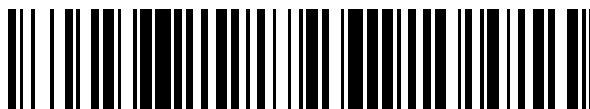


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 710 458**

51 Int. Cl.:

H04B 7/204 (2006.01)

H04B 7/185 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.10.2013** **E 13188039 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.11.2018** **EP 2723002**

54 Título: **Sistema de telecomunicación por satélite que permite garantizar un tráfico en estrella y un tráfico en malla**

30 Prioridad:

18.10.2012 FR 1202783

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

25.04.2019

73 Titular/es:

THALES (100.0%)
Tour Carpe Diem, Place des Corolles, Esplanade Nord
92400 Courbevoie, FR

72 Inventor/es:

GAYRARD, JEAN-DIDIER;
LE BOULC'H, DIDIER y
MELET, ERIC

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 710 458 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 telecomunicación por satélite que permite garantizar un tráfico en estrella y un tráfico en malla

La presente invención se refiere a un sistema de telecomunicación por satélite que permite garantizar un tráfico en estrella y un tráfico en malla. Se aplica, en particular, al ámbito de las telecomunicaciones por satélite que permiten cubrir una zona de cobertura global y zonas de coberturas de teatro de operación, por ejemplo, en el ámbito de aplicaciones de tipo militar o gubernamental, y sirven tanto a terminales de usuario fijos como a terminales de usuario móviles.

De manera conocida, un sistema de telecomunicación por satélite destinado a garantizar un servicio hacia terminales fijos y terminales móviles consta de, como se representa, por ejemplo, en la figura 1, un satélite 10 geoestacionario, al menos una estación 23 de anclaje terrestre (en inglés: gateway) ubicada en una zona 21 de cobertura metropolitana seleccionada, por ejemplo, un país, iluminado por un haz proveniente de una primera antena 70 de emisión y recepción situada a bordo del satélite 10, un conjunto de varios terminales 35 de usuario distribuidos en una zona de servicio, por ejemplo, una cara de la Tierra vista desde el satélite 10. La zona de servicio consta de una zona 30 de cobertura global y varias zonas 31a, 31b, 31c de cobertura de teatro de operación de diferentes formas y de diferentes tamaños, ubicadas en diferentes posiciones en la zona 30 de cobertura global, las zonas de cobertura de teatro que pueden ser muy extensas y relacionarse con una región, como, por ejemplo, la zona 31c regional. Estas diversas zonas 30 de cobertura global y teatro 31a, 31b, 31c, están iluminadas por un segundo sistema 60 de antenas del satélite 10, que elabora un haz que cubre la zona de cobertura global y un haz adicional por zona de cobertura de teatro. De este modo, en el ejemplo de la figura 1, el sistema 60 de antenas elabora cuatro haces diferentes que cubren respectivamente la zona 30 de cobertura global y las tres zonas 31a, 31b, 31c de cobertura de teatro. El conjunto de terminales consta de terminales fijos, de terminales transportables y de terminales móviles, por ejemplo, vehículos terrestres, barcos, aeronaves, que están situados, en las zonas de cobertura global y de teatro de la zona de servicio, en diferentes posiciones, respectivamente terrestre, marítima o aérea. La estación 23 de anclaje se comunica con el satélite 10 a través de un primer enlace de radiocomunicación 22 bidireccional, los terminales 35 de usuario se comunican con el satélite 10 a través de los segundos enlaces de radiocomunicación 36 bidireccionales. El papel del satélite es conectar, por señales de radiocomunicación, la estación 23 de anclaje a los terminales 35 de usuario y las terminales de usuario entre sí. El tráfico entre la estación 23 de anclaje y los terminales 23 de usuario ubicados en las zonas de cobertura global y de teatro se denomina tráfico en estrella (en inglés: star), el tráfico entre dos terminales de usuario se llama tráfico en malla (en inglés: mesh). El tráfico en malla es el tráfico interpunto cuando se refiere a comunicaciones entre dos terminales ubicados en dos zonas de cobertura diferentes, El tráfico en malla es el tráfico intrapunto (en inglés: loopback) cuando se refiere a comunicaciones entre dos terminales ubicados en la misma zona de cobertura. Las zonas de cobertura de teatro son zonas geográficas donde se desarrollan las operaciones y donde se concentran los terminales activos. Estas zonas de cobertura de teatro se pueden colocar en cualquier lugar dentro de la zona 30 de cobertura global y son de varios tipos según su superficie. En el ejemplo de la figura 1, las zonas de cobertura de teatro son de tres tamaños diferentes en suelo, respectivamente, que corresponden a un punto 31b estrecho que puede, por ejemplo, tener 600 km de diámetro en el nadir, en un punto 31a de teatro que puede, por ejemplo, tener 2000 km de diámetro en el nadir y en un punto 31c regional que puede, por ejemplo, tener 4000 km de diámetro en el nadir. Se asignan diferentes canales de frecuencia a cada zona 31a, 31b, 31c de cobertura de teatro y a la zona 30 de cobertura global. En el caso donde los enlaces 22 entre la estación 23 de anclaje y el satélite 10 están en la banda X, el plano de frecuencia debe incluir otro canal de frecuencia asignado a la zona 21 de cobertura metropolitana de la estación 23 de anclaje.

Estos sistemas de telecomunicación conocidos presentan varios inconvenientes. Un primer inconveniente es la baja o nula tasa de reutilización de frecuencia. En efecto, la posibilidad de reutilizar las mismas bandas o canales de frecuencia en varias zonas de cobertura diferentes para aumentar la capacidad total del sistema de ancho de banda es estructuralmente limitada o imposible. Por una parte, la banda de frecuencia asignada a la zona 30 de cobertura general no se puede reutilizar en las zonas 31a, 31b, 31c de cobertura de teatro, ni en la zona 21 de cobertura metropolitana, por otra parte, las posibilidades de reutilizar la misma banda de frecuencia entre dos zonas de cobertura de teatro dependen de la distancia que separa las dos zonas de cobertura y del rendimiento de aislamiento entre los dos haces correspondientes elaborados por el sistema 60 de antenas del satélite 10. Las posiciones de las zonas de cobertura de teatro son cualesquiera, variables en el tiempo y difícil de predecir ya que dependen del contexto geopolítico mundial, catástrofes naturales, por lo que todavía hay casos operativos en los que es imposible reutilizar los canales de frecuencias entre dos zonas de cobertura diferentes. Por lo tanto, el ancho de banda total garantizado de un sistema de telecomunicación para uso militar o gubernamental según la técnica anterior se limita a la banda total asignada al sistema, por ejemplo 500 MHz en banda X entre 7 y 8 GHz, el ancho de banda de los canales de frecuencia asignados a las zonas de cobertura global y de teatro también es limitado, así como el rendimiento de un posible dispositivo antiperturbación basado en técnicas de prolongación de espectro, prolongación por secuencia directa o prolongación de evasión de frecuencia, en las zonas de cobertura.

Un segundo inconveniente es el bajo rendimiento intrínseco de ganancia del sistema de antenas de satélite en la zona de cobertura global y en las zonas de cobertura de teatro amplia, como los puntos regionales, por ejemplo. Entonces, independientemente de las técnicas implementadas para el diseño de las antenas de satélite, antena activa de radiación directa, antena con reflector mecánico, u otro tipo de antena, la ganancia de las antenas en la zona de cobertura global limita a menos de 18 dB en el borde de cobertura y en una zona de cobertura de teatro de

3000 km de diámetro, la ganancia de las antenas limita a menos de 30 dB en el borde de la cobertura. De estas restricciones resulta en el rendimiento de ganancia de las antenas de satélite, una gran falta de homogeneidad del rendimiento de radiofrecuencia del satélite de un tipo de cobertura a otro y, por lo tanto, una gran falta de homogeneidad de la calidad de los enlaces entre las zonas de cobertura para un mismo tipo de terminal de usuario.

En particular, el rendimiento muy bajo de la sensibilidad del satélite en las zonas de cobertura global o regional limita la velocidad binaria ofrecida en el enlace ascendente, del terminal hacia el satélite para terminales móviles o transportables pequeños cuyo rendimiento de radiofrecuencia es limitado. Además, el establecimiento de enlaces por satélite hacia estos pequeños terminales fijos o móviles requiere importantes recursos de potencia de radiofrecuencia para la carga útil del satélite, lo que limita operativamente el número de enlaces establecidos, o bien, la velocidad de cada enlace.

Estos inconvenientes conducen a una especialización de los terminales en función de la zona de cobertura, el rendimiento del terminal, generalmente el diámetro de la antena, entonces se definen en función de la zona de cobertura en la que tendrá que operar este terminal, o bien, sobredimensionamiento todos los terminales para permitirles comunicarse en cualquier tipo de zona de cobertura. Además, estos diversos inconvenientes restringen las posibilidades de aumentar la capacidad total del sistema de telecomunicación en términos de velocidad binaria total y de número de terminales activos simultáneamente.

El documento WO95/28015 desvela un sistema de telecomunicación por satélite según la técnica anterior. El objetivo de la invención es realizar un sistema de telecomunicación por satélite que permite garantizar un tráfico en estrella y un tráfico en malla que no consta de los inconvenientes de los sistemas existentes, permitiendo tener una tasa de reutilización de frecuencia importante y constante, garantizar una ganancia de antena de satélite importante y homogénea, independiente de la superficie y del tipo, global o regional, zonas de cobertura y que permiten aumentar a petición, de forma temporal, los recursos del satélite en ancho de banda y en potencia de radiofrecuencia en zonas geográficas seleccionables y reposicionables en función de las necesidades.

Para ello, la invención se refiere a un sistema de telecomunicación por satélite que permite garantizar un tráfico en estrella y un tráfico en malla que consta de un satélite, al menos una estación de anclaje terrestre ubicada en una zona metropolitana, una zona de cobertura global y varios terminales de usuario, fijos o móviles, distribuidos en la zona de cobertura global, un enlace de radiocomunicación bidireccional entre la estación de anclaje y el satélite, enlaces de radiocomunicación bidireccionales entre el satélite y los terminales de usuario, un enlace de comunicación bidireccional de control remoto y telemetría entre la estación de anclaje y el satélite. La zona de cobertura global está cubierta por un primer conjunto de puntos de tamaños idénticos, parcialmente superpuestos y formando una malla celular regular y por al menos un segundo conjunto de puntos locales, distribuidos irregularmente en la zona de cobertura global y, superponiéndose geográficamente en puntos del primer conjunto de puntos. Los puntos del primer conjunto de puntos tienen primeras bandas de frecuencia asignadas que corresponden a N canales diferentes, donde N es un número entero superior a 1, de la misma capacidad de frecuencia, siendo un mismo canal utilizado por varios puntos diferentes espaciados en suelo, los puntos locales del segundo conjunto de puntos tienen una segunda banda de frecuencia asignada correspondiente a un canal específico que tiene una capacidad de frecuencia aumentada, superior a la capacidad de frecuencia de los canales de los puntos del primer conjunto de puntos, siendo el canal específico del segundo conjunto de puntos diferente de los canales del primer conjunto de puntos.

La zona de cobertura global puede, además, estar cubierta por un tercer conjunto de puntos locales, distribuidos irregularmente en la zona de cobertura global y, superponiéndose geográficamente en puntos del primer conjunto de puntos, teniendo los puntos locales del tercer conjunto de puntos una tercera banda de frecuencia asignada correspondiente a un canal específico adicional con una capacidad de frecuencia incrementada superior a la capacidad de frecuencia de los canales de los puntos del primer conjunto de puntos, siendo el canal específico adicional del tercer conjunto de puntos locales diferentes de los canales asignados a los puntos del primer conjunto de puntos y del canal específico asignado a los puntos del segundo conjunto de puntos locales.

Ventajosamente, el satélite consta de un primer sistema de antenas de emisión y de recepción multihaces que iluminan, por una parte, toda la zona de cobertura global y que forman, en suelo, la malla celular regular de puntos del primer conjunto de puntos y que iluminan, por otro lado, localmente, zonas geográficas de la cobertura global donde se concentran los terminales de usuario, por los puntos locales distribuidos irregularmente desde el segundo conjunto de puntos, siendo las zonas geográficas iluminadas por los puntos locales del segundo conjunto de puntos seleccionadas y activadas por la estación de anclaje a través del enlace de comunicación bidireccional de control remoto y telemetría.

Ventajosamente, el satélite consta, además, de al menos un procesador digital transparente destinado a filtrar y a enrutar el tráfico en malla intrapunto e interpunto entre terminales de usuario situados en un mismo punto o en dos puntos diferentes y el tráfico en estrella entre terminales situados en la zona de cobertura global y la estación de anclaje situada en la zona de cobertura metropolitana, constando el procesador digital transparente de puertos de entrada conectados al primer sistema de antenas de emisión y recepción multihaces por un conjunto de cadenas de recepción y de puertos de salida conectados al primer sistema de antenas de emisión y recepción multihaces por un conjunto de cadenas de emisión, constando cada cadena de recepción de un multiplexor de frecuencia que garantiza la multiplexación de frecuencia y la selección de diferentes canales presentados en la misma entrada del

procesador digital transparente y constando cada cadena de emisión de un demultiplexor de frecuencia que garantiza la demultiplexación y la selección de los diferentes canales provenientes de una misma salida del procesador digital transparente.

5 Ventajosamente, el conjunto de cadenas de recepción consta, además, de amplificadores de bajo ruido LNA equipados con un limitador de potencia.

Ventajosamente, el conjunto de cadenas de emisión consta, además, de amplificadores de potencia multipuerto MPA que garantizan la amplificación combinada y mutua de las señales de radiocomunicación destinadas a los terminales de usuario ubicados en varios puntos diferentes.

10 Preferentemente, el multiplexor de frecuencia de cada cadena de recepción consta de N acopladores y un conmutador con cuatro posiciones diferentes, siendo la posición de cada conmutador controlada por la estación de anclaje, seleccionando cada interruptor un canal diferente seleccionado de entre todos los canales asignados a los puntos del primer conjunto de puntos y de entre todas las combinaciones que se acoplan al canal específico asignado al segundo conjunto de puntos con uno de dichos canales asignados a los puntos del primer conjunto de puntos, dependiendo el canal seleccionado por cada conmutador de la posición del conmutador correspondiente.

15 Ventajosamente, el demultiplexor de frecuencia consta de una arquitectura simétrica de la arquitectura del multiplexor de frecuencia correspondiente.

20 Ventajosamente, el satélite puede constar, al menos, de un primer procesador digital transparente destinado a filtrar y a enrutar el tráfico correspondiente a los puntos del primer conjunto y de puntos y, al menos, un segundo procesador destinado a filtrar y a enrutar el tráfico correspondiente a los puntos locales del segundo conjunto de puntos.

Otras particularidades y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto claramente a continuación de la descripción dada a título de ejemplo meramente ilustrativo y no limitativo, con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos que representan:

- 25 - figura 1: un esquema de un ejemplo de sistema de telecomunicación por satélite, según la técnica anterior;
- figura 2: un esquema de un ejemplo de sistema de telecomunicación por satélite con cobertura global multihaces, según la invención;
- figura 3a: un esquema que ilustra un ejemplo de sistema de telecomunicación por satélite con cobertura global multihaces y con reutilización de frecuencias en el caso de un uso de cinco colores diferentes, según la invención;
- 30 - figuras 3b: un esquema que ilustra un ejemplo de asignación de subbandas de frecuencia a los multihaces elaborados por el sistema de la figura 3a, según la invención;
- figuras 3c y 3d: dos esquemas que ilustran dos ejemplos de configuración de los puntos que permiten, respectivamente, garantizar una cubierta de teatro que consta de un punto local con capacidad aumentada y una cubierta de teatro que consta solo de puntos con capacidad normal, según la invención;
- 35 - figura 4a: un esquema que ilustra un ejemplo de sistema de telecomunicación por satélite con cobertura global multihaces y con reutilización de frecuencias en el caso de un uso de seis colores diferentes, según la invención;
- figura 4b: un esquema que ilustra un ejemplo de asignación de subbandas de frecuencia a los multihaces elaborados por el sistema de la figura 4a, según la invención;
- figura 5: un cuadro sinóptico de una arquitectura de ejemplo de la carga útil del satélite según un primer modo de realización de la invención;
- 40 - figuras 6a y 6b: un ejemplo de una arquitectura eléctrica de los multiplexores de canales CMUX y de los demultiplexores de canales DMUX que se pueden usar en la carga útil representada en la figura 5, en el caso de usar cinco colores diferentes, según la invención;
- figura 7: un cuadro sinóptico de una arquitectura de ejemplo de la carga útil del satélite según un segundo modo de realización de la invención;
- 45 - figura 8a y 8b: un ejemplo de una arquitectura eléctrica de los multiplexores de canales CMUX y de los demultiplexores de canales DMUX que se pueden usar en la carga útil representada en la figura 7, en el caso de usar cinco colores diferentes, según la invención.

50 Como se representa en el ejemplo de la figura 2, el sistema de telecomunicación por satélite según la invención consta de un satélite geoestacionario 10, una o varias estaciones 23 de anclaje terrestres ubicadas en una zona 21 geográfica de cobertura metropolitana, una población de terminales 35 de usuario fijos, transportables o móviles, distribuidos en una zona 30 geográfica de cobertura global y más o menos concentrados en zonas 31a, 31b, 31c geográficas de cobertura de teatro de operación representadas en líneas discontinuas. La zona de cobertura de la estación puede estar ubicada en el interior o en el exterior de la zona de cobertura global. La estación 23 de anclaje se comunica con el satélite 10 por medio de señales 22 de radiocomunicación de estación bidireccionales, los terminales 35 de usuario se comunican con el satélite 10 por medio de señales 36 de radiocomunicación de usuario bidireccionales. Las señales 36 de radiocomunicación de usuario pueden usar, por ejemplo, la banda X u otras bandas de frecuencia. Igualmente, las señales 22 de radiocomunicación de estación pueden usar, por ejemplo, la banda X o la banda Ka, o la banda Q, u otra banda de frecuencia. Las señales de radiocomunicación bidireccionales

de control remoto y de telemetría TTC también se intercambian entre la estación 23 de anclaje y el satélite 10.

El satélite 10 consta de un primer sistema 61 de antenas de emisión y recepción multihaces que elabora un primer conjunto haces múltiples que iluminan toda la zona 30 de cobertura general y se forma, en suelo, una malla celular regular de puntos 32 que cubre la zona de cobertura general, y al menos un segundo conjunto de haces que iluminan únicamente ciertas regiones geográficas locales seleccionadas de la zona de cobertura general 30 y se forman, en suelo, un segundo conjunto de puntos 33 locales. Los puntos 33 locales del segundo conjunto de puntos coinciden o se superponen geográficamente con algunos de los puntos 32 del primer conjunto de puntos, como se representa, por ejemplo, sobre la figura 3c. Los puntos 32 del primer conjunto de puntos forman una malla celular bidimensional de la zona de cobertura global, pudiendo dos puntos adyacentes superponerse parcialmente para que no haya orificios de cobertura. Los puntos locales 33 del segundo conjunto de puntos están distribuidos irregularmente en diferentes regiones geográficas de la zona de cobertura global, seleccionadas en función de las necesidades de tráfico y reposicionables a petición en función de las órdenes de control remoto emitidas por la estación 23 de anclaje. El satélite también consta de un segundo sistema 70 de antenas de emisión y de recepción que elabora un haz único, correspondiente a un punto único, que cubre la zona 21 de cobertura metropolitana. La superposición de dos puntos 32, 33 del primer y segundo conjunto de puntos hace posible aumentar localmente la capacidad del satélite en zonas geográficas donde se concentran los terminales 35 de usuario y donde el tráfico es muy importante. Los puntos 33 locales del segundo conjunto de puntos se pueden desplazar a voluntad y ubicarse en cualquier lugar geográfico de la zona de cobertura general, en cualquier punto 32 preexistente del primer conjunto de puntos.

Las figuras 3a y 3b ilustran un primer ejemplo de asignación de subbandas de frecuencia a los puntos elaborados por el sistema de la figura 2a en el caso de uso de cinco canales diferentes. La banda de frecuencia total asignada al sistema de telecomunicación por satélite, por ejemplo, 500 MHz en la banda X, se puede dividir en varias subbandas de frecuencia diferentes, por ejemplo, en cinco subbandas de frecuencia diferentes, también llamadas colores o canales, B1, B2, B3, B4, B5 funcionando, por ejemplo, en una primera polarización P1. En la figura 2a, los cuatro canales B1 a B4 tienen el mismo ancho de banda de frecuencia y el canal B5 es más ancho que los de los cuatro canales B1 a B4. Los N canales B1 a B4, donde N es un número entero superior a 1, del mismo ancho de banda de frecuencia, se asignan a los puntos 32 del primer conjunto de puntos. El canal B5, llamado canal específico con capacidad de frecuencia aumentada, se asigna a los puntos 33 locales del segundo conjunto de puntos. La asignación de los N canales B1 a B4 a los puntos 32 del primer conjunto de puntos implementa una técnica de reutilización de frecuencia bien conocida para la cobertura celular. Cada canal B1 a B4 es asignado a un subconjunto de puntos 32 del primer conjunto de puntos, siendo un mismo canal asignado a varios puntos 32 diferentes lo suficientemente distantes entre sí para reutilizar la misma banda de frecuencia. Por ejemplo, en la figura 3a, se forman 24 puntos diferentes en la zona 30 de cobertura global y cada canal B1 a B4 es asignado a 6 puntos diferentes seleccionados de entre los 24. Esta asignación se realiza de tal manera que se maximiza la distancia d1 entre dos puntos que tienen el mismo canal asignado. El canal B5 específico es un canal asignado a un subconjunto de puntos 33 locales del segundo conjunto de puntos, por ejemplo, en 4 puntos diferentes en la figura 3a. Esta asignación es tal que la distancia d2 entre dos puntos 33 se maximiza. Un canal C1 en la polarización P2 ortogonal en la polarización P1 de los canales B1 a B5 es asignado al punto que cubre la zona 21 de cobertura metropolitana y un canal TTC es asignado a la emisión de las señales de radiocomunicación de control remoto y telemetría entre la estación 23 de anclaje y el satélite 10.

El número y la posición de los puntos 33 locales del segundo conjunto de puntos se activan temporalmente o se ponen en servicio mediante la reconfiguración de la carga útil del satélite 10 y del sistema 61 de antenas multihaces. La reconfiguración de la carga útil es controlada por la estación 23 de anclaje a través de los controles remotos transportados por las señales de radiocomunicación del canal TTC.

De este modo, la zona 30 de cobertura global está cubierta por el primer conjunto de puntos 32 que operan en una de las subbandas de frecuencia que corresponden, por ejemplo, a los N canales B1 a B4, siendo estas subbandas de frecuencia reutilizadas para diferentes puntos 32 espaciados entre sí. Cada zona 31a, 31b, 31c de cobertura de teatro de operación está cubierto por uno o varios puntos tomados en el primer conjunto de puntos 32 que funcionan en una de las subbandas de frecuencia correspondientes a los N canales B1 a B4, pudiendo estar algunos de estos puntos superpuestos en un punto 33 local del segundo conjunto de puntos 33 que funcionan en la subbanda de frecuencia que corresponde al canal B5 específico y constan de una capacidad aumentada. En el ejemplo de la figura 3c, el punto regional 31c está cubierto por una malla de ocho puntos, estando los ocho puntos constituidos en siete puntos 32 pertenecientes al primer conjunto de puntos y de un punto 33 local con capacidad aumentada que pertenece al segundo conjunto de puntos. En el ejemplo de la figura 3d, el punto 31a de teatro está cubierto por una malla de tres puntos 32 que pertenecen al primer conjunto de puntos. El aumento de la capacidad en una zona de cobertura de teatro de operación se realiza activando el punto 33 local del segundo conjunto de puntos que mejor cubre la zona de cobertura de teatro. En el ejemplo de la figura 3c, un punto local 33 del segundo conjunto de puntos cubre una zona periférica de la zona 31c de cobertura de teatro regional para aumentar la capacidad.

El número total de canales puede, por supuesto, ser diferente de cinco y el número de canales con mayor capacidad puede, por supuesto, ser superior a uno. De este modo, el segundo ejemplo del plano de frecuencia representado en la figura 4b consta de seis canales diferentes de los cuales dos son canales B5 y B6 específicos con capacidad aumentada, en la polarización P1, estando el canal B6 asignado a un tercer conjunto de puntos como se representa

en el sistema de la figura 4a. En ese caso, la zona de cobertura 30 global está cubierta por tres conjuntos de puntos, estando el primer y el segundo conjunto de puntos constituidos por puntos 32 y de puntos 33 locales, el tercer conjunto de puntos constituido por puntos 34 locales, distribuidos irregularmente en la zona 30 de cobertura global y, superponiéndose geográficamente en puntos 32 del primer conjunto de puntos. Los puntos 34 locales del tercer conjunto de puntos tienen una tercera banda de frecuencia asignada que corresponde al canal B6 específico adicional y consta de una capacidad de frecuencia aumentada, superior a la capacidad de frecuencia de los canales B1 a B4 de los puntos 32 del primer conjunto de puntos. El canal B6 específico adicional alojado en los puntos 34 locales del tercer conjunto de puntos es diferente de los canales B1 a B4 alojados en los puntos 32 del primer conjunto de puntos y del canal B5 específico alojado en los puntos 33 locales del segundo conjunto de puntos locales.

En todos los ejemplos representados en las figuras 3b y 4b, un canal C1 de frecuencia que funciona en la banda X en una segunda polarización P2, ortogonal a la polarización P1 de los canales B1 a B6, es asignado a la estación 23 de anclaje. Sin embargo, también es posible asignar, en la estación 23 de anclaje, un canal de frecuencia en una banda de frecuencia diferente, como, por ejemplo, la banda Ka o la banda Q.

La figura 5 representa un cuadro sinóptico de una arquitectura general de ejemplo de la carga útil del satélite según un primer modo de realización de la invención. La carga útil del satélite consta de un primer sistema 61 de antenas de emisión y de recepción multihaces que elabora el primer y segundo conjunto de haces 32, 33, un conjunto de cadenas de recepción de las señales de radiocomunicación conectado en recepción al sistema 61 de antenas multihaces, un procesador digital transparente PNT 51 conectado en recepción al conjunto de cadenas de recepción, un conjunto de cadenas de emisión de las señales de radiocomunicación conectado en recepción al Procesador 51 Digital Transparente y en emisión al sistema 61 de antenas multihaces.

El primer sistema 61 de antenas de emisión y de recepción multihaces está destinado a elaborar al menos dos conjuntos 32, 33 de haces en emisión y en recepción. El sistema 61 de antenas puede, por ejemplo, estar constituido en una antena con reflector desplegable del tipo de fuente por haz SFPB (en inglés: single feed per beam) optimizada para el aislamiento entre haces.

El conjunto de cadenas de recepción consta de filtros 41a, de amplificadores de bajo ruido LNA 41b, los multiplexores 41c de frecuencia CMUX y los convertidores 41d de frecuencia DOCON que proporcionan respectivamente el filtrado, la recepción, la multiplexación de los canales y la disminución de la frecuencia de las señales de radiocomunicación provenientes de la estación 23 de anclaje.

El conjunto de cadenas de emisión comprende convertidores 42d de frecuencia UPCON, demultiplexores 42c DMUX, amplificadores 42b de potencia MPA y los filtros 42a que garantizan respectivamente el aumento de frecuencia, la demultiplexación de canales, la amplificación mutua y el filtrado de señales de radiocomunicación provenientes de los terminales 35 de usuario.

La carga útil del satélite también consta de un segundo sistema 70 de antenas de emisión y recepción que garantizan enlaces entre el satélite y la estación 23 de anclaje, emitiendo el satélite las señales provenientes de la estación 23 de anclaje hacia los terminales 35 de usuario a través del PNT 51. En la recepción, el segundo sistema 70 de antenas está conectado a una cadena de recepción de las señales de radiocomunicación provenientes de la estación 23 de anclaje que consta de filtros 43a conectados a amplificadores 43b de bajo ruido para amplificar las señales que están en la banda X y a los receptores 43g REC Ka/X para transponer en banda X las señales que están en banda Ka, los multiplexores 43c CMUX que combinan todas las señales recibidas y las emiten a una entrada del convertidor 41d de frecuencia DOCON y luego a la entrada del PNT 51. En la emisión, el segundo sistema 70 de antenas está conectado a una cadena de emisión de señales hacia la estación 23 de anclaje que está conectada a una salida del PNT 51 a través del convertidor 42d de frecuencia UPCON para que las señales se emitan en la banda Ka o mediante el amplificador 42b de potencia mutuo MPA para las señales que se emitirán en la banda X. La cadena de emisión de las señales hacia la estación 23 de anclaje consta de demultiplexores 44c DMUX que separan las señales provenientes del convertidor 42d de frecuencia UPCON, convertidores 44d de frecuencia que convierten las señales de la banda X hacia la banda Ka, amplificadores 44b de potencia TWTA y filtros 44a están conectados al sistema 70 de antenas. Las señales provenientes del amplificador 42b de potencia mutuo MPA se filtran en los filtros 44a antes de ser emitidas por el sistema 70 de antenas.

El procesador 51 digital transparente PNT garantiza el filtrado y el enrutamiento de las señales de radiocomunicación. De este modo, el procesador 51 digital transparente PNT está destinado a gestionar, por un lado, el tráfico en malla intrapunto e interpunto entre terminales 35 de usuario situados en un mismo punto 33, 34 o en dos puntos diferentes y, por otra parte, el tráfico en estrella entre los terminales 35 ubicados en la zona de cobertura 30 global y la estación de anclaje ubicada en la zona 21 de cobertura metropolitana. Las señales de radiocomunicación enrutadas pueden protegerse posiblemente de la interferencia, por ejemplo, mediante una técnica de prolongación de espectro de evasión de frecuencia.

La multiplexación de frecuencia de los canales B1, B2, B3, B4, B5 por los multiplexores 41c CMUX a la entrada del PNT 51 y por los demultiplexores 42c DMUX a la salida del PNT 51 hace posible procesar y enrutar toda la banda de frecuencia asignada, por ejemplo, 500 MHz en la banda X, en cada puerto de entrada 54 y salida 55 del PNT 51.

Así, en el caso de la atribución de 4 canales B1 a B4 diferentes en los puntos 32, un puerto de entrada o de salida del PNT 51 procesa y enruta el tráfico de al menos cuatro haces. La ventaja es reducir, generalmente por 4, el número de puertos activos del PNT 51 y el número de convertidores 41d de conversión descendente de frecuencia DOCON y los elevadores 42d de frecuencia UPCON.

La amplificación mutua con varios haces, por ejemplo, ocho haces, puede usar ventajosamente los amplificadores 42b multipuerto MPA (en inglés: Multi-Port Amplifier) que permite compartir e intercambiar la potencia de radiofrecuencia entre las señales de radiocomunicación que circulan en estos haces. Los amplificadores multipuerto MPA garantizan una amplificación combinada y mutua de señales de radiocomunicación destinadas a los terminales 35 de usuario ubicados en varios puntos 32, 33, 34 diferentes. Por ejemplo, un amplificador multipuerto MPA que consta de ocho puertos de entrada y ocho puertos de salida permite amplificar las señales contenidas en ocho puntos diferentes.

El segundo, y posiblemente el tercer, conjunto de puntos 33 superpuestos a los puntos 32 del primer conjunto de puntos es reconfigurable a petición en número y en posición por control remoto. Esta superposición temporal hace posible aumentar localmente la capacidad ofrecida por el satélite en la zona geográfica cubierta por los dos puntos 32, 33 por la acumulación de los anchos de banda de los dos canales asignados a los dos puntos correspondientes.

Los amplificadores 41b de bajo nivel de ruido LNA pueden equiparse ventajosamente con un limitador de potencia para proteger las cadenas de recepción contra posibles interferencias.

En un modo preferente de realización de la invención, la activación de los puntos 33 locales del segundo conjunto de puntos se realiza mediante los multiplexores 41c de canales CMUX para los puntos en recepción y los demultiplexores 42c de canales DMUX para los puntos de emisión.

La figura 6a representa un ejemplo de arquitectura eléctrica de los multiplexores de canales CMUX que pueden usarse en la carga útil representada en la figura 5 y la figura 6b representa la arquitectura eléctrica de los demultiplexores de canales DMUX correspondientes. Cada multiplexor 41c de canales CMUX [4: 5: 1] consta de cuatro entradas en las que se aplican respectivamente cuatro haces F1 a F4 diferentes, cuatro acopladores 94c, un conmutador 95c con cuatro posiciones diferentes que consta de cuatro entradas y una salida conectada al canal B5, cinco filtros 91c que funcionan respectivamente en los canales B1 a B5 y un distribuidor 92c que combina las salidas de los cinco filtros en una sola salida conectada a un puerto de entrada del PNT 51. Cada acoplador 94c tiene una entrada en la que se aplica uno de los cuatro haces F1 a F4, una primera salida conectada a una de las cuatro entradas del conmutador 95c y una segunda salida conectada a uno de los cuatro canales B1 a B4. La salida del conmutador 95c está conectada a una de las cuatro entradas del conmutador 95c según la posición seleccionada. En la figura 6a, la salida del conmutador 95c está conectada a la segunda entrada del interruptor que está conectada a la salida del tercer acoplador en el que se aplica el haz F3, por lo tanto, el canal B5 se aplica al haz F3 además del canal B3 y el punto correspondiente al haz F3 tiene, por lo tanto, una capacidad de frecuencia aumentada que corresponde a las capacidades de frecuencia acumuladas de los canales B3 y B5. El multiplexor 41c CMUX [4: 5: 1] permite sumar, para un de los haces aplicados a una de sus cuatro entradas, el canal Bi, donde Bi es uno de los canales B1 a B4, al canal B5 y así permite obtener, localmente, un punto 33 con capacidad aumentada.

Los demultiplexores 42c de canales DMUX [1: 5: 4] representados en la figura 6b tienen una estructura simétrica de la estructura de los multiplexores de canales CMUX [4: 5: 1] representados en la figura 6a. Constan de una sola entrada conectada a un puerto de salida del PNT 51, un distribuidor 92d conectado a cinco filtros 91d diferentes que funcionan respectivamente en las bandas de frecuencia B1 a B5, cuatro acopladores 94d y un conmutador 95d con cuatro posiciones diferentes que constan de una entrada conectada al canal B5 y cuatro salidas. Cada acoplador 94d consta de una primera entrada en la que se aplica uno de los cuatro canales B1 a B4, una segunda entrada conectada a una de las cuatro salidas del conmutador 95d y una salida que entrega cuatro haces F1 a F4. Según la posición del conmutador, la entrada del conmutador conectada al canal B5 está conectada a una de sus cuatro salidas y se aplica a la segunda entrada de uno de los cuatro acopladores correspondientes. En la Figura 6b, la entrada del conmutador 95d está conectada a la segunda salida del conmutador que está conectada al tercer acoplador que entrega el haz F3, por lo tanto, el canal B5 se aplica al haz F3 además del canal B3. Cada demultiplexor de canales DMUX [1: 5: 4], por lo tanto, permite, según la posición de los conmutadores 95d, sumar el canal B5 al canal Bi, donde Bi es uno de los cuatro canales B1, B2, B3, B4, en una de las cuatro salidas de haz F1 a F4. La posición de los conmutadores 95c, 95d está controlada por una señal de control 56 remoto enviada por la estación 23 de anclaje.

Por lo tanto, es posible en el caso de los ejemplos de arquitecturas eléctricas de los CMUX y DMUX representados en las figuras 6a, 6b activar un punto 33 local del segundo conjunto de puntos entre cuatro puntos del primer conjunto 32. Cada nueva definición en número y posición de los puntos está limitada a reutilizar, en el mejor de los casos, la subbanda de frecuencia correspondiente al canal B5 específico, por lo tanto, esta definición es tal que la distancia d2 entre dos puntos 33 se maximiza. La zona geográfica cubierta simultáneamente por dos puntos 32, 33 del primer conjunto de puntos y del segundo conjunto de puntos, disfruta de una capacidad aumentada. De esta manera, es posible aumentar temporalmente y bajo demanda la capacidad ofrecida en zonas geográficas donde se concentran los terminales 35 de usuario. En el caso de los ejemplos de arquitectura eléctrica de los multiplexores CMUX y los demultiplexores DMUX representados en las figuras 6a y 6b, la capacidad de ancho de banda es el

cúmulo de los anchos de banda de los dos canales Bi y B5, donde Bi es uno de los cuatro canales B1, B2, B3, B4.

Este modo de realización permite cubrir las zonas 31a de cobertura de teatro, 31b y 31c donde hay una mayor concentración de terminales por uno o varios puntos de capacidad aumentada si es necesario.

La figura 7 representa esquemáticamente la arquitectura general de la carga útil de un satélite según un segundo modo de realización de la invención. La carga útil consta de un primer sistema 61 de antenas multihaces que elabora, en emisión y en recepción, al menos dos conjuntos de haces que corresponden en suelo, a ambos conjuntos de puntos 32, 33, conectado en recepción a un conjunto de cadenas de recepción de las señales de radiocomunicación provenientes de los terminales 35 de usuario, estando conectadas las cadenas de recepción del primer conjunto de haces a la entrada de un primer procesador 52 digital transparente PNT/GL y estando las cadenas de recepción del segundo conjunto de haces conectadas a la entrada de un segundo procesador 53 digital transparente PNT/TH, estando las salidas del primer procesador 52 digital transparente PNT/GL y del segundo procesador 53 digital transparente PNT/TH conectadas en emisión, a un conjunto de cadenas de emisión conectadas en emisión al primer sistema 61 de antenas multihaces.

El conjunto de cadenas de recepción consta de filtros 45a, de amplificadores de bajo ruido 45b, de multiplexores 45c y de convertidores 45d, 45e de frecuencia que garantizan el filtrado, la recepción, la multiplexación de canales y el cambio de frecuencia de las señales de radiocomunicación recibidas por el sistema 61 de antenas multihaces.

El conjunto de cadenas de emisión consta de convertidores de frecuencia 46d, 46e, de demultiplexores 46c, de amplificadores 46b de potencia mutualizados, de filtros 46a que garantizan el cambio de frecuencia, la demultiplexación de canales, la amplificación mutua y el filtrado de las señales de radiocomunicación enrutadas por el primer procesador 52 digital transparente PNT/GL y por el segundo procesador 53 digital transparente PNT/TH.

El primer procesador 52 digital transparente PNT/GL garantiza el filtrado y enruta las señales de radiocomunicación recibidas y emitidas en los puntos 32 correspondientes al primer conjunto de haces, el segundo procesador 53 digital transparente PNT/TH garantiza el filtrado y enruta las señales de radiocomunicación recibidas y emitidas en los puntos 33 locales al segundo conjunto de haces.

La carga útil del satélite también consta de un segundo sistema 70 de antenas de emisión y recepción que garantizan enlaces entre el satélite 10 y la estación 23 de anclaje, emitiendo el satélite 10 las señales provenientes de la estación 23 de anclaje hacia los terminales 35 de usuario a través de un conjunto de cadenas de recepción de señales de radiocomunicación que provienen de la estación 23 de anclaje, PNT/GL 52 y PNT/TH 53 y un conjunto de cadenas de emisión de las señales enrutadas por el PNT/GL 52 y PNT/TH/53. La arquitectura de las cadenas de recepción de las señales de radiocomunicación que provienen de la estación 23 de anclaje y las cadenas de emisión de las señales enrutadas por el PNT/GL 52 y el PNT/TH/53 es idéntica a la arquitectura correspondiente descrita para el primer modo de realización de la invención, en relación con la figura 5.

La figura 8a representa un ejemplo de arquitectura eléctrica de los multiplexores de canales CMUX que pueden usarse en la carga útil representada en la figura 7 y la figura 8b representa la arquitectura eléctrica de los demultiplexores de canales DMUX correspondientes. Cada multiplexor 45c CMUX [4: 5: 2] y cada demultiplexor 46c DMUX [2: 5: 4] consta de los mismos componentes que los multiplexores y los demultiplexores correspondientes representados en las figuras 6a y 6b. La única diferencia es que cada multiplexor 45c CMUX [4: 5: 2] consta de dos salidas conectadas respectivamente a un puerto de entrada 57 del PNT/GL 52 y a un puerto de entrada 58 del PNT/TH 53 y cada demultiplexor 46c DMUX [2: 5: 4] consta de dos entradas conectadas respectivamente a un puerto 59 de salida del PNT/GL 52 y un puerto 62 de salida del PNT/TH 53. La primera salida del multiplexor 45c conectada a un puerto 57 de entrada del PNT/GL 52 corresponde a la salida de un distribuidor 92g conectado a cuatro filtros 91g correspondientes a los cuatro canales B1 a B4 atribuidos al primer conjunto 32 de puntos, la segunda salida del multiplexor 45c conectada a un puerto 58 de entrada del PNT/TH 53 corresponde a la salida de un filtro 91g correspondiente al canal B5 específico con capacidad aumentada atribuida al segundo conjunto de puntos 33. Igualmente, simétricamente, la primera entrada del demultiplexor 46c conectada a un puerto 59 de salida de PNT/GL 52 corresponde a la entrada de un distribuidor 92h conectado a cuatro filtros 91h correspondientes a los cuatro canales B1 a B4 asignados al primer conjunto de puntos 32, la segunda entrada del multiplexor 45c conectada a un puerto 62 de entrada del PNT/TH corresponde a la entrada de un filtro 91h correspondiente al canal B5 específico con capacidad aumentada atribuida al segundo conjunto de puntos 33. El multiplexor 45c también consta de cuatro acopladores 94g y un conmutador 95g con cuatro posiciones y permite seleccionar el canal específico B5 presente en una de las cuatro entradas de haz F1 a F4 y enrutarlo hacia la segunda salida conectada al puerto 58 de entrada del segundo PNT/TH 53. Igualmente, el demultiplexor 46c también consta de cuatro acopladores 94h y un conmutador 95h con cuatro posiciones y hace posible enrutar el canal B5 específico presente en la segunda entrada conectada al puerto 62 de salida del segundo PNT/TH 53 hacia una de las cuatro salidas de haz F1 a F4.

Aunque se haya descrito la invención con relación a modos de realización particulares, es más que evidente que no se limita de ninguna manera a ellos y que comprende todos los equivalentes técnicos de los medios descritos, así como sus combinaciones si estas entran en el ámbito de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de telecomunicación por satélite que permite garantizar un tráfico en estrella y un tráfico en malla, que consta de un satélite (10), al menos una estación (23) de anclaje terrestre ubicada en una zona de cobertura metropolitana (21), una zona (30) de cobertura global y varios terminales (35) de usuario, fijos o móviles, distribuidos en la zona (30) de cobertura global, un enlace (22) de radiocomunicación bidireccional entre la estación (23) de anclaje y el satélite (10), enlaces (36) de radiocomunicación bidireccionales entre el satélite (10) y los terminales (35) de usuario, un enlace de comunicación bidireccional de control remoto y telemetría (TTC) entre la estación (23) de anclaje y el satélite (10), estando el sistema configurado de manera que la zona (30) de cobertura global está cubierta por un primer conjunto (32) de puntos de tamaños idénticos, que se recubren parcialmente y formando una malla celular regular y por al menos un segundo conjunto (33) de puntos locales, distribuidos irregularmente en la zona (30) de cobertura global, y superpuestos geográficamente en unos puntos (32) del primer conjunto de puntos, y que los puntos (32) del primer conjunto de puntos tienen primeras bandas de frecuencia asignadas correspondientes a N canales (B1 a B4) diferentes, donde N es un número entero superior a 1, de la misma capacidad de frecuencia, siendo un mismo canal usado por varios puntos (32) diferentes espaciados en el suelo, los puntos (33) locales del segundo conjunto de puntos tienen una segunda banda de frecuencia asignada correspondiente a un canal (B5) específico que tiene una capacidad de frecuencia aumentada, superior a la capacidad de frecuencia de los canales (B1 a B4) de los puntos (32) del primer conjunto de puntos, siendo el canal (B5) específico del segundo conjunto (33) de puntos diferente de los canales (B1 a B4) del primer conjunto (32) de puntos.
2. Sistema de telecomunicación por satélite según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la zona (30) de cobertura global está, además, cubierta por un tercer conjunto (34) de puntos locales, distribuidos irregularmente en la zona (30) de cobertura global y, superponiéndose geográficamente en puntos (32) del primer conjunto de puntos, teniendo los puntos (34) locales del tercer conjunto de puntos una tercera banda de frecuencia asignada correspondiente a un canal (B6) específico adicional con una capacidad de frecuencia aumentada superior a la capacidad de frecuencia de los canales (B1 a B4) de los puntos (32) del primer conjunto de puntos, siendo el canal (B6) específico adicional del tercer conjunto de puntos (34) locales diferente de los canales (B1 a B4) asignados a los puntos (32) del primer conjunto de puntos y del canal (B5) específico asignado a los puntos (33) del segundo conjunto de puntos locales.
3. Sistema de telecomunicación por satélite según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el satélite (10) consta de un primer sistema (61) de antenas de emisión y de recepción multihaces que iluminan, por una parte, toda la zona (30) de cobertura global y que forman, en el suelo, la malla celular regular de puntos (32) del primer conjunto de puntos y que ilumina, por otro lado, localmente, zonas (30) geográficas de la cobertura global donde se concentran unos terminales (35) de usuario, por los puntos (33) locales distribuidos irregularmente desde el segundo conjunto de puntos, siendo las zonas geográficas iluminadas por los puntos (33) locales del segundo conjunto de puntos seleccionadas y activadas por la estación (23) de anclaje a través del enlace de comunicación bidireccional de control remoto y telemetría (TTC).
4. Sistema de telecomunicación por satélite según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el satélite (10) consta, además, de al menos un procesador (51) digital transparente destinado a filtrar y a enrutar el tráfico en malla intrapunto e interpunto entre terminales (35) de usuario situados en un mismo punto (32, 33, 34) o en dos puntos (32, 33, 34) diferentes y el tráfico en estrella entre terminales situados en la zona (30) de cobertura global y la estación (23) de anclaje situada en la zona (21) de cobertura metropolitana, constando el procesador (51) digital transparente de puertos (54) de entrada conectados al primer sistema (61) de antenas de emisión y recepción multihaces por un conjunto (55) de cadenas de recepción y de puertos de salida conectados al primer sistema (61) de antenas de emisión y recepción multihaces por un conjunto de cadenas de emisión, constando cada cadena de recepción de un multiplexor (41c) de frecuencia que garantiza la multiplexación de frecuencia y la selección de diferentes canales (B1 a B5) presentados en una misma entrada (54) del procesador (51) digital transparente y constando cada cadena de emisión de un demultiplexor (42c) de frecuencia que garantiza la demultiplexación y la selección de los diferentes canales (B1 a B5) provenientes de una misma salida (55) del procesador (51) digital transparente.
5. Sistema de telecomunicación por satélite según la reivindicación 4, **caracterizado porque** el conjunto de cadenas de recepción consta, además, de amplificadores (41b) de bajo ruido LNA equipados con un limitador de potencia.
6. Sistema de telecomunicación por satélite según la reivindicación 4, **caracterizado porque** el conjunto de cadenas de emisión consta, además, de amplificadores (42b) de potencia multipuerto MPA que garantizan la amplificación combinada y mutua de las señales de radiocomunicación destinadas a los terminales (35) de usuario ubicados en varios puntos (32, 33, 34) diferentes.
7. Sistema de telecomunicación por satélite según la reivindicación 4, **caracterizado porque** el multiplexor (41c) de frecuencia de cada cadena de recepción consta de N acopladores (94c) y un conmutador (95c) con cuatro posiciones diferentes, siendo la posición de cada conmutador controlada por la estación (23) de anclaje, seleccionando cada conmutador un canal diferente elegido de entre todos los canales (B1 a B4) asignados a los puntos (32) del primer conjunto de puntos y de entre todas las combinaciones que se acoplan al canal (B5) específico asignado al segundo conjunto de puntos con uno de dichos canales (B1 a B4) asignados a los puntos (32)

del primer conjunto de puntos, dependiendo el canal seleccionado por cada conmutador (95c) de la posición del conmutador (93a) correspondiente.

5 8. Sistema de telecomunicación por satélite según la reivindicación 7, **caracterizado porque** el demultiplexor (42c) de frecuencia consta de una arquitectura simétrica de la arquitectura del multiplexor (41c) de frecuencia correspondiente.

10 9. Sistema de telecomunicación por satélite según una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 8, **caracterizado porque** el satélite (10) consta, al menos, de un primer procesador (52) digital transparente destinado a filtrar y a enrutar el tráfico correspondiente a los puntos (32) del primer conjunto de puntos y, al menos, un segundo procesador destinado a filtrar y a enrutar el tráfico correspondiente a los puntos (33) locales del segundo conjunto de puntos.

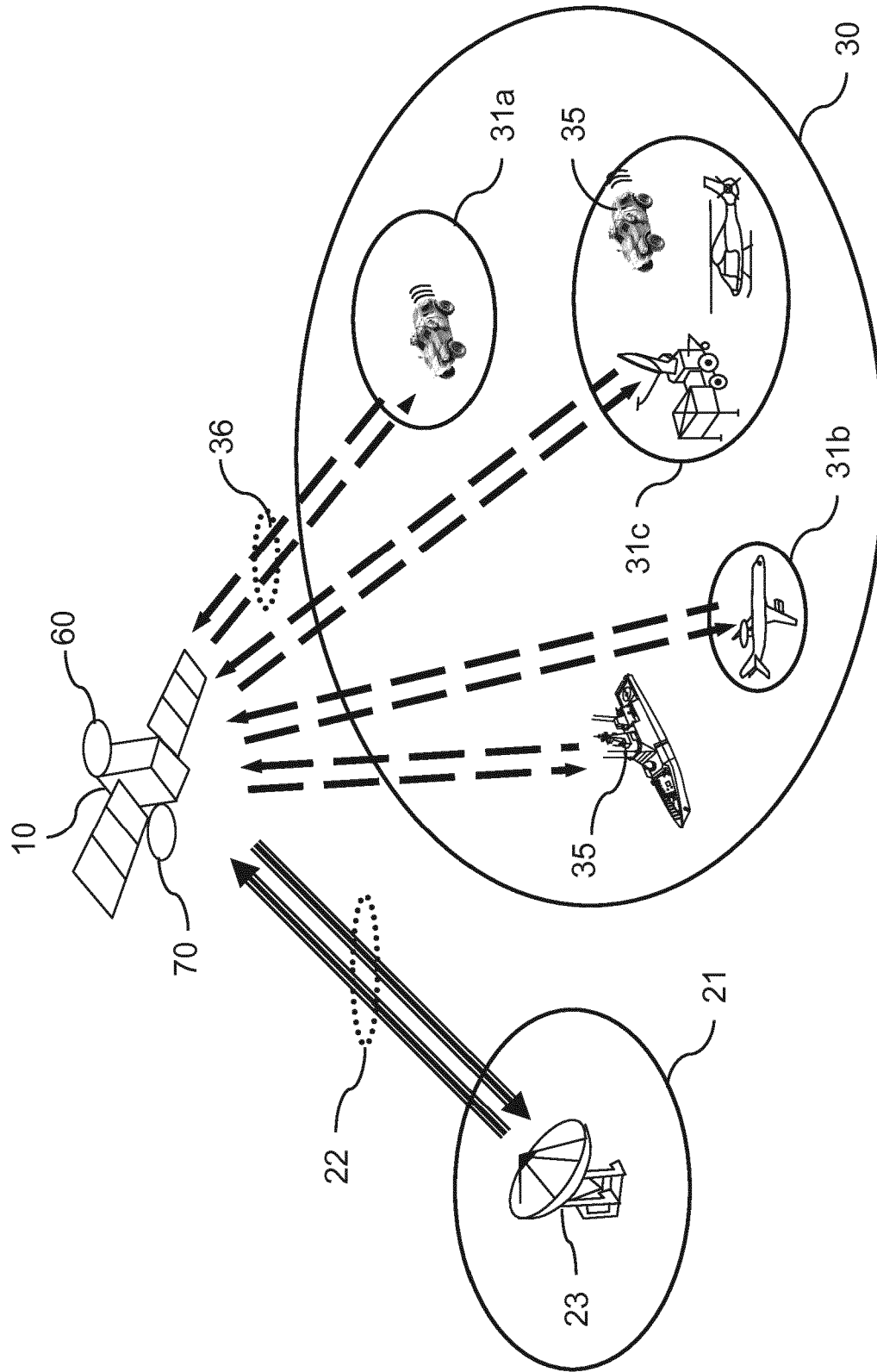


FIG.1

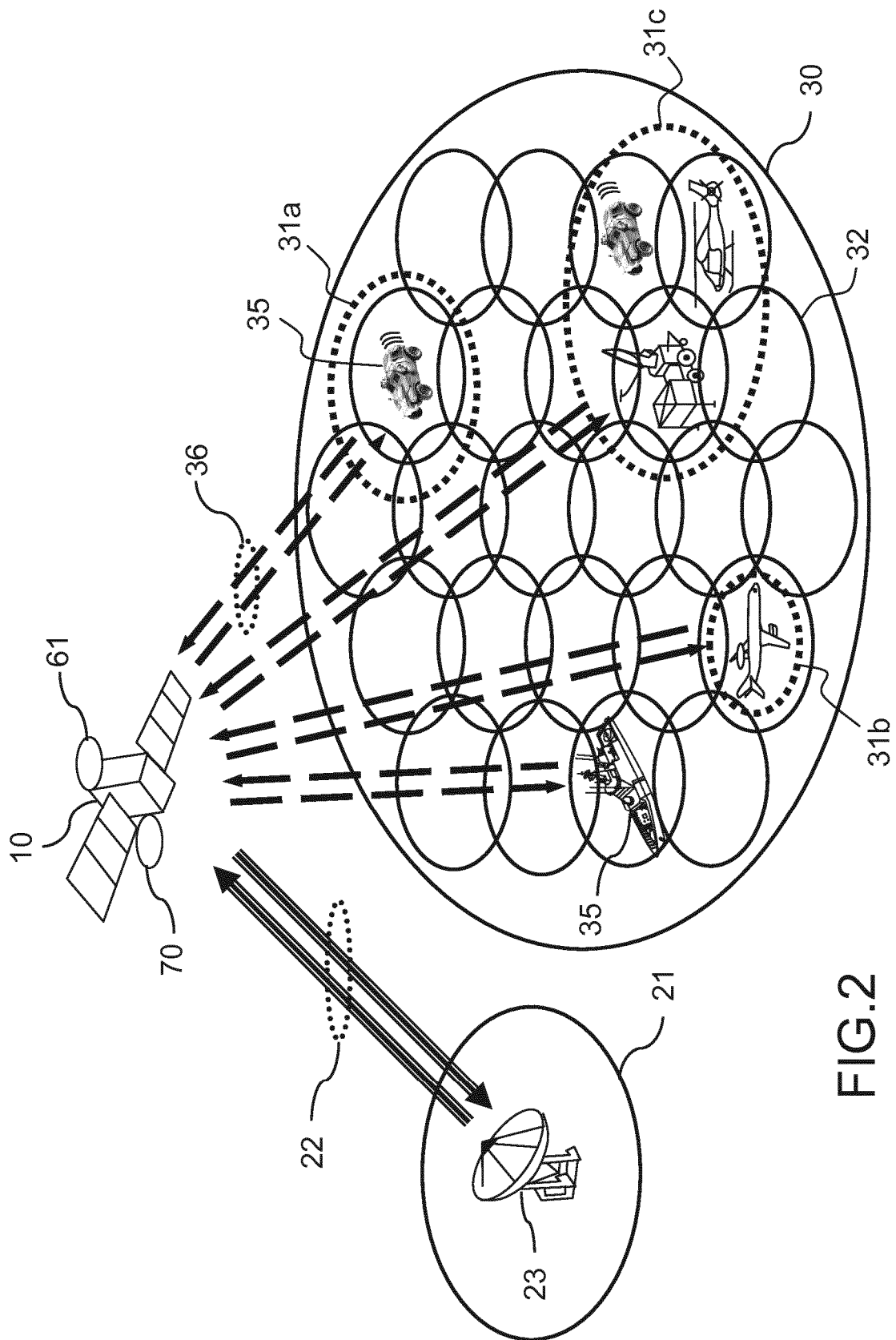


FIG. 2

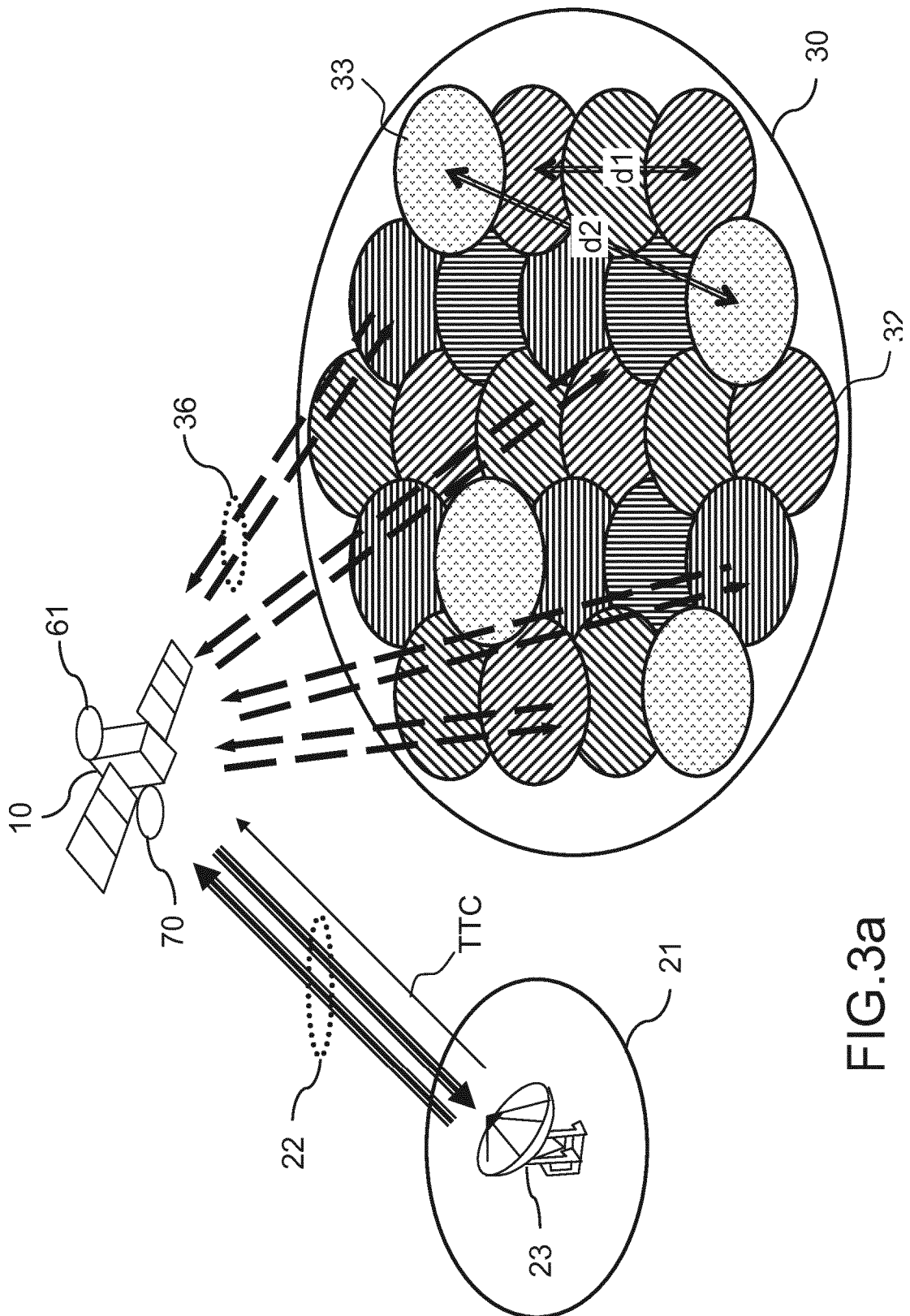


FIG. 3a

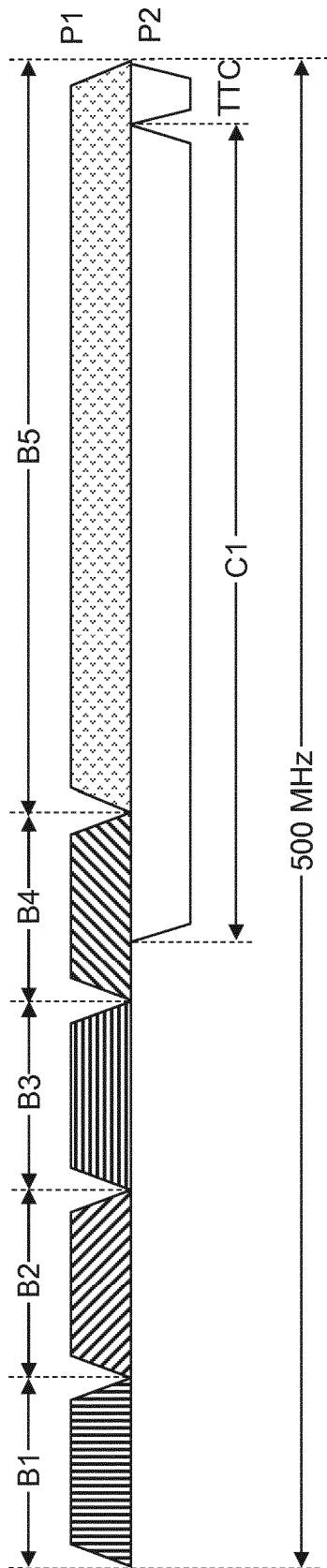


FIG. 3b

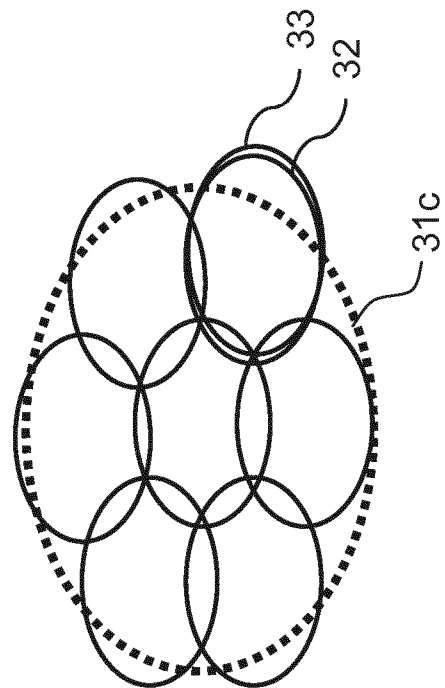


FIG. 3c

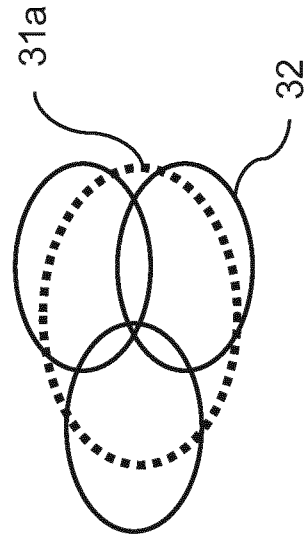
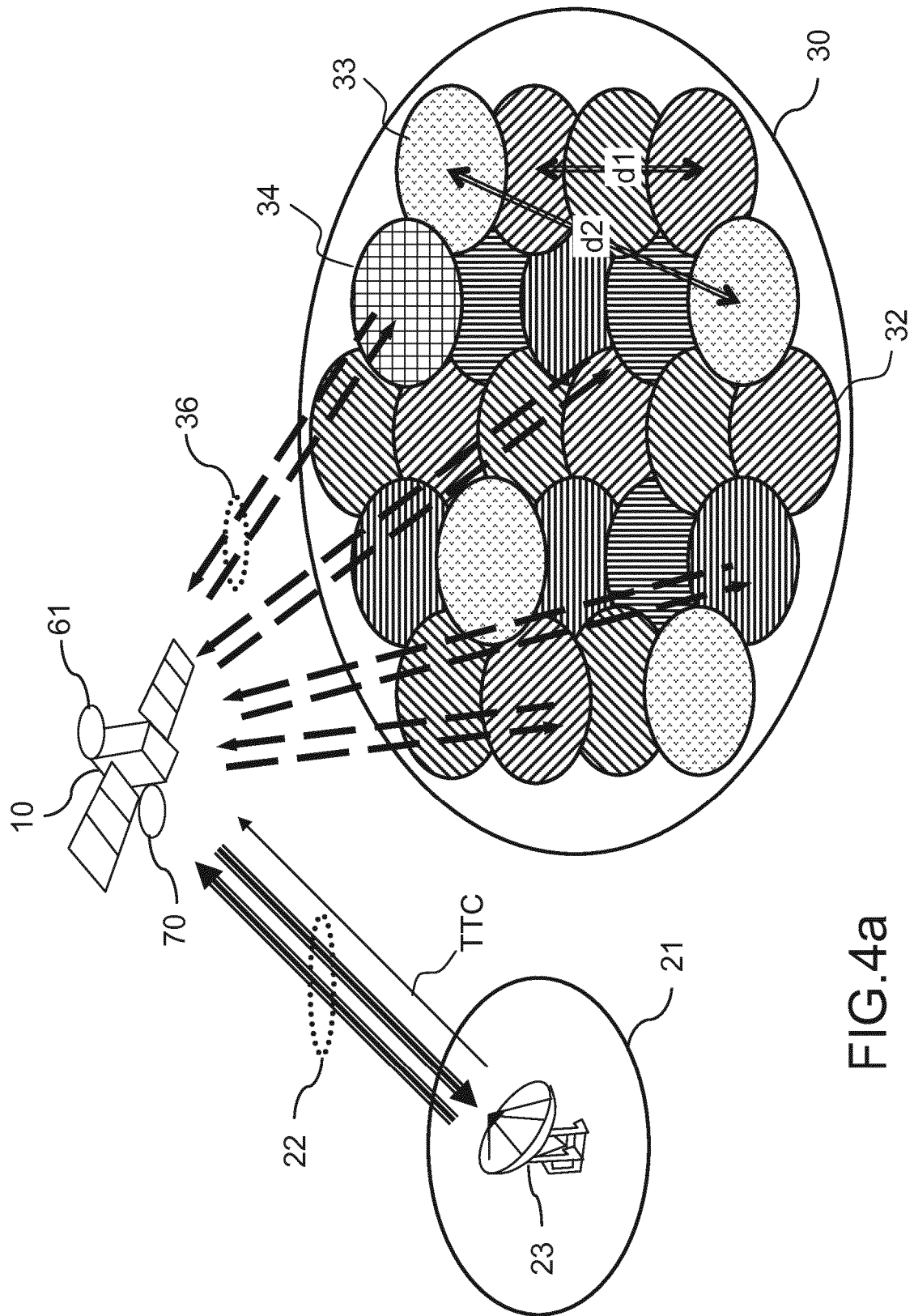


FIG. 3d



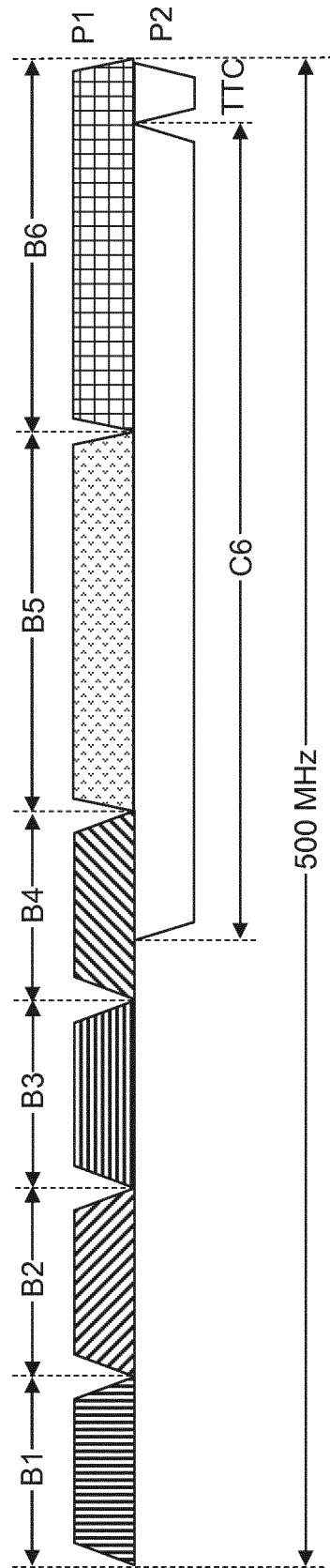
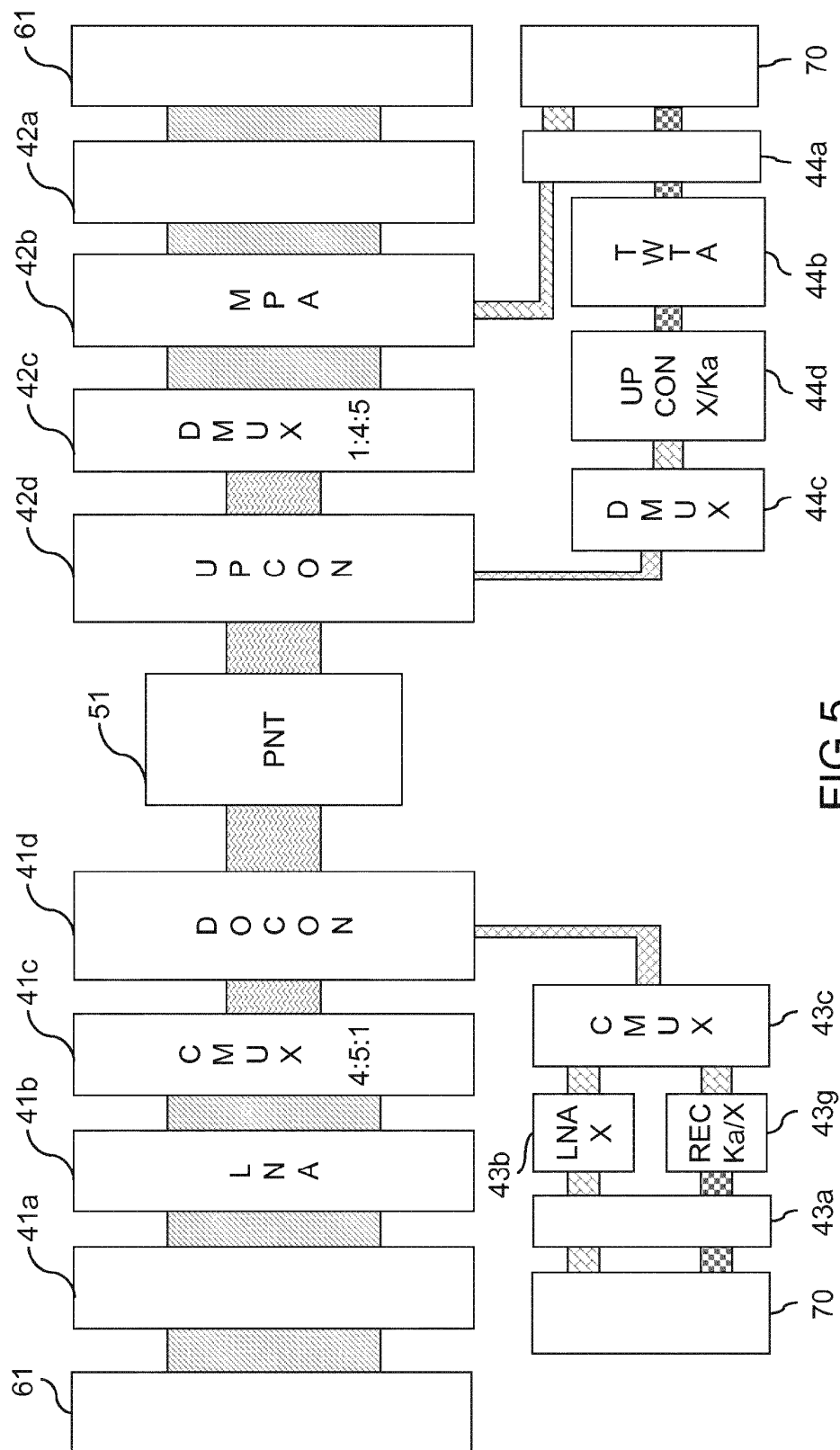


FIG.4b



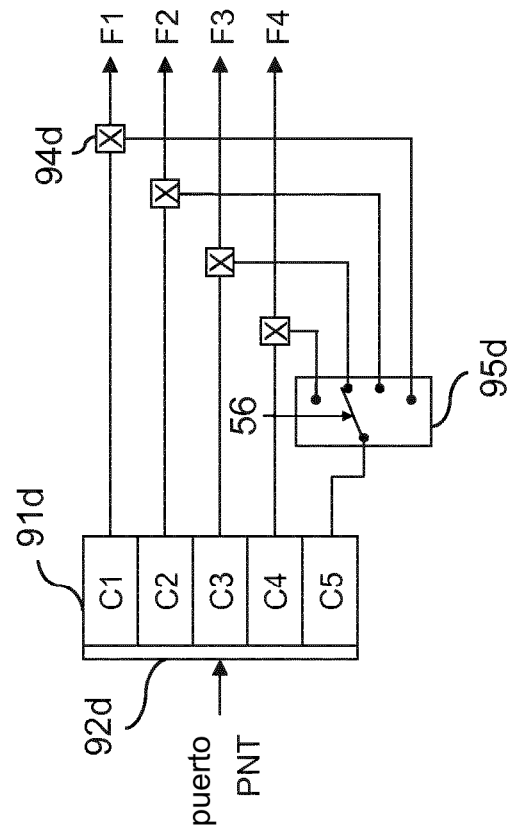


FIG. 6a

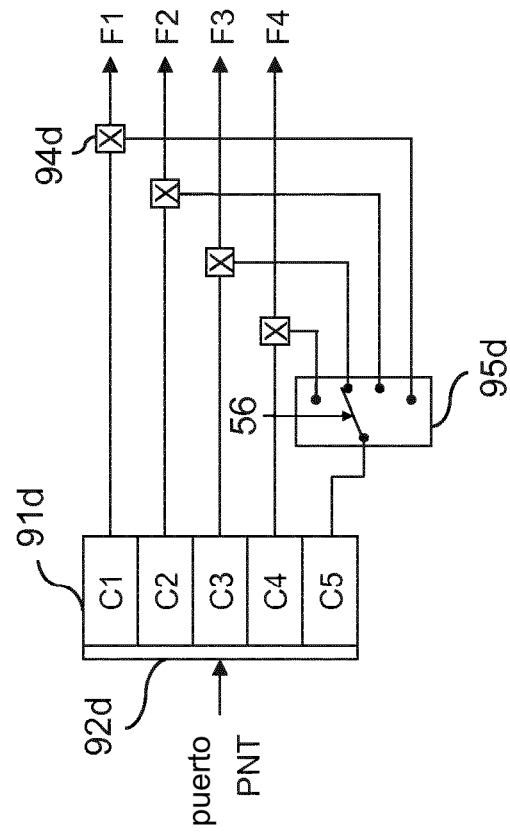


FIG. 6b

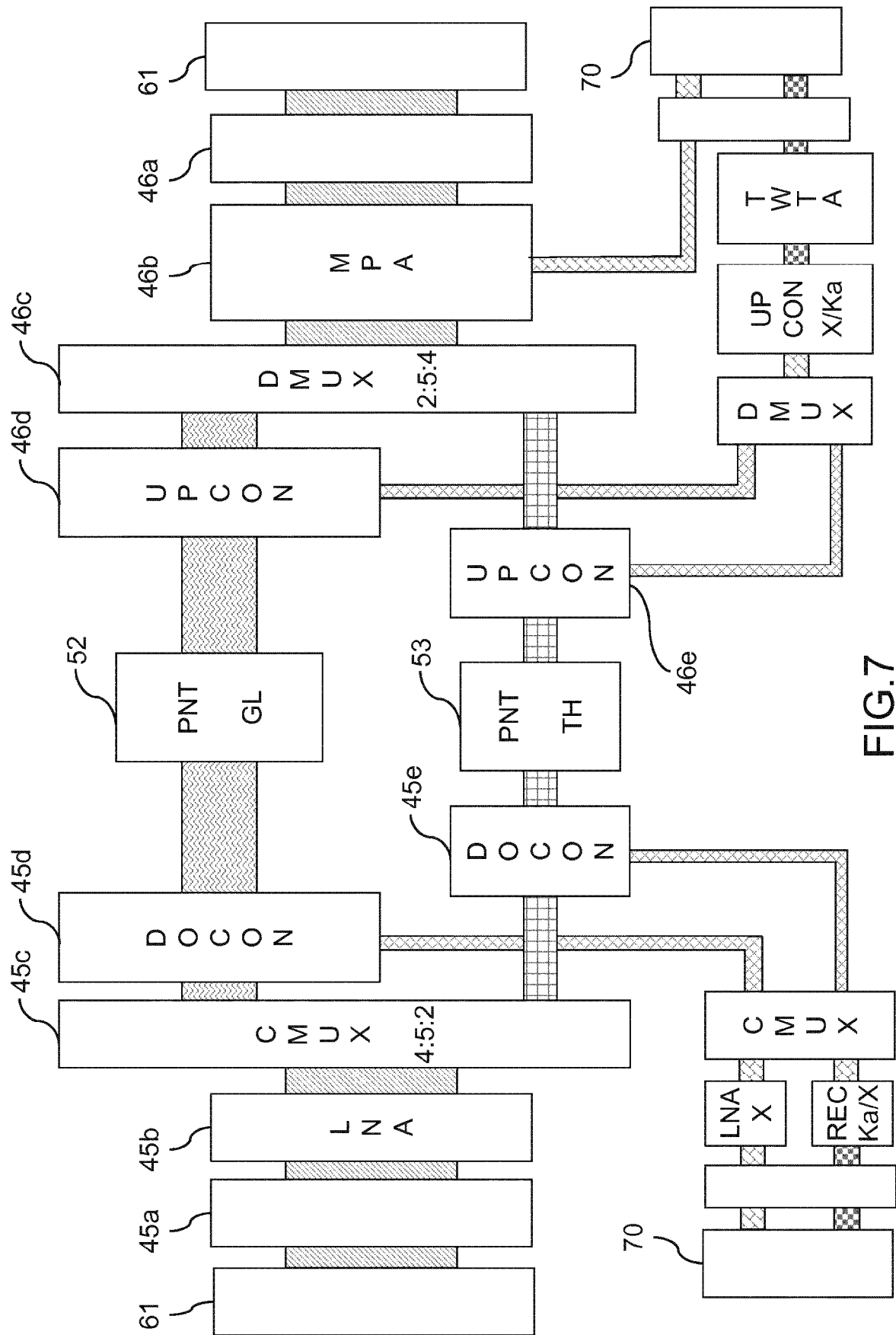


FIG. 7

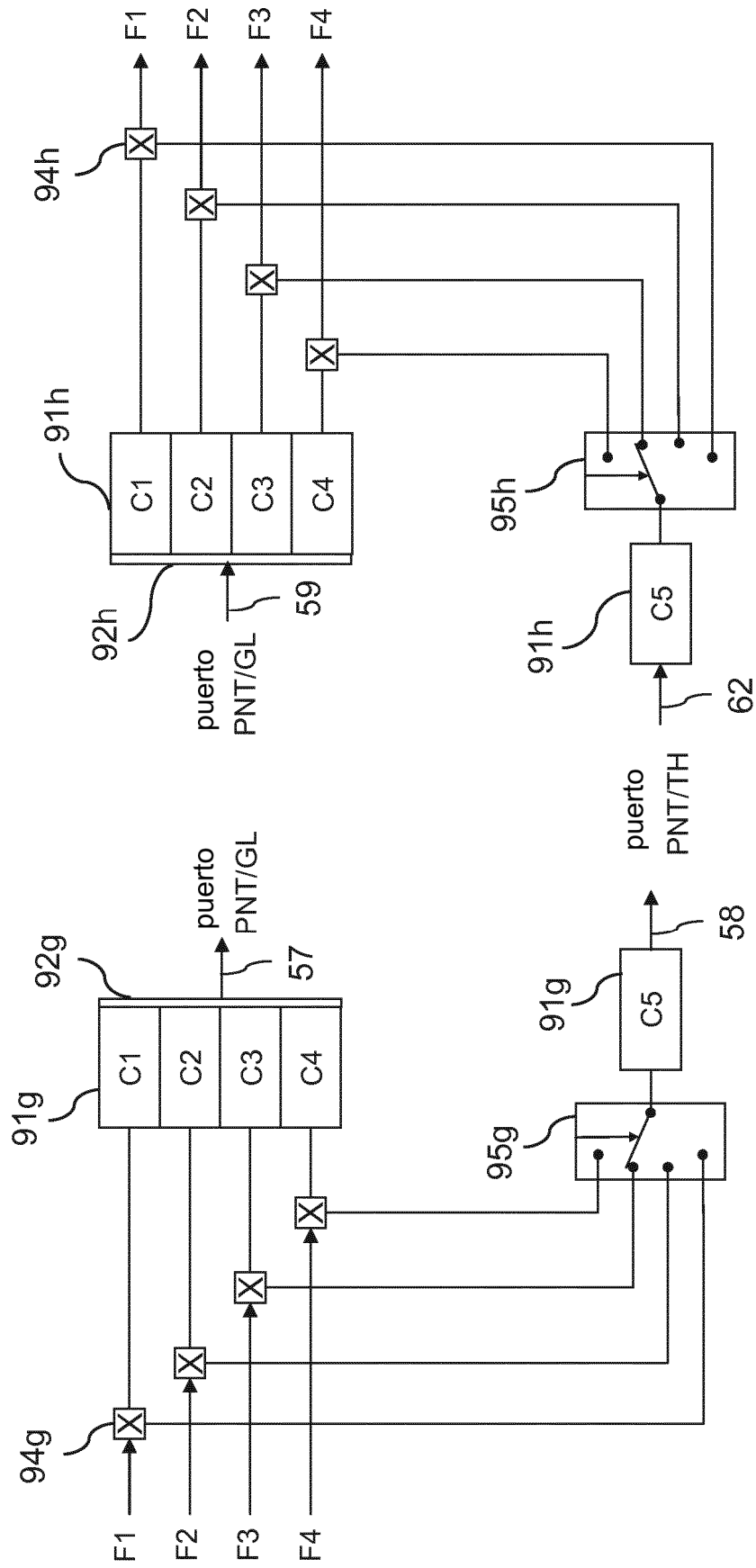


FIG.8a

FIG.8b