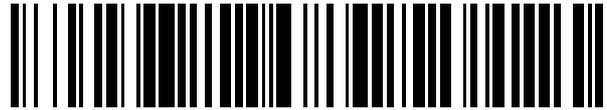


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 392 034**

51 Int. Cl.:

H04B 7/185 (2006.01)

H04B 7/204 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **10194974 .1**

96 Fecha de presentación: **14.12.2010**

97 Número de publicación de la solicitud: **2337238**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **22.06.2011**

54 Título: **Sistema de emisión y recepción multipunto a bordo de un satélite**

30 Prioridad:

18.12.2009 FR 0906178

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

04.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

04.12.2012

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)
45, rue de Villiers
92200 Neuilly Sur Seine, FR**

72 Inventor/es:

**VOISIN, PHILIPPE;
LEBOULC'H, DIDIER y
TRANCART, BRUNO**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 392 034 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 emisión y recepción multipunto a bordo de un satélite

La presente invención se refiere a un sistema de emisión y recepción multipunto a bordo de un satélite y a un satélite que incluye dicho sistema. Se aplica en concreto en el campo de las telecomunicaciones por satélite y más en particular en las aplicaciones de televisión de alta definición y en las aplicaciones multimedia.

Para las aplicaciones de televisión de alta definición y las aplicaciones multimedia, los repetidores instalados a bordo de los satélites de comunicación conocidos, incluyen sistemas de emisión y recepción multipunto que descansan sobre arquitecturas transparentes que ofrecen enlaces ascendentes entre una o varias estaciones terrestres y el repetidor y enlaces descendentes entre el repetidor y una serie de usuarios. Las arquitecturas actuales no permiten realizar enlaces directos entre los usuarios, denominados entre puntos o enlaces en malla, e imponen una conectividad estática entre los puntos de usuario y las estaciones terrestres.

Las figuras 1a y 1b muestran un ejemplo de arquitectura de un sistema de emisión y recepción de un repetidor actual que ofrece respectivamente enlaces ascendentes y enlaces descendentes. El sistema de emisión y recepción que garantiza los enlaces entre al menos una estación terrestre, denominada en inglés Hub, y unos usuarios incluye al menos una sección 45 de ida, correspondiente a la transmisión de las señales emitidas por la estación terrestre a los usuarios y al menos una sección 47 de vuelta, correspondiente a la transmisión de las señales emitidas por unos usuarios a la estación terrestre. El número de secciones de ida y de secciones de vuelta es igual al número de estaciones terrestres desplegadas.

Cada sección de ida (en inglés Forward o Outbound), tal como se representa esquemáticamente en el ejemplo de la figura 1a, incluye generalmente, una antena 6 de recepción que incluye una fuente de recepción del concentrador específico para la recepción de señales 5 procedentes de una única estación terrestre. En el caso en el que se desplieguen varias estaciones terrestres, la antena 6 de recepción incluye varias fuentes 1 de recepción del concentrador de N, siendo N un número entero superior a 1, dedicándose cada fuente de recepción del concentrador a la recepción de las señales procedentes de una única estación terrestre. Las señales recibidas por una fuente del concentrador, por ejemplo, por la fuente 1 de recepción del concentrador, permiten servir a varios puntos 14 de usuario, cada punto 14 de usuario, denominado también haz, corresponde a la cobertura de una zona geográfica terrestre predeterminada. Los puntos de usuario se emiten mediante una o varias antenas 7 de emisión de usuario. Por ejemplo, se representan cuatro antenas de emisión de usuario en la figura 1a. Las señales de radiofrecuencia emitidas por una estación terrestre generalmente ocupan una banda ancha de frecuencias. Estas señales 5 del concentrador las recibe un canal de transmisión unido, por ejemplo, a la fuente 1 de recepción del concentrador de la antena 6 de recepción del concentrador. Las señales de banda ancha recibidas pasan a través de un filtro 11 que permite filtrar la banda de frecuencias de recepción RX del concentrador útil, después por un amplificador 12 de bajo nivel de ruido y se transponen de frecuencia mediante uno o varios convertidores 13 de frecuencias para pasar de la banda de frecuencias de recepción RX del concentrador a la banda de frecuencias de emisión TX a usuarios. Siendo generalmente más estrecha la banda de frecuencias asignada a los puntos 14 de usuario que la asignada a las estaciones terrestres, la utilización de varios convertidores 13 de frecuencias permite además replegar la banda de emisión, es decir, llevar a la misma frecuencia del concentrador de emisión, las bandas de frecuencias que estaban separadas en la recepción. Esto es generalmente necesario para ocupar una banda de frecuencias de emisión generalmente más estrecha que la banda de recepción. De este modo, también es posible ocupar una banda de emisión dos veces menos ancha que la banda de recepción, incluso menos según las necesidades. El número de convertidores utilizados es, por lo tanto, igual al ratio entre la anchura de la banda de recepción RX del concentrador y la anchura de la banda de emisión TX a usuarios. En este ejemplo, tras la amplificación, un divisor 15 realiza una división por dos de la potencia de la señal y las dos señales resultantes de la división se transponen de frecuencia mediante dos convertidores 13 de frecuencias que permiten, como se representa en la figura 2a, escindir la banda de frecuencias recibida en dos bandas que se centrarán, tras la conversión 13 de frecuencias, en la misma frecuencia, y serán dos veces más estrechas que la banda de frecuencias recibida. Las señales cuyas frecuencias corresponden a las dos bandas de frecuencias de emisión constituidas de este modo, a continuación, se transmiten respectivamente a dos demultiplexores de entrada IMUX 16 (por sus siglas en inglés Input Multiplexer) que las escinde en varias sub-bandas contiguas, siendo cada sub-banda de una anchura fija y pudiendo ajustarse, por ejemplo, en tierra, en función de las necesidades, en frecuencias de emisión. Mediante estas etapas sucesivas descritas anteriormente, se constituyen de este modo, cuatro sub-bandas de emisión independientes $U_{j-3}, U_{j-2}, U_{j-1}, U_j$, a partir de una única recepción de banda ancha y que se representan en el ejemplo de la figura 1a. Cada una de estas sub-bandas de emisión es específica para la emisión de señales de radiofrecuencia hacia un punto 14 de usuario predeterminado. Para representar las sub-bandas de frecuencias de emisión transmitidas a los puntos 14 de usuario, se atribuye generalmente un código de color a cada sub-banda. Este código de color define las fuentes utilizadas. Cada color corresponde así a un recurso frecuencial definido por la frecuencia del concentrador de la banda de frecuencia de la señal. En el caso de la figura 2a, se generan ocho sub-bandas de frecuencias de emisión TX a usuarios a partir de la recepción de una banda RX del concentrador procedente de un punto 5 del concentrador. Tras la transposición 13 de frecuencias, algunas sub-bandas se encuentran en la misma frecuencia del concentrador y se les puede atribuir el mismo color, aunque cada una de estas sub-bandas esté destinada a puntos 14 de usuario diferentes. En este ejemplo, las ocho sub-bandas de frecuencias de emisión TX a usuarios generan cuatro colores diferentes, utilizando por lo tanto cada color dos veces. Cada sub-banda de frecuencias de

emisión (o color se amplifica) a continuación, mediante un pre-amplificador 17, luego mediante un tubo 18 de ondas progresivas, seguido de un filtro 19, que realizan una amplificación de potencia y un filtrado de las no linealidades para que las fuentes 20 de usuario sólo transmitan a los puntos 14 de usuario el espectro de frecuencias útil.

5 Cada sección 47 de vuelta (en inglés Return o Inbound), tal y como se ha representado esquemáticamente en el ejemplo de la figura 1b, se invierte con respecto a la sección de ida e incluye fuentes 21 de usuario de recepción destinadas cada una, a recibir señales de radiofrecuencia en una banda de frecuencias de recepción estrecha y capaz de transmitir las señales recibidas a una estación de recepción terrestre. En el caso en que se utilicen antenas que funcionen en emisión y en recepción, las fuentes 21 de usuario de recepción son las mismas que las fuentes 20 de usuario de emisión de ida. Las fuentes 21 de usuario de recepción se unen respectivamente cada una a un filtro 10 22 seguido de un amplificador de bajo nivel de ruido con control 23 de ganancia, que permite controlar los niveles respectivos recibidos en cada canal de recepción de usuario $U_{j...}$, U_{j+3} correspondientes a cada fuente 21. Tras la amplificación, las señales recibidas en las sub-bandas de frecuencias contiguas $U_{j...}$, U_{j+3} se recombinan mediante multiplexores 24 de entrada IMUX para reconstruir un espectro de frecuencias de banda más ancha, posteriormente se transponen a la banda de frecuencias de emisión TX a través de uno o varios convertidores 25 de frecuencias. 15 Las señales resultantes de los convertidores 25 de frecuencias se recombinan mediante un combinador 26 de señales para reconstituir la banda total asignada a la estación terrestre, tal y como se representa en la figura 2b, y transmitir, tras la amplificación en los amplificadores de canales 27 y de potencia 28 y después del filtrado 29, las diferentes señales resultantes de las antenas 7 de usuario hacia la estación terrestre mediante una fuente de emisión del concentrador específica de la antena 6 del concentrador, pudiendo ser las fuentes de emisión del 20 concentrador las mismas que las fuentes 1 de recepción del concentrador de N, en el caso de utilizar antenas de emisión y recepción.

Este tipo de arquitectura sólo permite garantizar los enlaces ascendentes y descendentes entre estaciones terrestres y puntos de usuario y no permite realizar enlaces entre puntos directos, entre usuarios. Para realizar enlaces entre puntos, se acostumbra, tal y como se representa en el ejemplo de arquitectura de la figura 3, equipar el repetidor con una sección de enlace adicional, denominada sección en malla, destinada a garantizar únicamente enlaces entre 25 puntos, incluyendo la sección en malla un procesador 31 transparente digital PTD, (por sus siglas en inglés Digital Transparent Processor (Procesador Transparente Digital)). El PTD 31 incluye accesos 32 de entrada, cada uno específico para la recepción de señales procedentes de un primer punto 14 de usuario y de los accesos 33 de salida, cada uno específico para la re-emisión de señales recibidas hacia un segundo punto 43 de usuario destinatario. Cada acceso 32 de entrada del PTD 31 está conectado a una fuente 36 de recepción de señales a través de un canal de conversión de la frecuencia de recepción específica y cada acceso de salida del PTD 33 está unido a una fuente 37 de emisión de señales de radiofrecuencia a través de un canal de conversión de la frecuencia de emisión específica. En cada canal de conversión en frecuencia de recepción, las señales que recibe cada fuente 36 de recepción, se filtran previamente mediante un filtro 34 y se amplifican en un amplificador 35 de bajo nivel de ruido, después se convierten en frecuencia en un convertidor 38. El PTD 31 realiza un filtrado digital fino que permite 30 dividir las bandas de frecuencias de las señales recibidas procedentes de cada punto de usuario, en varias sub-bandas de anchuras más fina, siendo cada sub-banda resultante de la división, específica para un único usuario, y encamina cada sub-banda, a continuación reorganiza dichas sub-bandas a fin de reconstituir las bandas específicas de cada punto 43 de usuario destinatario, suministrándose las bandas reorganizadas a los accesos 33 de salida del PTD respectivos y transmitidas por los canales de conversión de frecuencias de emisión correspondientes. Tras la conversión 39 de frecuencias, seguida de la amplificación 40, 41 y el filtrado 42, las fuentes 37 de emisión unidas a cada canal de conversión de frecuencias de emisión vuelven a emitir las señales hacia los puntos 43 de usuario 35 destinatarios.

Sin embargo, la capacidad de tratamiento de un PTD 31 está limitada en términos de ancho de banda pudiendo 45 tratarse por accesos, así como por la capacidad de tratamiento total correspondiente al producto de la capacidad por acceso por el número 32, 33 de accesos del PTD. Estas limitaciones no permiten tratar un gran número de conexiones entre los puntos 36 a re-emitir y los puntos 43 destinatarios. Actualmente, la capacidad de tratamiento de un PTD es aproximadamente de 2000 MHz, la capacidad por acceso es de 250 MHz y el número de accesos del PTD está limitado a ocho puntos de usuario en total, mientras que las necesidades típicas de servicio para una 50 carga útil son de ochenta puntos de usuario. Para aumentar la capacidad de tratamiento del PTD 31, es posible limitar la banda de frecuencias de cada acceso, por ejemplo, a 50 MHz, pero esto multiplica el número de canales de conversión de frecuencias a ambos lados del PTD 31. Por ejemplo, en el caso de 80 puntos de usuario, se necesitan 160 canales de conversión de frecuencias, lo que complica la arquitectura en torno al PTD 31, el número de canales de conversión a ambos lados del PTD y del mismo PTD.

55 El documento WO 98/05132 A2 [ERICSSON GE MOBILE INC, 1998-02-05] divulga un sistema de emisión y recepción multipunto a bordo de un satélite que incluye al menos una sección de ida, al menos una sección de vuelta, y una sección de enlace adicional, denominada sección en malla, destinada a garantizar los enlaces entre puntos.

El documento "Digital Transparent Processor for Satellite Telecommunication Services" [A. Le Pera, F. Forni, M. Grossi, M. Lucente, V. Palma, T. Rossi y M. Ruggiero; AEROSPACE CONFERENCE, 2007 IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, 2007-03-03, páginas 1-9, XP031260740, ISBN: 978-1-4244-0524-4] divulga un satélite con una sección en 60 malla que incluye un procesador transparente digital.

Un primer objetivo de la invención es realizar una nueva arquitectura de repetidor a bordo de un satélite que no presente los inconvenientes de las arquitecturas existentes, que permita realizar enlaces ascendentes y descendentes entre una o varias estaciones terrestres y puntos de usuario; y que permita realizar un gran número de enlaces entre puntos directos, entre los usuarios, utilizando un PTD de tamaño y masa reducidas, con una complejidad mínima, que tenga un número de accesos de entrada y de salida muy inferior al número de conexiones entre puntos de usuario que se quieren realizar; y que permita minimizar el número de canales de conversión a la entrada y a la salida del PTD.

Un segundo objetivo de la invención es realizar una nueva arquitectura de repetidor que permita servir un conjunto de puntos de usuario incluso en el caso en el que el número de estaciones en tierra sea insuficiente.

Para ello, la invención se refiere a un sistema de emisión y recepción multipunto a bordo de un satélite que incluye al menos una sección de ida, incluyendo un canal de recepción del concentrador destinado a recibir unas primeras señales procedentes de una estación terrestre y al menos dos canales de emisión de usuario, destinados a emitir las primeras señales hacia zonas de cobertura geográfica correspondientes a usuarios, denominadas puntos de usuario, al menos una sección de vuelta, incluyendo al menos dos canales de recepción de usuario, destinados a recibir unas segundas señales procedentes de los puntos de usuario y un canal de emisión del concentrador, destinada a emitir segundas señales hacia la estación terrestre, y una sección de enlace adicional, denominada sección en malla, destinada a garantizar unos enlaces entre puntos, incluyendo la sección en malla un procesador transparente digital PTD, destinado a filtrar y encaminar señales de un primer punto de usuario hacia un segundo punto de usuario.

De acuerdo con la invención, la sección en malla además incluye:

- medios de toma de muestras y recombinación de frecuencias que incluyen al menos dos entradas unidas a la sección de vuelta y una salida unida a una entrada del PTD, para tomar muestras, respectivamente, en los al menos dos canales de recepción de usuario, dos primeras fracciones de bandas de frecuencias, denominadas fracciones de banda en malla, y para recombinar las dos primeras fracciones de banda en malla muestreadas en una sola banda de frecuencias, aplicada en una entrada del PTD,
- medios de división y reinyección de frecuencias que incluyen una entrada unida a una salida del PTD y al menos dos salidas unidas a una sección de ida, para dividir la banda de frecuencias, encaminada por una misma salida del PTD, en al menos dos segundas fracciones de banda de frecuencias y para reinyectar, respectivamente, en los al menos dos canales de emisión de usuario, las segundas fracciones de banda de frecuencias obtenidas tras la división.

Ventajosamente, los medios de toma de muestras y recombinación de frecuencias incluyen un multiplexor de entrada IMUX y los medios de división y reinyección de frecuencias incluyen al menos un demultiplexor de salida.

El sistema de emisión y recepción multipunto, de acuerdo con la invención, puede incluir otras características adicionales que pueden considerarse por separado y/o combinadas, y en particular:

- la fracción de banda en malla muestreada de un canal de recepción de usuario de un punto de usuario es ventajosamente idéntica a la fracción de banda de frecuencias reinyectada en un canal de frecuencias de emisión de usuario del mismo punto de usuario.
- las fracciones de banda en malla muestreadas en los canales de recepción de usuario de una misma sección de vuelta tienen todas ventajosamente, una misma anchura y presentan un desfase en las frecuencias de las unas con respecto a las de las otras, siendo el desfase en las frecuencias igual a la anchura de una fracción de banda en malla y las fracciones de banda en malla muestreadas son contiguas.
- la anchura total de las fracciones de banda en malla muestreadas sobre los canales de recepción de usuario de la misma sección (47) de vuelta, es ventajosamente igual a la anchura de banda de cada punto de usuario.
- el sistema de emisión y recepción multipunto puede incluir además, unos primeros medios de selección para conectar selectivamente al menos un acceso de entrada del PTD, bien a unos canales de recepción de usuario, o bien a través de al menos un primer enlace adicional, a un canal de recepción del concentrador, y unos segundos medios de selección para conectar selectivamente al menos un acceso de salida del PTD, bien a canales de emisión de usuario, o bien a través de al menos un segundo enlace adicional, a un canal de emisión del concentrador.
- los primeros medios de selección pueden incluir una primera matriz de selección de entrada conectada en la sección en malla entre los IMUX y las entradas del PTD y una segunda matriz de selección de salida conectada en la sección en malla entre las salidas del PTD y los DMUX.
- los segundos medios de selección pueden incluir una tercera matriz de selección conectada a los canales de recepción de usuario de cada sección de vuelta y unida a la segunda matriz de selección de salida de la sección en malla.

- las primera, segunda y tercera matrices de selección realizan funciones de tipo "o exclusivo".

La invención se refiere también a un satélite de telecomunicaciones que incluye dicho sistema de emisión y recepción multipunto.

5 Otras características y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto claramente en el resto de la descripción, que se proporciona a modo de ejemplo meramente ilustrativo y no limitativo, con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos que representan:

- figuras 1a y 1b: un ejemplo de arquitectura de carga útil respectivamente para enlaces ascendentes y para enlaces descendentes, de acuerdo con la técnica anterior;
- 10 - figura 2a: un ejemplo que ilustra la escisión de una banda de frecuencias inicial en dos bandas de frecuencias idénticas y dos veces más estrechas que la banda de frecuencias inicial;
- figura 2b: un ejemplo que muestra la combinación de dos bandas de frecuencias estrechas en una banda de frecuencias dos veces más ancha;
- figura 3: un ejemplo de arquitectura de carga útil que utiliza un PTD y que permite garantizar enlaces entre puntos, entre usuarios, de acuerdo con la técnica anterior;
- 15 - figura 4: un primer ejemplo de arquitectura de carga útil que utiliza un PTD y que permite garantizar enlaces entre puntos, entre usuarios, de acuerdo con la invención;
- figura 5: un esquema que ilustra el principio de toma de muestras de una sub-banda de frecuencias correspondiente a una fracción de la banda total asignada a un punto, para cinco puntos diferentes recibidos utilizando la misma banda de frecuencias, de acuerdo con la invención;
- 20 - figura 6: una vista simplificada, correspondiente a la arquitectura de la figura 4, que muestra una única conexión entre un acceso de salida del PTD y un canal de emisión de usuario de una sección de ida que comunica un punto de usuario, de acuerdo con la invención;
- figura 7: un esquema de una variante de realización de una arquitectura de carga útil que permite servir un conjunto de puntos de usuario en el caso en el que el número de estaciones fijas sea insuficiente.

25 La arquitectura de carga útil representada en la figura 4 incluye al menos una sección 45 de ida que incluye un canal 70 de recepción del concentrador para recibir señales 5 procedentes de una estación terrestre, no representada, y garantizar que estas señales 5 se envían a puntos 14 de usuario a través de al menos dos canales 71, 72 de emisión de usuario, al menos una sección 47 de vuelta que incluye al menos dos canales 73, 74 de recepción de usuario para recibir señales procedentes de puntos 14 de usuario y garantizar el envío de las señales recibidas a una estación terrestre a través de un canal 83 de emisión del concentrador y una sección 49 en malla que garantiza los enlaces entre puntos directos, entre los usuarios. El número de secciones de ida es igual al número de secciones de vuelta.

35 La transmisión de las comunicaciones entre una o varias estaciones terrestres y una serie de puntos 14 de usuario se realiza a través de antenas 7 de emisión y recepción específicas de los puntos 14 de usuario y de al menos una antena 6 de emisión y de recepción del concentrador incluyendo fuentes 1 de emisión y recepción del concentrador en N, siendo cada fuente del concentrador específica para una estación terrestre. El ancho de banda asignado a las estaciones terrestres es varias veces superior al ancho de banda asignado a los puntos 14 de usuario.

40 La sección 49 en malla incluye un procesador 35 transparente digital PTD que incluye al menos una entrada y una salida, al menos un canal 50 de conversión de entrada, unida a una entrada del PTD 35 y al menos un canal 51 de conversión de salida, unida a una salida del PTD 35, incluyendo los canales de conversión de entrada y de salida unos medios 55, 56 de conversión de la frecuencia de las señales para permitir su tratamiento mediante el PTD 35. De acuerdo con la invención, el canal 50 de conversión de entrada incluye, además, unos medios 52 de toma de muestras y recombinación de frecuencias que incluyen al menos dos entradas 75, 76 conectadas respectivamente a los dos canales 73, 74 de recepción de usuario asociados a las dos fuentes 77, 78 de recepción de usuario diferentes de la sección 47 de vuelta y una salida 79 unida a una entrada del PTD 35 a través de los medios 55 de conversión de frecuencias. El canal 51 de conversión de salida incluye además medios 53 de división y reinyección de frecuencias que incluyen una entrada 80 conectada a una salida del PTD 35 a través de los medios 56 de conversión de frecuencias y al menos dos salidas 81, 82, estando las dos salidas 81, 82 conectadas respectivamente, a través de medios 54 de combinación, a los dos canales 71, 72 de emisión de usuario de la sección 45 de ida para garantizar la emisión de la señal combinada a un punto 14 de usuario.

55 Los medios 52 de toma de muestras y de recombinación de frecuencias incluyen medios de filtrado para tomar muestras en cada uno de dichos canales 73, 74 de recepción de usuario, una sub-banda de frecuencias, denominada fracción 100 de banda en malla, correspondiente a una fracción de la banda total asignada a cada punto 14 de usuario, y medios para recombinar el conjunto de las fracciones 100 de banda en malla muestreadas en una banda en malla, de anchura idéntica a la asignada a los puntos de usuario. Las fuentes 77, 78 funcionan en una misma banda de frecuencias o en dos bandas de frecuencias diferentes pero contiguas, y las fracciones de bandas en malla muestreadas son contiguas.

Tal y como se representa en la figura 5 en el caso de un ejemplo de recepción de diez puntos diferentes de 90 a 99, utilizando dos bandas de frecuencias diferentes pero contiguas, las fracciones 100 de banda en malla muestreadas

en cada uno de los puntos recibidos presentan anchuras idénticas y desfases en las frecuencias de las unas con respecto a las de las otras, correspondiendo el desfase a la anchura L1 de cada fracción de banda en malla, de manera que las fracciones 100 de banda en malla no incluyan frecuencias en común, sean contiguas y que la anchura total del conjunto de las fracciones 100 de banda en malla tras la recombinación sea igual al ancho L2 de banda atribuido a un punto 14 de usuario. El desfase en la frecuencia de las sub-bandas muestreadas y asignadas a la sección en malla permite separar diferentes puntos recibidos del mismo color, es decir, que utilizan la misma banda de frecuencias. En el ejemplo de la figura 5, hay una recepción de diez puntos de usuario que utilizan dos bandas de frecuencias diferentes, utilizándose cada banda de frecuencias de usuario en cinco puntos de usuario diferentes. La separación de los diferentes puntos, se realiza tomando una muestra, en cada una de estas bandas de usuario, una fracción de banda en malla igual a una quinta parte de la banda de frecuencias de usuario, siendo las fracciones en malla muestreadas de una banda de usuario, distintas y contiguas a otra banda de usuario. Tras la conversión de frecuencias, las fracciones de banda en malla contiguas muestreadas y recombinadas en una banda L2 única de misma anchura que cada banda de usuario, forman una señal recombinada única aplicada a un mismo acceso de entrada del PTD 35. Ventajosamente, los medios 52 de toma de muestras y recombinación pueden ser multiplexores de entrada, denominados también IMUX (en inglés, Input Multiplexor).

Habitualmente en el PTD 35, las señales aplicadas a la entrada se filtran y encaminan hacia una salida del PTD 35.

Los medios 53 de división y reinyección de frecuencias incluyen medios de filtrado para dividir la banda de frecuencias encaminada mediante el PTD 35 sobre un mismo acceso de salida, en al menos dos fracciones de banda de frecuencias contiguas, de misma anchura; y medios de reinyección para reinyectar en cada uno de los dos canales 71, 72 de emisión de usuario de la sección 45 de ida, las fracciones de bandas de frecuencias obtenidas después del filtrado. Las fracciones de banda de frecuencias filtradas y reinyectadas corresponden a las fracciones de banda en malla muestreadas en los dos canales 73, 74 de recepción de usuario de la sección 47 de vuelta y tienen la misma anchura L1 de banda.

La figura 6 es una vista simplificada de la arquitectura de la figura 4 que muestra el principio de reinyección de la fracción de banda que falta en un canal 71 de emisión de usuario de una sección de ida que comunica un punto 14 de usuario, la reinyección de la fracción de banda que falta permite reconstituir la banda total asignada al punto 14 de usuario correspondiente. Para cada uno de los canales 71, 72 de emisión y 73, 74 de recepción, la fracción de banda 100 de frecuencias en malla muestreada en el canal 73 de recepción de un punto 14 de usuario es idéntica a la fracción de banda 101 de frecuencias reinyectada en el canal 71 de emisión del mismo punto 14 de usuario. De este modo, cada fracción de banda 100 de frecuencias en malla muestreada en la recepción se reinyecta 101 en la emisión. Cada señal resultante de un punto de usuario se transmite, a través del PTD, a otro usuario utilizando la sub-banda de frecuencias correspondiente a la fracción de banda 100 de frecuencias en malla, muestreada. La fracción 100 de banda muestreada se reinyecta 101 en un canal 71 de emisión de la sección de ida y se combina, a través de los medios 54 de combinación, en la banda de emisión de la sección de ida para formar una señal única cuyo ancho de banda de frecuencias es igual al ancho de banda L2 de frecuencias asignado a cada punto 14 de usuario. Ventajosamente, los medios 53 de separación y reinyección de frecuencias pueden ser demultiplexores de salida, denominados también DMUX (en inglés: Demultiplexor).

Esta arquitectura de carga útil, permite servir al menos dos puntos de usuario a partir de un solo acceso de entrada y de salida del PTD 35.

En la figura 4, la sección de vuelta incluye cuatro canales 73, 74 de recepción de usuario de señales de radiofrecuencia y la sección de ida incluye cuatro canales 71, 72 de emisión de usuario de señales de radiofrecuencia. La sección 49 en malla que garantiza enlaces 14 entre puntos, entre usuarios, incluye un PTD 35 que incluye varios accesos de entrada y de salida, estando unido cada acceso de entrada a una sección 47 de vuelta y estando unido cada acceso de salida a una sección 45 de ida. Los medios de toma de muestras y recombinación de frecuencias de cada sección 47 de vuelta incluyen un multiplexor 52 de entrada que tiene cuatro entradas conectadas respectivamente a los cuatro canales 73, 74 de recepción de usuario y una salida conectada a un acceso de entrada del PTD 35. El multiplexor 52 incluye cuatro vías de filtrado para tomar muestras y filtrar una fracción de la banda de frecuencias en malla de cada uno de los canales 73, 74 de recepción de usuario, siendo las cuatro fracciones de bandas de frecuencias en malla muestreadas y filtradas, contiguas y con anchuras L1 idénticas, y siendo cada anchura L1 igual a un cuarto del ancho L2 de la banda total asignado a un punto 14 de usuario. Los medios 53 de separación y reinyección de frecuencias de cada sección 45 de ida incluyen un demultiplexor 53 de salida que tiene una entrada conectada a un acceso de salida del PTD 35 y cuatro salidas conectadas respectivamente, a través de combinadores 54 respectivos, en los cuatro canales 71, 72 de emisión de los puntos 14 de usuario. El demultiplexor 53 incluye cuatro vías de filtrado para dividir y filtrar cuatro fracciones de bandas de frecuencias idénticas a las fracciones de bandas en malla, muestreadas en los canales 73, 74 de recepción de la sección 47 de vuelta. Las cuatro fracciones de bandas de frecuencias divididas y filtradas son contiguas y con anchuras idénticas, siendo cada anchura igual a un cuarto del ancho L2 de la banda total asignado a un punto 14 de usuario.

De este modo, para un PTD que incluye N accesos de entrada y N accesos de salida, y que utiliza unos IMUX que incluyen P entradas y unos DMUX que incluyen p salidas, siendo N un número entero superior o igual a uno y P un número entero superior o igual a 2, la arquitectura, de acuerdo con la invención, permite conectar directamente un

número de puntos de usuario igual a (N.P) puntos.

A modo de ejemplo no limitativo, para una banda de frecuencias de 2000 MHz asignada a cada estación terrestre, bien de 1000 MHz para dos polarizaciones diferentes y para una banda de frecuencias de 500 MHz asignada a cada punto de usuario, o bien de 250 MHz ida y vuelta por punto, se necesitan 10 estaciones terrestres para servir 80 puntos de usuario, es decir una capacidad total de 20000 MHz ida y 20000 MHz vuelta. Con un PTD que incluye 8 entradas y 8 salidas de 500 MHz por acceso, conectado a unos IMUX y DMUX de 10 canales de 500 MHz de banda cada uno, pueden conectarse 10 puntos por acceso, bien 80 puntos en total en la emisión y 80 puntos en la recepción para los enlaces entre puntos, lo que representa una banda de 4000 MHz de ida y 4000 MHz de vuelta asignada a los enlaces entre puntos, o bien un 20% de la capacidad total asignada a los puntos.

Esta arquitectura de carga útil es tan potente como para servir a un gran número de enlaces entre puntos, pero no permite una flexibilidad de enlaces entre las estaciones terrestres y los puntos de usuario para los enlaces de ida y vuelta. De hecho, una estación terrestre sirve un número de puntos de usuario predeterminado y fijo. En el caso en el que se desee servir un gran número de puntos, entonces es necesario disponer de un despliegue de varias estaciones terrestres que permita todos los enlaces deseados. En el ejemplo descrito anteriormente, se necesitan 10 estaciones terrestres para garantizar los enlaces con los 80 puntos de usuario.

La figura 7 representa una variante de realización de una arquitectura de carga útil que permite servir al conjunto de puntos deseados incluso en el caso en el que el número de estaciones terrestres sea insuficiente. Para ello, de acuerdo con esta variante de realización, para realizar enlaces de ida entre una estación terrestre y usuarios adicionales, la arquitectura de carga útil incluye además de unos primeros medios 60, 61 de selección para conectar selectivamente al menos un acceso de entrada del PTD 35 bien a canales 71, 72 de emisión de usuario de una sección 45 de ida para realizar un enlace entre puntos, tal y como se describe con referencia a la figura 4, o bien a un canal 70 de recepción del concentrador para realizar un enlace 84 adicional entre la estación terrestre y los usuarios adicionales a través del PTD 35. Simétricamente, para realizar enlaces de vuelta, de los usuarios adicionales hacia la estación terrestre, la arquitectura de carga incluye unos segundos medios 62 de selección para conectar selectivamente al menos un acceso de salida del PTD 35, bien a canales 73, 74 de recepción de usuario de una sección 47 de vuelta para realizar un enlace entre puntos, o bien a un canal 83 de emisión del concentrador para realizar un enlace 85 adicional con una fuente de emisión del concentrador N a la estación terrestre a través del PTD 35.

Los primeros medios de selección incluyen una primera matriz 60 de selección de entrada conectada en la sección en malla entre los IMUX 52 y las entradas del PTD 35 y una segunda matriz 61 de selección de salida conectada en la sección 49 en malla entre las salidas del PTD 35 y los DMUX 53. La primera matriz 60 de selección está unida al canal de recepción de usuario de una sección de ida a través de un convertidor 64 de frecuencias. Los segundos medios de selección incluyen una tercera matriz 62 de selección conectada a los canales de emisión de usuario de cada sección 47 de vuelta, entre los convertidores 25 de frecuencias y los combinadores 26 de señales y unida a la segunda matriz 61 de selección de salida de la sección 49 en malla a través de un convertidor 63 de frecuencias. La primera, segunda y tercera matriz de selección, realizan funciones de tipo "o exclusivo".

De este modo, para realizar un enlace de ida entre una estación terrestre y un usuario adicional situado en una zona geográfica no cubierta por los canales de emisión de usuario fijos de la sección de ida específica de la estación terrestre, las señales emitidas por la estación terrestre y recibidas por la fuente de recepción del concentrador de la sección de ida se dirigen hacia la primera matriz 60 de selección de la sección 49 en malla, luego se encaminan mediante el PTD 35 por un acceso de salida del PTD 35, y se dirigen, a través de la segunda matriz 61 de selección, hacia un canal de emisión de usuario que cubra la zona geográfica en la que se encuentra el usuario adicional. Ventajosamente, el canal de emisión de usuario que cubre la zona geográfica donde se encuentra el usuario adicional puede formar parte de una sección de ida, a la espera de un acoplamiento a una futura estación terrestre específica.

Simétricamente, para realizar un enlace de vuelta entre un usuario adicional y una estación terrestre, encontrándose el usuario adicional en una zona geográfica no cubierta por los canales de recepción de usuario fijos de la sección de vuelta específica de la estación terrestre, las señales que emite el usuario adicional y que se reciben por un canal de recepción de usuario que cubre la zona geográfica donde se encuentra el usuario adicional, se envían por la sección 49 en malla hacia una entrada del PTD 35. El PTD 35 encamina las señales recibidas hacia un acceso de salida del PTD 35 y las transmite, a través de la segunda matriz 62 de selección, a la tercera matriz 63 de selección que las dirige a continuación, hacia el canal de emisión del concentrador de la sección 47 de vuelta específica de la estación terrestre.

Esta variante de arquitectura de carga útil permite servir un número elevado de puntos de usuario a partir de una única estación terrestre y de forma flexible. Esta arquitectura también permite realizar un despliegue progresivo de un servicio hacia un gran número de usuarios, mediante enlaces provisionales pasando a través del PTD que puede utilizarse, al principio del despliegue, la mitad para realizar enlaces de ida y la otra mitad para realizar enlaces de vuelta. A medida que se construyan estaciones terrestres, el tráfico de las comunicaciones que pasaban a través del PTD puede bascularse hacia las secciones de ida y vuelta específicas de las estaciones terrestres construidas y sustituirse por un servicio en malla de enlaces entre puntos, entre los usuarios. Al final del despliegue de las

estaciones terrestres, todo el tráfico de comunicaciones entre las estaciones terrestres y los puntos de usuario pasa por las secciones de ida y vuelta específicas de cada estación terrestre y entonces el PTD se utiliza completamente para garantizar los enlaces entre puntos, entre los usuarios.

5 A modo de ejemplo no limitativo, para una estación terrestre que presente una banda de frecuencias de 1000 MHz por polarización y que funcione en dos polarizaciones diferentes, utilizando un PTD que tenga una capacidad de tratamiento de 500 MHz por acceso y que incluya 8 accesos de entrada y 8 accesos de salida, y que utilice IMUX y DMUX que presenten 10 canales de 50 MHz cada uno para la conexión de 10 puntos por acceso, es posible conectar 4 accesos de entrada del PTD a canales de recepción del concentrador de una estación en tierra, otros 4 accesos de entrada a canales de recepción de usuario, en una cantidad de 40 en el presente ejemplo, 4 accesos de salida del PTD a canales de emisión del concentrador de una estación terrestre y otros 4 accesos de salida a canales de emisión de usuario, es decir, 40 puntos diferentes. En esta configuración, una estación terrestre con una capacidad de 2000 MHz a la ida y de 2000 MHz a la vuelta está conectada a 40 puntos de usuario que presentan cada uno una capacidad de 500 MHz a la ida y 500 MHz a la vuelta.

10 También se podría considerar servir 80 puntos de usuario diferentes con una sola estación terrestre, utilizando un PTD con 12 accesos de entrada y 12 accesos de salida al PTD, conectando 8 accesos a canales de recepción de usuario y 4 accesos a canales de recepción del concentrador.

Aunque la invención se haya descrito en relación con los medios de realización particulares, resulta bastante evidente que no está limitada en absoluto y que comprende todas las variantes y modificaciones definidas por el ámbito de la invención, de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas.

20

REIVINDICACIONES

1. Sistema de emisión y recepción multipunto a bordo de un satélite que incluye al menos una sección (45) de ida que incluye un canal (70) de recepción del concentrador destinado a recibir unas primeras señales procedentes de una estación terrestre y al menos dos canales (71, 72) de emisión de usuario destinados a emitir las primeras señales hacia las zonas de cobertura geográfica correspondientes a unos usuarios, denominados puntos (14) de usuario, al menos una sección (47) de vuelta, que incluye al menos dos canales (73, 74) de recepción de usuario z destinados a recibir unas segundas señales procedentes de los puntos (14) de usuario y un canal (83) de emisión del concentrador destinado a emitir las segundas señales hacia la estación terrestre, y una sección de enlace adicional, denominada sección (49) en malla, destinada a garantizar enlaces entre puntos, incluyendo la sección en malla un procesador (35) transparente digital, PTD, destinado a filtrar y encaminar señales desde un primer punto de usuario hacia un segundo punto de usuario, **caracterizado porque** la sección (49) en malla además incluye:

 - medios (52) de toma de muestras y recombinación de frecuencias que incluyen al menos dos entradas unidas a una sección (47) de vuelta y una salida unida a una entrada del PTD (35) para tomar muestras, respectivamente, de los al menos dos canales (73, 74) de recepción de usuario, dos primeras fracciones de bandas de frecuencias, denominadas fracciones (100) de banda en malla, y para recombinar las dos primeras fracciones (100) de banda en malla muestreadas en una única banda de frecuencias, aplicada sobre una entrada del PTD (35),
 - medios (53) de división y reinyección de frecuencias que incluyen una entrada unida a una salida del PTD (35) y al menos dos salidas unidas a una sección de ida para dividir la banda de frecuencias, encaminada por una misma salida del PTD (35), en al menos dos segundas fracciones de banda de frecuencias y para reinyectar, respectivamente en los al menos dos canales (71, 72) de emisión de usuario, las segundas fracciones de banda de frecuencias obtenidas tras la división.
2. Sistema de emisión y recepción multipunto de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** los medios (52) de toma de muestras y recombinación de frecuencias incluyen un multiplexor de entrada IMUX y **porque** los medios (53) de división y reinyección de frecuencias incluyen al menos un demultiplexor de salida DMUX.
3. Sistema de emisión y recepción multipunto de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado porque** la fracción (100) de banda en malla muestreada en un canal (73, 74) de recepción de usuario de un punto (14) de usuario es idéntica a la fracción de banda de frecuencias reinyectada en un canal (71, 72) de frecuencias de emisión de usuario del mismo punto (14) de usuario.
4. Sistema de emisión y recepción multipunto de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** las fracciones (100) de banda en malla muestreadas en los canales de recepción de usuario de una misma sección de vuelta, presentan todas una misma anchura (L1) y presentan un desfase en las frecuencias de las unas con respecto a las de las otras, siendo el desfase en frecuencia igual a la anchura (L1) de una fracción (100) de banda en malla y las fracciones de banda en malla muestreadas son contiguas.
5. Sistema de emisión y recepción multipunto de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado porque** la anchura total de las fracciones (100) de banda en malla muestreadas en los canales (73, 74) de recepción de usuario de la misma sección (47) de vuelta es igual al ancho (L2) de banda de cada punto (14) de usuario.
6. Sistema de emisión y recepción multipunto de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** incluye además unos primeros medios (60, 61) de selección para conectar selectivamente al menos un acceso de entrada del PTD (35) bien sobre canales (73, 74) de recepción de usuario, o bien, a través de al menos un primer enlace (84) adicional, a un canal (70) de recepción del concentrador, y **porque** incluye unos segundos medios (62) de selección para conectar selectivamente al menos un acceso de salida del PTD (35), bien a canales (71, 72) de emisión de usuario, o bien, a través de al menos un segundo enlace (85) adicional, a un canal (83) de emisión del concentrador.
7. Sistema de emisión y recepción multipunto de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado porque** los primeros medios de selección incluyen una primera matriz (60) de selección de entrada conectada en la sección (49) en malla entre los IMUX (52) y las entradas del PTD (35) y una segunda matriz (61) de selección de salida conectada en la sección (49) en malla entre las salidas del PTD (35) y los DMUX (53).
8. Sistema de emisión y recepción multipunto de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado porque** los segundos medios de selección incluyen una tercera matriz (62) de selección conectada a los canales (73, 74) de recepción de usuario de cada sección (47) de vuelta y unida a la segunda matriz (61) de selección de salida de la sección (49) en malla.
9. Sistema de emisión y recepción multipunto de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado porque** la primera (60), segunda (61) y tercera (62) matriz de selección, realizan funciones de tipo "o exclusivo".
10. Satélite de telecomunicaciones que incluye un sistema de emisión y recepción multipunto de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores.

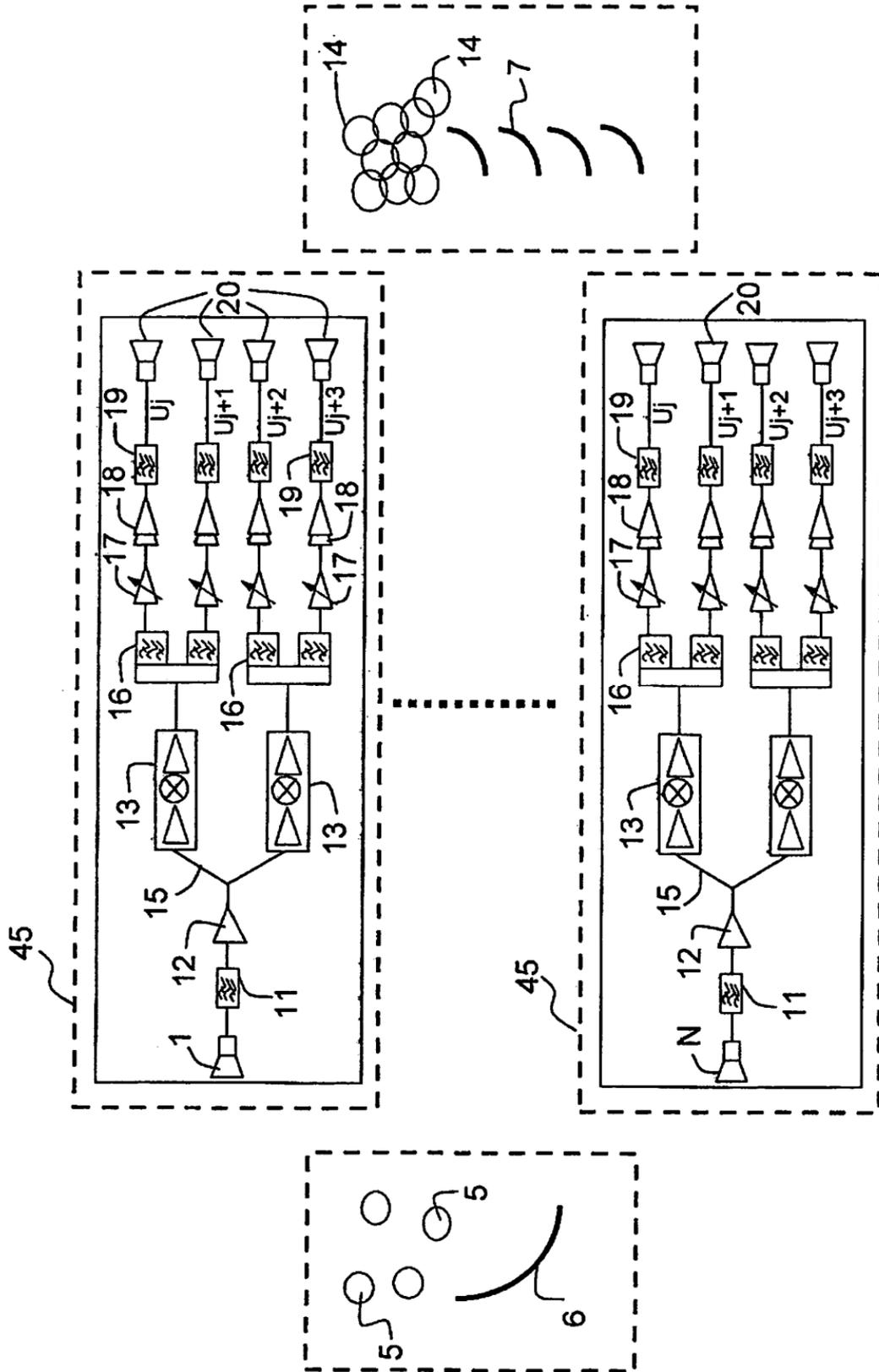


FIG.1a

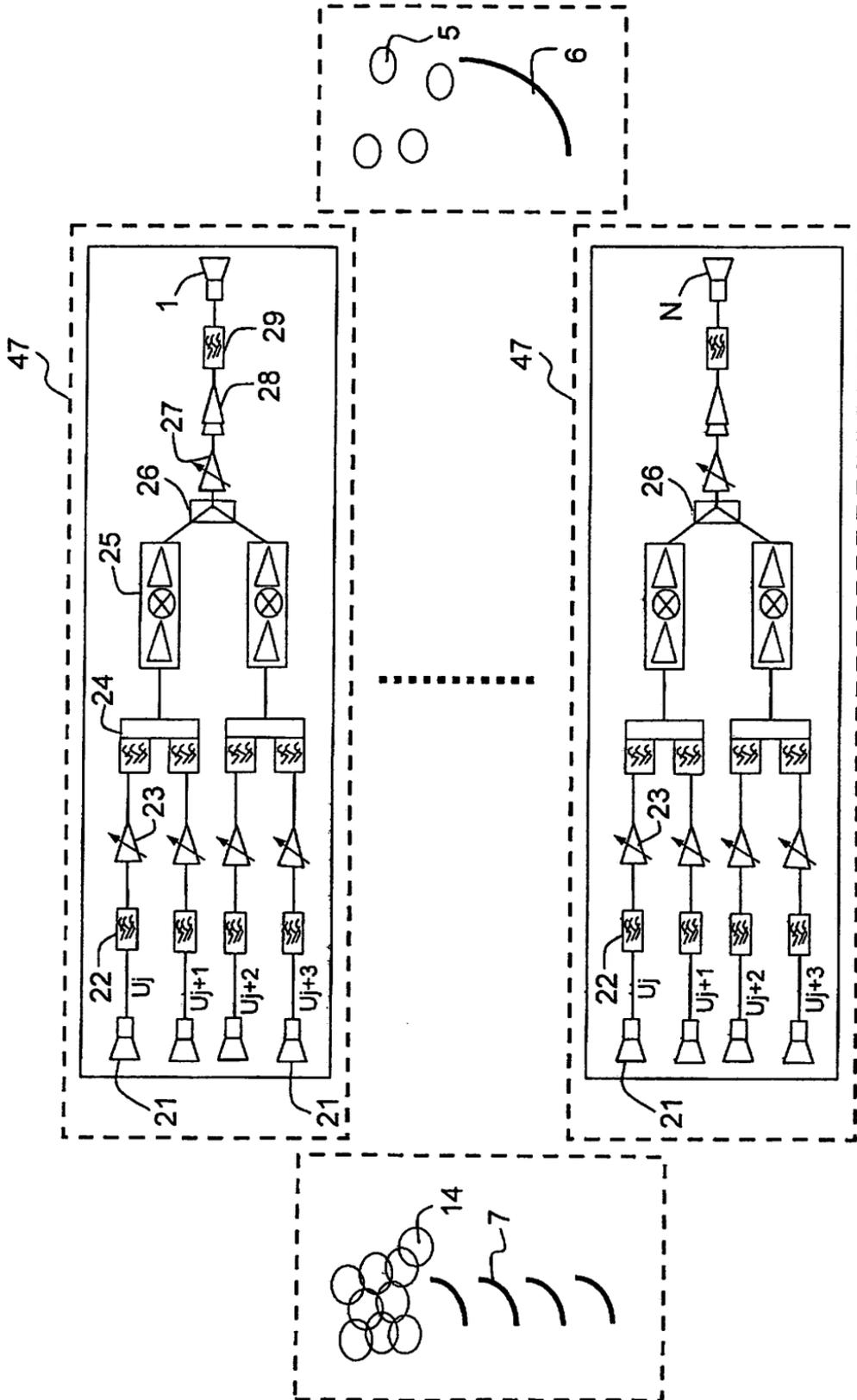


FIG.1b

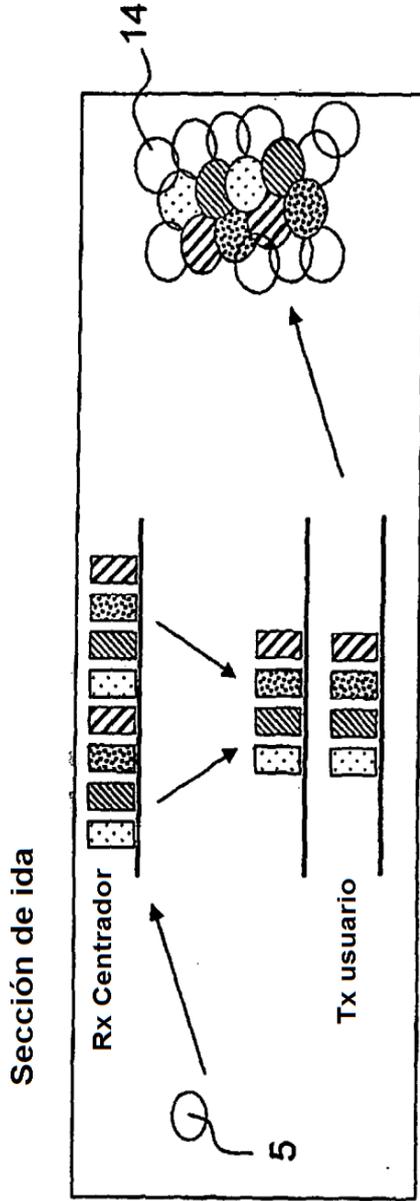


FIG.2a

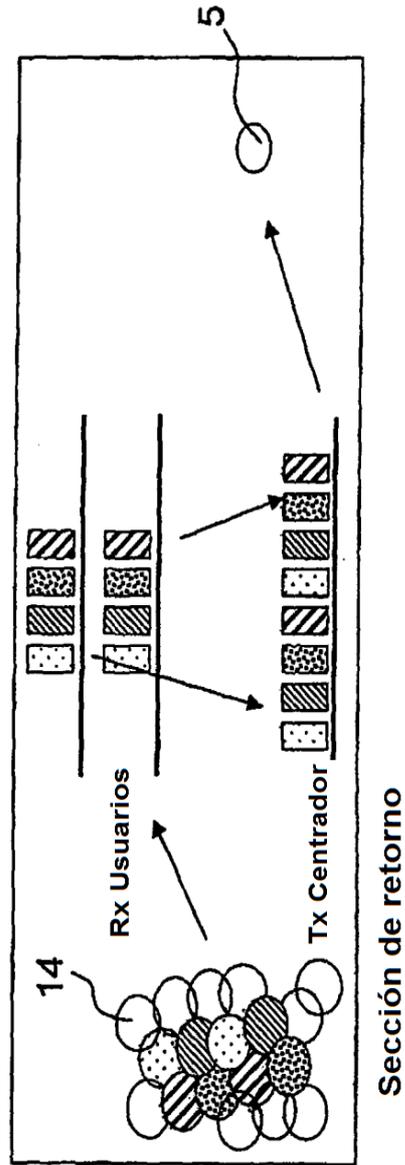


FIG.2b

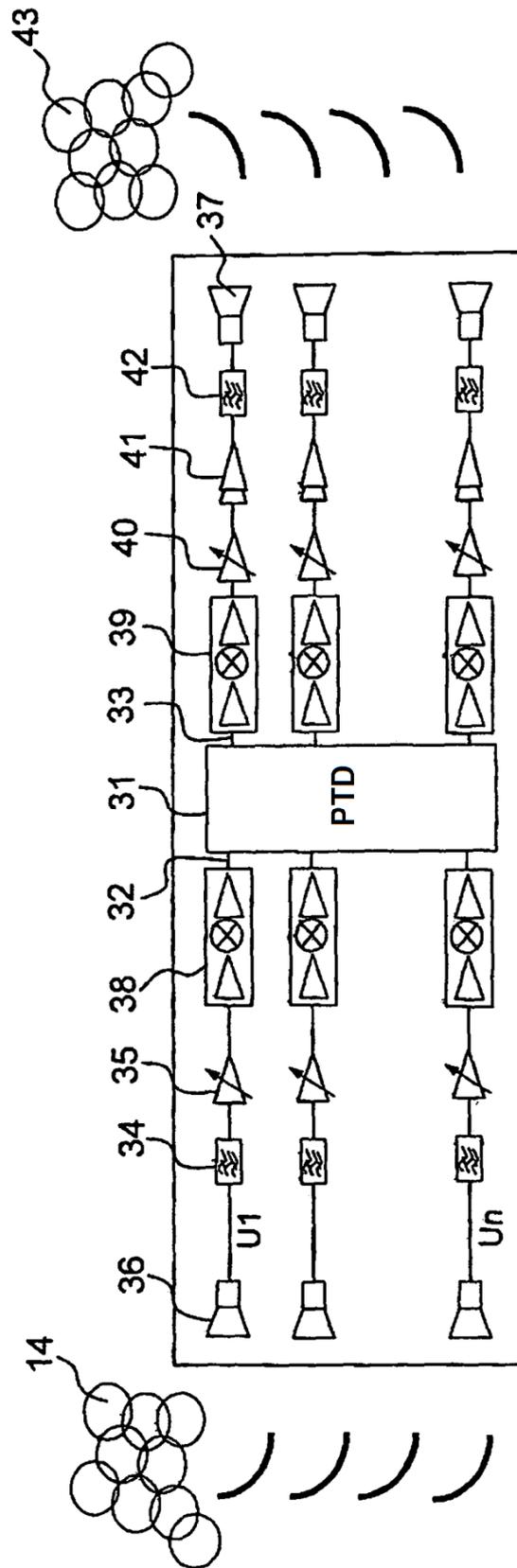


FIG.3

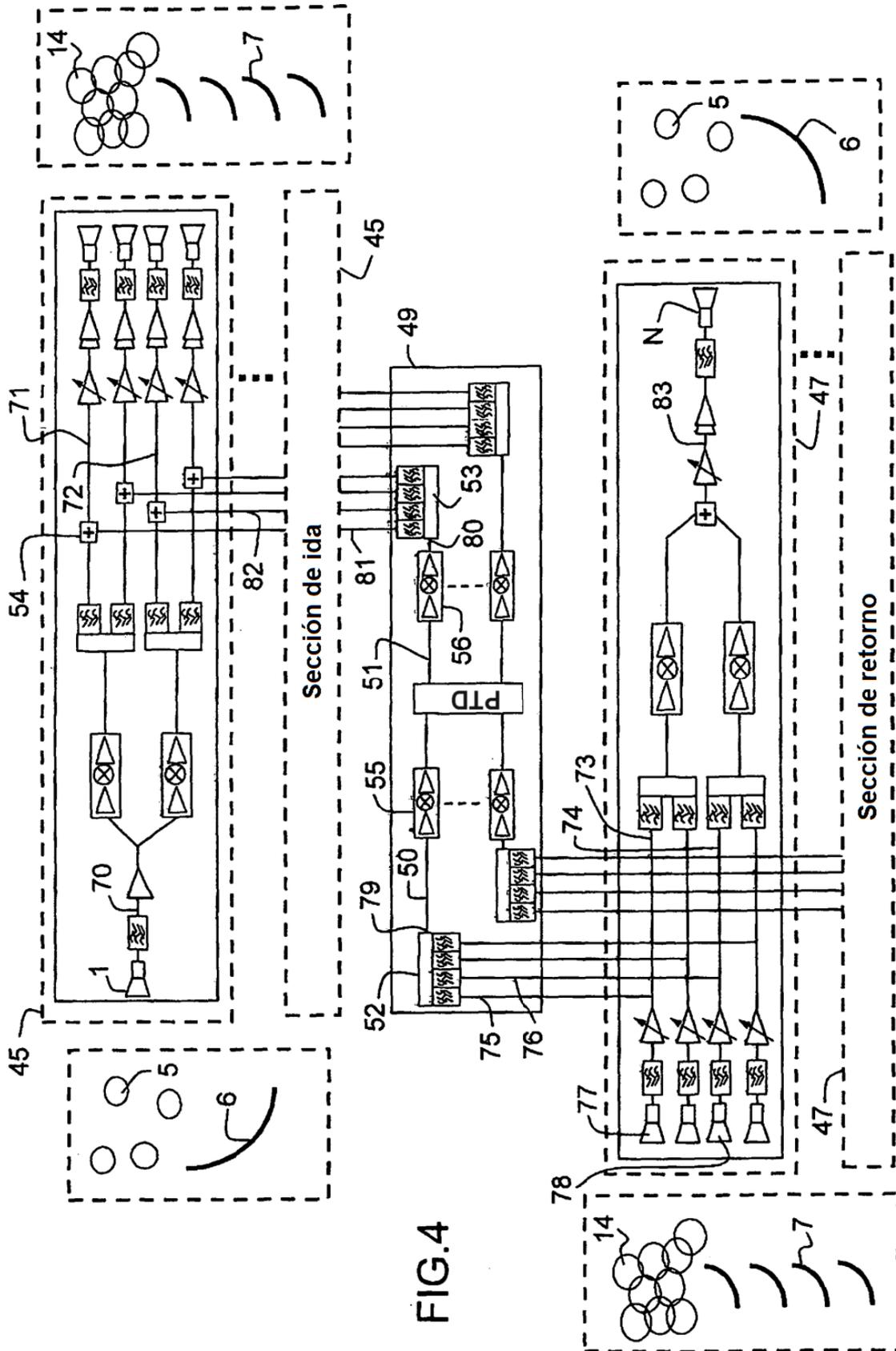


FIG.4

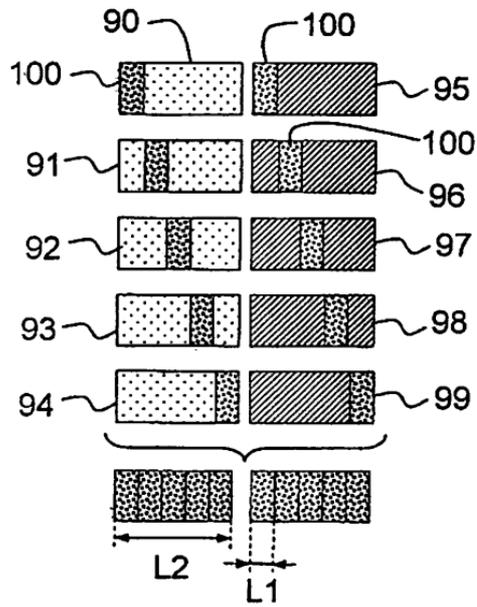


FIG. 5

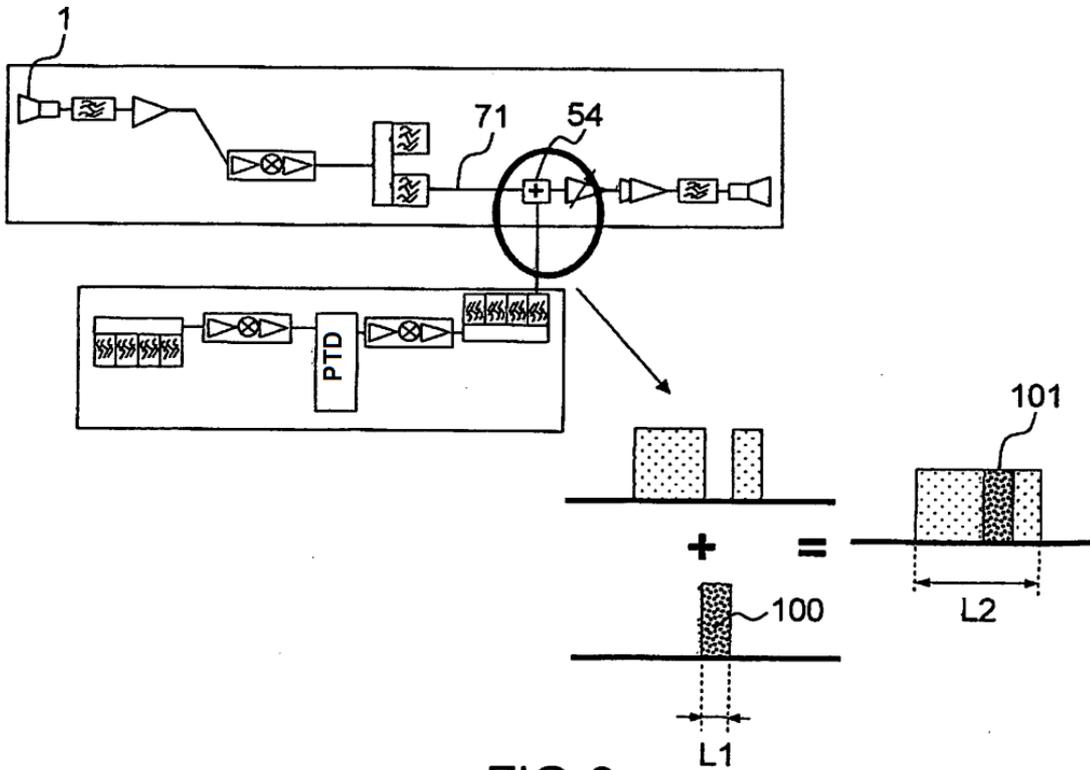


FIG. 6

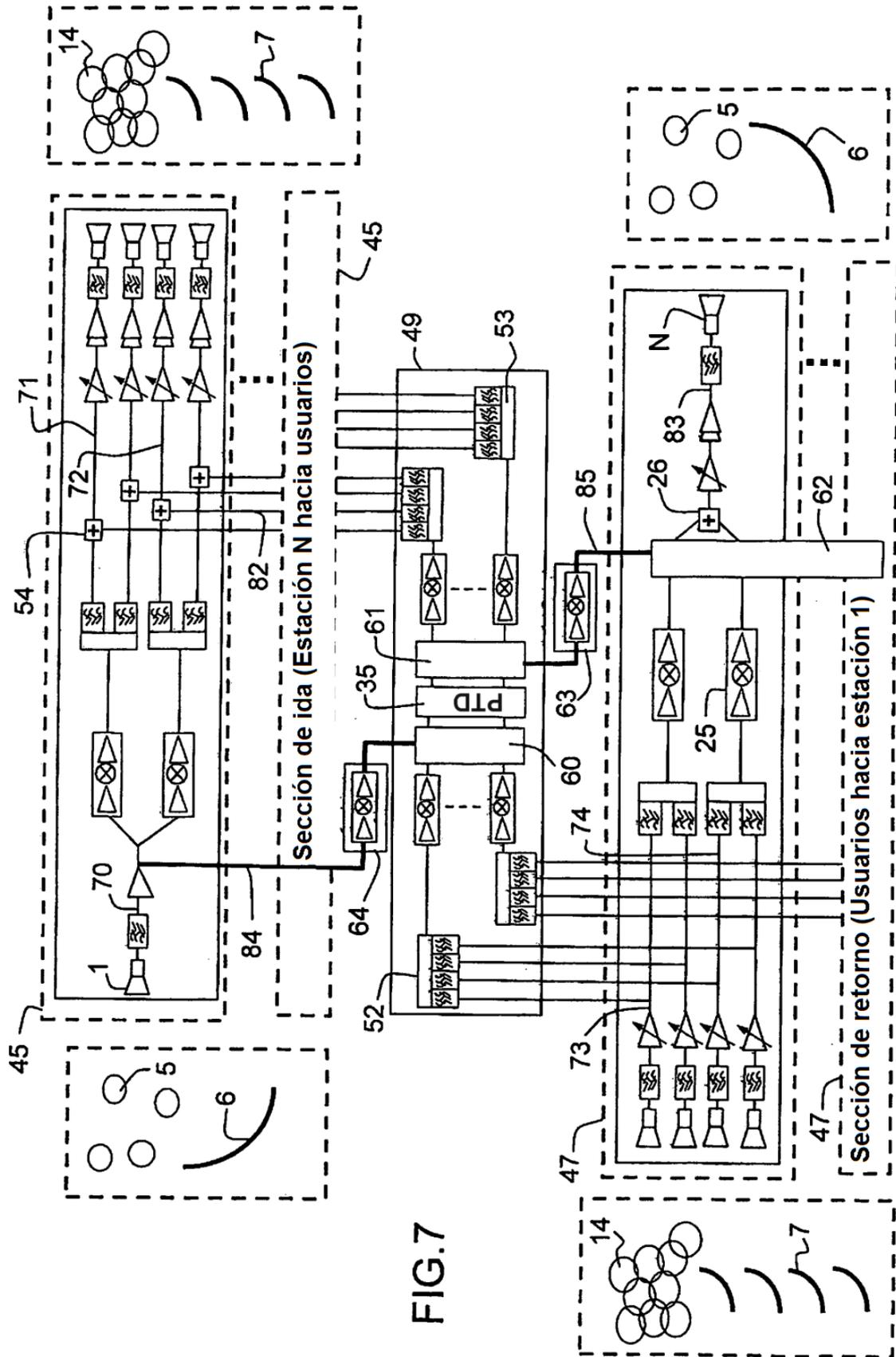


FIG.7