

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 785 501**

51 Int. Cl.:

**G06F 3/01** (2006.01)

**H04B 10/114** (2013.01)

**H04Q 11/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.12.2016 PCT/EP2016/081258**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.06.2017 WO17108583**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.12.2016 E 16816650 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2020 EP 3394711**

54 Título: **Sistema de enlace óptico inalámbrico para la transmisión de datos a muy alta velocidad, de manera subordinada en itinerancia**

30 Prioridad:

**22.12.2015 FR 1563044**

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

**07.10.2020**

73 Titular/es:

**INSTITUT MINES TELECOM (100.0%)  
domiciliée chez TELECOM BRETAGNE,  
Technopôle, Brest Iroise, CS 83818  
29238 Brest Cedex 3, FR**

72 Inventor/es:

**DE BOUGRENET DE LA TOCNAYE, JEAN-LOUIS;  
FRACASSO, BRUNO;  
AL HAJJAR, HANI y  
CURT, JEAN-BAPTISTE**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 785 501 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**

Sistema de enlace óptico inalámbrico para la transmisión de datos a muy alta velocidad, de manera subordinada en itinerancia

**1. Campo de la invención**

5 El campo de la invención es el de la inmersión de uno o más usuarios en una realidad virtual o aumentada.

Más concretamente, la invención se refiere a una técnica de transmisión de una señal multimedia (de vídeo y audio, en particular) hacia al menos un equipo multimedia portátil, tal como un casco de inmersión del tipo de HMD (dispositivo de presentación visual montado en cabeza –“*head mounted display*”–) que es portado por un usuario.

10 La invención puede ser puesta en práctica, por ejemplo, en el marco de las atracciones propuestas en parques temáticos o el marco de un uso doméstico.

**2. Técnica anterior**

En el campo de la invención, se han propuesto diferentes dispositivos para crear un entorno virtual.

15 Se conocen, en particular, dispositivos de inmersión designados por el término ‘CAVE’ (‘cueva’), que constituyen una especie de sala en el interior de la cual al menos un usuario puede evolucionar y verse sumergido en una escena que recubre las paredes de la sala, e incluso el suelo y el techo. El usuario puede interactuar sobre las imágenes difundidas, de forma que el sistema hace uso, para ello, de un conjunto de detectores portados por el usuario y/o de un sistema de cámara que permite detectar los movimientos del usuario.

Las tecnologías de CAVE se encuentran actualmente maduras y son utilizadas por un amplio abanico de industrias (automóvil, aeronáutica, ...).

20 Se conocen, por otra parte, los cascos de inmersión que permiten al usuario sumergirse en una escena virtual de un videojuego, por ejemplo, moviendo su cabeza y su mirada, efectuando ciertos gestos y desplazándose, eventualmente, dentro de un cierto radio límite.

25 Los cascos de inmersión en tres dimensiones (3D) actuales utilizan enlaces por cable de alta velocidad de transmisión, por ejemplo, según la especificación HDMI (marca registrada), para conectar el computador de flujo de vídeo al casco.

Tal enlace por cable ofrece tan solo una movilidad reducida al usuario y constituye, en consecuencia, un freno a la inmersión para este último.

30 La mayoría de las tecnologías de transmisión inalámbricas disponibles están basadas en la propagación de ondas de radiofrecuencia (denominadas de ‘RF’ por “Radio Frequency”, en inglés). Sin embargo, ninguna de estas es actualmente capaz de transmitir las velocidades de datos requeridas por la inmersión tridimensional (3D) con muy alta definición y en formato en bruto (denominado “*raw*” en inglés), esto es, velocidades de datos superiores a 5 Gbit/s.

35 Además de este problema de capacidad, se plantea igualmente el problema de la integración de una interfaz de radiofrecuencia en el casco, es decir, en las proximidades de la cabeza del usuario, que sea capaz de interactuar con los tejidos biológicos de la esfera ORL (por ‘otorrinolaríngea’) humana y de perturbar los circuitos electrónicos de direccionamiento de los dispositivos de presentación visual integrados en el casco de inmersión (las potencias utilizadas en este caso son muy superiores a las normas estandarizadas, tales como la Wi-Fi (marca registrada)).

40 En el contexto de la transmisión a muy alta velocidad de datos mencionada en lo anterior, las tecnologías de transmisión óptica en el espacio libre (‘WOC’ en inglés, por “Wireless Optical Communications” –Comunicaciones Ópticas Inalámbricas–) constituyen una alternativa a las soluciones de radiofrecuencia. Estos últimos años han conocido el surgimiento de técnicas y aplicaciones de las WOC para escalas espaciales muy variadas, tales como los enlaces atmosféricos o vía satélite denominados FSO (por “Free-Space Optics” en inglés –Óptica en el Espacio Libre–), los enlaces ópticos dentro de edificios, para las redes locales de muy alta velocidad de datos, las interconexiones ópticas en el seno de un mismo chip (enlaces denominados ‘intrachip’) y entre chips (enlaces denominados ‘de chip a chip’), las transmisiones ópticas submarinas, o las comunicaciones ópticas en los espectros visible y ultravioleta.

45 La aplicación de las WOC para las comunicaciones en un medio confinado (‘indoor’ en inglés –interiores–) y, en particular, en un entorno sensible a las interferencias electromagnéticas, constituye un importante desafío. La norma LiFi (marca registrada), por “Light Fidelity” en inglés –Fidelidad Lumínica–, se ha introducido actualmente en los vehículos y los espacios públicos mediante el uso de emisores de LED (por “Light-Emitting Diode” en inglés, y ‘diodo electroluminiscente’ en español) de luz visible que aseguran igualmente la iluminación. Las velocidades de datos accesibles en este caso están actualmente limitadas a los Gbit/s.

Para satisfacer las exigencias de la aplicación (a saber, los cascos de inmersión en 3D con muy alta definición), parece ineludible permitir velocidades de datos superiores a las disponibles actualmente, así como la inmersión de varios usuarios, el recurso a fuentes coherentes en el tiempo (láseres) y detectores rápidos provenientes de tecnologías de comunicación de fibra óptica.

5 La Patente US 6 630 915 propone una técnica de transferencia de datos de audio y de video desde un calculador de realidad virtual hasta uno o varios usuarios situados en un espacio delimitado y equipados con un casco de realidad virtual. La transferencia de los datos a un usuario móvil se lleva a cabo por medio de un enlace óptico inalámbrico de alta velocidad de datos que comprende una fuente óptica (de preferencia, un láser) que es apuntada de forma subordinada hacia un receptor óptico montado en el casco de realidad virtual del usuario, de modo que los datos de  
10 audio y de video no sean recibidos por otro usuario.

En un modo de realización particular, la fuente óptica emite una señal de láser multiplexada en frecuencia o en el tiempo, a fin de transferir datos de audio y de video hacia varios usuarios sin realizar un seguimiento (o "tracking" en inglés) de los movimientos de estos últimos.

De acuerdo con la solución descrita en este documento de Patente, la velocidad del flujo de datos de audio y de video no sobrepasa 1 Gbit/s.  
15

Esta técnica no permite, por tanto, transmitir las velocidades de datos requeridas para la inmersión 3D con muy alta definición para múltiples usuarios.

Además, como consecuencia del hecho de que la fuente óptica apunta el láser directamente hacia el receptor óptico del casco del usuario y debe adaptar la dirección del láser en función de la posición del usuario el movimiento, existe el riesgo de enmascaramiento o de corte de la transmisión óptica de los datos del calculador hacia el casco del usuario. Existe igualmente un riesgo de corte o de pérdida de velocidad de datos cuando el usuario se encuentra a una distancia demasiado grande de la fuente óptica.  
20

Existe, por lo tanto, la necesidad de una nueva técnica que permita transmitir datos multimedia a muy alta velocidad hacia uno o varios usuarios en movimiento, y que no presente el conjunto de estos inconvenientes de la técnica anterior.  
25

### 3. Explicación de la invención

La invención propone una solución novedosa y no evidente que no presenta el conjunto de los inconvenientes de la técnica anterior, en la forma de un sistema de inmersión de al menos un primer usuario en una realidad virtual o aumentada, que comprende un espacio de inmersión en el cual puede desplazarse dicho al menos un primer usuario.  
30

De acuerdo con la invención, el sistema comprende:

- un dispositivo de recepción óptica portado por dicho primer usuario,
- medios de tratamiento que comprenden:
  - medios de generación de un primer flujo multimedia de inmersión, destinado a dicho primer usuario en función de los movimientos de este último,  
35
  - medios de transmisión óptica de una señal óptica multiplexada hacia al menos un terminal de acceso óptico, que comprenden a) medios de asociación de dicho primer flujo multimedia de inmersión a una primera longitud de onda, y b) medios de multiplexación configurados para multiplexar varios flujos multimedia de inmersión asociados a longitudes de onda diferentes, de manera que dicho primer flujo multimedia de inmersión está asociado a la primera longitud de onda, a fin de formar dicha señal óptica multiplexada,  
40

de tal manera que dicho terminal de acceso óptico está dispuesto en dicho espacio de inmersión de forma que constituye una celda óptica (CEO) que se extiende dentro de dicho espacio de inmersión, y

de forma que dicho dispositivo de recepción óptica comprende a) medios de recepción de la señal óptica multiplexada, procedente de dicho terminal de acceso óptico a través de un enlace óptico inalámbrico, cuando dicho usuario se sitúa dentro de la celda óptica (CEO), y b) medios de filtración, configurados para extraer el primer flujo multimedia de inmersión destinado al primer usuario, a partir de la señal óptica multiplexada.  
45

La invención permite proporcionar un sistema de transmisión óptica inalámbrica de muy alta velocidad entre una fuente de datos (videos múltiples y audio, en particular) y uno o varios usuarios provistos, por ejemplo, de un casco de realidad virtual o aumentada y en movimiento dentro de un espacio de inmersión, del tipo de CAVE, por ejemplo.  
50

Por 'muy alta velocidad' se entienden velocidades de transferencia superiores a 10 Gbit/s.

Este sistema no presenta las limitaciones en velocidad de transmisión de datos de los sistemas de RF y garantiza la integridad del enlace óptico en las condiciones normales de posición y de orientación de la cabeza del usuario.

5 En efecto, el sistema de la invención propone un esquema de conexión óptica en modo 'indirecto', en el cual el enlace entre el emisor óptico y el o los receptores ópticos portados por el o los usuarios es transferido por uno o varios elementos denominados puntos o terminales de acceso ópticos.

Cada uno de estos terminales está situado en posición suspendida sobre el o los usuarios con respecto a las paredes del espacio de inmersión, de manera que constituye una celda óptica que se extiende en el espacio de inmersión y dentro de la cual el receptor óptico del usuario está configurado para recibir los datos que le están destinados.

10 El enlace óptico inalámbrico entre un terminal de acceso óptico y un receptor óptico de un usuario es descendente a la vez que tiene una longitud mínima.

Esta solución permite, así, llevar los datos multimedia más cerca de los usuarios y reducir, en consecuencia, el riesgo de enmascaramiento o de corte de la transmisión óptica de los datos.

15 El sistema de la invención se adapta al caso de múltiples usuarios (dos o más) y permite el direccionamiento simultáneo de varios receptores en situación de movilidad (o de itinerancia) gracias a la transmisión de los flujos multimedia destinados a los diferentes receptores a través de una red óptica multiplexada en longitud de onda (WDM, por "Wavelength Division Multiplexing" en inglés –Multiplexación por División en Longitud de Onda–, o CWDM, por "Coarse Wavelength Division Multiplexing" en inglés –Multiplexación por División Aproximada en Longitud de Onda–).

20 Los medios de tratamiento del sistema de acuerdo con la invención comprenden medios de emisión de un conjunto de longitudes de onda, tales como un conjunto de fuentes de láser moduladas por el flujo multimedia que se ha de transmitir y combinadas por medio de un multiplexador óptico. La transmisión óptica entre los medios de tratamiento y los terminales de acceso óptico se efectúa en varias longitudes de onda, de tal manera que cada longitud de onda está asociada con un receptor óptico y, por tanto, con un usuario móvil particular.

25 Dicho de otra manera, en el sistema de transmisión óptica de datos multiplexados en longitud de onda, del tipo WDM o CWDM, cada longitud de onda de la señal multiplexada a está dedicada a un usuario.

30 El conjunto de los datos en el formato WDM o CWDM es transmitido a todos los terminales de acceso óptico, en caso de que haya varios. No hay, por tanto, ningún terminal de acceso óptico dedicado a un usuario dado, de forma que la selección del usuario dado se lleva a cabo por un filtro de longitud de onda asociado al casco de inmersión que porta ese usuario dado, lo que simplifica la asignación de los datos a un usuario dado.

El dispositivo de recepción óptica de cada usuario comprende un filtro óptico para extraer una secuencia de datos emitida en una longitud de onda.

El filtro óptico, situado entre la óptica de captación y el fotorreceptor del dispositivo de recepción, está configurado para extraer el canal óptico adecuado de entre los multiplexados en WDM incidentes.

35 Dicho de otra manera, la operación de extracción consiste en acoplar la señal multiplexada a la entrada de un filtro óptico ajustado en correspondencia con la longitud de onda del canal que se ha de extraer.

De acuerdo con un aspecto particular de la invención, los medios de transmisión óptica comprenden medios de emisión de varios haces ópticos de longitudes de onda diferentes, de tal modo que cada longitud de onda está asociada con un receptor óptico móvil particular.

40 Según un aspecto particular de la invención, los medios de emisión de varios haces ópticos comprenden varias fuentes de luz coherente, no visible.

Según un aspecto particular de la invención, los medios de multiplexación están configurados para multiplexar en longitud de onda varios flujos de inmersión multimedia.

De acuerdo con un aspecto particular de la invención, la multiplexación es del tipo WDM, CWDM o DWDM.

45 De acuerdo con un aspecto particular de la invención, el enlace óptico entre los medios de transmisión óptica y cada dispositivo de recepción óptica presenta una velocidad datos superior a 10 Gbit/s.

Según un aspecto particular de la invención, el enlace óptico entre los medios de transmisión óptica y cada dispositivo de recepción óptica presenta una velocidad de transmisión superior a 15 Gbit/s.

50 De acuerdo con un aspecto particular de la invención, la distancia entre dicho terminal de acceso óptico y dicho dispositivo de recepción óptica está comprendida entre 1 m y 5 m.

- Según un aspecto particular de la invención, el terminal de acceso óptico comprende medios de emisión de un haz colimado que forma una celda óptica.
- 5 De acuerdo con aspecto particular de la invención, el terminal de acceso óptico comprende medios de emisión de un haz de divergencia angular comprendida entre  $\pm 10^\circ$  y  $\pm 15^\circ$ , que forma una celda óptica.
- De acuerdo con un aspecto particular de la invención, el sistema comprende varios terminales de acceso óptico fijos, distribuidos en un plano situado por encima de dicho al menos un usuario y que forman varias celdas ópticas adyacentes.
- 10 De acuerdo con un aspecto particular de la invención, dicho al menos un terminal de acceso óptico es portado por un dispositivo móvil apto para desplazarse en un plano horizontal estacionario de dicho espacio de inmersión.
- Según un aspecto particular de la invención, el sistema comprende medios de control de la posición del terminal de acceso óptico móvil en el plano horizontal estacionario, en función de la posición y/o de la orientación de dicho dispositivo de recepción óptica.
- 15 Según un aspecto particular de la invención, el sistema comprende un repartidor óptico, conectado a los medios de transmisión óptica y configurado para distribuir dicha señal óptica multiplexada hacia cada uno de los terminales de acceso ópticos.
- De acuerdo con un aspecto particular de la invención, el dispositivo de recepción óptica es portado por un casco de inmersión, por ejemplo, del tipo HDM.
- 20 Según un aspecto particular de la invención, el dispositivo de recepción óptica comprende varios detectores ópticos distribuidos sobre el casco.
- De acuerdo con un aspecto particular de la invención, el dispositivo de recepción óptica comprende un único detector óptico, montado en unos medios de soporte pivotante, así como unos medios de medición de la inclinación del casco, los cuales garantizan la correcta colocación del detector óptico con respecto al terminal de acceso óptico.
- 25 Según un aspecto particular de la invención, el dispositivo de recepción óptica comprende un concentrador óptico sin formación de imagen, acoplado a un único fotodetector, cuyo ángulo de visión está adaptado a la divergencia del haz emitido por el terminal de acceso óptico y al tamaño de la celda óptica.
- De acuerdo con un aspecto particular de la invención, el dispositivo de recepción óptica comprende una óptica de formación de imagen, del tipo de objetivo convergente, acoplada a una matriz de fotodetectores.
- 30 La invención se refiere, por otra parte, a un procedimiento de transmisión de un flujo multimedia de inmersión a al menos un usuario situado en un espacio de inmersión en el cual dicho usuario, que porta un dispositivo de recepción óptica, puede desplazarse, de tal modo que unos medios de tratamiento llevan a cabo las etapas de:
- generar un primer flujo multimedia de inmersión destinado a dicho primer usuario, en función de los movimientos de este último,
  - transmitir ópticamente una señal óptica multiplexada al al menos un terminal de acceso óptico, lo cual
- 35 comprende a) una etapa de asociar dicho primer flujo multimedia de inmersión a una primera longitud de onda, y b) una etapa de multiplexar varios flujos multimedia de inmersión asociados a longitudes de onda diferentes, de los cuales dicho primer flujo multimedia de inmersión está asociado a dicha primera longitud de onda, de manera que se forma dicha señal óptica multiplexada,
- de tal modo que dicho dispositivo de recepción óptica lleva a cabo:
- 40 - una etapa de recibir la señal óptica multiplexada a través de un enlace óptico inalámbrico, procedente de un terminal de acceso óptico dispuesto dentro de dicho espacio de inmersión de manera que forma una celda óptica que se extiende dentro de dicho espacio de inmersión, cuando dicho usuario se sitúa dentro de la celda óptica, y
  - 45 - una etapa de filtración para extraer el primer flujo multimedia de inmersión destinado al primer usuario, a partir de la señal óptica multiplexada.

#### 4. Lista de figuras

Otras características y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto más claramente por la lectura de la descripción que sigue de varios modos de realización particulares, proporcionados a título de simples ejemplos ilustrativos y no limitativos, y por los dibujos que se acompañan, de los cuales:

- la Figura 1 presenta una vista esquemática de la estructura de un sistema para crear un entorno de realidad virtual o aumentada, de acuerdo con un primer modo de realización de la invención;
- la Figura 2 es una vista en perspectiva de la estructura de la Figura 1, que muestra esquemáticamente la malla de terminales de acceso óptico y de celdas ópticas;
- 5 - la Figura 3 presenta un segundo modo de realización del sistema de la invención, que hace uso de un dron (o un *picodrón* [dron de muy pequeñas dimensiones]) geoestacionario que sirve de relé para la transmisión de datos multimedia al receptor dispuesto en el casco de un usuario;
- la Figura 4 ilustra de forma esquemática la transmisión de varios flujos multimedia destinados a diferentes receptores por una red óptica multiplexada en longitud de onda.

## 10 5. Descripción de modos de realización de la invención

Se entiende por flujo multimedia todo lo que constituye un flujo de datos numéricos múltiples que comprenden varios componentes que pueden ser de naturaleza sonora (audio), visual (texto, imagen, video, etc.), táctil, olfativa o gustativa.

### 5.1. Arquitectura global del sistema

- 15 La Figura 1 representa esquemáticamente la arquitectura global de un sistema destinado a crear un entorno de realidad virtual o aumentada de cara a uno o varios usuarios móviles, de acuerdo con un primer modo de realización.

En este ejemplo, se ha representado un único usuario 1 que evoluciona dentro de un espacio de inmersión 2 del tipo de CAVE. Es evidente, sin embargo, que la invención no se limita a esta única aplicación.

- 20 La arquitectura del sistema de la invención hace uso de los siguientes dispositivos:

- un emisor óptico, o medio de transmisión óptica (TxO), fijo que suministra una señal óptica que comprende al menos un flujo multimedia de inmersión (en particular, audio y video), transportado por una portadora óptica coherente dentro de la banda no visible, siendo esta portadora un haz de láser que, en este ejemplo, tienen una longitud de onda de 1.550 nm;
- 25 - un repartidor óptico (REO), conectado al emisor óptico (TxO) por medio de una fibra óptica o de un enlace óptico inalámbrico, configurado para distribuir una señal óptica (y, por tanto, el o los flujos multimedia) a cada uno de los emplazamientos de acceso ópticos (PAO);
- los emplazamientos de acceso ópticos (PAO –“Points d’Accès Optique”–), conectados al repartidor óptico (REO) por medio de una fibra óptica o de un enlace óptico inalámbrico y distribuidos en el techo 21 del espacio de inmersión 2, los cuales están configurados para formar una celda óptica (CEO) hacia la zona de evolución del o los usuarios móviles y;
- 30 - varias celdas ópticas (CEO) cónicas, formadas por cada uno de los emplazamientos de acceso ópticos (PAO) y un plano de utilización o de recepción 23 (ilustrado en la Figura 2), que está situado a la altura de la cabeza de los usuarios, es decir, a una altura comprendida entre 1,5 m y 2 m del suelo 22;
- 35 - un receptor óptico (RxO), situado en el terminal multimedia (un casco de inmersión 11 en este ejemplo) del usuario 1. El cometido del receptor óptico (RxO) consiste en detectar en la señal óptica de la celda óptica (CEO) en la que se encuentra el usuario, el flujo multimedia que le está destinado. Para llevar esto a cabo, el receptor óptico (RxO) filtra y desmodula la señal óptica con el fin de extraer el flujo multimedia que le está destinado, y remite este último hacia los dispositivos de presentación visual de inmersión multimedia integrados en el casco de inmersión 11.
- 40

Se aprecia, por otra parte, que unos medios de tratamiento 3 comprenden un microprocesador asociado a circuitos de memorización, los cuales pueden ser utilizados para ejecutar un programa informático de generación de un contenido de realidad virtual tridimensional (3D) que es transmitido por el emisor óptico (TxO).

- 45 El emisor óptico comprende medios de emisión de un haz óptico de longitud de onda predeterminada, y medios de asociación de un flujo multimedia de inmersión a la longitud de onda predeterminada.

Se aprecia, por otra parte, que el casco de inmersión 11 es un casco de tres dimensiones, del tipo HMD, por ejemplo, apto para presentar visualmente imágenes generadas por ordenador y para sumergir al usuario 1 en un entorno virtual.

- 50 En este ejemplo, del casco de inmersión 11 del usuario 1 comprende una estructura opaca 111, que soporta pantallas de presentación visual (o dispositivos de presentación visual) situadas a la altura de los ojos del usuario 1, unos auriculares izquierdo y derecho, y que porta el receptor óptico (RxO), de tal modo que el usuario 1 queda, de

hecho, protegido de la radiación emitida por el emplazamiento de acceso óptico (PAO), cuya potencia de emisión puede sobrepasar ampliamente las normas de seguridad ocular de clase 1.

5 El casco de inmersión 11 comprende, por otra parte, unos detectores de posición y de orientación de la cabeza del usuario 1, así como medios de transferencia (transpondedor estándar) del flujo de vídeo recibido por el receptor óptico (RxO) en ultraalta definición (4K/8K) o más allá, en términos de velocidad de datos numérica transferida.

Por otra parte, el usuario porta unos detectores de movimiento, del tipo de acelerómetro, de sus miembros (manos y pies, en particular). Los detectores de posición y de orientación de la cabeza del usuario 1 (y, por tanto, del casco 11) y los detectores de movimiento de los miembros están destinados a convertir los movimientos del usuario en una primera información.

10 Esta primera información puede ser transmitida a los medios de tratamiento 3 por un canal de radiofrecuencia normalizado del tipo 'Bluetooth' o Wi-Fi, o bien por la intermediación de un enlace óptico de sentido ascendente.

Los medios de tratamiento 3 comprenden medios de control de la difusión de un contenido tridimensional al usuario, que es, en este ejemplo, un flujo multimedia (vídeo y audio), a los dispositivos de presentación visual y a los auriculares del casco 11, en función de la primera información, es decir, en función de los movimientos del usuario.

15 En una alternativa, o de forma adicional, un conjunto de detectores de movimientos (tales como cámaras) son portados por la estructura del espacio de inmersión 2 y están distribuidos en esta.

El terminal multimedia portátil del usuario es, aquí, un casco de inmersión. Este puede, sin embargo, consistir en cualquier aparato portado por un usuario y que permita crear una inmersión virtual tridimensional (3D), tal como una computadora portátil o una tableta táctil.

20 En el ejemplo ilustrado en la Figura 1, el usuario está equipado con una palanca de mando que suministra una segunda información que puede ser transmitida hacia los medios de tratamiento 3 por un canal de radiofrecuencia normalizado del tipo 'Bluetooth' o Wi-Fi, o bien por la intermediación de un enlace óptico de sentido ascendente.

Se entiende, por tanto, que, en este modo de realización, los medios de tratamiento 3 transmiten continuamente y de forma dinámica un contenido tridimensional al usuario en función, igualmente, de esta segunda información.

25 Por su transparencia a los protocolos de red de la capa de enlace (por ejemplo, la Ethernet), la invención transporta conexiones bidireccionales entre el emisor (a través de los emplazamientos de acceso ópticos PAO) y los receptores ópticos (RxO) móviles. Se habla entonces de enlace descendente en el sentido PAO-RxO, que transporta el flujo multimedia de inmersión, y de enlace ascendente, en el sentido contrario.

30 Incluso aunque no transporte velocidades de transmisión de datos importantes, el papel del enlace ascendente es crucial, puesto que permite al receptor óptico (RxO): (i) señalar al emisor cualquier problema en el canal (ocultación, pérdida de potencia), y (ii) sincronizar los datos generados por el emisor óptico (TxO), al señalar el estado de la memoria de almacenamiento intermedio de recepción. Cada extremo del enlace (emisor y receptor) puede emitir y recibir simultáneamente.

35 La Figura 2 es una vista esquemática, en perspectiva, del sistema de la Figura 1, en la que se ha representado la descomposición del plano de recepción 23 del usuario móvil 1 en celdas ópticas (CEO) adyacentes, de manera que cada una de estas celdas ópticas (CEO) es alimentada por una señal óptica emitida por un emplazamiento de acceso óptico (PAO).

40 El techo 21 del espacio de inmersión 2 presenta una malla de emplazamientos de acceso ópticos (PAO) cuyo paso viene determinado por la cobertura óptica del, o de los, receptores ópticos (RxO). La malla de emplazamientos de acceso ópticos (PAO) está, por tanto, configurada con el fin de formar celdas ópticas (CEO) en el plano de recepción 23 y evitar la presencia de zonas 'muertas' entre las celdas ópticas (CEO).

La forma de las celdas ópticas (CEO) es cuadrada en el ejemplo ilustrado, de dimensiones iguales a 50 cm por 50 cm. Pueden contemplarse, sin embargo, otras formas de celdas ópticas (CEO) como, por ejemplo, una forma hexagonal o cónica.

45 La geometría de las celdas ópticas (CEO) se escoge de manera que se limiten los solapamientos en el plano de recepción 23, estando este último situado a entre 1,50 m y 2,00 m del suelo 22.

La potencia óptica en el interior de una celda óptica (CEO) se ha calibrado de manera que garantice un grado mínimo de acoplo del detector (o receptor óptico (RxO)), en particular, en el contorno de la celda óptica (CEO).

Las características del modo de direccionamiento son como sigue:

- 50
- superficie del suelo: entre 16 m<sup>2</sup> y 36 m<sup>2</sup>;
  - transmisión desde el techo a uno o varios receptores ópticos (RxO) que se desplazan en un plano

denominado 'de recepción';

- únicamente se describe en detalle el enlace de sentido descendente ("*downlink*" en inglés). El enlace de sentido ascendente ("*uplink*" en inglés) requiere una velocidad de datos limitada (del orden de varias decenas de kbit/s) que puede ser garantizada por un canal de radiofrecuencia normalizado del tipo 'Bluetooth' o Wi-Fi (en todos los casos, sin embargo, las transferencias de datos son bidireccionales), o por un enlace óptico (es esta solución la que se utiliza en el ejemplo ilustrado);
- no hay restricción particular en cuanto a la contaminación originada por la luz ambiental.

La transferencia entre celdas ("*handover*" en inglés) se garantiza naturalmente en el nivel del protocolo utilizado para los intercambios de datos, tal como Ethernet, GigaEthernet, ATM, SDH, xDSL.

10 Esto permite suprimir o, como mínimo, reducir la sensibilidad de los enlaces ópticos a la movilidad del o de los usuarios.

#### 5.2. Puesta en práctica de la transmisión de datos multiplexados en longitud de onda

15 La técnica de multiplexación por división en longitud de onda (WDM –“Wavelength Division Multiplexing”–) consiste, de manera conocida, en multiplexar varias señales de longitudes de onda diferentes por un único y mismo enlace óptico.

La Figura 4 ilustra de forma esquemática la transmisión de los flujos multimedia destinados a diferentes receptores ópticos (RxO) por una única red óptica multiplexada en longitud de onda (del tipo de WDM).

20 Esta técnica permite encaminar un cierto número de flujos multimedia simultáneamente, a saber, una veintena de flujos en CWDM y cerca de 200 en DWDM, (por WDM 'densa' –“Dense WDM”–), siendo esta última opción más costosa por el empleo de filtros ópticos muy estrechos y de fuentes de láser estabilizadas en temperatura.

En un tal sistema, unos emisores ópticos, o medios de transmisión óptica (TxO<sub>1</sub>, TxO<sub>2</sub>, ..., TxO<sub>n</sub>), suministran flujos de datos multimedia con destino a diferentes usuarios (y, particularmente, el usuario 1 y el usuario k), los cuales modulan señales ópticas de diferentes longitudes de onda emitidas por láseres. Se entiende que el número de longitudes de onda está indexado sobre el número de usuarios.

25 Las señales ópticas  $\lambda_1, \lambda_2 \dots$  y  $\lambda_n$  así moduladas son multiplexadas en longitud de onda por un multiplexador M sobre una fibra óptica 4, formando así una señal óptica  $\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_n$  de múltiples vías hacia el repartidor óptico (REO).

Dicho de otra manera, se combinan señales ópticas  $\lambda_1, \lambda_2 \dots$  y  $\lambda_n$  constituidas, cada una de ellas, por una onda portadora óptica modulada en función de la información que se ha de emitir, de manera que cada onda portadora posee una longitud de onda específica.

30 Los emisores ópticos (TxO<sub>1</sub>, TxO<sub>2</sub>, ..., TxO<sub>n</sub>) comprenden, cada uno de ellos, medios de emisión de un haz óptico (láser) de longitud de onda predeterminada y medios de asociación de un flujo multimedia de inmersión a la longitud de onda predeterminada.

El repartidor óptico (REO) distribuye la misma señal óptica  $\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_n$  a cada emplazamiento de acceso óptico (PAO) por la intermediación de unos canales de transmisión ópticos 51 a 55.

35 Cada emplazamiento de acceso óptico (PAO) distribuye la misma señal óptica  $\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_n$  en cada celda óptica (CEO).

En el sistema de la invención, la identificación del usuario se realiza por longitud de onda (los datos son enviados a todo el mundo, y el casco realiza la detección: de esta forma, el casco de inmersión k percibe el canal k y realiza, por tanto, la detección).

40 De este modo, en la recepción, el receptor óptico (RxO) del usuario 1 hace uso de un filtro óptico de longitud de onda  $\lambda_1$ , el cual filtra la señal óptica  $\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_n$  con el fin de extraer el flujo multimedia que le está destinado, y remite este último a los dispositivos de presentación visual de inmersión multimedia integrados en el casco de inmersión.

45 De la misma manera, el receptor óptico (RxO) del usuario k hace uso de un filtro óptico de longitud de onda  $\lambda_k$ , el cual filtra la señal óptica al objeto de extraer el flujo multimedia que le está destinado, y remite este último a los dispositivos de presentación visual de inmersión multimedia integrados en el casco de inmersión. Dicho de otra manera, el filtro bloquea las señales ópticas cuya longitud de onda es diferente de una longitud de onda de transmisión seleccionada de entre las de dicha multiplicidad.

50 El sistema del tipo de WDM de la invención permite alcanzar velocidades de transmisión de datos elevadas. La velocidad de transmisión de los datos en superior a 10 Gbit/s y, en particular, superior a 15 Gbit/s para cada usuario,

de tal manera que las celdas ópticas (CEO) garantizan la transmisión en el curso del desplazamiento de cada usuario dentro del espacio de inmersión 2.

5 Se hace notar que las fuentes de láser presentan longitudes de onda comprendidas en el entorno de 1,55  $\mu\text{m}$ , entre 1.450 nm y 1.650 nm. Este intervalo de longitudes de onda se selecciona en función de las normas de seguridad ocular, menos estrictas por debajo de 1.400 nm por razón de la barrera córnea.

La separación de las longitudes de onda entre las señales ópticas adyacentes es, por ejemplo, igual a 0,8 nm para un sistema del tipo de DWDM, y de 10 nm a 20 nm para un sistema de CDWM.

Como variante, la multiplexación en longitud de onda puede ser del tipo de CDWM (por "Coarse Wavelength Division Multiplexing" en inglés –Multiplexación por División Aproximada en Longitud de Onda–), o DWDM.

10 El sistema de la invención pone en práctica un esquema de conexión en modo 'indirecto', en el cual el enlace entre el emisor óptico (TxO) y el o los receptores ópticos (RxO) es transmitido por uno o varios emplazamientos de acceso ópticos (PAO) situados en el techo 21 del espacio de inmersión 2.

15 De esta forma, las conexiones entre el o los emplazamientos de acceso ópticos (PAO) y el o los receptores ópticos (RxO) son, a la vez, de arriba abajo y de longitud mínima (entre 1 m y 5 m), lo que minimiza los bloqueos. Esto permite llevar los datos más cerca de los usuarios.

Las conexiones se han configurado para el caso de múltiples usuarios (dos o más).

La técnica de la invención permite, de esta forma, encaminar uno o más receptores ópticos (RxO) móviles y/o fijos sin riesgo de interrupciones de la transmisión óptica.

20 La técnica de la invención permite, además, minimizar las pérdidas de potencia del enlace óptico inalámbrico entre el o los emplazamientos de acceso ópticos (PAO) y el o los receptores ópticos (RxO).

### 5.3. Otro modo de realización

La Figura 3 representa de manera esquemática la estructura simplificada de un sistema de inmersión de uno o varios usuarios en una realidad virtual o aumentada, de acuerdo con otro modo de realización.

25 En este modo de realización, se ha montado un emplazamiento de acceso óptico (PAO) en una barquilla móvil 40, tal como, por ejemplo, un dron o un *picodrón*.

30 La barquilla 40 se sitúa en vuelo geoestacionario por encima del receptor óptico (RxO) del casco de inmersión 11 del usuario 1. La barquilla 40 sirve de repetidor para la transmisión del flujo multimedia de inmersión destinado al usuario 1, hacia el receptor óptico (RxO) dispuesto en el casco de inmersión 1. La barquilla 40 puede, eventualmente, hacer las veces de relé para dos cascos de inmersión o más. El relé está constituido por una simple óptica pasiva de reenvío (un espejo seguido de un dispositivo óptico de relé, por ejemplo), o bien por un repetidor regenerador (sabiendo que, en este caso, se pierde la transparencia óptica al tener este su efecto en la autonomía del dron: peso incrementado y consumo incrementado de los circuitos de detección / amplificación).

35 El enlace entre el emisor óptico (TxO) y el emplazamiento de acceso óptico (PAO) colocado en la barquilla 40 se lleva a cabo por medio de un enlace óptico directo y subordinado, de tal modo que la barquilla 4 se encuentra geolocalizada para este fin. El enlace entre la fuente de datos, es decir, el emisor óptico (TxO), y la barquilla 40 se garantiza por medio de un enlace óptico inalámbrico.

La posición de la barquilla 40 está subordinada a la del casco de inmersión 11 y, más particularmente, a la posición, la orientación y la inclinación del receptor óptico (RxO) del casco 11, de manera que se forma un enlace óptico en línea de visión directa.

40 Se transmite una información relativa a la posición, a la orientación y a la inclinación del receptor óptico (RxO) por el enlace ascendente ("*uplink*" en inglés), a los medios de tratamiento 3, los cuales controlan la posición de la barquilla 4 en función de la información recibida.

La barquilla 40 está geolocalizada y subordinada en su posición por la intermediación de uno o más láseres fijos que están situados en el plano geoestacionario de la barquilla 4.

45 En el ejemplo ilustrado, la colocación precisa de la barquilla 4 se garantiza por medio de un láser dispuesto en una pared del espacio de inmersión 2. El láser fijo permite el apuntamiento ("*tracking*") de la barquilla 40. Una vez efectuado el "*tracking*", se inicia la transmisión por vía óptica (la barquilla 40 sirve, por tanto, de relé óptico una vez efectuada la subordinación).

50 En una forma de puesta en práctica particular, la o las barquillas 40 evolucionan dentro de un plano estacionario situado a una altura comprendida entre 3 m y 4 m con respecto al suelo 22.

5 De la misma manera que en el primer modo de realización, los medios de tratamiento 3 correlacionan la difusión de datos multimedia, y, en particular, de imágenes hacia la pantalla de presentación visual del casco de inmersión (y, por tanto, el desplazamiento del entorno virtual en la percepción del usuario) con los movimientos de la mano, del pie y de la cabeza del usuario 1 en el espacio real 2.

Las conexiones entre el o los emplazamientos de acceso ópticos (PAO) y el o los receptores ópticos (RxO) son de arriba abajo a la vez que tienen una longitud mínima (entre 1 y 5 metros).

La técnica de la invención permite, de esta forma, encaminar simultáneamente uno o varios receptores ópticos (RxO) móviles y/o fijos sin riesgo de interrupciones de la transmisión óptica.

10 La técnica de la invención permite, además, minimizar las pérdidas de potencia del enlace óptico inalámbrico entre el o los emplazamientos de acceso ópticos (PAO) y el o los receptores ópticos (RxO), y permite transferencias de datos multimedia a muy alta velocidad.

La velocidad de transmisión de los datos es superior a 10 Gbit/s y, en particular, superior a 15 Gbit/s.

15 Se aprecia que la información relativa a la posición, a la orientación y a la inclinación del receptor óptico (RxO) proviene de diversos detectores distribuidos en el casco, o bien de un único detector que está montado en unos medios de soporte pivotante, tales como una rótula (de forma que permanece orientado hacia arriba / hacia el techo del espacio de inmersión), y que está asociado a un inclinómetro o a un giróscopo.

20 El receptor óptico (RxO) puede, de esta forma, portar varios detectores situados de manera que autorizan / permiten una inclinación del casco a uno y otro lado de la línea que une el emplazamiento de acceso óptico (PAO) con el casco, del orden de más o menos 30° (ángulo cenital).

El receptor óptico (RxO) está constituido, por ejemplo, por matrices de microlentes acopladas a filtros ópticos, seguidos de matrices de fotodiodos amplificados que constituyen detectores rápidos.

#### 5.4. Otros aspectos

25 El sistema de la invención está orientado, en particular, a un uso doméstico. En este caso, el número de usuarios es reducido. De esta forma, puede ser utilizado por uno o dos usuarios situados en una habitación de una vivienda, por ejemplo.

El sistema de la invención está orientado, asimismo, a un uso en un espacio más grande, del tipo de 'CAVE', que acoge varios receptores móviles, por ejemplo, entre dos y diez.

30 El sistema de la invención integra las limitaciones económicas del modo de aplicación que se escoja: para un uso de tipo doméstico, el coste de infraestructura ha de ser reducido, lo que impone un dispositivo más ligero que implica, sobre todo, un seguimiento espacial y angular individual.

Para un uso profesional o comercial del tipo de CAVE, el coste de infraestructura puede ser más importante.

Además, la invención no está limitada al caso único de que el receptor destinatario sea un casco. Puede tratarse de cualquier otro dispositivo móvil o fijo (teléfono inteligente, tableta táctil, por ejemplo).

35 El segundo enlace óptico entre un emplazamiento de acceso óptico (PAO) y un receptor óptico (RxO) puede ser colimado o presentar una difracción controlada en al menos 1 m, de tal manera que se controle la magnitud y la uniformidad de la potencia del haz sobre el receptor óptico (RxO). La divergencia del haz a la salida del emplazamiento de acceso óptico (PAO) está, por ejemplo, comprendida entre + o - 10° y + o - 15°.

40 La óptica de recepción situada en el casco puede integrar dos tipos de soluciones, con vistas a maximizar la potencia de la señal óptica recogida:

- un concentrador óptico sin formación de imagen, acoplado a un fotodetector único, cuyo ángulo de visión se ha hecho corresponder con la divergencia del haz emitido por el emplazamiento de acceso óptico (PAO) y con el tamaño de la celda óptica (CEO),
- una óptica de formación de imagen, del tipo de objetivo convergente, acoplada a una matriz de fotodetectores que garanticen un ángulo de visión suficiente.

45 La invención se pone, así, en práctica en el nivel de la capa física que sirve para establecer las conexiones físicas. Esta capa es compatible con los diferentes protocolos utilizados para los intercambios de datos, tales como Ethernet, GigaEthernet, ATM, SDH, xDSL (que permiten, en particular, la transferencia entre celdas ("handover" en inglés) entre diferentes celdas de la Figura 2). La solución de la invención es transparente al protocolo de intercambio que se utilice.

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Un sistema de inmersión de al menos un primer usuario (1) en una realidad virtual o aumentada, que comprende un espacio de inmersión (2) dentro del cual puede desplazarse dicho al menos un primer usuario (1), de tal modo que dicho sistema comprende:
- 5           - un dispositivo de recepción óptica (11), portable por dicho primer usuario,
- al menos un terminal de acceso óptico,
- medios de tratamiento (3), que comprenden:
- medios de generación de un primer flujo multimedia de inmersión, destinado a dicho primer usuario (11), en función de los movimientos de este último,
- 10           - medios de transmisión óptica (TxO<sub>1</sub>, TxO<sub>2</sub>, ..., TxO<sub>n</sub>) de una señal óptica multiplexada ( $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ ) a al menos uno de los terminales de acceso óptico (PAO), que comprenden a) medios de asociación de dicho primer flujo multimedia de inmersión a una primera longitud de onda, y b) medios de multiplexación (M), configurados para multiplexar varios flujos multimedia de inmersión asociados a longitudes de onda distintas, de los cuales dicho primer flujo multimedia de inmersión
- 15           está asociado a la primera longitud de onda, a fin de formar dicha señal óptica multiplexada ( $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ ), de tal manera que dicho al menos un terminal de acceso óptico (PAO) está dispuesto dentro de dicho espacio de inmersión (2) para formar una celda óptica (CEO) que se extiende dentro de dicho espacio de inmersión (2), de modo que dicho dispositivo de recepción óptica (11) comprende a) medios de recepción de la señal óptica multiplexada ( $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ ) procedente de dicho al menos un terminal de acceso óptico (PAO) a través de un enlace óptico inalámbrico, cuando dicho primer usuario (1) se sitúa dentro de la celda óptica (CEO), y b) medios de filtración, configurados para extraer el primer flujo multimedia de inmersión destinado al primer usuario (1) a partir de la señal óptica multiplexada ( $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ ).
- 20           2.- Un sistema de inmersión de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que los medios de transmisión óptica (TxO<sub>1</sub>, TxO<sub>2</sub>, ..., TxO<sub>n</sub>) comprenden medios de emisión de varios haces ópticos de longitudes de onda diferentes, de tal manera que cada longitud de onda está asociada a un receptor óptico móvil (RxO) particular.
- 25           3.- Un sistema de inmersión de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por que los medios de emisión de varios haces ópticos comprenden varias fuentes de luz coherente no visible.
- 30           4.- Un sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que los medios de multiplexación (M) están configurados para multiplexar en longitud de onda varios haces multimedia de inmersión.
- 5.- Un sistema de inmersión de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por que la multiplexación es del tipo de WDM, CDWM o DWDM.
- 35           6.- Un sistema de inmersión de acuerdo con la reivindicación 4 o la reivindicación 5, caracterizado por que el enlace óptico entre los medios de transmisión óptica (TxO<sub>1</sub>, TxO<sub>2</sub>, ..., TxO<sub>n</sub>) y cada dispositivo de recepción óptica presenta una velocidad de datos superior a 10 Gbit/s.
- 7.- Un sistema de inmersión óptica de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado por que el enlace óptico entre los medios de transmisión óptica (TxO<sub>1</sub>, TxO<sub>2</sub>, ..., TxO<sub>n</sub>) y cada dispositivo de recepción óptica (11) presenta una velocidad de datos superior a 15 Gbit/s.
- 40           8.- Un sistema de inmersión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que la distancia entre dicho terminal de acceso óptico (PAO) y dicho dispositivo de recepción óptica (11) está comprendida entre 1 m y 5 m.
- 9.- Un sistema de inmersión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que el terminal de acceso óptico (PAO) comprende medios de emisión de un haz colimado que forma una celda óptica (CEO).
- 45           10.- Un sistema de inmersión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que el terminal de acceso óptico (PAO) comprende medios de emisión de un haz de divergencia angular comprendida entre +/- 10° y +/- 15°, que forma una celda óptica.
- 11.- Un sistema de inmersión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado por que comprende varios terminales de acceso ópticos (PAO) fijos, distribuidos dentro de un plano situado por encima de dicho al menos un usuario (1), y que forman varias celdas ópticas (CEO) adyacentes.
- 50           12.- Un sistema de inmersión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado por que dicho al menos un terminal de acceso óptico (PAO) es portado por un dispositivo móvil (40) apto para desplazarse en un

plano horizontal estacionario de dicho espacio de inmersión (2).

13.- Un sistema de inmersión de acuerdo con la reivindicación 12, caracterizado por que comprende medios de control de la posición del terminal de acceso óptico móvil (PAO) en el plano horizontal estacionario, en función de la posición y/o de la orientación de dicho dispositivo de recepción óptica (11).

5 14.- Un sistema de inmersión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado por que comprende un repetidor óptico (REO), conectado a los medios de transmisión óptica ( $TxO_1$ ,  $TxO_2$ , ...,  $TxO_n$ ) y configurado para distribuir dicha señal óptica multiplexada ( $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ ) a cada uno de los terminales de acceso ópticos.

15.- Un sistema de inmersión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 14, caracterizado por que el dispositivo de recepción óptica (11) es portado por un casco de inmersión, por ejemplo, del tipo de HDM.

10 16.- Un sistema de inmersión de acuerdo con la reivindicación 15, caracterizado por que el dispositivo de recepción óptica (11) comprende varios detectores ópticos repartidos en el casco.

17.- Un sistema de inmersión de acuerdo con la reivindicación 15, caracterizado por que el dispositivo de recepción óptica (11) comprende un detector óptico único, montado en unos medios de soporte pivotante, y unos medios de medición de la inclinación del casco.

15 18.- Un sistema de inmersión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 17, caracterizado por que el dispositivo de recepción óptica (11) comprende un concentrador óptico sin formación de imagen, acoplado a un único fotodetector, cuyo ángulo de visión se ha hecho corresponder con la divergencia del haz emitido por el terminal de acceso óptico (PAO) y con el tamaño de la celda óptica (CEO).

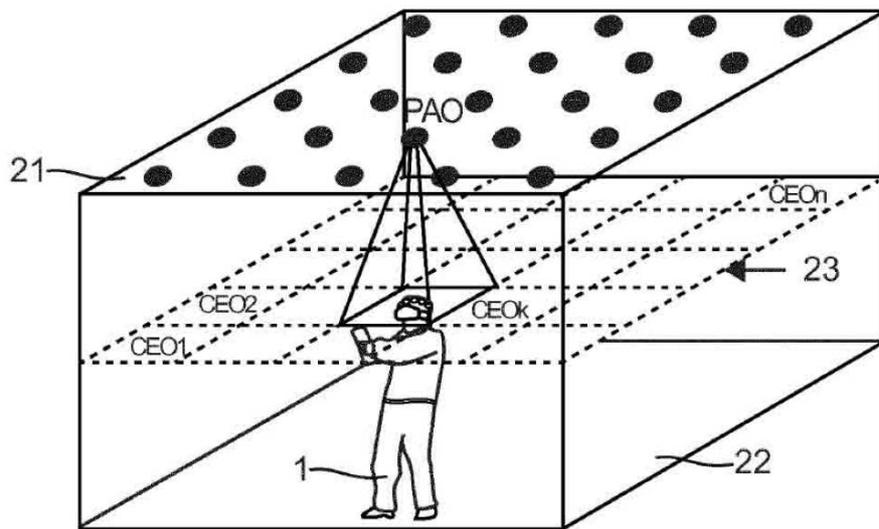
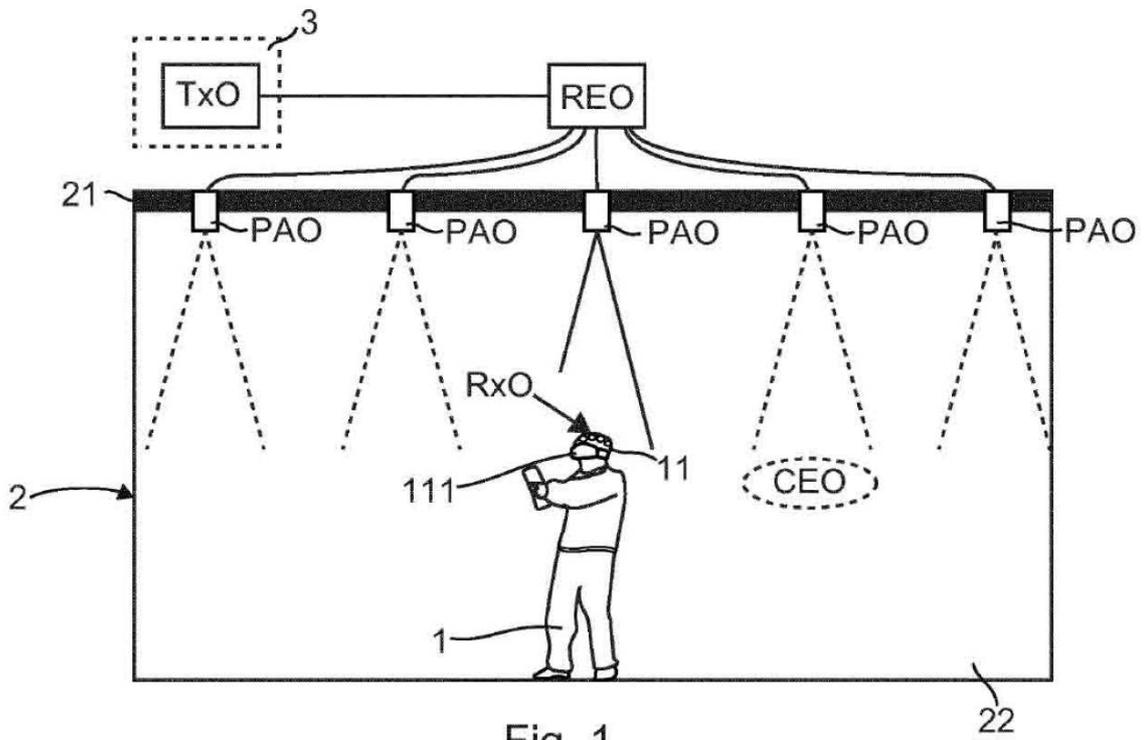
20 19.- Un sistema de inmersión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 17, caracterizado por que el dispositivo de recepción óptica (11) comprende una óptica de formación de imagen, del tipo de objetivo convergente, acoplada a una matriz de fotodetectores.

20.- Un procedimiento de transmisión de un flujo multimedia de inmersión a al menos un usuario (1) situado en un espacio de inmersión (2) dentro del cual dicho usuario, que porta un dispositivo de recepción óptica (11), puede desplazarse, y en el cual unos medios de tratamiento llevan a cabo las etapas de:

- 25
- generar un primer flujo multimedia de inmersión destinado a dicho primer usuario, en función de los movimientos de este último,
  - transmitir ópticamente una señal óptica multiplexada ( $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ ) al al menos un terminal de acceso óptico, lo cual comprende a) una etapa de asociar dicho primer flujo multimedia de inmersión a una primera longitud de onda, y b) una etapa de multiplexar varios flujos multimedia de inmersión asociados a longitudes de onda diferentes, de los cuales dicho primer flujo multimedia de inmersión está asociado a dicha primera longitud de onda, de manera que se forma dicha señal óptica multiplexada ( $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ ),
- 30

de tal modo que dicho dispositivo de recepción óptica lleva a cabo:

- 35
- una etapa de recibir la señal óptica multiplexada a través de un enlace óptico inalámbrico, procedente de un terminal de acceso óptico (PAO) dispuesto dentro de dicho espacio de inmersión (2) de manera que forma una celda óptica (CEO) que se extiende dentro de dicho espacio de inmersión, cuando dicho usuario (1) se sitúa dentro de la celda óptica (CEO), y
  - una etapa de filtración para extraer el primer flujo multimedia de inmersión destinado al primer usuario (1), a partir de la señal óptica multiplexada.
- 40



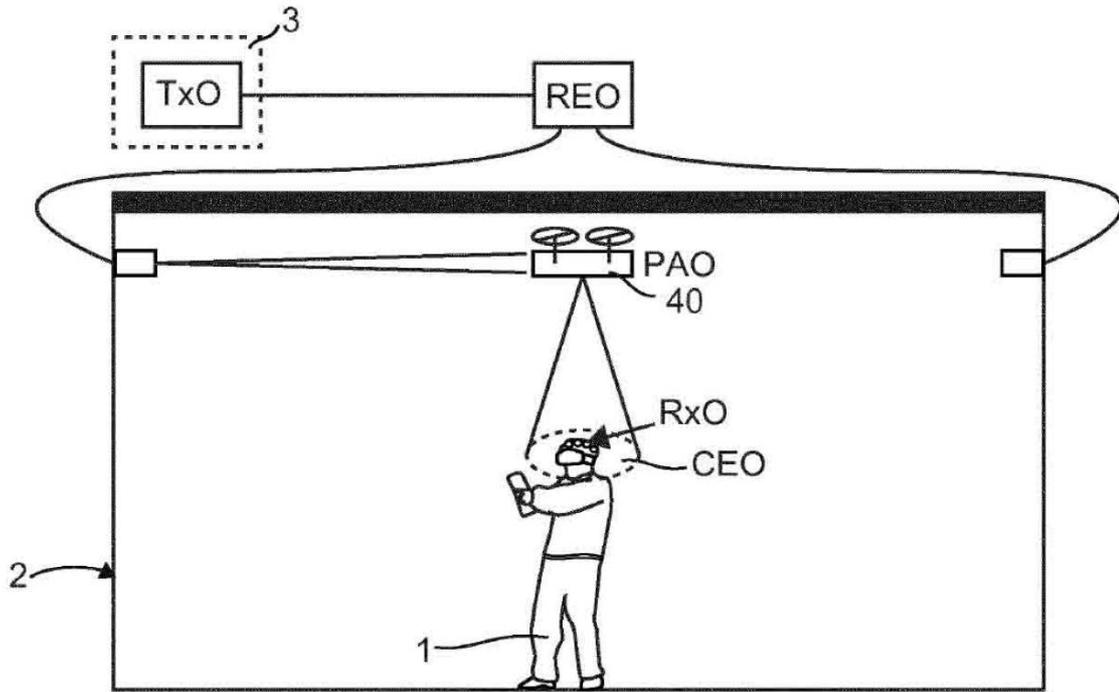
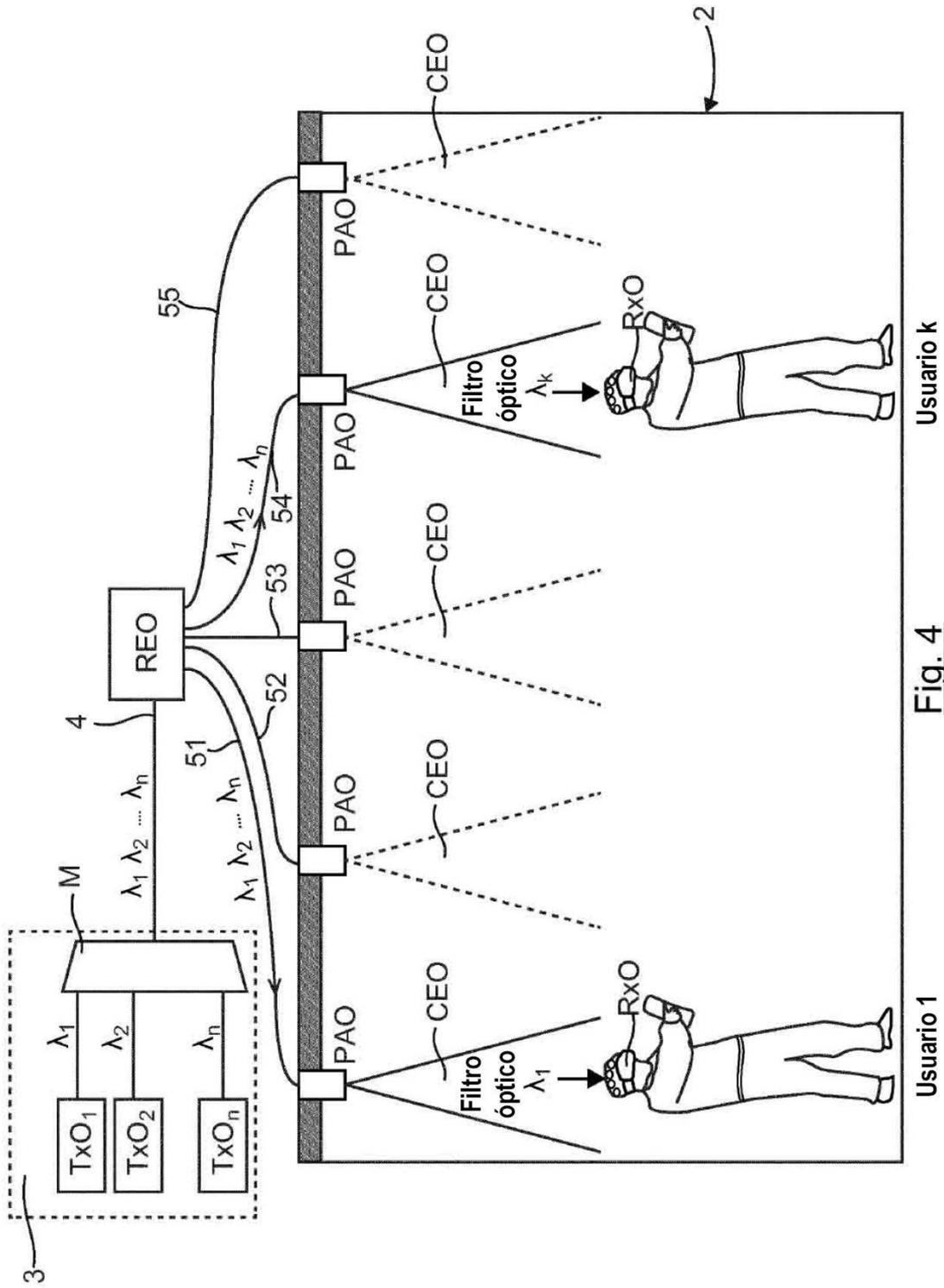


Fig. 3



Usuario k

Fig. 4

Usuario 1