0$  única a las comunicaciones de gestión entre la base 1 y los adaptadores 2a, 2b, 2c y la atribución de las longitudes de onda de trabajo se realiza en función del número de adaptadores 2a, 2b, 2c que desean comunicar al mismo tiempo.
- Los medios de enrutamiento 8 comprenden, además, un conmutador 8.2, por ejemplo, un conmutador de nivel 2 Ethernet, MegaEthernet o GigaEthernet. Ese conmutador 8.2 está destinado a orientar las señales que entran en los medios de enrutamiento 8 hacia una salida apropiada. Los medios de enrutamiento 8 están conectados, por un lado, a la red 6 y, por el otro, para la parte emisora 10E, a una pluralidad de convertidores eléctrico-ópticos 9 y, para la parte receptora 10R, a una pluralidad de convertidores óptico-eléctricos 16. Los convertidores eléctrico-ópticos 9 están destinados a convertir las señales eléctricas que hay que emitir en señales ópticas con una longitud de onda que se ha determinado mediante la tabla de direccionamiento 8.1. Esas señales eléctricas proceden de la red 6 o son unas señales que proceden de un adaptador 2a, 2b, 2c, y que se han convertido en señales eléctricas en la parte receptora 10R del primer subconjunto 10 tal y como se verá más adelante.
- Esas señales ópticas tienen una longitud de onda que es la que está asignada al adaptador destinatario. Se prevén tantos convertidores eléctrico-ópticos 9 como longitudes de onda disponibles. La salida de cada uno de los convertidores eléctrico-ópticos 9 está conectada a la entrada de un multiplexor 12 de longitud de onda cuya salida está conectada a la parte emisora 11E del segundo subconjunto 11 por medio de al menos una fibra óptica 7 de transmisión.
- Los medios de enrutamiento 8 pueden ser completamente eléctricos tal y como se acaba de describir. Si hay que enrutar unas señales ópticas procedentes de la red 6 y/o hacia la red 6, los medios de enrutamiento 8 pueden incluir un convertidor óptico-eléctrico 8.3 y/o un convertidor eléctrico-óptico 8.4, este o estos convertidores 8.3, 8.4 encontrándose situados entre el conmutador 8.2 y la red 6. Estos también pueden ser completamente ópticos.
- En la parte emisora 10E del primer subconjunto 10 de la base 1, los medios de enrutamiento 8 definen un enlace

## ES 2 401 684 T3

entre un identificador ID1, ..., IDx de un adaptador 2a, 2b, 2c y un puerto Ps1, ... Psx de salida conectado a uno de los convertidores eléctrico-ópticos 9.

5 Se puede prever entre la salida del multiplexor 12 de longitud de onda y la fibra óptica 7 de transmisión, en este orden, un amplificador óptico 13 y/o un adaptador de interfaz 14. El amplificador óptico 13 puede ser del tipo EDFA (abreviatura anglosajona de *Erbium-Doped Fiber Amplifier* por Amplificador de Fibra Dopada con Erblio). Este amplificador óptico 13 lleva a cabo una amplificación adaptada a la configuración de la habitación en la cual se encuentra el dispositivo de transmisión. La fibra óptica 7 de transmisión conduce hacia la parte emisora 11E del segundo subconjunto 11 las señales multiplexadas en longitud de onda y que tienen unas longitudes de onda de trabajo diferentes en correspondencia con los identificadores de los adaptadores destinatarios. La velocidad en la fibra óptica de transmisión 7 se puede multiplicar por x, si x es el número de longitudes de onda utilizadas o de canales de transmisión.

15 La transmisión es una transmisión óptica y, de preferencia, esta se encuentra en el espectro infrarrojo, por ejemplo entorno a 1,5 micrómetros. El hecho de trabajar en torno a esta longitud de onda, ofrece una buena seguridad ocular si se utilizan unos equipos láser de clase 1 cuya potencia es del orden de algunos milivatios. Otra ventaja que aporta esa elección de longitud de onda es que esta ofrece un balance de enlace superior y una mejor inmunidad a la luz ambiente que en el espectro visible o en el infrarrojo próximo (entre alrededor de 780 y 980 nanómetros).

20 La norma internacional ITU-TG692 define una distancia en nanómetros entre dos longitudes de onda permitidas que se encuentran en la banda. Con un multiplexado de longitud de onda clásico (WDM abreviatura de *Wavelength Division Multiplexing*), esta distancia es de 1,6 nanómetros o de 0,8 nanómetros. Con un multiplexado de longitud de onda densa (DWDM abreviatura de *Dense Wavelength Division Multiplexing*) esta distancia puede ser de solo 0,4 nanómetros. De este modo, en la banda L (1.566-1.605 nanómetros), se pueden utilizar entre 20 y 40 longitudes de onda diferentes y, por lo tanto, entre 20 y 40 dispositivos pueden comunicar al mismo tiempo con una velocidad desde algunos Mbit/s hasta algunos Gbit/s.

30 Los convertidores eléctrico-ópticos 9 se pueden realizar mediante unos diodos láser que tienen, cada uno, una longitud de onda propia. Se utiliza un diodo por longitud de onda o por canal.

35 En la parte receptora 10R del primer subconjunto 10 de la base 1, los medios de enrutamiento 8 establecen un enlace entre el identificador ID1, ID2, ID3 de un adaptador del cual procede la señal óptica y un puerto de entrada Pe1, ... Pex y, por lo tanto, una longitud de onda. Estos orientan las señales recibidas hacia su destinatario en la red 6 o bien hacia otro adaptador por medio de la parte emisora 10E del primer subconjunto 10.

40 La parte receptora 10R del primer subconjunto 10 de la base 1 comprende un demultiplexor 15 de longitud de onda conectado en la entrada a la parte receptora 11R del segundo subconjunto 11 por medio al menos de una fibra óptica de transmisión 17 y cuya salida suministra a una pluralidad de convertidores óptico-eléctricos 16, cada uno funcionando en una longitud de onda diferente. Esos convertidores óptico-eléctricos 16 están destinados a convertir las señales ópticas recibidas de los adaptadores en unas señales eléctricas que hay que transmitir a los puertos de entrada Pe1, ... Pex de los medios de enrutamiento 8. Los convertidores óptico-eléctricos 16 se pueden realizar mediante fotodiodos PIN o de avalancha.

45 Se pueden prever entre la fibra óptica de transmisión 17 y el demultiplexor 15, en este orden, un adaptador de interfaz 19 y/o un amplificador óptico 18. El amplificador óptico 18 puede ser del tipo EDFA (abreviatura anglosajona de *Erbium-doped fibre amplifier* por amplificador de fibra dopada con erbio).

50 Un segundo subconjunto 11 de la base 1 se representa en detalle en la figura 2B. Este segundo subconjunto 11 está formado por una parte emisora 11E y por una parte receptora 11R acopladas. La parte emisora 11E comprende una óptica 20 de conformación, dióptrica o difractiva que permite la emisión de un haz óptico 21 de configuración adecuada hacia los adaptadores 2a, 2b, 2c. Esta óptica 20 está conectada mediante la fibra óptica de transmisión 7 a la parte emisora 10E del primer subconjunto 10 de la base 1. Esta óptica 20 puede ser una lente divergente con el fin de garantizar una divergencia adecuada del haz óptico emitido 21. Se puede insertar entre la óptica 20 y el extremo de la fibra óptica de transmisión 7 un difusor holográfico 22 para controlar la distribución espacial de la potencia luminosa y/o la directividad del haz emitido 21. De este modo, el haz óptico 21 puede ser un haz de emisión omnidireccional homogéneo que ilumina toda o parte de la habitación en la cual están dispuestos los adaptadores 2a, 2b, 2c.

60 La base 1 emite, por lo tanto, una señal óptica que ilumina directa o indirectamente al conjunto de los adaptadores.

65 Eventualmente se pueden implementar unas funciones eléctricas en el segundo subconjunto 11 tal y como se ilustra en la figura 2D. A través de un suministro de energía (ilustrado por una conexión 27) y de unos medios de control 201 de la óptica 200 que en este caso es ajustable, se puede obtener una divergencia controlada y adaptable al entorno de la habitación, por ejemplo.

Con unos medios de control 221 del difusor holográfico 220, que en este caso es ajustable, se puede obtener un

- frente de onda controlado y adaptable en función de la colocación de los adaptadores en la habitación 2a, 2b, 2c. Esos medios de control 201, 221 están situados de forma preferente en la base 1, pero esta última no está representada en la figura 2D. La emisión al realizarse mediante un enlace óptico en el espacio libre exige que el haz óptico sea divergente, pero no demasiado para limitar las pérdidas. Por ejemplo, si se considera una superficie de
- 5 captura en el suelo de  $8 \text{ m}^2$  y un convertidor óptico-eléctrico del adaptador con un diámetro de 2,5 cm, la atenuación es en una primera aproximación igual a:  $10 \log (8/5 \cdot 10^{-4}) = 42 \text{ dB}$ . Este valor es compatible con las potencias emitidas (del orden de algunos dBm) y con la sensibilidad de los convertidores óptico-eléctricos actuales (del orden de -40 dBm).
- 10 La parte receptora 11R del segundo subconjunto 11 de la base 1 está destinada a recibir unos haces ópticos 23 emitidos por los adaptadores 2a, 2b, 2c. Esta comprende una o varias lentes convergentes 24 interconectadas cada una a una fibra óptica 25. Esas fibras ópticas 25 están conectadas a la entrada de al menos un acoplador óptico 26. La fibra óptica de transmisión 17 procedente de la parte receptora 10E del primer subconjunto 10 está conectada en
- 15 la salida del acoplador óptico 26. Ese acoplador óptico 26 permite inyectar unas señales ópticas que proceden al mismo tiempo de varios adaptadores 2a, 2b, 2c en la fibra óptica de transmisión 17. Las lentes convergentes 24 pueden estar dispuestas de acuerdo con un plano o de acuerdo con una porción de esfera como en la figura 2C.
- De manera similar en la parte emisora 11E, la parte receptora 11R puede integrar una o varias funciones eléctricas tal y como lo muestra la figura 2D. Se pueden prever, por ejemplo, unos medios de control 241 de las lentes
- 20 convergentes 240 que en este caso son ajustables de tal modo que se optimice la calidad de la recepción. Los medios de control 241 están situados de manera preferente en la base 1, pero esta última no está representada en la figura 2D.
- Se va a describir a continuación un primer ejemplo de adaptador 2a. Se hace referencia a las figuras 3A, 3B. El
- 25 adaptador 2a comprende, como el primer y el segundo subconjuntos, una parte emisora 2E y una parte receptora 2R. Esas dos partes 2E, 2R pueden estar encapsuladas en una misma carcasa 31 y/o pueden estar montadas en una misma tarjeta, por ejemplo una tarjeta del tipo de la que define la Asociación Internacional de Tarjetas de Memoria para Ordenadores Personales conocida con la abreviatura PCMCIA por *Personal Computer Memory Card International Association*, este tipo de tarjeta también se denomina « tarjeta de PC ». En las figuras 3A, 3B, la
- 30 referencia 31 podría representar totalmente esta « tarjeta de PC ».
- El adaptador 2a está conectado a un dispositivo digital (no representado en las figuras 3A, 3B) mediante unas conexiones eléctricas 4, 5 en la figura 3A y 4, 50 en la figura 3B. Este podría estar integrado en el dispositivo digital.
- 35 El adaptador 2a puede estar provisto de un sistema de orientación 32 angular controlado que permite una fijación automática del adaptador 2a hacia el segundo subconjunto de la base, sean cuales sean sus posiciones relativas. Ese sistema de orientación 32 es importante en la emisión, en particular cuando el dispositivo con el cual coopera el adaptador 2a es móvil en la zona de cobertura de la base o cuando se corre el riesgo de que aparezca un obstáculo entre el adaptador 2a y el segundo subconjunto. Ese sistema de orientación 32 controlado, que se pone en
- 40 funcionamiento al comienzo de la transmisión y/o de forma permanente, puede comprender un soporte hemisférico 32.2 sobre el cual se apoyan la parte emisora 2E y la parte receptora 2R del adaptador 2a. Ese soporte 32.2 está adaptado para desplazarse en dos dimensiones mediante dos motores 32.1. El soporte 32.2 hemisférico está representado en una vista desde arriba en la figura 3. Esos motores 32.1 están dirigidos por un dispositivo de control 32.3 que, para varias posiciones angulares del adaptador 2a recoge las señales procedentes de la base y
- 45 transportadas por la conexión 4, el cual determina a partir de esas señales una potencia máxima de la señal y que controla los motores 32.1 para que el adaptador 2a retome la posición que tenía durante la recepción de la señal máxima. El sistema de orientación 32 no está representado en la figura 3B para no recargar la figura.
- La parte receptora 2R está formada por un dispositivo de filtrado 33 que puede ser fijo o estar controlado en longitud
- 50 de onda. Ese dispositivo de filtrado será fijo cuando el direccionamiento de la base 1 sea estático, es decir cuando el adaptador 2a reciba las señales siempre en la misma longitud de onda.
- En el caso de que el direccionamiento de la base 1 sea dinámico, el dispositivo de filtrado 33 está controlado en longitud de onda en función de las señales de gestión recibidas de la base. Ese dispositivo de filtrado 33 podrá de
- 55 este modo fijarse en la longitud de onda de gestión  $\lambda_0$  durante los intercambios de gestión con la base y fijarse en un longitud de onda adecuada en función de las señales de gestión recibidas de la base en la longitud de onda de gestión. Resulta ventajoso prever que el dispositivo de filtrado 33 presenta una posición paso todo, en la banda de multiplexado de longitud de onda, en la cual se realiza el procedimiento de búsqueda automática de la posición angular. De este modo, el procedimiento de búsqueda de la posición angular es rápido ya que durante la búsqueda
- 60 todas las señales emitidas por la base se toman en consideración.
- La parte receptora 2R comprende, además, una óptica convergente 34 y un convertidor óptico-eléctrico 35. La óptica convergente 34 concentra el haz óptico 21 que esta recibe de la base 1 en el convertidor óptico-eléctrico 35. La salida del convertidor 35 está conectada eléctricamente al dispositivo digital con el cual el adaptador 2a coopera por
- 65 medio de la conexión eléctrica 4.

La óptica convergente 34 puede estar formada por una o varias lentes convergentes. El convertidor óptico-eléctrico 35 puede estar formado por un fotodiodo PIN o de avalancha. Una interfaz eléctrica 36 puede estar situada en la salida del convertidor óptico-eléctrico 35 con el fin de hacer que se correspondan los niveles eléctricos que se obtienen mediante la conversión con los niveles eléctricos del protocolo utilizado.

5 La parte emisora 2E del adaptador 2a comprende un convertidor eléctrico-óptico 37 conectado en la entrada al dispositivo digital con el cual coopera el adaptador 2a por medio de la conexión eléctrica 5. Este convertidor eléctrico-óptico 37 convierte en señales ópticas las señales procedentes del dispositivo digital. El convertidor eléctrico-óptico 37 se puede realizar mediante un diodo láser.

10 La conversión puede ser estática, esta se lleva a cabo en una longitud de onda de trabajo que está fijada previamente. Esta longitud de onda está ligada al adaptador 2a. Puede tratarse de la longitud de onda de trabajo en la cual el adaptador 2a ha recibido las señales de la base o de otra longitud de onda de trabajo específica para la emisión.

15 En el caso de un direccionamiento dinámico, el convertidor eléctrico-óptico 37 está controlado en longitud de onda con el fin de emitir en una longitud de onda adecuada que puede ser la longitud de onda de gestión  $\lambda_0$  o una longitud de onda de trabajo  $\lambda_1, \dots$ , que la ha asignado la base al adaptador 2a. El convertidor eléctrico-óptico 37 emite el haz óptico 23 hacia el segundo subconjunto 11 de la base 1. Se puede situar una óptica 39 de conformación aguas abajo del convertidor eléctrico-óptico 37. Esta óptica 39 se puede realizar mediante una lente divergente. El haz óptico 23 es un haz ligeramente divergente. Se puede situar una interfaz de adaptación 38 del nivel eléctrico aguas arriba del convertidor eléctrico-óptico 37 para hacer que correspondan las señales eléctricas recibidas del dispositivo con las del convertidor eléctrico-óptico 37.

25 Puede suceder que la comunicación entre el segundo subconjunto de la base y los adaptadores sea una comunicación bidireccional alterna (esta técnica conociéndose también con la denominación de *half-duplex*). La parte emisora del segundo subconjunto de la base emite unas señales en modo continuo durante una fracción del tiempo con el fin de permitir que cada adaptador envíe sus datos. El protocolo TDMA (abreviatura anglosajona de *Time Division Multiple Access*, es decir Acceso Múltiple por División de Tiempo) permite esta gestión bidireccional.

30 La figura 3B ilustra una variante muy ventajosa por el bajo coste del adaptador 2a. Esta variante funciona a la vez con direccionamiento estático y dinámico. Con respecto a la figura 3A, no hay ninguna modificación en lo que se refiere a la parte receptora 2R, con la excepción del hecho de que una fracción 21.2 del haz óptico 21 que esta recibe atraviesa, antes de alcanzar la óptica convergente 34, una cara de espejo semitransparente 391 de un reflector 390 del tipo esquina de cubo (también denominado reflector en triedro trirectángulo) que forma parte de la parte emisora 2E. Se ha representado el dispositivo de filtrado 33 entre la óptica convergente 34 y la cara semitransparente 391 del reflector 390 del tipo esquina de cubo.

35 La parte emisora 2E del adaptador 2a comprende el reflector 390 del tipo esquina de cubo que es activo y tiene una función de modulador. Ese reflector 390 del tipo esquina de cubo comprende, tal y como se ha visto con anterioridad, en una cara el espejo semitransparente 391 y en al menos otra cara un espejo activo 392, por ejemplo del tipo MEMS (abreviatura anglosajona de *Micro Electro Mechanical System* por microsistema electromecánico). Ese espejo activo 392 refleja o difracta un haz óptico incidente en función de una señal digital aplicada al espejo 392 por medio de la conexión 50. El haz óptico incidente es una fracción 21.1 del haz óptico 21 incidente. Dicho espejo activo 392 comprende una parte reflectante 392.1 (por ejemplo, una membrana de silicio metalizada) y al menos un micro accionador 392.2 adaptado para deformarla o para desplazarla angularmente con el fin de obtener o bien la reflexión o bien la difracción. Dicho espejo activo 392, montado en un reflector de tipo esquina de cubo, cuando está situado en la posición de reflexión reenvía la fracción 21.1 exactamente en la dirección del haz óptico 21 recibido, es decir hacia la base 1. El espejo activo 392 colocado en la posición de reflexión puede realizar una ligera focalización del haz óptico reenviado de tal modo que obtenga un balance de enlace satisfactorio. En la posición de difracción, el espejo activo 392 desvía la fracción 21.1 y la pone fuera del alcance de la base 1. La señal de control es una señal digital. Este tipo de espejos activos se llaman de tipo MEMS ya que se fabrican mediante las tecnologías de la microelectrónica y del micro mecanizado. En la figura 3B, la referencia 23 es el haz óptico de retorno emitido por el adaptador 2a mientras el espejo activo está en la posición de reflexión. El haz óptico 23 está colimado y su divergencia es baja a causa de las grandes dimensiones del reflector de tipo esquina de cubo con respecto a la longitud de onda.

40 La tercera cara 393 del reflector 390 del tipo esquina de cubo puede ser pasiva y absorbente del haz óptico 21 recibido, o bien comprender otro espejo activo similar al que se ha descrito con anterioridad. En esta última configuración, los dos espejos activos reciben la misma señal de control, están sincronizados.

60 Con un adaptador 2a de este tipo las pérdidas geométricas de propagación se minimizan. El espejo activo 392 se realizará de tal modo que presente un tiempo de reacción lo más pequeño posible. Se puede esperar conseguir unos tiempos de reacción de algunas decenas de microsegundos e incluso de algunas decenas de nanosegundos.

65 A continuación se va a describir, haciendo referencia a la figura 4, el desarrollo de una sesión de transmisión entre la base 1 y unos adaptadores 2a, 2b, 2c, 2x de un dispositivo de transmisión de acuerdo con la invención. La base 1

inicializa una comunicación con los adaptadores 2a, 2b, 2c, 2x, esta comunicación realizándose para cada uno de los adaptadores 2a, 2b, 2c, 2x en una primera longitud de onda de trabajo respectivamente  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$ ,  $\lambda_x$ . Esta longitud de onda de trabajo se les ha asignado previamente al inicio de la sesión. Los adaptadores 2a, 2b, 2c, 2x responden a la base 1 en la primera longitud de onda  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$ ,  $\lambda_x$  de trabajo o en una segunda longitud de onda  $\lambda'_x$  de trabajo que se les ha asignado previamente. En la figura 4 únicamente el adaptador 2x transmite en dos longitudes de onda de trabajo  $\lambda_x$ ,  $\lambda'_x$ .

En general cada adaptador presenta al menos una longitud de onda que es específica para él y que es diferente de la longitud de onda asignada a otro adaptador. No obstante, se puede prever que, si el tráfico entre adaptadores y base es bajo, al menos dos adaptadores comunican con la base en una misma longitud de onda, pero en todos los casos, al menos dos adaptadores comunicarán en unas longitudes de onda distintas.

Antes de responder, los adaptadores, si están equipados con un sistema de orientación angular, se bloquean en el segundo subconjunto de la base al realizar la búsqueda de la señal máxima a partir de las señales emitidas por la base. Esta etapa se esquematiza en la figura 4 por el hecho de que los adaptadores 2a, 2b, 2c, 2x no tienen la misma orientación.

Se hace referencia a continuación a la figura 5A que muestra el desarrollo de una transmisión entre la base 1 y unos adaptadores 2a, 2b, 2x con direccionamiento dinámico. La base 1 envía a los adaptadores 2a, 2b, 2x una señal de consulta en la longitud de onda de gestión  $\lambda_0$  (bloque 50). Los adaptadores en espera responden a la base en la longitud de onda de gestión  $\lambda_0$  enviándole su identificador ID1, ID2, IDx (bloque 51). La base 1 completa la tabla de direccionamiento 8.1 con el número de adaptadores que han respondido (bloque 52). La base 1 asigna las longitudes de onda de trabajo  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_x$ , crea un enlace entre al menos una longitud de onda de trabajo y al menos un identificador (bloque 53). Esta reenvía a cada uno de los adaptadores 2a, 2b, 2x que han respondido, en la longitud de onda de gestión  $\lambda_0$ , un mensaje que contiene al menos una longitud de onda de trabajo  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_x$  (bloque 54). Los adaptadores 2a, 2b, 2x emiten, en la longitud de onda de gestión  $\lambda_0$ , un acuse de recepción con destino a la base 1 (bloque 55). Cada adaptador 2a, 2b, 2x, habiendo recibido al menos una longitud de onda de trabajo  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_x$ , adapta a esta longitud de onda su filtro controlado en longitud de onda de su parte receptora 2R y su convertidor eléctrico-óptico controlado en longitud de onda de su parte emisora 2E (bloque 56).

La base 1 puede entonces iniciar una comunicación útil con cada uno de los adaptadores 2a, 2b, 2x en la primera longitud de onda de trabajo  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_x$  que se le ha asignado (bloque 57). Cada adaptador 2a, 2b, 2x responde en la primera longitud de onda de trabajo que se le ha asignado o en una segunda longitud de onda de trabajo si se le ha asignado una segunda longitud de onda de trabajo (bloques 58). Los intercambios se pueden continuar de forma bilateral entre la base 1 y los adaptadores 2a, 2b, 2x.

En la figura 5B, un nuevo adaptador 2d desea comunicar con la base 1, este no estaba en espera cuando la base ha inicializado la comunicación con los adaptadores 2a, 2b, 2x de la manera que se ilustra en la figura 5A. La base 1 se mantiene a la espera en la longitud de onda de gestión  $\lambda_0$  (bloque 60). El nuevo adaptador 2d envía una llamada, en la longitud de onda de gestión  $\lambda_0$ , hacia la base 1, esta llamada contiene su identificador ID4 (bloque 61). La base 1 al recibir ese mensaje determina en la tabla de direccionamiento cuáles son las longitudes de onda disponibles (bloque 62). Esta asigna al menos una longitud de onda  $\lambda_5$ ,  $\lambda'_5$  al nuevo adaptador 2d (bloque 63). Esta le envía un mensaje que contiene esas longitudes de onda  $\lambda_5$ ,  $\lambda'_5$  en la longitud de onda de gestión  $\lambda_0$  (bloque 64). El adaptador 2d envía un acuse de recibo en la longitud de onda de gestión  $\lambda_0$  (bloque 65) y como anteriormente adapta su parte emisora y su parte receptora a esas longitudes de onda  $\lambda_5$ ,  $\lambda'_5$  (bloque 66). La base 1 puede entonces iniciar una comunicación útil con el nuevo adaptador 2d en la primera longitud de onda  $\lambda_5$  (bloque 67) y el adaptador 2d responde en la segunda longitud de onda  $\lambda'_5$  (bloque 68). Los intercambios pueden continuar de forma bilateral entre la base 1 y el adaptador 2d. Este procedimiento de inicialización con el nuevo adaptador 2d por supuesto se puede llevar a cabo mientras la base y otros adaptadores transmiten.

Para aumentar la protección de las señales útiles transmitidas, estas últimas se pueden encriptar y puede ser necesaria una contraseña para proteger la comunicación y llevar a cabo una autenticación de los usuarios. Este encriptado lo puede realizar un programa sin que esto plantee ningún problema al experto en la materia.

Otro modo de aumentar la protección de las señales útiles que se transmiten es realizar durante la transmisión unos saltos de longitud de onda. Se puede hacer referencia a la figura 6 que muestra un ejemplo de tabla de direccionamiento 8.1 adaptada a dicho un funcionamiento con salto temporal de longitud de onda. El tiempo de transmisión se divide en diferentes intervalos de tiempo sucesivos TC0, TC1, TC2, TC3, TC4, ... TCn. Esos intervalos de tiempo son iguales o diferentes. Al menos una longitud de onda  $\lambda_1$  se asigna a un adaptador 2a que tiene el identificador ID1 durante el intervalo de tiempo TC0, durante el intervalo de tiempo siguiente TC1 la longitud de onda cambia y se vuelve  $\lambda_5$ , durante el intervalo de tiempo TC2 siguiente esta se vuelve  $\lambda_{18}$  y así sucesivamente. La longitud de onda de trabajo cambia al final de cada intervalo de tiempo.

La tabla de direccionamiento 8.1 representada se refiere a x adaptadores, de 2a a 2x, cuyos identificadores son ID1

a  $ID_x$ , a  $n+1$  intervalos de tiempo de  $TC_0$  a  $T_{cn}$  y a longitudes de onda de  $\lambda_1$  a  $\lambda_y$ .

El salto de frecuencia se realiza de acuerdo con unas claves de salto de manera cíclica o pseudo aleatoria. Las claves de salto son conocidas por la base y por los adaptadores. El direccionamiento es estático en cada intervalo de tiempo. Las claves pueden basarse, por ejemplo, en los relojes de la base y de los adaptadores. Para cada nueva longitud de onda los adaptadores configuran su filtro y su convertidor eléctrico-óptico de manera adecuada.

También se puede considerar que en una versión posterior se apliquen unos protocolos para realizar un salto de longitud de onda de la longitud de onda de gestión.

Con un dispositivo de transmisión de este tipo, se puede hacer que comuniquen al mismo tiempo entre 20 y 40 dispositivos digitales. Esto depende de la ventana de frecuencia que se utilice y del tipo de multiplexado de longitud de onda que se emplee (este puede ser convencional o denso). Cada uno de los canales ofrece una velocidad desde algunos Mbit/s a algunos Gbit/s, por lo que se conoce en la actualidad de las velocidades de 2,5 Gbit/s, esto depende del balance de enlace. La velocidad bruta está garantizada y es idéntica a la velocidad útil.

Un dispositivo de transmisión de este tipo es transparente para el protocolo transmitido, es decir que se puede aplicar a todos los tipos de señales digitales como Ethernet, MegaEthernet, GigaEthernet, ATM (abreviatura anglosajona de *Asynchronous Transfert M*, es decir modo de transferencia síncrono), SDH (abreviatura anglosajona de *Synchronous Digital Hierarchy*, es decir jerarquía digital síncrona), PDH (abreviatura anglosajona de *Plesiochronous Digital Hierarchy*, es decir jerarquía digital plesiocrona), xDSL (abreviatura anglosajona de *x Digital Subscriber Line*, es decir línea de abonado digital x), Ipv4 o Ipv6 que son los protocolos de Internet versión 4 o 6, por ejemplo.

La transmisión óptica en el espacio libre de baja potencia ni se ve perturbada ni es perturbadora con respecto a las señales radioeléctricas. Su utilización no depende de ningún permiso. Las bajas potencias que intervienen hacen que este dispositivo no suponga ningún peligro identificado o previsible para la salud. Una buena seguridad de las señales transmitidas se consigue por medio del encriptado y/o el protocolo de salto temporal de longitud de onda.

Al estar limitada la propagación óptica de las señales en el espacio libre a los límites de una habitación, las perturbaciones que generan los dispositivos de transmisión similares situados en las habitaciones contiguas se considerarán insignificantes.

Documentos citados:

[1] «Flip-chip integrated optical wireless transceivers», Dominic O'Brien y otros; Optical Wireless Communications, V., Eric J., Korevaar, Editor, Proceedings of SPIE, vol. 4.873 (2002).

[2] US-A1-2002/0163699.

[3] US-A1-4975 926.

[4] US-A1-5724 168.

**REIVINDICACIONES**

1. Sistema de transmisión óptica local y bilateral de señales entre una base (1) y varios adaptadores (2a, 2b, 2c) en el espacio libre, tal que:
- 5 - los adaptadores (2a, 2b, 2c) presentan, cada uno, un identificador (ID1, ID2, ID3);
- la base (1) comprende unos medios de enrutamiento (8) de las señales y un multiplexor/demultiplexor (12, 15) de las señales en varias longitudes de onda ( $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ ) de trabajo;
- 10 - esos medios de enrutamiento (8) disponen de una longitud de onda ( $\lambda_0$ ) de gestión única para intercambiar unas señales de gestión con los adaptadores (2a, 2b, 2c) y comprenden una tabla de direccionamiento (8.1) para llevar a cabo una correspondencia entre al menos un identificador (ID1, ID2, ID3) de un adaptador (2a, 2b, 2c) y al menos una de las longitudes de onda de trabajo, para asignar la longitud de onda de gestión única ( $\lambda_0$ ) a las comunicaciones entre la base (1) y los adaptadores (2a, 2b, 2c), y
- 15 - siendo la tabla de direccionamiento dinámica, para atribuir las longitudes de onda de trabajo en función del número de adaptadores (2a, 2b, 2c) que desean comunicar al mismo tiempo;
- 20 - recibiendo un adaptador al menos el conjunto de las señales emitidas por la base (1).
2. Sistema de transmisión de acuerdo con la reivindicación 1, que se caracteriza porque la base (1) comprende un primer subconjunto (10) con el multiplexador-demultiplexador (12, 15) y los medios de enrutamiento (8), cooperando este primer subconjunto (10) con al menos un segundo subconjunto (11).
- 25 3. Sistema de transmisión de acuerdo con la reivindicación 2, que se caracteriza porque el primer subconjunto (10) está conectado mediante al menos una fibra óptica (7, 17) de transmisión al segundo subconjunto (11).
4. Sistema de transmisión de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 o 3, que se caracteriza porque el primer subconjunto (10) de la base (1) comprende una pluralidad de convertidores eléctrico-ópticos (9) montados entre los medios de enrutamiento (8) y el multiplexor (12) y una pluralidad de convertidores óptico-eléctricos (16) montados entre el demultiplexor (15) y los medios de enrutamiento (8).
- 30 5. Sistema de transmisión de acuerdo con la reivindicación 4, que se caracteriza porque los medios de enrutamiento (8) comprenden un conmutador (8.2) conectado en la salida a la pluralidad de convertidores eléctrico-ópticos (9) y en la entrada a la pluralidad de convertidores óptico-eléctricos (16).
- 35 6. Sistema de transmisión de acuerdo con la reivindicación 5, que se caracteriza porque el conmutador (8.2) está destinado a conectarse a una red (6) de comunicación.
- 40 7. Sistema de transmisión de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 6, que se caracteriza porque el segundo subconjunto (11) de la base (1) comprende una parte emisora (11E) con una óptica de conformación (20, 200) que coopera con la fibra óptica (7) de transmisión y una parte receptora (11R) con una o varias lentes convergentes (24, 240) que cooperan con la fibra óptica (17) de transmisión.
- 45 8. Sistema de transmisión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, que se caracteriza porque un adaptador (2a) comprende una parte emisora (2E) con un convertidor eléctrico-óptico (37) y una parte receptora (2R) con un convertidor óptico-eléctrico (35), estando destinados esos convertidores (35, 37) a estar conectados o integrados en un dispositivo digital (3a).
- 50 9. Adaptador destinado a emitir hacia una base (1) una señal óptica transportada por una longitud de onda que se le ha asignado y a estar conectada o integrada en un dispositivo digital, que se caracteriza porque comprende una parte receptora (2R) formada por un dispositivo de filtrado (33) controlado en longitud de onda en función de las señales de gestión recibidas de la base (1) y una parte emisora (2E) que comprende un convertidor eléctrico-óptico (37) controlado en longitud de onda en función de las señales de gestión recibidas de la base (1) para emitir en una longitud de onda apropiada atribuida por la base (1).
- 55 10. Procedimiento de transmisión óptica local y bilateral de señales entre una base y varios adaptadores en el espacio libre, que se caracteriza porque comprende las siguientes etapas:
- 60 a') consulta por la base de los adaptadores en una longitud de onda de gestión, poseyendo cada adaptador su propio identificador;
- b') respuesta de los adaptadores que desean comunicar, en la longitud de onda de gestión, enviando su identificador a la base;
- 65

c') asignación de las primeras longitudes de onda de trabajo a los adaptadores que han respondido;

d') envío por la base de las primeras longitudes de onda de trabajo a los adaptadores que han respondido, en la longitud de onda de gestión,

5 a) inicialización de una comunicación entre la base (1) y los adaptadores (2a, 2b, 2c) que han respondido en las primeras longitudes de onda ( $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$ ) de trabajo, realizándose esta transmisión para dos al menos de los adaptadores (2a, 2b) en dos primeras longitudes de onda de trabajo diferentes, siendo asignadas cada una de las dos primeras longitudes de onda a uno de los adaptadores, recibiendo un adaptador al menos el conjunto de las  
10 señales emitidas por la base;

b) respuesta de los adaptadores (2a, 2b) a la base (1), realizándose esta respuesta para cada uno de los dos adaptadores en la primera longitud de onda de trabajo que se les ha asignado 1.

15 11. Procedimiento de transmisión de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizado porque prevé un protocolo de salto temporal en longitud de onda para las longitudes de onda de trabajo.

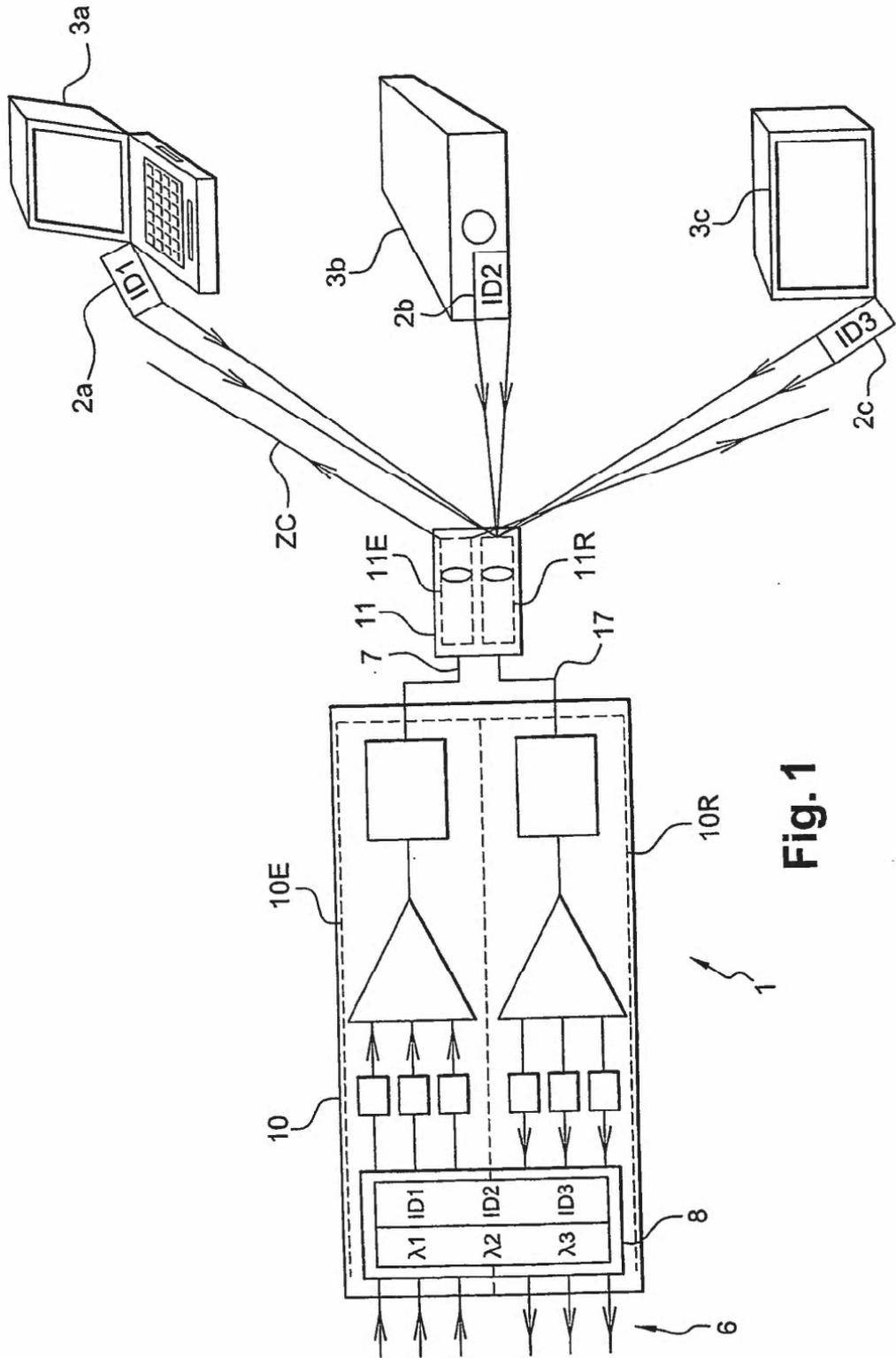


Fig. 1

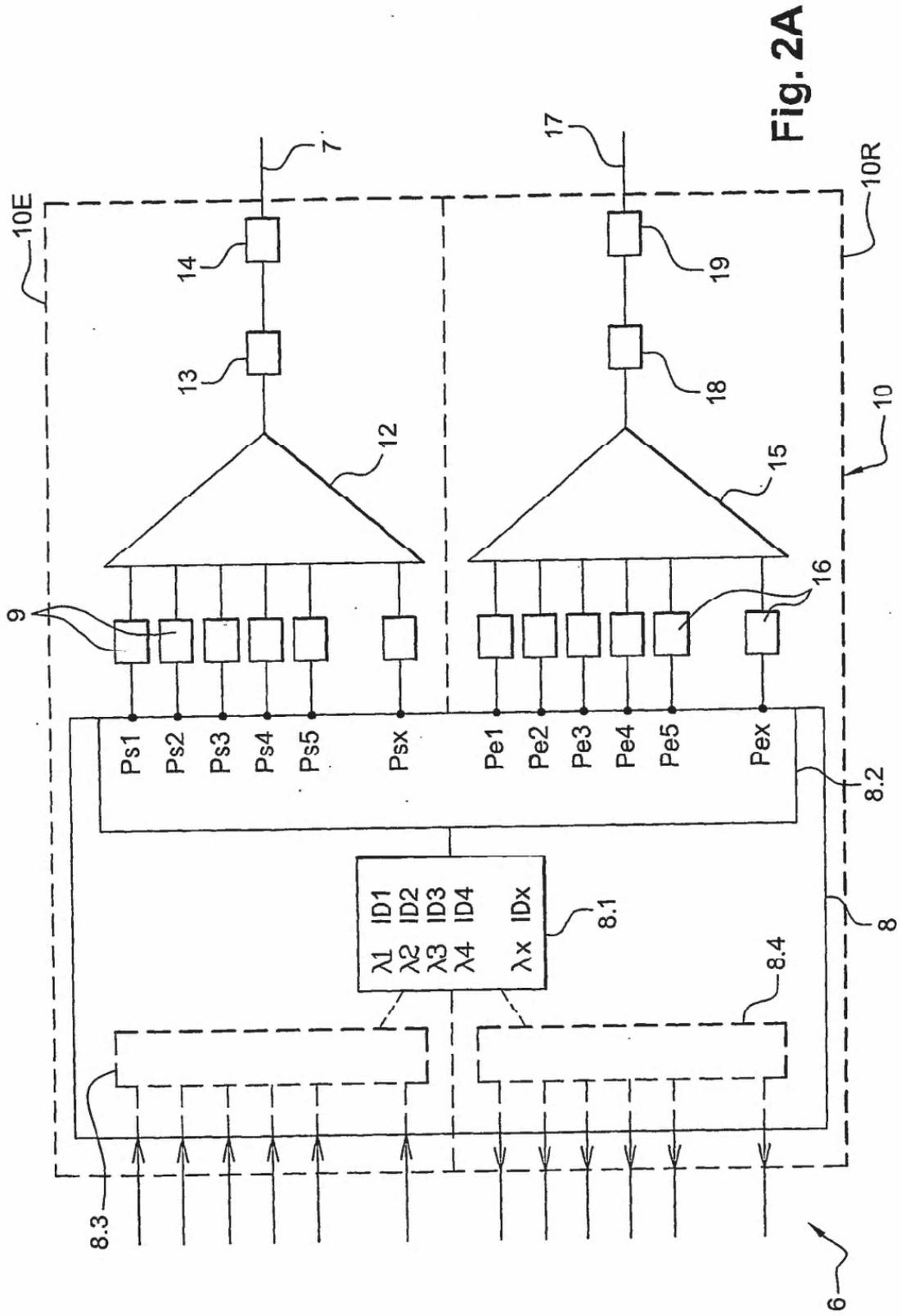
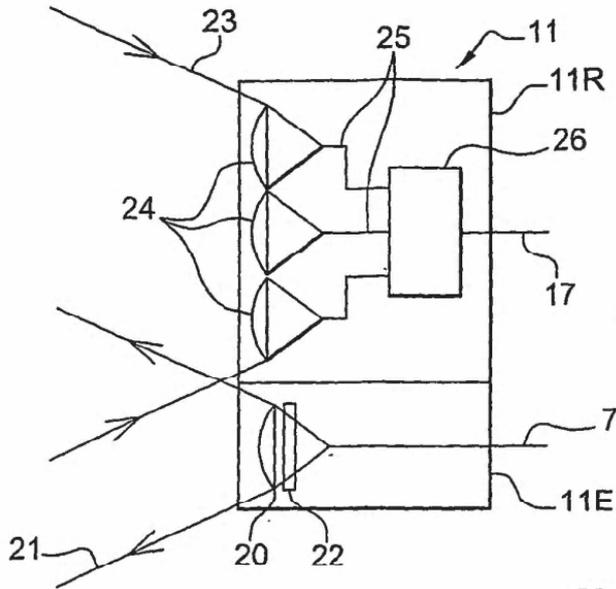
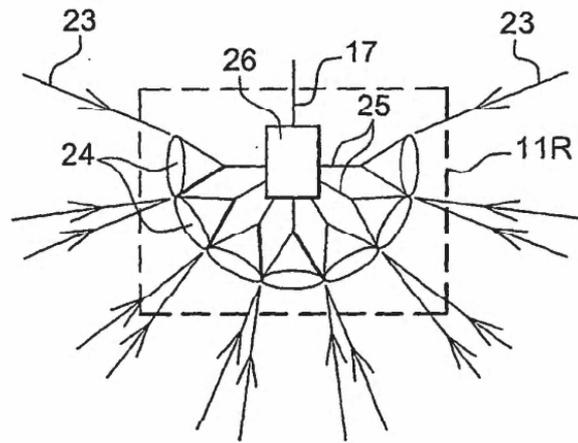


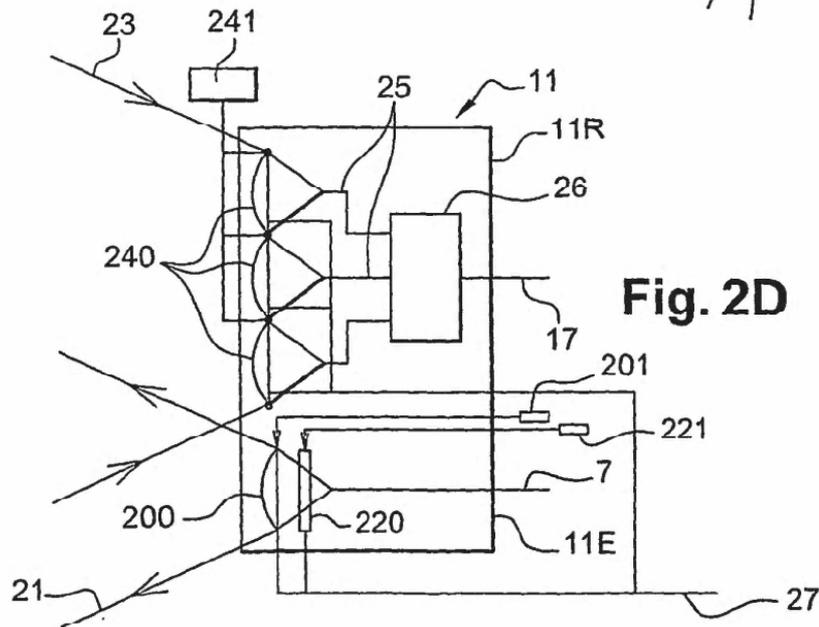
Fig. 2A



**Fig. 2B**



**Fig. 2C**



**Fig. 2D**

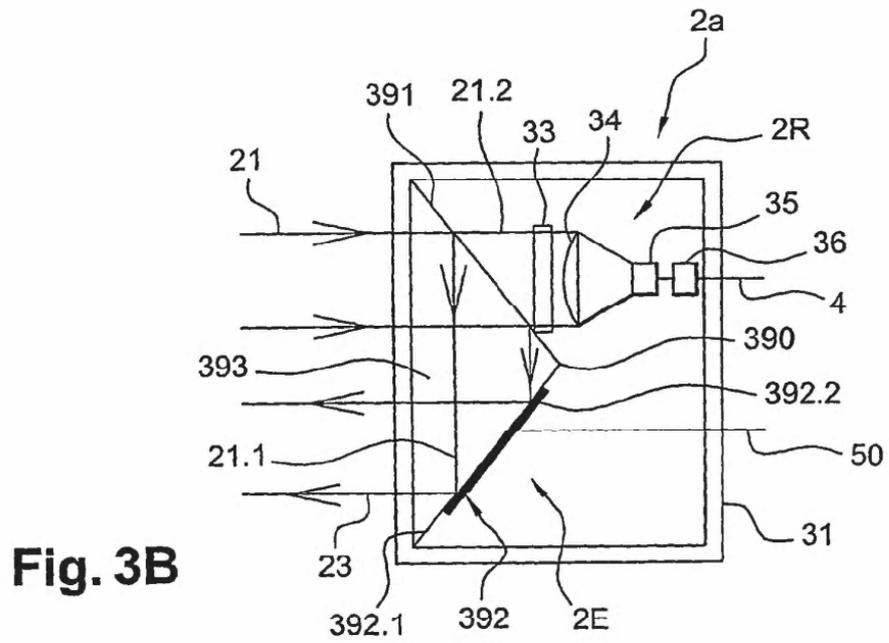
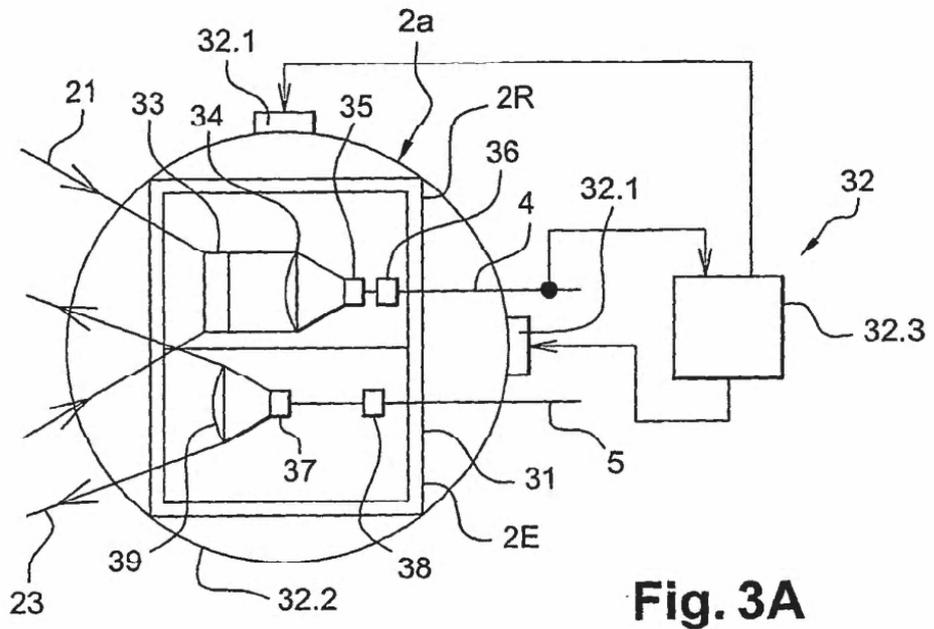


Fig. 4

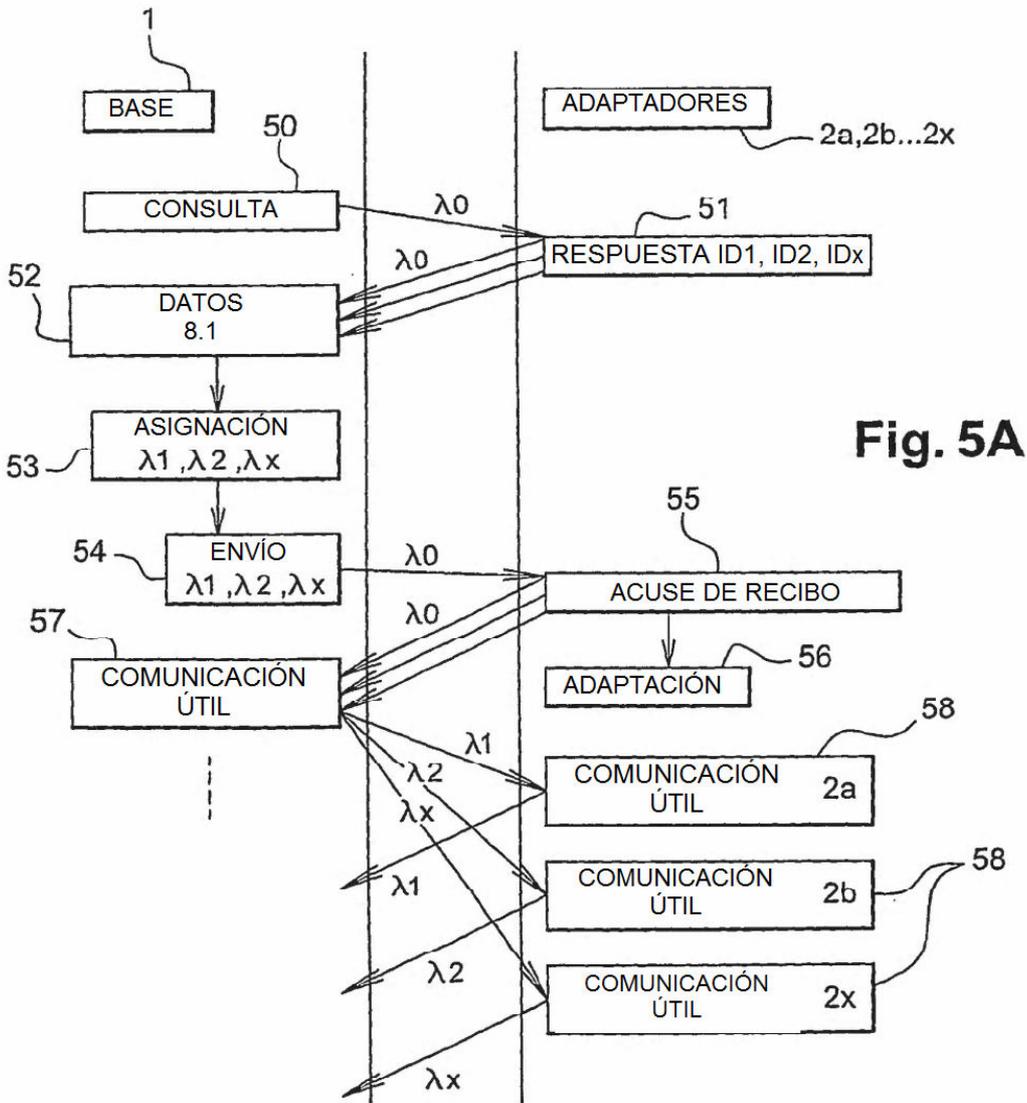
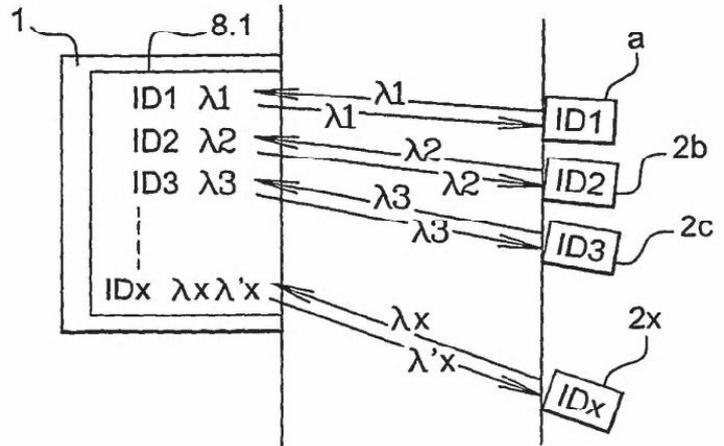


Fig. 5A

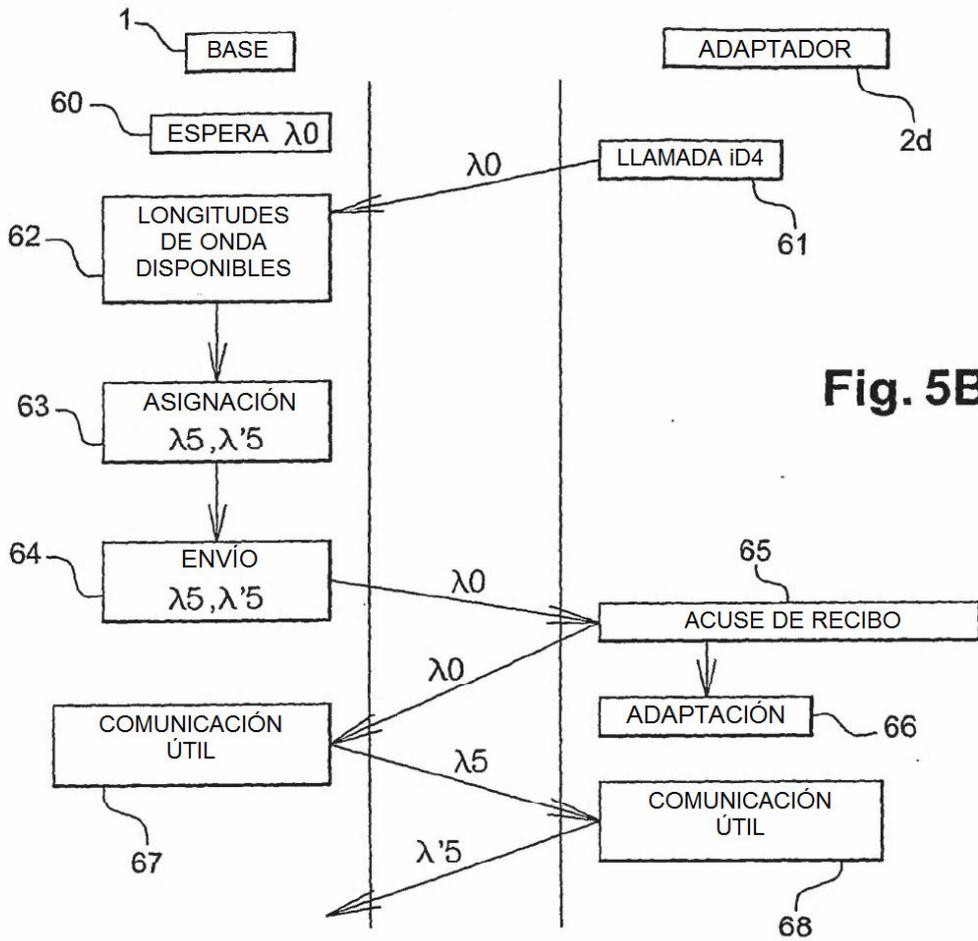


Fig. 5B

Fig. 6

ID	TC0	TC1	TC2	TC3	TC4	TC5	TC6		TCn
ID1	$\lambda_1$	$\lambda_5$	$\lambda_{18}$	$\lambda_7$	$\lambda_9$	$\lambda_{12}$	$\lambda_8$		$\lambda_1$
ID2	$\lambda_2$	$\lambda_{16}$	$\lambda_4$	$\lambda_{11}$	$\lambda_8$	$\lambda_1$	$\lambda_{14}$		$\lambda_2$
ID3	$\lambda_3$	$\lambda_6$	$\lambda_{10}$	$\lambda_5$	$\lambda_2$	$\lambda_7$	$\lambda_{18}$		$\lambda_3$
ID4	$\lambda_4$	$\lambda_{13}$	$\lambda_7$	$\lambda_1$	$\lambda_{18}$	$\lambda_{16}$	$\lambda_4$		$\lambda_4$
IDx	$\lambda_y$	$\lambda_{15}$	$\lambda_{14}$	$\lambda_{13}$	$\lambda_4$	$\lambda_{18}$	$\lambda_8$		$\lambda_y$