

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 398 702**

51 Int. Cl.:

H04B 7/185 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.09.2006 E 06291514 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2012 EP 1906557**

54 Título: **Sistema de carga útil para satélites**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.03.2013

73 Titular/es:

**EUTELSAT SA (100.0%)
70, RUE BALARD
75502 PARIS CEDEX 15, FR**

72 Inventor/es:

**FENECH, HECTOR y
LANCE, EMMANUEL**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 398 702 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 carga útil para satélites

5 La invención se refiere a un sistema de carga útil para satélites que comprende una pluralidad de dispositivos transpondedores, comprendiendo cada uno una sección de entrada que incluye un medio de antena de enlace ascendente, un medio amplificador de bajo ruido, un medio de conversión, y una sección de salida que incluye un medio de filtro de entrada, un medio amplificador de alta potencia, un medio de filtro de salida y un medio de antena de enlace descendente.

10 Es conocido el asociar cada transpondedor con un amplificador de alta potencia de una potencia dada. Estos sistemas de carga útil conocidos tienen el inconveniente de que puede reducirse la potencia a transmitir por cada transpondedor si se requiere menos potencia, pero no puede aumentarse más allá de la potencia máxima del amplificador. Esto significa que el amplificador de alta potencia está dimensionado para la potencia máxima prevista. La potencia que no es utilizada por el amplificador de alta potencia de un transpondedor no puede ser asignada a otro que pueda requerir potencia extra. La capacidad de cada transpondedor está limitada por la potencia máxima de su amplificador de alta potencia.

15 Un objeto de la presente invención es eliminar este inconveniente.

Con este propósito el sistema de carga útil propuesto está caracterizado porque al menos una parte de los transpondedores comparten su medio de amplificador de alta potencia y porque los amplificadores de alta potencia de cada dicha parte de transpondedores tienen una potencia máxima menor que la potencia total que puede ser transmitida por la carga útil.

20 De acuerdo con otra característica de la invención, el sistema está caracterizado porque dicha parte de transpondedores comprende un amplificador multipuerto que incluye una matriz de entrada con una entrada para cada uno de dicha parte de transpondedores, un banco de amplificadores de alta potencia, cada uno para uno de dicha parte de transpondedores y una matriz de salida que tiene un puerto de salida para cada uno de dichos transpondedores.

25 De acuerdo con aún otra característica de la invención, el sistema está caracterizado porque la sección de entrada del sistema que comprende el medio de antena, el medio amplificador de bajo ruido y el medio conversor es común a todos los transpondedores, y porque la sección de salida que comprende el medio de filtro de entrada, el medio de cadena de amplificación y el medio de filtro de salida difiere para los transpondedores, y porque el medio de amplificador de alta potencia de estos transpondedores está compartido mediante la provisión de un amplificador multipuerto.

30 El documento US-A-5771 444 y US-A-3 917 998 dan a conocer la concentración de amplificadores de alta potencia por medio de una matriz Butler que precede y sigue a un conjunto de dispositivos amplificadores. Estos documentos se refieren al contexto de comunicaciones vía satélite.

35 A continuación se describirá la invención de manera más detallada con referencia a las figuras que muestran un ejemplo de realización de la presente invención. Estas figuras muestran:

- la figura 1, el diagrama de bloques funcional de un transpondedor de un sistema de carga útil para un satélite;
- las figuras 2 y 3, dos arquitecturas de carga útil en las cuales puede aplicarse la invención;
- las figuras 4 y 5, la estructura de las arquitecturas de carga útil de acuerdo con las figuras 2 y 3, respectivamente, tras la aplicación de la invención;
- la figura 6, el diagrama de un amplificador multipuerto (MPA) tal como el mostrado en las figuras 4 y 5.

45 Es sabido que los satélites incluyen dos subsistemas, la plataforma y la carga útil. La plataforma soporta la carga útil con las funciones para constituir la estructura que incluye los mecanismos de despliegue de las antenas y los paneles solares, el sistema de control a bordo para asegurar la autonomía del satélite, el sistema de energía eléctrica, el sistema de telecomando, telemetría y gestión de datos, el sistema de control térmico y el sistema de control de la altitud y de la órbita que incluye el subsistema de propulsión. La carga útil es dependiente de la misión, que en este caso será para un sistema de comunicaciones al cual está asociada. Normalmente una carga útil para comunicaciones consiste en un número de transpondedores, cuyo diagrama de bloques funcional se presenta en la figura 1.

50 De acuerdo con esta figura, un transpondedor comprende una antena 1 de enlace ascendente, un amplificador 2

de bajo ruido (LNA), un conversor 3, un filtro de entrada o desmultiplexador 4, una cadena 5 de amplificación que incluye un amplificador 6 de canal y un amplificador 7 de alta potencia (HPA), un filtro de salida o multiplexador 8 y una antena 9 de enlace descendente. No todas las funciones necesitan estar dedicadas a un único transpondedor y ciertas funciones pueden ser compartidas por un número de transpondedores.

5 Las figuras 2 y 3 muestran unas arquitecturas de carga útil a las cuales puede aplicarse específicamente la invención. En el caso de la figura 2, la antena 1 de enlace ascendente, el amplificador 2 de bajo ruido y el conversor 3 están compartidos por cuatro transpondedores. El filtro de entrada o desmultiplexador 4 divide la entrada en cuatro canales de transpondedor con un ancho de banda dedicado a cada canal, y cada uno de los mismos es procesado por una cadena 5 de amplificación que normalmente incluye el amplificador 6 de canal y el
10 amplificador 7 de alta potencia (HPA). Cada canal tiene su propio filtro de salida y una antena 9 de enlace descendente. Por consiguiente, el área de servicio del enlace ascendente es común a todos los transpondedores, pero las áreas de servicio del enlace descendente difieren para los transpondedores.

En la arquitectura de carga útil mostrada en la figura 3 tanto el área de servicio del enlace ascendente como el área de servicio del enlace descendente difieren para los diferentes transpondedores. También podría incluir una
15 matriz de conectividad para permitir interconexiones entre las diferentes coberturas.

En las comunicaciones vía satélite el amplificador 7 de alta potencia (HPA) representa un importante recurso que resulta pesado, disipa una considerable cantidad de calor y consume la mayor parte de la corriente continua de la carga útil. Es por consiguiente un factor de dimensionamiento del satélite. Es importante utilizar estos recursos eficientemente. Éste es el objeto de la presente invención. De hecho, dado que la potencia de un transpondedor no
20 puede aumentarse más allá de la potencia máxima del amplificador de alta potencia, éste último está dimensionado para la máxima potencia (de pico) prevista. Adicionalmente la potencia no utilizada por el amplificador de alta potencia de un transpondedor no puede ser asignada a otro que pueda requerir potencia extra. Por consiguiente la capacidad de un transpondedor está limitada por la potencia máxima de los amplificadores de alta potencia lo que implica que, en general, la potencia total de los HPAs, como un todo, queda infrutilizada.

25 Un aspecto de la invención es eliminar esta desventaja para permitir una transmisión de potencia mayor que la potencia máxima de un amplificador de alta potencia de un transpondedor, y para utilizar al completo los recursos de a bordo.

Las figuras 4 y 5 muestran las arquitecturas de carga útil propuestas para este propósito, particularmente adecuadas para las arquitecturas representadas en las figuras 2 y 3, respectivamente.

30 Para realizar este objeto, la carga útil comprende un amplificador multipuerto (MPA) 11 tal como el denominado amplificador Butler. Tal amplificador multipuerto 11 comprende, tal como se muestra en la figura 6, una matriz Butler 12 de entrada que comprende, de acuerdo con el ejemplo de las estructuras de carga útil de las figuras 4 y 5, cuatro entradas 13a, b, c, d, un banco de cuatro amplificadores 14 de alta potencia y una matriz Butler 15 de salida con cuatro salidas 16a, b, c, d. Por motivos de implementación, el número de amplificadores 14 de alta
35 potencia empleado es 2^n , siendo n un número entero, normalmente 2, 3 o incluso 4. Esto se muestra en la figura 6 para $n = 2$.

El principio del amplificador multipuerto 11 es que una señal en un puerto de entrada, por ejemplo 13a, será dividida en la matriz Butler 12 de entrada en amplitud y con la puesta en fase apropiada, de tal modo que todos los
40 amplificadores 14 amplifiquen una parte igual de la señal. Luego se combinan las señales de todos los amplificadores 14 de alta potencia mediante la matriz Butler 15 de salida, de tal modo que la suma vectorial de las señales produzca una salida, por ejemplo en el puerto 16a, e idealmente nada en los puertos 16b, c, d. Similarmente, una entrada en el puerto 13b de entrada produce una salida únicamente en el puerto 16b, una señal de entrada en el puerto 13c de entrada produce una salida únicamente en el puerto 16c de salida, y una señal de entrada en el puerto 13d de entrada produce una salida únicamente en el puerto 16d de salida. La potencia total de
45 radio frecuencia (RF) del amplificador multipuerto queda determinada por la potencia total de RF disponible para todos los amplificadores 14 de alta potencia.

Por consiguiente, la matriz Butler 12 de entrada representa una red pasiva que procesa la señal que entra por uno de los puertos 13 de entrada y simultáneamente produce en cada uno de sus puertos de salida una señal con la misma potencia y con una distribución de fase específica.

50 De lo anterior resulta que los distintos amplificadores 7 de alta potencia de las figuras 2 y 3 son reemplazados por un amplificador multipuerto 11 de las figuras 4 y 5. En vez de que cada transpondedor esté asociado a un amplificador de alta potencia, en el ejemplo mostrado de un sistema de carga útil, un número de cuatro transpondedores está asociado a cuatro amplificadores de alta potencia compartidos en un amplificador multipuerto. La potencia máxima en el amplificador multipuerto es fija pero dado que ahora está asociada a cuatro
55 transpondedores, se crea un efecto de concentración. Puede asignarse la potencia a cada transpondedor de

acuerdo con las necesidades, y la potencia no utilizada por algún transpondedor puede ser asignada a otros siempre y cuando la potencia compartida total no exceda la potencia nominal del amplificador multipuerto.

El uso del amplificador multipuerto ofrece una manera eficiente de gestionar los recursos de la carga útil de acuerdo con los requisitos operacionales. El amplificador multipuerto no está dimensionado para la potencia requerida en el peor caso, sino para el requisito total de un número de transpondedores. Esto ofrece una flexibilidad operacional normalmente no disponible en la cual el dimensionamiento se lleva a cabo sobre el requisito máximo en base a cada transpondedor con la correspondiente ineficiencia, en vez de sobre la potencia total media del número de transpondedores que emplean el amplificador multipuerto.

En lo referente al amplificador 6 de canal, en estas configuraciones está colocado a la entrada del amplificador multipuerto. Por lo tanto puede utilizarse el amplificador de canal para controlar la excitación de la entrada específica del amplificador multipuerto en vez del amplificador de alta potencia específico. Por lo tanto, el cambio del requisito de potencia para una señal dada puede llevarse a cabo ya sea reduciendo la potencia desde la estación terrestre que está transmitiendo hacia el satélite, o mediante la reducción de la ganancia del amplificador de canal apropiado mediante telecomando. Por simplicidad, en la figura 5 no se muestran los amplificadores de canal.

La invención tal como se da a conocer en el presente documento puede aplicarse a un sistema de emisión en el cual el satélite esté emitiendo a un número de países. La arquitectura de tal sistema de emisión es la mostrada en la figura 5, con cada uno de los enlaces descendentes cubriendo un país diferente, por ejemplo Alemania, España, Francia, Italia, Polonia y el Reino Unido.

El sistema de comunicaciones de acuerdo con la invención tiene importantes ventajas. Una conexión y selectividad totales son posibles al compartir la potencia entre los transpondedores en un área de servicio o áreas de servicio sin impacto sobre la red de salida. La red de selectividad de salida es completamente innecesaria en esta arquitectura y aún así se aumenta la selectividad. De acuerdo con la figura 5, se proporciona un transpondedor por área de servicio, aunque este puede no ser el caso. Esta es una característica operativa extremadamente poderosa que de otra manera resultaría demasiado complicada de implementar, con un fuerte impacto asociado de masa y coste. Dado que la arquitectura del amplificador multipuerto evita el uso de un multiplexador de salida (OMUX), la flexibilidad de salida se ve aumentada adicionalmente dado que no existen especificaciones relacionadas con el plan de frecuencia. Esto genera oportunidades que normalmente no son posibles con una carga útil convencional. Con la asignación de potencia completa del amplificador multipuerto puede activarse cualquier número de transpondedores del conjunto dado, sin impacto alguno sobre la red de salida. Puede dividirse eficientemente la potencia disponible entre los transpondedores. Esta es una característica operativa extremadamente poderosa que de otra manera resultaría demasiado complicada de implementar, con un fuerte impacto asociado de masa y coste. Las pérdidas de salida permanecen mínimas pese a la flexibilidad operacional que asegura el empleo útil de la mayor cantidad posible de la potencia del amplificador multipuerto. Esto es importante en términos del rendimiento y de las ventajas financieras asociadas. Dado que los países tienen áreas diferentes, la ganancia de antena asociada a las diferentes áreas de servicio es diferente. Utilizar el concepto del amplificador multipuerto permite una compensación tal, que puede configurarse el rendimiento de cada área de servicio empleada para que sea igual, si se requiere, o configurarse individualmente al nivel requerido. Si se requiere un rendimiento igual, el amplificador multipuerto permite el aumento del rendimiento del área de servicio más débil, lo que de otra manera sería imposible de conseguir. Esto permite optimizar el diseño del sistema y utilizarlo operativamente de manera más optimizada. El amplificador multipuerto también aumenta la fiabilidad, dado que la potencia disponible podría exceder la potencia requerida, tolerando el fallo de un amplificador de alta potencia sin interrupción del servicio. Esta es una característica operativa y comercial interesante que normalmente no es posible con una carga útil convencional.

Adicionalmente el Sistema de Comunicaciones de acuerdo con la invención es aplicable ventajosamente a un Sistema de Banda Ancha con una gran área de servicio multipunto.

En esta aplicación que corresponde con las figuras 3 y 4, la potencia total de RF para compartir los puntos del amplificador multipuerto queda definida, y puede ser compartida, en órbita entre los correspondientes puntos. Este concepto proporciona flexibilidad operativa ya que la potencia dada puede dividirse entre los puntos del amplificador multipuerto asociado para abastecer la variación operativa del requisito de capacidad. El amplificador multipuerto se utiliza para proporcionar capacidad donde y cuando se requiera. Si un punto requiere más capacidad que otro punto, o se están utilizando otros puntos por debajo de la capacidad media, entonces puede desviarse la capacidad al punto que requiera la capacidad extra.

Por supuesto, todas las ventajas listadas anteriormente también son aplicables en esta aplicación, pero también hay algunas ventajas específicas en este esquema, tal como se lista a continuación:

- Utilizando una cobertura multipunto, es imposible predecir dónde se requerirá la capacidad en base a cada punto incluso en base al promedio. El concepto de amplificador multipuerto (MPA) permite diseñar para el caso medio. La alternativa sería diseñar un requisito de potencia máxima, lo que en general llevará a un sistema sobredimensionado con el correspondiente impacto sobre el coste.
- 5 - Adicionalmente, existen variaciones diurnas, variaciones estacionales, variaciones según las zonas temporales y variaciones a más largo plazo durante la vida útil del satélite (normalmente 15 años). La capacidad de compartir recursos implícita al amplificador multipuerto representa una mejor utilización de los recursos del satélite, lo que aumenta la utilización y el aprovechamiento del sistema al eliminar la segmentación de recursos. Puede dimensionarse el sistema para la capacidad máxima requerida por un conjunto de puntos a lo largo del tiempo y no para la máxima capacidad posible en base a cada punto, lo que representa una mejor utilización de los recursos de la nave espacial.
- 10 - La asignación de potencia a un punto puede exceder la de un amplificador de alta potencia individual, lo que en una carga útil convencional no es posible. Esto aumenta la operatividad del sistema dado que introduce la posibilidad de operar por zonas con un pico que exceda la capacidad del amplificador de alta potencia.
- 15

De lo anterior resulta que en un sistema de acuerdo con la invención, en un amplificador multipuerto la asignación de potencia para un transpondedor puede exceder la potencia disponible del amplificador de alta potencia equivalente, siempre y cuando ello fuera necesario. Esto no es posible en una carga útil clásica. La flexibilidad para asignar la totalidad de los recursos entre un número de transpondedores en órbita es una característica relativamente fácil de conseguir con un amplificador multipuerto, lo que, en general, resulta demasiado complicado de implementar con una carga útil convencional. Adicionalmente, el concepto de amplificador multipuerto tiene las ventajas de que facilita considerablemente el diseño del satélite, facilita el caso de negocio en las estaciones de planificación debido a la flexibilidad operativa y al mayor rango de escenarios operativos que el sistema puede abarcar, y aumenta la flexibilidad operativa en órbita durante la vida útil del satélite frente a los cambios en el mercado y a los desarrollos comerciales que resultarían imposibles de prever antes de la fase de definición del satélite.

20

25

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Sistema de carga útil para satélites que comprende una pluralidad de dispositivos transpondedores, comprendiendo cada uno una sección de entrada que incluye un medio (1) de antena de enlace ascendente, que recibe desde al menos un área de servicio de enlace ascendente, un medio (2) amplificador de bajo ruido, un medio (3) de conversión, y una sección de salida que incluye un medio (4) de filtro de entrada, un medio amplificador de alta potencia, y un medio (9) de antena de enlace descendente que transmite a múltiples áreas de servicio de enlace descendente, compartiendo al menos una parte de los transpondedores su medio amplificador de alta potencia en vista de que dicha parte de los transpondedores comprende un amplificador multipuerto (11) que incluye unos amplificadores (6) de canal, una matriz Butler (12) de entrada con una entrada para cada uno de dicha parte de transpondedores, aceptando cada entrada una señal, un banco de amplificadores (14) de alta potencia, cada uno para uno de dicha parte de transpondedores, teniendo los amplificadores de alta potencia de cada uno de dicha parte de transpondedores una potencia máxima menor que la potencia total que puede ser transmitida por la carga útil, y una matriz Butler (15) de salida que reasigna los componentes de cada señal a un puerto de salida dado de la matriz Butler de salida, estando cada señal de entrada de dicha parte de transpondedores en la matriz Butler (12) de entrada dividida en amplitud con el ajuste de fase apropiado, de tal modo que todos los amplificadores (14) amplifiquen una parte igual de la señal, **caracterizado porque** los amplificadores (6) de canal están situados en unas respectivas entradas del amplificador multipuerto (11), y los medios (9) de antena de enlace descendente están situados en unas respectivas salidas del amplificador multipuerto, por lo que cada salida del amplificador multipuerto está asociada con un área de servicio de enlace descendente diferente, sin utilizar un multiplexador de salida o una red de selectividad de la salida intervinientes para seleccionar el área de servicio de enlace descendente.
- 10 2.- El sistema de carga útil de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la sección de entrada y la sección de salida difieren para los diferentes transpondedores.
- 15 3.- El sistema de carga útil de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la sección de entrada y la sección de salida difieren para los diferentes transpondedores, y la potencia de salida puede dividirse de manera desigual entre los diferentes medios de antena de enlace descendente por medio de los amplificadores (6) de canal.
- 20 4.- El sistema de carga útil de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la sección de entrada y la sección de salida difieren para los diferentes transpondedores, y la potencia de salida puede dividirse de manera desigual entre las diferentes partes de los transpondedores por medio de los amplificadores (6) de canal.
- 30

FIG. 1

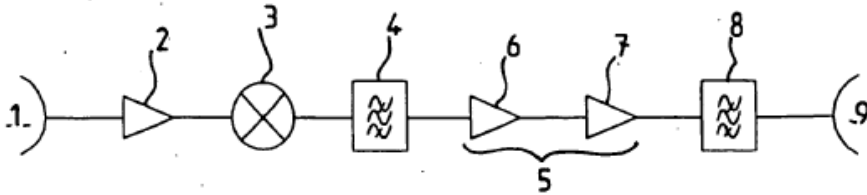


FIG. 2

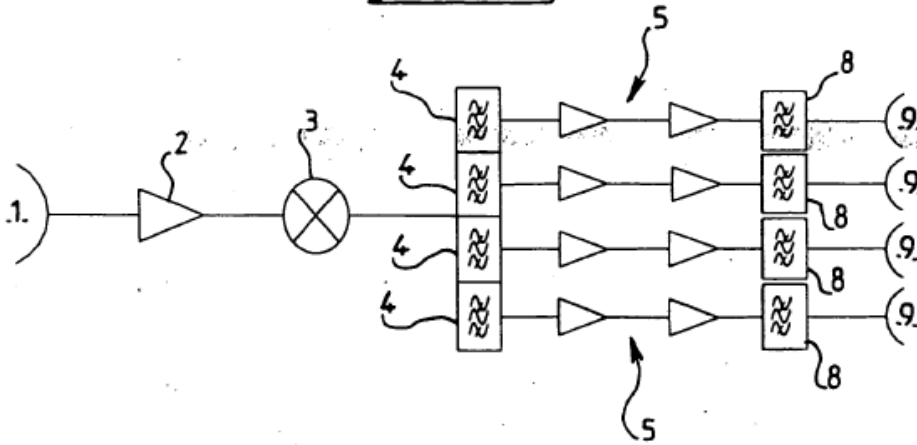


FIG. 3

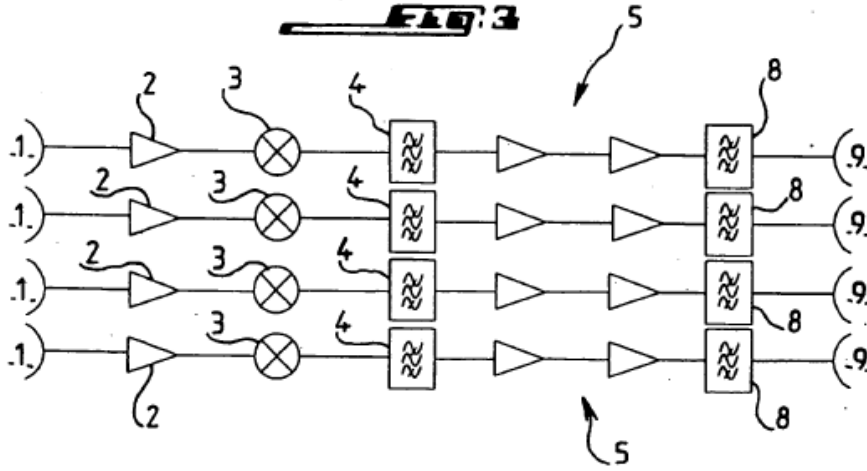


FIG. 4

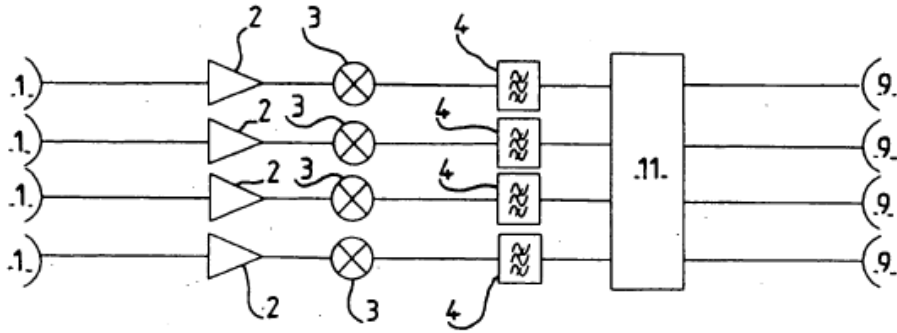


FIG. 5

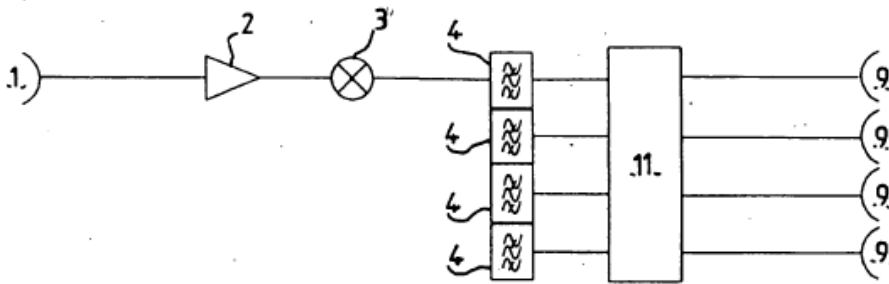


FIG. 6

