

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 369 538**

51 Int. Cl.:  
**H01P 1/213** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **04292797 .0**  
96 Fecha de presentación: **26.11.2004**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1662603**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **31.05.2006**

54 Título: **RED DE MULTIPLEXACIÓN GENERALIZADA.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.12.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.12.2011**

73 Titular/es:  
**THALES**  
**45, rue de Villiers**  
**92200 Neuilly-sur-Seine, FR**

72 Inventor/es:  
**Hidalgo Carpintero, Isidro;**  
**Padilla Cruz, Manuel Jesus;**  
**Garcia Lamperez, Alejandro y**  
**Salazar Palma, Magdalena**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

**ES 2 369 538 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

Red de Multiplexación Generalizada

**Antecedentes de la invención****1. Campo de la Invención**

- 5 La invención se refiere de forma general a RF y a multiplexores de microondas implementados con una pluralidad de resonadores acoplados. Más específicamente, la presente invención se refiere a multiplexores configurados para requerir sólo una pluralidad de resonadores y acoplamientos en serie, en derivación, de cruce y acoplamientos de entrada/salida entre ellos.

**2. Descripción de la Técnica Relacionada**

- 10 Los demultiplexores y multiplexores en el dominio de la frecuencia se usan generalmente en los sistemas de comunicación para separar selectivamente (o combinar respectivamente) señales específicas o anchos de banda de frecuencia (estas señales o anchos de banda de frecuencia también conocidos como canales) a partir de (o dentro de respectivamente) una señal o banda de frecuencias única. Este objetivo se consigue usualmente por el uso de filtros de banda de paso de resonadores acoplados (que se llaman usualmente filtros de canal), que pasan libremente frecuencias dentro de un rango de frecuencias especificado, mientras que rechaza las frecuencias fuera de los límites especificados, y una red de distribución que divide (o combina respectivamente) las señales o frecuencias que van dentro (o que vienen respectivamente) de los filtros.

- 15 Las principales diferencias entre los multiplexores surgen de la red de distribución, también conocida como red de multiplexación, ya que los filtros son siempre del tipo de resonadores acoplados. Hay varias soluciones técnicas conocidas para implementar tal red, la usada más comúnmente, dependiendo de cada uno de los diseños particulares son: modo múltiple o divisores en cascada, cadenas de circuladores en caída y redes colectoras (es decir, filtros conectados por longitudes de líneas de transmisión, guía ondas, coaxial, y uniones "T").

- 20 La descripción de tales multiplexores, y la teoría de diseño correspondiente puede encontrarse en la literatura: **"Diseño de Multiplexores de Colector Generales"** de Rhodes, J.D.; Levy, R.; Teoría y Técnicas de Microondas, IEEE Transactions on, Volumen: 27, Edición: 2, Febrero de 1979, Páginas: 111 – 123, **"Una Teoría de Multiplexores Generalizada"** de Rhodes, J.D.; Levy, R.; Teoría y Técnicas de Microondas, IEEE Transactions on, Volumen: 27, Edición 2, Febrero de 1979, Páginas 99 – 111 e **"Innovaciones en filtros de microondas y redes de multiplexación para sistemas de satélites de comunicaciones"** de Kudsia, C. Cameron, R.; Tang, W. –C.; Teoría y Técnicas de Microondas, IEEE Transactions on, Volumen: 40, Edición 6, Junio de 1992, Páginas: 1133 – 1149.

- 30 El enfoque usual para el diseño de los multiplexores es diseñar separadamente cada uno de los filtros de canal y a continuación diseñar la red de multiplexores correspondiente. En el caso de multiplexación de colector, la mayor parte de las veces se necesita una optimización final de los elementos del multiplexor completo para cumplir con los requisitos eléctricos, y esto podría ser costoso desde el punto de vista del cálculo cuando deben optimizarse un alto número de canales usando simulaciones electromagnéticas.

- 35 La FIG. 1 muestra una técnica anterior de un filtro resonador acoplado de orden  $n$  usado como un bloque de construcción para implementar los multiplexores descritos anteriormente. Cada una de las cajas representa un resonador (sin pérdida de la generalidad podría ser un resonador RLC de elementos agrupados, un resonador de dieléctrico, un resonador de cavidad, o cualquier otro tipo de resonador conocido en la técnica) y las líneas que conectan los resonadores representan acoplamientos (sin pérdida de la generalidad podría ser un elemento de capacidad o inductancia agrupado, un iris, aperturas entre cavidades, o cualquier otro tipo de acoplamiento conocido en la técnica). El filtro de la FIG. 1 es un filtro canónico de orden  $n$ , esto es, sin pérdida de la generalidad puede implementar cualquier función de transferencia de orden  $n$ .

- 40 La FIG. 2 muestra un multiplexor de  $P$  canales de la técnica anterior con una red de multiplexación divisora  $1:P$ .

- 45 La FIG. 3 muestra un multiplexor de  $P$  canales de la técnica anterior con una red de de-multiplexación de una cadena de circuladores en caída.

La FIG. 4 muestra un multiplexor de  $P$  canales de la técnica anterior con una red de multiplexación colectoras.

El documento US2003/01444 se refiere a un multiplexor de pequeña dimensión con una pluralidad de resonadores rellenos de aire conectados a una parte común a través de un resonador común.

- 50 El documento US2003/0184365 describe un filtro de frecuencia de radio que comprende varios componentes resonantes.

Como se apreciará por los especialistas en la técnica, cada una de las configuraciones mostradas anteriormente presenta inconvenientes: los divisores presentan pérdidas de inserción altas y/o podrían tener un gran volumen, las

caídas en cadena con circuladores son costosos y no están bien adaptados para aplicaciones de potencia y finalmente, las redes colectoras tienen una gran masa y huella, y son costosas de diseñar y optimizar.

**Sumario de la invención**

5 Para eliminar las redes de multiplexación descritas anteriormente y sus inconvenientes acompañantes, se usa una nueva topología para multiplexores. Esta topología consiste de varios resonadores acoplados entre ellos y varios puertos de entrada – salida conectados a algunos de los resonadores.

Para conseguir estas y otras mejoras, la invención implementa una pluralidad de resonadores acoplados sintonizados de forma asíncrona, uno de ellos acoplado a un puerto común, y una pluralidad P de ellos acoplados con P puertos de canal de entrada / salida.

10 De acuerdo con la primera realización de la presente invención, se proporciona un multiplexor de 2 canales, que tiene una primera pluralidad de n resonadores acoplados en serie que define una primera fila, una segunda pluralidad de n cavidades de resonadores acoplados en serie que define una segunda fila, un puerto común en comunicación con un resonador preseleccionado de la primera fila, un terminal de salida N° 1 en comunicación con una cavidad de resonador de salida preseleccionada de la primera fila, un terminal de salida N° 2 en comunicación con una cavidad de resonador de salida preseleccionada de la segunda fila, y al menos un acoplamiento paralelo entre dicha primera fila y dicha segunda fila. De acuerdo con una segunda realización, más general, de la presente invención, se proporciona un multiplexor de P canales, que tiene P conjuntos de n resonadores acoplados en serie que definen P filas de n resonadores acoplados secuencialmente, un puerto común en comunicación con el primer resonador de una primera fila preseleccionada, y P terminales de salida, estando conectado cada uno de los terminales de salida de orden l con el último resonador respectivo de la fila de orden l, donde l es un número entero entre 1 y P, y al menos un acoplamiento entre al menos un resonador de la fila de orden j y un resonador de la fila de orden (j + 1), siendo j un número entero entre 1 y P.

20 De acuerdo con otra realización de la invención, incluso más general, el número de polos por canal puede ser diferente para los diferentes canales, lo cual significa que el número de elementos resonantes por fila puede ser diferente de una fila a otra, en otras palabras, la n en la realización mencionada anteriormente puede variar y pueden tomarse P diferentes valores para los P canales respectivos. Esto se describirá con detalle en relación con las figuras.

Con el objetivo de describir mejor la invención, las etapas de diseño de tal dispositivo se desvelan en adelante. Para tal propósito se tiene en cuenta un ejemplo arbitrario de especificaciones de un multiplexor típico (triplexor) (FIG. 5).

30 La Primera etapa es definir las funciones racionales complejas (Chebychev) para cada una de las pérdidas de retorno de la salida del prototipo de canal de paso bajo (del mismo modo que se definen para los dos filtros de puerto), esto define la posición inicial de todos los polos del multiplexor, y de este modo el orden (número de resonadores) del multiplexor. Las pérdidas de retorno del puerto común inicial se definen como el producto de todas estas funciones:

35

$$|\tilde{S}_{pp}(s)| = \prod_{i=1}^{p-1} |\tilde{S}_{ii}(s)|$$

40 La mayor parte de las veces debe realizarse una optimización de las posiciones de los polos y ceros de la función para cumplir con las especificaciones de las pérdidas de retorno en el puerto común. También debe observarse que tanto los ceros puramente imaginarios como los ceros con una parte real podrían prescribirse en cada una de las respuestas de canal.

Una vez que la función de transferencia se ha definido por medio de funciones racionales complejas debe elegirse una red adecuada para implementar tal función de transferencia. La red se forma de nodos interconectados por acoplamientos electromagnéticos. Los nodos son de dos clases:

- 45
- Nodos resonantes, o simplemente resonadores.
  - Nodos cargados no resonantes, o puertos.

Esta clase de redes puede describirse usando una matriz generalizada de acoplamientos, formada por bloques. Los coeficientes de cada uno de los bloques corresponden con los acoplamientos de diferentes clases:

- 50
- Acoplamientos entre dos resonadores, o acoplamientos internos. Esta matriz es cuadrada y simétrica. La diagonal contiene los auto acoplamientos de los resonadores, que tienen en cuenta el desplazamiento de frecuencia con respecto a la frecuencia de referencia.
  - Acoplamientos directos entre dos puertos. La red presentada en el presente documento no tiene ningún acoplamiento directo y esta matriz es cero. Por lo tanto, esta matriz no se representa.

- Acoplamientos entre un puerto y un resonador, o acoplamientos de entrada / salida.

Debería observarse que esta matriz de acoplamiento para redes con un número arbitrario de puertos es una generalización de la matriz de acoplamiento extendida para los filtros descritos, por ejemplo en "Síntesis de filtros simétricos de orden N par con N ceros de transmisión por medio de un acoplamiento de cruce de carga – fuente", de J. R. Montejo – Garai, Cartas de Electrónica, vol. 36, nº 3, páginas 232 – 233, Febrero de 2000, o "Técnicas avanzadas de síntesis de matrices de acoplamiento para filtros de microondas" de R. J. Cameron, IEEE Trans. Técnica y Teoría de Microondas, volumen 51, nº 1, páginas 1 – 10, Enero de 2003.

La topología de acoplamiento del multiplexor concebido para cumplir las especificaciones de la figura 5 se muestra en la FIG. 6. La estructura de la matriz de acoplamiento correspondiente se presenta en la FIG. 7, donde están marcadas las diferentes sub-matrices. Los valores distintos de cero se marcan con "X", todos los otros valores son cero.

Puede verse que la transferencia de potencia entre el puerto común y los canales 1 y 3 se realiza a través de varios acoplamientos entre esos canales y el canal central (número 2). **No hay necesidad de un divisor o colector de potencia externo.** La interacción entre canales introduce varios ceros incompletos en la respuesta de transmisión de cada uno de los canales. Esos ceros se localizan en las bandas de paso de canales opuestos. Los acoplamientos múltiples entre canales se usan para controlar la localización de esos ceros de transmisión incompletos. De este modo, los ceros se usan para aumentar la selectividad entra canales. Debería observarse que los ceros de transmisión completos o incluso los ceros de igualación, pueden también insertarse en las localizaciones prescritas permitiendo acoplamientos de cruce en el interior de cada uno de los canales. Sin embargo este no es caso en el diseño presentado en este punto.

La matriz de acoplamiento se obtiene en el caso que usa un algoritmo de optimización. Este algoritmo modifica los valores de los coeficientes de acoplamiento para reducir una función de coste. Solo los coeficientes de acoplamiento distintos de cero de la FIG. 7 se tienen en cuenta; por lo tanto, la topología de acoplamiento de la red está siempre asegurada. La función de coste es cuadrática. Está formada por dos componentes:

1. El error entre el coeficiente de reflexión en un puerto común, y el producto de los coeficientes de reflexión de los tres filtros aislados. El orden y la respuesta de estos filtros se eligen de modo que se cumplan las especificaciones.
  2. El valor de los coeficientes de transmisión entre los puertos 1, 2, y 3, estos es, los coeficientes de aislamiento entre puertos de canales.
- En ambos casos, sólo se usa el módulo, no la fase. El uso de esta función de coste fuerza varias características de la respuesta de la red.
- La localización prescrita de los ceros de reflexión.
  - El nivel prescrito de pérdidas de retorno en cada banda de paso.
  - El aislamiento entre puertos de canal tan bajo como sea posible.
  - Como consecuencia de las condiciones anteriores, la transmisión de cada uno de los canales en su banda de paso se maximiza, ya que para una red sin pérdidas, la potencia reflejada, la potencia transmitida desde el puerto común a los puertos de canal y la potencia entre puertos de canal es igual a la potencia incidente (conservación de potencia).

Es posible calcular analíticamente el gradiente de una función de coste de este tipo. Por lo tanto, se ha usado un algoritmo de optimización casi de Newton basado en el gradiente, de forma similar, se hace en "Síntesis de filtros de resonador con pérdidas acoplados en cruz con acoplamientos de entrada / salida múltiples por optimización del gradiente" de A. García Lampérez, M. Salazar Palma, M. J. Padilla Cruz, e I. Hidalgo Carpintero, en Proceedings del Simposio Internacional de Sociedades de Antenas y Propagación IEEE de 2003, Columbus, OH, EEUU, Junio de 2003, páginas 52 – 55, "Síntesis de filtros de resonador acoplados de múltiple topología general por optimización", de W. A. Atia, K. A. Zaki y A. E. Atia, en 1998 IEEE MTT-S Simposio Internacional de Microondas Digest, volumen 2, Junio de 1998, páginas 821 – 824, o "Síntesis de filtros de resonadores acoplados en cruz usando una técnica de optimización analítica basada en el gradiente", de S. Amari, IEEE Trans. Teoría y Técnica de Microondas, volumen 48, Nº 9, páginas 1559 – 1564, Septiembre de 2000.

La transformación de paso de banda a paso bajo usa los siguientes parámetros:

- Frecuencia central:  $f_0 = 12330$  MHz
- Ancho de banda:  $\Delta f = 38$  MHz ( $\pm 19$  MHz)

La matriz de acoplamiento resultante se presenta en la FIG. 8.

A partir de la matriz de acoplamiento de paso bajo anterior, la matriz de acoplamiento de paso de banda correspondiente puede calcularse del mismo modo que se hace para los filtros de paso de banda. Con impedancias de referencia en los puertos y resonadores iguales a uno, la matriz de acoplamiento se presenta en la FIG. 9.

La descripción de la red se completa por la frecuencia resonante de cada uno de los resonadores que se incluye en la FIG. 10.

Puede verse que los resonadores del canal central están sintonizados de forma síncrona y la distribución de las frecuencias resonantes de los canales 1 y 3 son simétricas respecto a  $f_0$ .

A partir de los datos anteriores es evidente para cualquier especialista en la técnica, la implementación del circuito usando cualquier tipo de resonadores como guía ondas, resonadores de dieléctrico, etc., pero para verificar el correcto procedimiento de diseño se ha realizado una simulación usando resonadores de elementos agrupados e acoplamientos, esto es los resonadores y los acoplamientos se implementan por medio de condensadores e inductancias, aunque este no es un modo práctico de implementar una red a las frecuencias de funcionamiento tan altas como las del presente diseño. Las Figuras 11 – 16 presentan simulaciones de tal implementación junto con máscaras de especificaciones. En estas representaciones las líneas continuas son parámetros diferentes de la respuesta del dispositivo y las líneas discontinuas ("rectas") son máscaras de especificación.

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

Las anteriores y otras características, objetos y ventajas de la invención se entenderán mejor por la lectura de la siguiente descripción en conjunción con los dibujos, en los que:

la FIG. 1 muestra un filtro resonador acoplado de orden  $n$  de la técnica anterior usado como un bloque de construcción para implementar los multiplexores descritos anteriormente. Cada una de las cajas representa un resonador (sin pérdida de la generalidad podría ser un resonador de elementos RLC agrupados, resonador de dieléctrico, resonador de cavidad, o cualquier otro tipo de resonador conocido en la técnica) y las líneas que conectan los resonadores representan acoplamientos (sin pérdida de la generalidad podría ser una capacidad o inductancia de elementos agrupados, un iris, aperturas entre cavidades, o cualquier otro tipo de acoplamiento conocido en la técnica). El filtro de la FIG. 1 es uno canónico de orden  $n$ , esto es, sin pérdida de la generalidad podría implementar cualquier función de transferencia de orden  $n$ .

la FIG. 2 muestra un multiplexor de  $P$  canales con una red de multiplexación divisora de 1:P.

la FIG. 3 muestra un multiplexor de  $P$  canales con una red de des-multiplexación de cadena de circuladores en caída.

la FIG. 4 muestra un multiplexor de  $P$  canales con una red de multiplexación colectora.

la FIG. 5 muestra las especificaciones típicas de un multiplexor en el caso de un triplexor.

la FIG. 6 muestra la tipología de un ejemplo no limitante de un triplexor particular de acuerdo con la invención, diseñado para cumplir las especificaciones de la FIG. 5.

la FIG. 7 muestra qué acoplamientos se fuerzan a cero en la matriz de acoplamiento del triplexor esquematizado en la FIG. 6.

la FIG. 8 muestra un ejemplo de una matriz de acoplamiento de paso bajo.

la FIG. 9 muestra un ejemplo de matriz de acoplamiento de paso de banda.

la FIG. 10 muestra un ejemplo de un conjunto de frecuencias resonantes de los elementos resonantes de la FIG. 6.

la FIG. 11 muestra la simulación de la selectividad de cada uno de los canales medida entre el puerto común y el puerto de salida correspondiente.

la FIG. 12 muestra la simulación de las pérdidas de inserción valle del canal medidas entre el puerto común y el puerto de salida correspondiente.

la FIG. 13 muestra la simulación del retardo de grupo de cada uno de los canales medido entre el puerto común y el puerto de salida correspondiente.

la FIG. 14 muestra la simulación de las pérdidas de retorno en el puerto común.

la FIG. 15 muestra la simulación de las pérdidas de retorno en cada puerto de salida.

la FIG. 16 muestra el aislamiento entre canales medido entre puertos de salida.

la FIG. 17 – FIG. 19 muestra otras realizaciones de ejemplo de la invención.

### **DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION**

Ahora se describirán las diversas características de la presente invención con respecto a las Figuras 6 y siguientes, que representan varias realizaciones de ejemplo de la invención y algunas de sus características relevantes.

Para el caso particular donde hay  $P$  filas, teniendo cada una  $n$  resonadores acoplados en serie, en este caso  $P = 3$  y  $n = 4$ , tal dispositivo se representa en la FIG. 6. Esta realización se ha diseñado en base a las especificaciones incluidas en la FIG. 5, y su respuesta se ha simulado para verificar las características esperadas. Sus características principales se muestran en las figuras desde la FIG. 11 a la FIG. 15, en estas representaciones las líneas continuas son parámetros diferentes de la respuesta del dispositivo y las líneas discontinuas ("rectas") son máscaras de especificación. La respuesta del canal respectivo es la respuesta medida entre el puerto común y cada uno de los puertos de canal, respectivamente correspondientes a los canales 1, 2 ó 3.

Como se esperaba, el dispositivo presenta tres bandas de paso, cada una de ellas correspondiente a un canal diferente cuando se mide entre el puerto común y cada unas de las salidas de canal como se muestra en la FIG. 12 y la FIG. 13. Por el contrario, la FIG. 14 muestra que hay una buena característica de pérdidas de retorno para toda la banda del triplexor en el puerto común, esto significa que las señales electromagnéticas en esa banda están permitidas dentro del dispositivo sin sufrir unas fuertes pérdidas de reflexión. Pero sólo se encuentra la señal de

canal correspondiente con baja atenuación en el puerto de salida de cada uno de los puertos de salida de canal, estando atenuadas las otras señales de canal como se indica por la característica de selectividad mostrada en la FIG. 11. De este modo se cumple la funcionalidad especificada del triplexor.

Otros ejemplos de algunas realizaciones se desvelan a continuación:

- 5 La FIG. 19 muestra una primera realización de ejemplo muy simple de la invención, que tiene dos filas de  $n$  resonadores acoplados de forma secuencial (donde  $n$  es un número entero, elegido de acuerdo con las especificaciones para el número de polos para cada uno de los canales), numerados por la primera fila  $1_1, 2_1, 3_1, \dots, n_1$  y por la segunda fila  $1_2, 2_2, 3_2, \dots, n_2$ , el primer resonador en cada una de las filas que está acoplado con el segundo resonador de cada fila, que está a su vez acoplado con el tercer resonador y así sucesivamente hasta el resonador de orden  $n$ . Un terminal de entrada común se conecta en comunicación con el primer resonador de una de las dos filas de filtros (resonador  $1_1$ , o  $1_2$ ), y dos terminales de salida están acoplados respectivamente a los resonadores de orden  $n$  de dichas filas primera y segunda de resonadores  $n_1$  y  $n_2$ .

La FIG. 18 muestra una realización más general de la invención, a saber el multiplexor de  $P$  canales, que comprende:

- 15
- $P$  filas de  $n$  resonadores acoplados en serie, (donde  $P$ , y  $n$  son números enteros, y el número de canal es  $P \geq 2$ , y donde  $n$  se elige de acuerdo con las especificaciones para el número de polos para cada uno de los canales);
  - Un terminal común en comunicación con el primer resonador de una cualquiera de dichas  $P$  filas de resonadores acoplados;
- 20
- $P$  terminales de I/O de canal, cada uno de ellos en comunicación con un último resonador respectivo (de orden  $n$ ) de cada fila, y
  - al menos un acoplamiento que conecta al menos un resonador de la fila de orden  $j$  y un resonador de la fila de orden  $(j + 1)$ , perteneciendo  $j$  a  $j = 1, \dots, P - 1$ , (cualquier acoplamiento entre cualesquiera resonadores de filas cualesquiera).

- 25 La FIG. 17 muestra una realización incluso más general de la invención, que es un multiplexor de  $P$  canales, que comprende:

- $P$  filas de  $n_i$  resonadores acoplados, perteneciendo  $i$  a  $i = 1, \dots, P$  (donde  $P$  es el número de canales,  $P \geq 2$ , y  $n_i$  es un número entero de resonadores acoplados, elegidos de acuerdo con las especificaciones para el número de polos para cada uno de los canales  $i$ ),
- 30
- Un terminal común en comunicación con el primer resonador de cualquiera de dichas  $P$  filas de resonadores acoplados;
  - $P$  terminales de canal, cada uno de ellos en comunicación con dicho último resonador respectivo (de orden  $n$ ) de cada fila, y
  - al menos un acoplamiento que conecta al menos un resonador de la fila de orden  $j$  y un resonador de la fila de orden  $(j + 1)$ , perteneciendo  $j$  a  $j = 1, \dots, P - 1$ .
- 35

En este caso particular más general, hay al menos un par de filas de orden  $j$ , y de orden  $k$ , donde  $j \neq k$  y  $n_j \neq n_k$ .

- Para el caso muy particular en el que  $P = 3$ , y  $n = 4$ , se muestra un dispositivo en la FIG. 6 que se ha diseñado en base a las especificaciones incluidas en la FIG. 5, y se ha simulado su respuesta para verificar las características esperadas, sus principales características se muestran en las figuras desde 11 a 16, en estas representaciones las líneas continuas son parámetros diferentes de la respuesta del dispositivo y las líneas discontinuas ("rectas") son máscaras de especificación. Las líneas continuas muestran cada una de las respuestas de canal, esto es la respuesta medida entre el puerto común y cada uno de los puertos de canal. La comparación entre la especificación y la respuesta del canal simulado muestra el interés para la característica de la invención reivindicada.
- 40

- Los multiplexores descritos anteriormente podrían implementarse usando una diversidad de resonadores diferentes dependiendo de las bandas de frecuencia de funcionamiento: resonadores de elementos agrupados, resonadores de dieléctricos, resonadores de cavidad única, resonadores de cavidad de modo dual o cualquier otro tipo conocido en la técnica.
- 45

**REIVINDICACIONES**

1. Un multiplexor de P canales, **caracterizado porque** comprende

- 5 • P filas (donde P, es un número entero y  $P > 2$ ) de resonadores acoplados de forma secuencial ( $l_i \dots n_i$ ), comprendiendo cualquier fila de orden i  $n_i$  resonadores acoplados que no pertenecen a cualquier otra fila, donde  $n_i$  es un número entero mayor o igual que 2, y donde i es un número entero entre 1 y P inclusive;
- Un terminal común en comunicación con el primer resonador ( $1_i$ ) de una sola de dichas filas de resonadores acoplados; de forma secuencial;
- 10 • P terminales de canal, cada uno de ellos en comunicación con cada uno de los últimos resonadores respectivos de (orden  $n_i$ ) de cada una de las filas respectivas (etiquetadas desde 1 hasta P), y
- al menos un acoplamiento que conecta al menos un resonador de cualquier fila de orden j y al menos un resonador de la fila de orden (j + 1), perteneciendo j a  $j = 1, \dots, P - 1$ .

2. El multiplexor descrito en la reivindicación 1, en el que las P filas tienen todas, el mismo número n de resonadores acoplados, donde n es un número entero mayor o igual que 2 y P es un número entero mayor que 2.

15 3. El multiplexor descrito en las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado porque** comprende al menos dos acoplamientos que conectan al menos un resonador de cualquier fila de orden j con al menos dos resonadores de la fila de orden (j + 1).

20 4. El multiplexor descrito en la reivindicación 1, **caracterizado porque** la fila de orden j comprende  $n_j$  resonadores acoplados, donde  $n_j$  es un número entero mayor o igual que 2, y en el que dicho multiplexor comprende además al menos  $n_j$  acoplamientos que conectan cada uno de los resonadores de cualquier fila de orden j con al menos un resonador de la fila de orden (j+1).

5. Un multiplexor, **caracterizado porque** comprende

- 25 • una primera fila de n resonadores acoplados de forma secuencial ( $l_1 \dots n_1$ ), (en la que n es un número entero mayor o igual que 2)
- una segunda fila de n cavidades de resonadores acoplados de forma secuencial ( $l_2 \dots n_2$ ), no perteneciendo dichas cavidades de resonadores ( $l_2 \dots n_2$ ) a la primera fila,
- un terminal común en comunicación con un primer resonador ( $l_1$ ) de una sola de dicha primera fila o dicha segunda fila;
- al menos dos acoplamientos que conectan al menos un resonador de dicha primera fila con al menos dos resonadores de la segunda fila, y
- 30 • un terminal de salida en comunicación con dicho resonador de orden n de la primera fila; y un segundo terminal de salida en comunicación con dicha cavidad de resonador de orden n de la segunda fila.

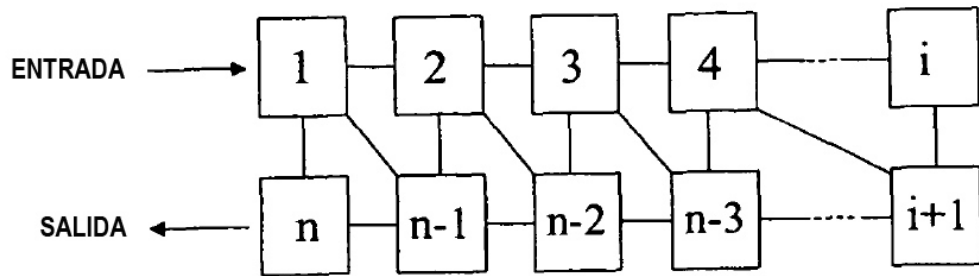


FIG. 1  
Técnica Anterior



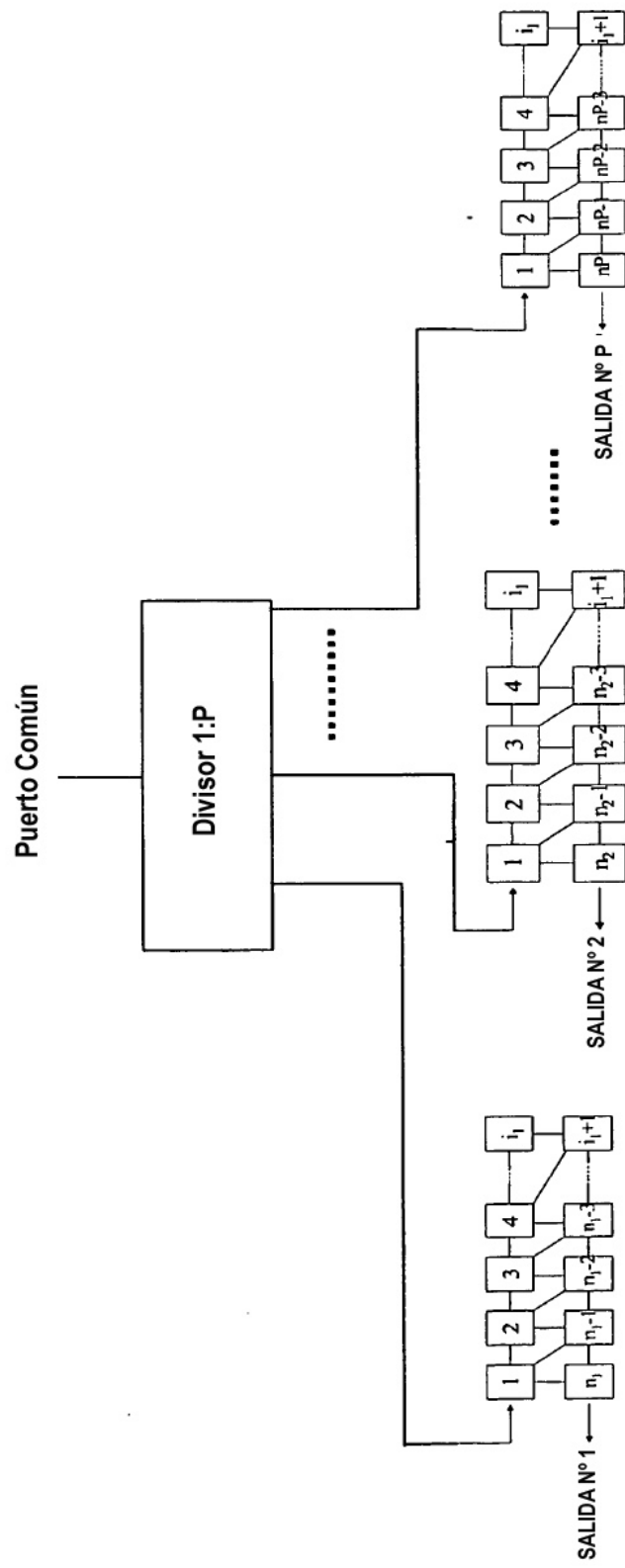


FIG. 2. Técnica Anterior

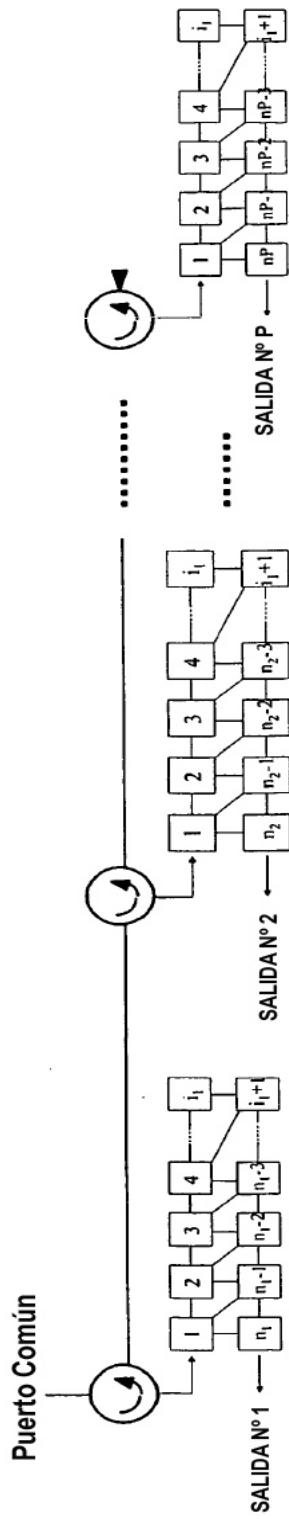


FIG. 3. Técnica Anterior

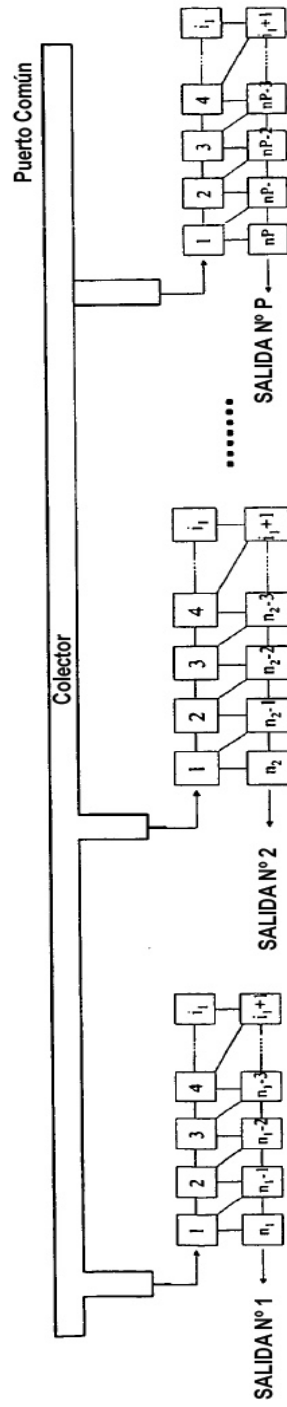


FIG. 4 Técnica Anterior

Parámetro		Unidad	Especificaciones
Frecuencia central de los canales	1	MHz	12290,00
	2		12330,00
	3		12370,00
Ancho de banda del canal		MHz	36,00
Pérdidas de Inserción a $f_c$ (max.)		dB	1,30
Pérdidas de Inserción valle (max.)	$f_c \pm 8$ MHz	dBpp	0,20
	$f_c \pm 12$ MHz		0,33
	$f_c \pm 14$ MHz		0,50
	$f_c \pm 16$ MHz		1,00
	$f_c \pm 18$ MHz		3,20
Rechazo (min.)	$f_c \pm 24$ MHz	dB	10,00
	$f_c \pm 40$ MHz		22,00
	$f_c \pm 50$ MHz		25,00
Retardo de Grupo (max.)	$f_c \pm 8$ MHz	ns	4,40
	$f_c \pm 12$ MHz		11,00
	$f_c \pm 14$ MHz		18,00
	$f_c \pm 16$ MHz		32,00
	$f_c \pm 18$ MHz		55,00
Pérdidas de retorno Entrada / Salida (min)	$f_c \pm 16$ MHz	dB	20,00
	$f_c \pm 18$ MHz		15,00

FIG. 5 Especificaciones de funcionamiento típico

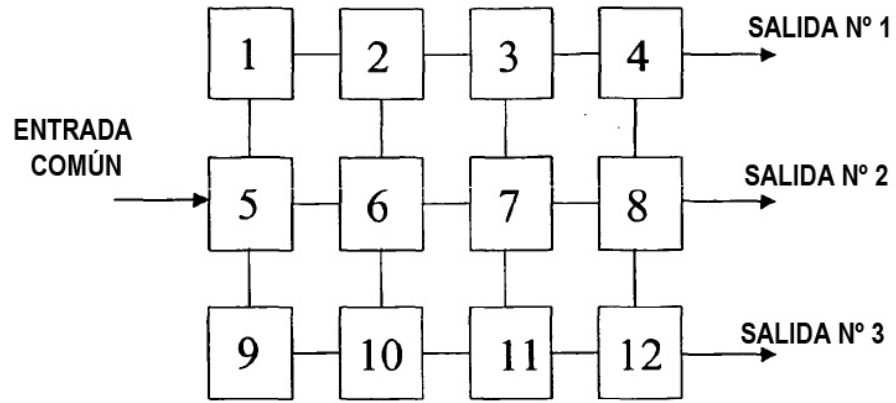


FIG. 6

	P1	P2	P3	P4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P1								X								
P2												X				
P3																X
P4									X							
1					X	X			X							
2					X	X	X		X	X						
3						X	X	X			X					
4	X						X	X				X				
5				X	X				X				X			
6					X				X	X				X		
7						X			X	X	X			X		
8		X					X		X		X					X
9								X					X	X		
10									X				X	X	X	
11										X			X	X	X	
12			X									X		X	X	

FIG. 7

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P1	0	0	0	0,9141	0	0	0	0	0	0	0	0
P2	0	0	0	0	0	0	0	1,0010	0	0	0	0
P3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9100
P4	0	0	0	0	1,7000	0	0	0	0	0	0	0
1	1,7819	0,6468	0	0	1,4623	0	0	0	0	0	0	0
2	0,6468	2,0692	0,5875	0	0	0,2882	0	0	0	0	0	0
3	0	0,5875	2,0821	0,7548	0	0	-0,0221	0	0	0	0	0
4	0	0	0,7548	2,0869	0	0	0	0,0068	0	0	0	0
5	1,4623	0	0	0	0	1,2434	0	0	1,4623	0	0	0
6	0	0,2882	0	0	1,2434	0	0,6279	0	0	0,2882	0	0
7	0	0	-0,0221	0	0	0,6279	0	0,8295	0	0	-0,0221	0
8	0	0	0	0,0068	0	0	0,8295	0	0	0	0	0,0068
9	0	0	0	0	1,4623	0	0	-1,7819	0,6468	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0,2882	0	0,6468	-2,0692	0,5875	0	0
11	0	0	0	0	0	0	-0,0221	0	0	0,5875	-2,0821	0,7548
12	0	0	0	0	0	0	0	0,0068	0	0	0,7548	-2,0869

FIG. 8

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P1	0	0	0	$4,938 \cdot 10^{-2}$	0	0	0	0	0	0	0	0
P2	0	0	0	0	0	0	0	$5,626 \cdot 10^{-2}$	0	0	0	0
P3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$4,938 \cdot 10^{-2}$
P4	0	0	0	0	$9,322 \cdot 10^{-2}$	0	0	0	0	0	0	0
1	-	$1,963 \cdot 10^{-3}$	0	0	$4,459 \cdot 10^{-3}$	0	0	0	0	0	0	0
2	$1,963 \cdot 10^{-3}$	-	$1,792 \cdot 10^{-3}$	0	0	$9,299 \cdot 10^{-4}$	0	0	0	0	0	0
3	0	$1,792 \cdot 10^{-3}$	-	$2,310 \cdot 10^{-3}$	0	0	$-5,287 \cdot 10^{-5}$	0	0	0	0	0
4	0	0	$2,310 \cdot 10^{-3}$	-	0	0	0	$1,502 \cdot 10^{-5}$	0	0	0	0
5	$4,459 \cdot 10^{-3}$	0	0	0	-	$3,829 \cdot 10^{-3}$	0	0	$4,459 \cdot 10^{-3}$	0	0	0
6	0	$9,299 \cdot 10^{-4}$	0	0	$3,829 \cdot 10^{-3}$	-	$1,960 \cdot 10^{-3}$	0	0	$9,299 \cdot 10^{-4}$	0	0
7	0	0	$-5,287 \cdot 10^{-5}$	0	0	$1,960 \cdot 10^{-3}$	-	$2,583 \cdot 10^{-3}$	0	0	$-5,287 \cdot 10^{-5}$	0
8	0	0	0	$1,502 \cdot 10^{-5}$	0	0	$2,583 \cdot 10^{-3}$	-	0	0	0	$1,502 \cdot 10^{-5}$
9	0	0	0	0	$4,459 \cdot 10^{-3}$	0	0	0	-	$1,963 \cdot 10^{-3}$	0	0
10	0	0	0	0	0	$9,299 \cdot 10^{-4}$	0	0	$1,963 \cdot 10^{-3}$	-	$1,792 \cdot 10^{-3}$	0
11	0	0	0	0	0	0	$-5,287 \cdot 10^{-5}$	0	0	$1,792 \cdot 10^{-3}$	-	$2,310 \cdot 10^{-3}$
12	0	0	0	0	0	0	0	$1,502 \cdot 10^{-5}$	0	0	$2,310 \cdot 10^{-3}$	-

FIG. 9

Resonador	Frecuencia (MHz)
1	12296,23
2	12290,62
3	12290,47
4	12290,20
5	12330,00
6	12330,00
7	12330,00
8	12330,00
9	12364,02
10	12369,52
11	12369,90
12	12369,85

FIG. 10



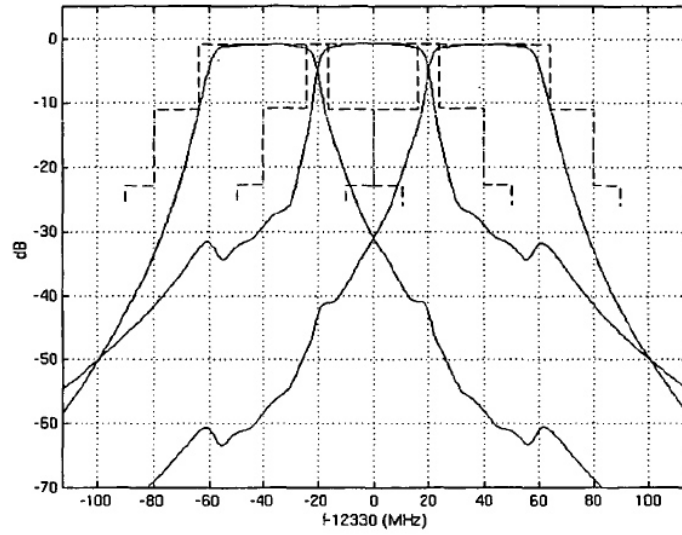


FIG. 11 Selectividad

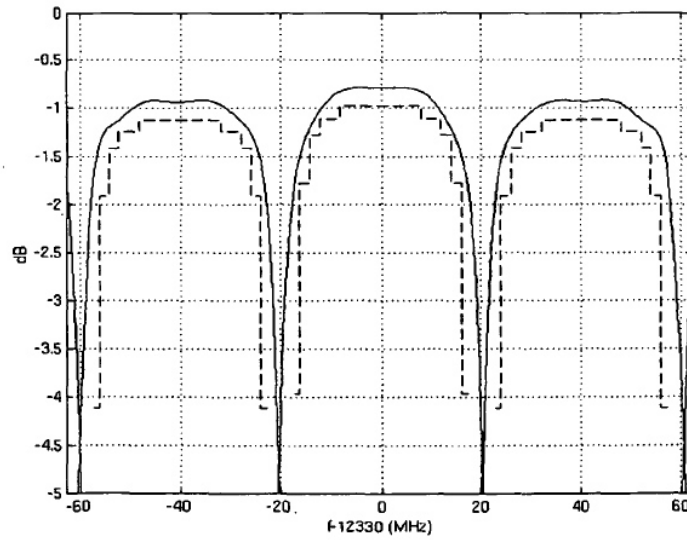


FIG. 12 Perdidas de Inserción Valle

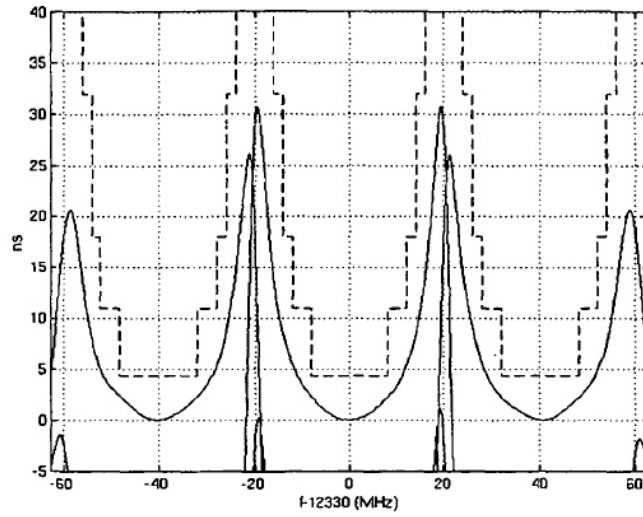


FIG. 13 Retardo de grupo de los canales

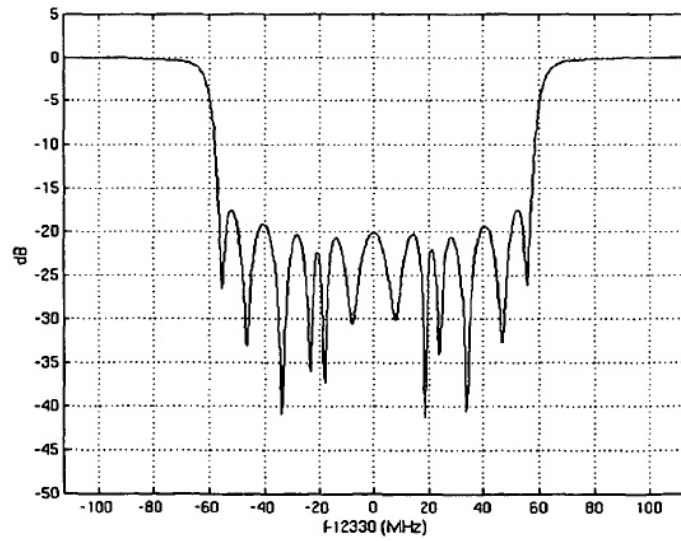


FIG. 14 Pérdidas de retorno del puerto común

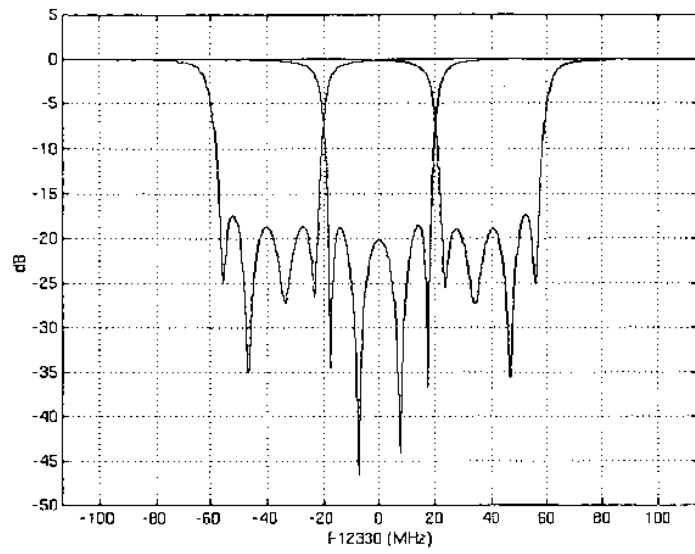


FIG. 15 Pérdidas de retorno del puerto de salida de canal

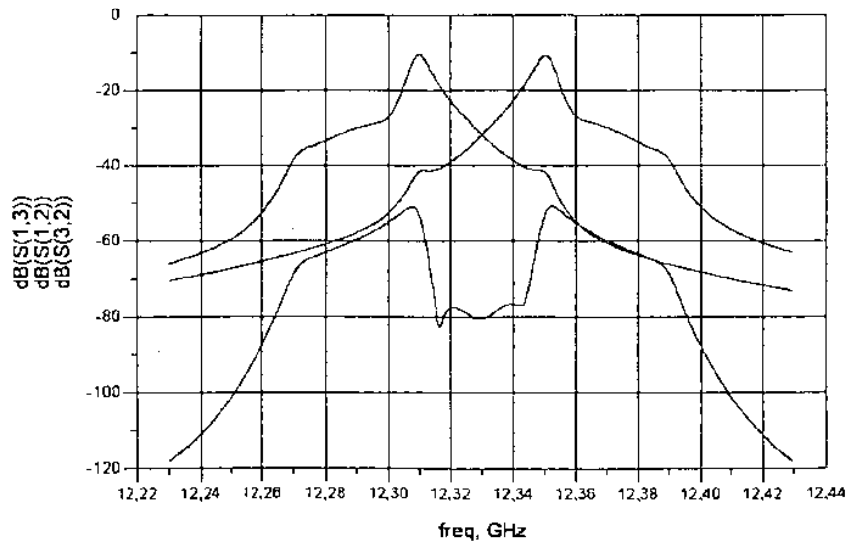


FIG. 16 Aislamiento entre canales

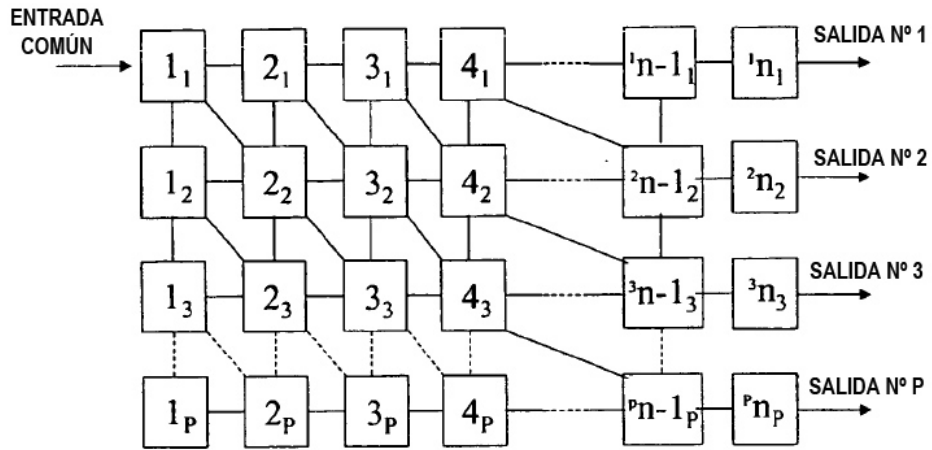


FIG. 17

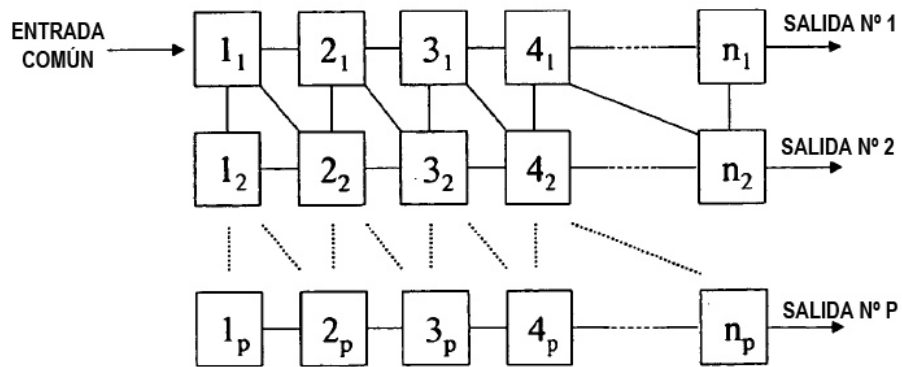


FIG. 18

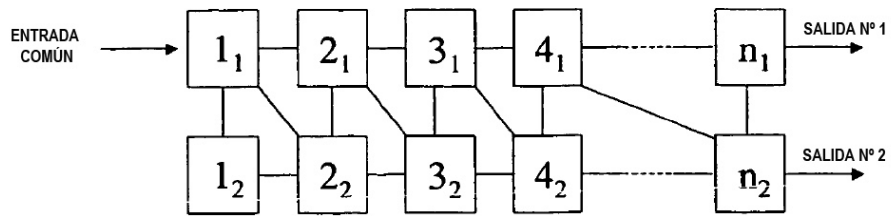


FIG. 19