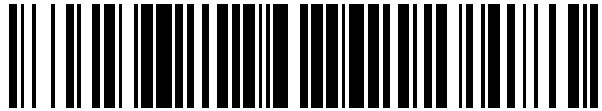


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 392 536**

51 Int. Cl.:

H01Q 3/26

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04768387 .5**

96 Fecha de presentación: **08.09.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1665458**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.06.2006**

54 Título: **Aparato para dirigir un haz, con retraso óptico**

30 Prioridad:

12.09.2003 EP 03255736

12.09.2003 GB 0321350

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

11.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

11.12.2012

73 Titular/es:

BAE SYSTEMS PLC (100.0%)

6 CARLTON GARDENS

LONDON SW1Y 5AD, GB

72 Inventor/es:

EASTON, NICHOLAS, JOHN

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 392 536 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

Aparato para dirigir un haz, con retraso óptico.

Campo de la invención

5 La presente invención está relacionada con aparatos para dirigir haces y es adecuada, en particular, pero no exclusivamente, para su uso con antenas dispuestas para transmitir-recibir señales de radiofrecuencia.

Antecedentes de la invención

10 Muchos diferentes sistemas de procesamiento de señales se enfrentan con el problema de captar las señales que provienen de diferentes direcciones. Ejemplos de tales sistemas incluyen las estaciones base de radiofrecuencia (RF), sistemas de control de tráfico aéreo y los sistemas de satélites (por nombrar algunos), que utilizan dispositivos mecánicos que comprenden una antena que se mueve físicamente en el espacio, o dispositivos electrónicos que comprenden elementos de antena que aplican diversos cambios de fase a las señales incidentes, dirigiendo con ello con efectividad la señal incidente. Estos dispositivos electrónicos se denominan comúnmente como distribuciones de antenas en fase y cada vez son más y más comúnmente utilizados en sensores de RF y sistemas de comunicación porque no suponen movimiento físico de la antena y son capaces de mover un haz rápidamente desde una posición a la siguiente.

15 Las distribuciones en fase se implementan convencionalmente mediante la aplicación de un peso de fase y de amplitud a un elemento de una distribución de antenas. Mediante la alteración de la pendiente de fase aplicada en toda la distribución puede controlarse la dirección del haz. Como alternativa, se aplica un retraso de tiempo a un elemento de una distribución de antenas; una ventaja de aplicar retrasos de tiempo en contraposición a un cambio de fase es que el tiempo es independiente de la frecuencia, mientras que la fase depende de la frecuencia (para dos frecuencias diferentes, la misma cantidad de fase es equivalente a dos diferentes cantidades de tiempo y, de este modo, dos diferentes direcciones de haz; si dos señales de diferentes frecuencias se reciben y procesan en el mismo momento, esta misma cantidad de fase se traducirá en que los haces que son dirigidos en dos direcciones diferentes).

20 Las antenas que están diseñadas para recibir instantáneamente señales en una amplia gama de frecuencias habitualmente aplican una cantidad de tiempo a cada elemento en lugar de una cantidad de fase, ya que esto permite que los haces incidentes puedan ser dirigidos con independencia de sus respectivas frecuencias. Los sistemas de retraso de tiempo comprenden esencialmente unidades de retraso de tiempo que tienen unas líneas de transmisión de diferentes longitudes y las señales entrantes se pasan a través de diversas longitudes a fin de modificar la dirección del haz. Los sistemas convencionales suelen incluir dispositivos digitales que se conmutan en estas líneas de transmisión, añadiendo con efectividad "bits" discretos de retraso de tiempo a los haces. Un problema con estos sistemas es que las líneas de transmisión ocupan espacio físico, y, en el caso de una gran distribución de elementos de antena, se necesitan muchas diferentes longitudes de las líneas de transmisión, lo que se traduce en disposiciones voluminosas y costosas.

Sumario de la invención

35 Según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato para dirigir haces que comprende:

una distribución de antenas que tiene una pluralidad de elementos de antena, los elementos de antena están dispuestos espacialmente unos respecto otros y se pueden hacer funcionar para recibir señales;

40 unos medios de modulación de señal que comprenden una pluralidad de moduladores ópticos cada uno de ellos está asociado con uno diferente de los elementos de antena y se pueden hacer funcionar para modular las señales recibidas de ese modo sobre un respectivo portador óptico diferente;

unos medios de retraso dispuestos para aplicar una cantidad de retraso a señales ópticas moduladas que pasan a través de con respecto a uno o más de los elementos de antena;

45 unos medios de desmultiplexación que se pueden hacer funcionar para separar los portadores ópticos modulados dentro de una señal óptica de salida de los medios de retraso;

unos medios de desmodulación que se pueden hacer funcionar para demodular la señal recibida por cada elemento de antena desde el respectivo portador óptico modulado separado; y

unos medios de combinación que se pueden hacer funcionar para combinar las señales recibidas demoduladas de salida de los medios de desmodulación,

50 caracterizado porque los medios de retraso comprenden:

una pluralidad de primeras unidades de retraso, cada una de las cuales se asocia con uno diferente de los elementos de antena y se pueden hacer funcionar para aplicar de forma selectiva ya sea una primera

cantidad de retraso o una segunda cantidad de retraso a la señal óptica modulada respectiva que pasa a través del mismo; y

5 una pluralidad de segundas unidades de retraso, cada una de las cuales está vinculada en serie a por lo menos una de las primeras unidades de retraso y se puede hacer funcionar para aplicar de forma selectiva ya sea una tercera cantidad de retraso o una cuarta cantidad de retraso a las señales ópticas moduladas que pasan a través del mismo,

y en donde por lo menos una de dichas segundas unidades de retraso está conectada en serie a por lo menos dos de las primeras unidades de retraso.

10 Las características de pre-caracterización de la reivindicación 1 se describen en un documento de NA Riza et al, Applied Optics (1997) Vol. 36 n° 5 págs. 983-996.

Preferentemente, cada portador óptico tiene una frecuencia diferente a la de los otros portadores. Esto tiene la ventaja de que el número de diferentes portadores ópticos modulados puede pasar a través de la misma sección de fibra óptica sin que tengan lugar interferencias entre esos portadores. Preferible los portadores ópticos son generados por láser.

15 De este modo, en realizaciones de la invención una segunda unidad dada de retraso es reutilizada efectivamente por una pluralidad de primeras unidades de retraso, lo que significa que se minimiza la duplicación de segundas unidades de retraso. Por otra parte, diferentes portadores ópticos modulados pueden combinarse en una sola fibra óptica para la entrada a una segunda unidad de retraso que está vinculada a una serie de primeras unidades de retraso de modo que cada uno de los portadores ópticos modulados combinados se retrasan al mismo tiempo, una
20 cantidad seleccionada, sin la necesidad de separar los diferentes portadores ópticos modulados.

En el caso de que la distribución de antenas comprenda un número significativo de unidades de antena, y los circuitos de retraso comprendan un número significativo correspondiente de primeras unidades de retraso, los circuitos de retraso comprenden preferiblemente más unidades de retraso dispuestas en serie con las segundas unidades de retraso, y cada unidad de retraso adicional está conectada a por lo menos dos segundas unidades de retraso. De este modo, esta característica de reutilización de unidades de retraso de tiempo es reproducida por cada conjunto de unidades de retraso de tiempo.

En una realización los circuitos de retraso son proporcionados por una pluralidad de conmutares opto-electrónicos que se pueden hacer funcionar para encaminar una señal óptica a través de diferentes longitudes de línea de retraso de fibra óptica para proporcionar selectivamente la cantidad necesaria de retraso. Tales conmutadores opto-
30 electrónicos pueden disponerse en serie entre sí, y una primera diferencia entre la primera y la segunda cantidad de retraso es diferente a una segunda diferencia entre la tercera y la cuarta cantidad de retraso. En disposiciones preferidas la segunda diferencia es mayor que la primera diferencia, y las señales modificadas por dichas por lo menos dos primeras unidades de retraso se combinan antes de modificaciones adicionales por parte de la segunda unidad de retraso.

En realizaciones preferidas de la presente invención se utiliza fibra óptica como medio de transmisión. Esto tiene varias ventajas en comparación con la técnica anterior que utiliza de cables para transmitir señales de radiofrecuencia a través de una serie de circuitos de retraso. En particular, al utilizar fibra óptica, pueden reducirse las pérdidas de señal y los efectos de dispersión y el aparato resultante proporciona una solución físicamente compacta y estable que es resistente a interferencias electromagnéticas. En esta realización, las señales modificadas por las primeras unidades de retraso son recogidas en la misma guía de ondas antes de la modificación por parte de la segunda unidad de retraso, y sólo se combinan en una sola señal de salida cuando la segunda unidad de retraso de tiempo ha aplicado la tercera o cuarta cantidad de retraso de tiempo y las señales resultantes han sido desmultiplexadas y demoduladas. El aparato para dirigir haces comprende un dispositivo de desmultiplexación, preferiblemente un dispositivo de desmultiplexación por división de longitud de onda, dispuesto para separar los respectivos portadores modulados desde la guía de ondas, y una unidad de desmodulación dispuesta para demodular los portadores del dominio óptico al dominio de radiofrecuencia, en cuyo momento se combinan las señales.

Según un segundo aspecto de la presente invención se proporciona un método para combinar las señales recibidas por los elementos de antena de una distribución de antenas, la distribución de antenas tiene una pluralidad de dichos elementos de antena dispuestos espacialmente entre sí, el método comprende las etapas de:

- (i.) para cada elemento de antena de la distribución, modular una señal recibida por el elemento de antena en un respectivo portador óptico diferente, cada uno de dichos portadores ópticos tiene una longitud de onda diferente;
- (ii.) pasar cada una de las señales ópticas moduladas a través de los primeros medios de retraso que comprenden una pluralidad de primeras unidades de retraso, una diferente de dicha pluralidad de primeras unidades de retraso se proporciona con respecto a cada elemento de antena para aplicar de forma selectiva ya sea una
55 primera o segunda cantidad de retraso a la respectiva señal óptica modulada que pasa a través de ella;

- (iii.) pasar las señales ópticas moduladas retrasadas por dichos primeros medios de retraso a través de unos segundos medios de retraso que comprenden una pluralidad de segundas unidades de retraso, en donde por lo menos una de dichas segundas unidades de retraso está vinculada a por lo menos dos de dichas primeras unidades de retraso y la salida de las señales ópticas moduladas de dichas por lo menos dos de dichas primeras unidades de retraso se recogen en la misma guía de ondas óptica para la entrada a dicha por lo menos una de dichas segundas unidades de retraso, cada una de dichas segundas unidades de retraso está dispuesta para aplicar de forma selectiva ya sea una tercera o una cuarta cantidad de retraso a las señales ópticas que pasan por ella;
- (iv.) separar los portadores ópticos modulados retrasados, de salida de los segundos medios de retraso, en un demultiplexor;
- (v.) demodular la señal recibida por cada uno de dichos elementos de antena del respectivo portador óptico modulado retardado separado; y
- (vi.) combinar las señales desmoduladas para producir una señal combinada como recibida por la distribución de antenas.
- Características y ventajas adicionales de la invención se harán más evidentes a partir de la siguiente descripción de realizaciones preferidas de la invención, dadas a modo de ejemplo, que se hacen con referencia a los que dibujos acompañantes.

Breve descripción de los dibujos

- La Figura 1 es un diagrama esquemático que muestra una distribución convencional de antenas en fase;
- La Figura 2 es un diagrama esquemático que muestra un conformador de haces;
- La Figura 3 es un diagrama esquemático que muestra una disposición alternativa del conformador de haces de la Figura 2; y
- La Figura 4 es un diagrama esquemático que muestra una realización de un conformador de haces según la invención.

Descripción detallada de la invención

- La Figura 1 muestra un frente de onda 10 incidente sobre un aparato para dirigir haces implementado como distribución convencional 1 de antenas en fase. En tales disposiciones conocidas la distribución 1 de antenas comprende una pluralidad de elementos 100a, 100b, 100c, 100d de antena, cada uno de los cuales está dispuesto para aplicar una cierta cantidad de retraso de tiempo a la parte del frente de onda que colisiona sobre ellos. La cantidad de retraso de tiempo aplicado por cada elemento depende de la forma del frente de onda y del ángulo que forma el frente de onda con respecto a los elementos de antena (denominado en lo sucesivo dirección de llegada del frente de onda); como puede verse en la Figura 1, diferentes cantidades de retraso de tiempo se aplican a cada uno de los elementos, y la diferencia entre las cantidades de retraso de tiempo aplicadas por los respectivos elementos de antena es mayor entre los elementos periféricos 100a, 100d de antena.
- En esta disposición convencional, cada elemento 100a, 100b, 100c, 100d de antena está conectado a una pluralidad de unidades de retraso, 101a, 103a,... 101d, 103d que están dispuestas en serie. Cabe señalar que la realización mostrada en la Figura 1 es meramente ilustrativa; en la práctica, se utilizarán muchos más elementos de antena. Cuando se plasma como un conmutador de doble sentido, en cualquier instante de tiempo cada unidad de retraso se dispone para aplicar una de dos cantidades de retraso de tiempo - aquí 0 y L para las primeras unidades de retraso 101a... 101d, y 0 y 2L para las segundas unidades de retraso 103a,... 103d. De este modo, en este ejemplo, la primera y segunda cantidad de retraso son 0 y L y la tercera y cuarta cantidad de retraso son 0 y 2L, respectivamente. Cabe señalar que la disposición mostrada en la Figura es ideal ya que se supone que múltiplos del retraso L compensan con precisión para múltiplos correspondientes de D.
- En la Figura el recorrido de la señal tomada a través de un conmutador está indicado por una línea continua. De este modo, en este ejemplo la onda entrante 10 es dirigida eficazmente por la aplicación de un retraso de 0 a la onda recibida por el elemento 100a de antena, mediante la aplicación de un retraso de L a la onda recibida por el elemento 100b de antena, mediante la aplicación de un retraso de 2L a la onda recibida por el elemento 100c de antena y mediante la aplicación de un retraso de 3L a la onda recibida por el elemento de antena.
- El grado de control del retraso de tiempo depende del retraso aplicado por las unidades de retraso de tiempo (aquí los conmutadores 101a,... 103d), y la selección de este grado de control del retraso de tiempo depende de una calidad mínima aceptable de forma de haz, que es gobernada por el máximo error de retraso de tiempo que se puede sufrir en cada elemento. En el ejemplo mostrado en la Figura 1, la menor cantidad de retraso de tiempo que se puede aplicar es L, por lo que la distribución 1 de antenas puede compensar la dirección de llegada del frente de onda con una precisión de 1L.

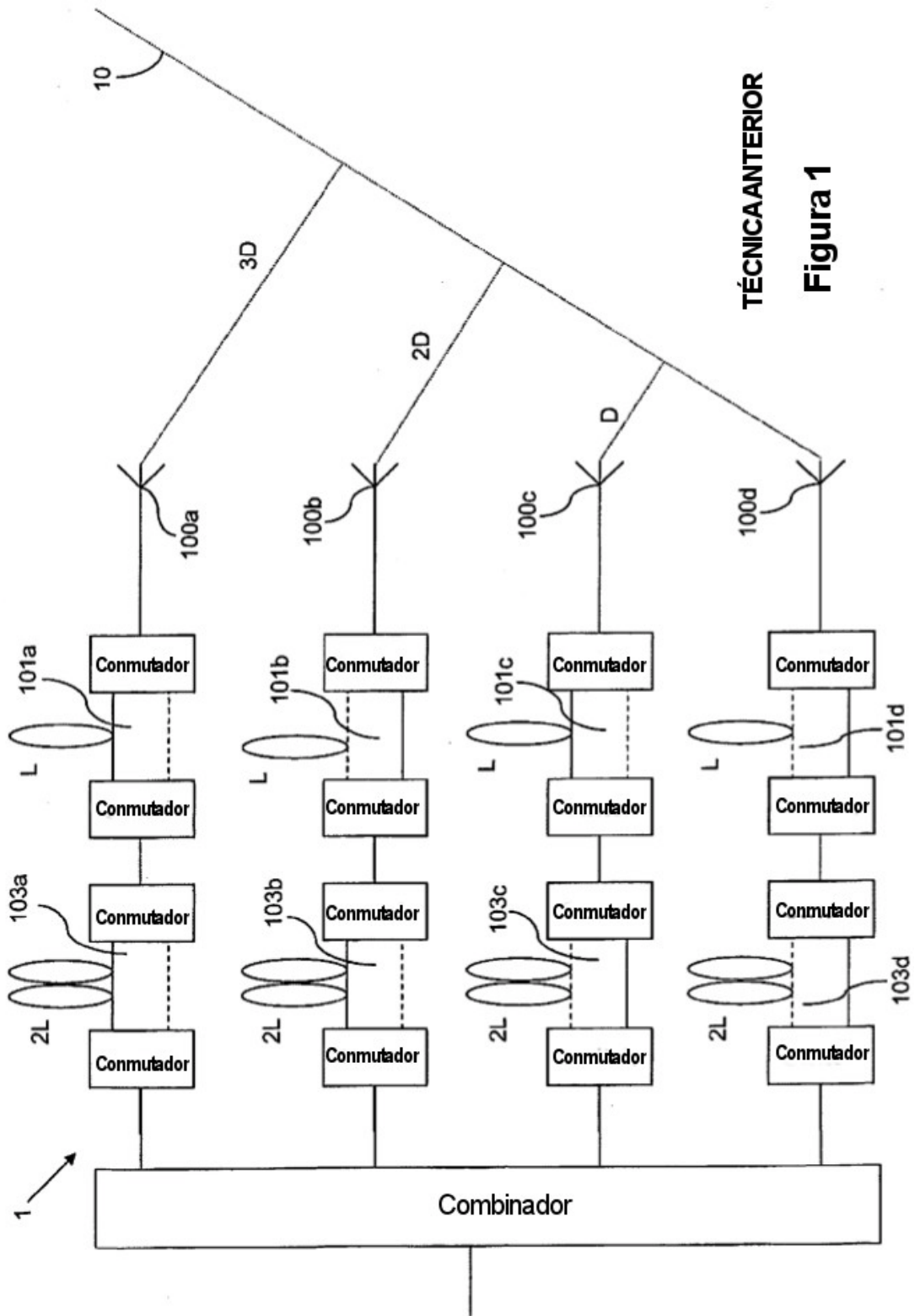
- Se apreciará que, a medida que aumenta el ángulo entre el frente de onda y los elementos 100a,... 100d de antena, la diferencia entre las cantidades de retraso de tiempo aplicadas en los elementos periféricos 100a, 100d de antena tiene que aumentar de manera correspondiente. Por otra parte, si el frente de onda va a ser dirigido en distintas posiciones en toda su longitud, la distribución 1 de antenas tendrá que comprender muchas unidades de retraso de tiempo en serie entre sí, lo que significa que la distribución 1 de antenas puede ser bastante grande y compleja. Por otra parte, si se necesita un ajuste fino del control del retraso de tiempo (en el sentido de que la cantidad de retraso (L) aplicado por las primeras unidades de retraso 101a,... 101d es pequeño), se necesitarán aún más unidades de retraso.
- Ahora se describirán realizaciones de un aparato para dirigir haces haciendo referencia a las Figuras 2 y 3. En primer lugar en la Figura 2, un conformador 2 de haces comprende una pluralidad de primeras unidades de retraso 101a,... 101d, cada una de las cuales está dispuesta para aplicar una cantidad de retraso de tiempo a las señales transmitidas-recibidas por un respectivo elemento de antena, y una pluralidad de segundas unidades de retraso 203a, 203b, cada una de las cuales está dispuesta para aplicar una cantidad de retraso de tiempo a las señales que han sido modificadas por las primeras unidades de retraso 101a... 101d. Por lo menos una 203a, y preferiblemente ambas 203a, 203b, de las segunda unidades están conectadas a dos primeras unidades de retraso 101a, 101b a través de un unidad de combinación 205a, 205b, que, en el caso de la unidad de combinación 205a, se dispone para combinar las señales que han sido modificadas por las primeras unidades asociadas de retraso 101a, 101b, y en el caso de la unidad de combinación 205b, se disponen para combinar las señales que han sido modificadas por las primeras unidades asociadas de retraso 101c, 101d. Preferiblemente las unidades de combinación 205a, 205b suman las señales modificadas, y las pasan a las segundas unidades de retraso 203a, 203b, que proceden a aplicar un nuevo retraso a las señales. Estas señales modificadas aún más se combinan en otra unidad de combinación 207, sumando las señales retrasadas aún más.
- Volviendo a la Figura 1, se puede ver que cuando la distribución 1 de antenas está aplicando retraso de 0, L, 2L y 3L a las señales transmitidas-recibidas en los respectivos elementos 100a,... 100d de antena, los segundos conmutadores 103a, 103b asumen la misma posición de conmutador entre ellos (en este ejemplo 2L), y los segundos conmutadores 103c, 103d asumen la misma posición de conmutador entre ellos (en este ejemplo 0). Mediante el uso de la presente invención, se reduce la duplicación de unidades de retraso, lo que significa que la distribución de antenas incluye menos unidades de retraso. Como resultado, según la invención pueden producirse distribuciones de antenas, que son menos voluminosas, complejas y costosas que las que actualmente se utilizan.
- En el ejemplo mostrado en la Figura 2, sólo hay cuatro elementos de antena, y, dado que las primeras unidades de retraso 101a... 101d están plasmadas como conmutadores de doble sentido (lo que significa que cada unidad de combinación 205a, 205b recibe la entrada de dos primeras unidades), el conformador 2 de haces sólo comprende dos niveles de unidades de retraso. Sin embargo, en realizaciones prácticas de la invención, los conformadores de haces comprenden un número significativamente mayor de elementos de antena, lo que significa que el número de niveles de unidades de retraso aumentará en consecuencia. La Figura 3 muestra un ejemplo donde el conformador de haces comprende ocho elementos 100a,... 100h de antena y tres niveles de unidades de retraso (101a,... 101h, 203a,... 203d, 209a y 209b). La mejora de la eficiencia, en términos de reducción de unidades de retraso duplicadas (y la correspondiente reutilización o "reparto" de las cantidades de retraso) se puede apreciar inmediatamente con un número creciente de elementos de antena y cantidades de retraso necesarias.
- En una realización las señales se pasan entre unidades de retraso 101a,... 101d, 103,... 103d y las unidades de combinación 205a, 205b a través de cables. Sin embargo, en una realización adicional el medio de transmisión utilizado es fibra óptica, con el fin de reducir las pérdidas relativas y los efectos de dispersión, y proporcionar una solución físicamente compacta y estable que es resistente a las interferencias electromagnéticas.
- La Figura 4 muestra una realización de un aparato para dirigir haces según la presente invención. Las señales de radiofrecuencia (RF) transmitidas-recibidas son, en esta realización, moduladas en un portador óptico por unos dispositivos láser 413a,... 413d, y las (primeras y sucesivas) unidades de retraso 401a,... 401d, 403a,... 403d, etc. son plasmadas preferentemente en circuitos integrados opto-electrónicos (OEIC del inglés *Opto Electronic Integrated Circuits*). Cada señal transmitida-recibida se modula sobre un portador óptico que tiene una longitud de onda, por ejemplo, en la banda de 1300 nm o 1550 nm.
- La suma de las señales realizadas por las respectivas unidades de combinación 405a, 405b, 407, etc. se puede realizar en el dominio óptico, pero más preferiblemente se realiza en el dominio de RF porque las señales de RF tienen una longitud de onda mucho mayor (de este modo requisitos de precisión más relajados) que los de portadores ópticos, en una disposición las señales se pueden sumar, tal como se describe anteriormente con referencia a las Figuras 2 y 3, en cada unidad de combinación, lo que implica la desmodulación y re-modulación de las señales de RF a partir de sus respectivos portadores en cada unidad de combinación (en el sentido de que las unidades de combinación requerirán las correspondientes capacidades de modulación y desmodulación). Preferiblemente, sin embargo, las señales son simplemente recogidas por las unidades de combinación 405a, 405b en el dominio óptico y sólo se sumarán cuando las señales recogidas se hayan separado y desmodulado en el dominio de RF. Esto significa que sólo se necesita un dispositivo para tener capacidades de desmodulación.
- En consecuencia, en esta disposición cada señal transmitida-recibida se modula sobre un portador óptico de una

- 5 longitud de onda diferente, y cada unidad de combinación 205a, 205b, 207, etc. se dispone para introducir las señales recibidas desde sus primeras unidades asociadas 101a, 101b en la misma guía de ondas. Pueden utilizarse las longitudes de onda en las bandas de 1300 nm y 1550 nm, y las longitudes de onda están separadas por una distancia de modo que no se produzcan interferencias entre los portadores (p. ej., se puede utilizar una separación entre 0,1 nm y 14 nm).
- 10 Las señales combinadas pasan a través de la siguiente y, si procede, las sucesivas unidades de retraso 403a, 403b tal como se describe anteriormente con referencia a la Figura 2, con idénticos retrasos de tiempo aplicados a aquellas longitudes de onda que pasan a través de la misma unidad de retraso. El conformador 2 de haces también comprende un combinador final 407 y un dispositivo convencional 415 de desmultiplexación de longitud de onda que está dispuesto para desmultiplexar las longitudes de onda en la salida utilizando técnicas convencionales desmultiplexación de longitud de onda. Estas señales desmultiplexadas pueden entonces ser demoduladas y sumadas en el dominio de RF utilizando un dispositivo adecuado, mostrado como la pieza 417.
- 15 Mientras que en la realización anterior las unidades de retraso de tiempo son conmutadores de doble sentido, podrían ser como alternativa conmutadores que comprenden tres o más recorridos de conmutación. En este caso, las unidades de combinación se pueden disponer para recibir la entrada de las correspondientes tres o más unidades.
- Mientras que en la realización de la Figura 4 se muestra todo el conformador de haces como configurado según la invención, la disposición de jerarquización de las primeras unidades de retraso y las segundas unidades de retraso se podrían aplicar como alternativa a la parte seleccionada del conformador de haces.
- 20 Mientras que en la anterior realización la disposición de unidades de retraso incluye una unidad conmutable de retraso en cada uno de los nodos, la disposición también podría comprender como alternativa una pluralidad de unidades de retraso conmutables de doble sentido dispuestas en serie en cada nodo en por lo menos los nodos de nivel más alto de la jerarquía (el nivel de elemento de antena). Cada una de esas series consistiría en unidades de retraso que tienen diferencias de retraso de tiempo cada vez menores entre sus dos respectivos ajustes (p. ej. L, L/2, L/4, etc.), por lo que una gran variedad de retrasos de tiempo pueden aplicarse en determinados incrementos (p. ej. L/ 4) en cada elemento. De este modo, puede lograrse una variedad de ángulos de dirección de haz seleccionando los ajustes apropiados para cada uno de los conmutadores en cada una de las series.
- 25 Las unidades de combinación 205a,... 205d, 207a, etc. se muestran como independientes de las respectivas segundas unidades de retraso 203a,.. 203d, 209a, 209b, podrían ser como alternativa una parte integral de las segundas unidades de retraso.
- 30 Mientras que en las Figuras los elementos 100a,... 100d de antena se muestran espaciados en una distribución lineal, podrían también como alternativa estar separados por una distribución circular o una distribución plana.

REIVINDICACIONES

1. Aparato para dirigir haces que comprende:
 - 5 una distribución de antenas que tiene una pluralidad de elementos (400a-d) de antena, los elementos de antena están dispuestos espacialmente unos respecto otros y se pueden hacer funcionar para recibir señales;
 - unos medios de modulación de señal que comprenden una pluralidad de moduladores ópticos (413a-d) cada uno de ellos está asociado con uno diferente de los elementos de antena y se puede hacer funcionar para modular las señales recibidas de ese modo sobre un respectivo portador óptico diferente;
 - 10 unos medios de retraso (401 a-d, 403 a, b) dispuestos para aplicar una cantidad de retraso a señales ópticas moduladas que pasan a través de los mismos con respecto a uno o más de los elementos de antena;
 - unos medios de desmultiplexación (415) que se pueden hacer funcionar para separar los portadores ópticos modulados dentro de una señal óptica de salida de los medios de retraso;
 - 15 unos medios de desmodulación (415) que se pueden hacer funcionar para demodular la señal recibida por cada elemento de antena desde el respectivo portador óptico modulado separado; y
 - unos medios de combinación (417) que se pueden hacer funcionar para combinar las señales recibidas demoduladas de salida de los medios de desmodulación,
 - caracterizado porque los medios de retraso comprenden:
 - 20 una pluralidad de primeras unidades de retraso (401 a-d), cada una de las cuales se asocia con uno diferente de los elementos de antena y se puede hacer funcionar para aplicar de forma selectiva ya sea una primera cantidad de retraso o una segunda cantidad de retraso a la señal óptica modulada respectiva que pasa a través del mismo; y
 - 25 una pluralidad de segundas unidades de retraso (403 a, b), cada una de las cuales está vinculada en serie a por lo menos una de las primeras unidades de retraso y se puede hacer funcionar para aplicar de forma selectiva ya sea una tercera cantidad de retraso o una cuarta cantidad de retraso a las señales ópticas moduladas que pasan a través del mismo,
 - y en donde por lo menos una de dichas segundas unidades de retraso (403a, b) está conectada en serie a por lo menos dos de las primeras unidades de retraso (401 a-d).
2. Aparato para dirigir haces según la reivindicación 1, en donde cada uno de dichos portadores ópticos tiene una longitud de onda predeterminada que es diferente para cada elemento (400 a-d) de antena.
3. Aparato para dirigir haces según la reivindicación 2, en donde dichos medios de desmultiplexación (415) comprenden un desmultiplexor de división de longitud de onda.
4. Aparato para dirigir haces según la reivindicación 1, 2 o 3, en donde una primera diferencia, entre las primeras y las segundas cantidades de retraso, es diferente a una segunda diferencia, entre las terceras y las cuartas cantidades de retraso.
5. Aparato para dirigir haces según la reivindicación 4, en donde dicha segunda diferencia de retraso es mayor que dicha primera diferencia.
6. Aparato para dirigir haces según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además unos medios ópticos de combinación (405a, b) dispuestos para combinar las señales ópticas moduladas modificadas por dichas por lo menos dos primeras unidades de retraso (401a-d).
7. Aparato para dirigir haces según la reivindicación 6, en donde los medios ópticos de combinación (405a, b) se disponen para combinar las señales ópticas moduladas retrasadas por dichas por lo menos dos de las primeras unidades de retraso (401a-d) y para producir la señal combinada en una sola guía de ondas óptica para la entrada a dicha por lo menos una de dichas segundas unidades de retraso (403a, b).
8. Aparato para dirigir haces según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde cada una de dichas primeras y segundas unidades de retraso (401a-d, 403 a, b) comprenden un dispositivo opto-eléctrico de conmutación dispuesto para aplicar de forma selectiva dichas respectivas cantidades de retraso a un portador óptico modulado que pasa por ella.
9. Aparato para dirigir haces según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los elementos (400a-d) de antena están dispuestos espacialmente para formar una distribución lineal.

10. Aparato para dirigir haces según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los elementos (400a-d) de antena están dispuestos espacialmente para formar una distribución circular.
11. Aparato para dirigir haces según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los elementos (400a-d) de antena están dispuestos espacialmente para formar una distribución plana.
- 5 12. Un método para combinar las señales recibidas por los elementos (400a-d) de antena de una distribución de antenas, la distribución de antenas tiene una pluralidad de dichos elementos de antena dispuestos espacialmente entre sí, el método comprende las etapas de:
- 10 (i.) para cada elemento de antena de la distribución, modular una señal recibida por el elemento de antena en un respectivo portador óptico diferente, cada uno de dichos portadores ópticos tiene una longitud de onda diferente;
- 15 (ii.) pasar cada una de las señales ópticas moduladas a través de los primeros medios de retraso que comprende una pluralidad de primeras unidades de retraso (401a-d), una diferente de dicha pluralidad de primeras unidades de retraso se proporciona con respecto a cada elemento de antena para aplicar de forma selectiva ya sea una primera o segunda cantidad de retraso a la respectiva señal óptica modulada que pasa a través de ella;
- 20 (iii.) pasar las señales ópticas moduladas retrasadas por dichos primeros medios de retraso a través de unos segundos medios de retraso (403a, b) que comprenden una pluralidad de segundas unidades de retraso, en donde por lo menos una de dichas segundas unidades de retraso está vinculada a por lo menos dos de dichas primeras unidades de retraso y la salida de las señales ópticas moduladas de dichas por lo menos dos de dichas primeras unidades de retraso se recogen en el mismo guía de ondas ópticas para la entrada a dicha por lo menos una de dichas segundas unidades de retraso, cada una de dichas segundas unidades de retraso está dispuesta para aplicar de forma selectiva ya sea una tercera o una cuarta cantidad de retraso a las señales ópticas que pasan por ella;
- 25 (iv.) separar los portadores ópticos modulados retrasados, de la salida de los segundos medios de retraso, en un demultiplexor (415);
- (v.) demodular la señal recibida por cada uno de dichos elementos de antena del respectivo portador óptico modulado retardado separado; y
- (vi.) combinar las señales desmoduladas para producir una señal combinada como recibida por la distribución de antenas.
- 30 13. Un método según la reivindicación 12, en donde una primera diferencia, entre las primeras y las segundas cantidades de retraso, es diferente a una segunda diferencia, entre las terceras y las cuartas cantidades de retraso.
14. Un método según la reivindicación 13, en donde dicha segunda diferencia es mayor que dicha primera diferencia.



TÉCNICA ANTERIOR

Figura 1

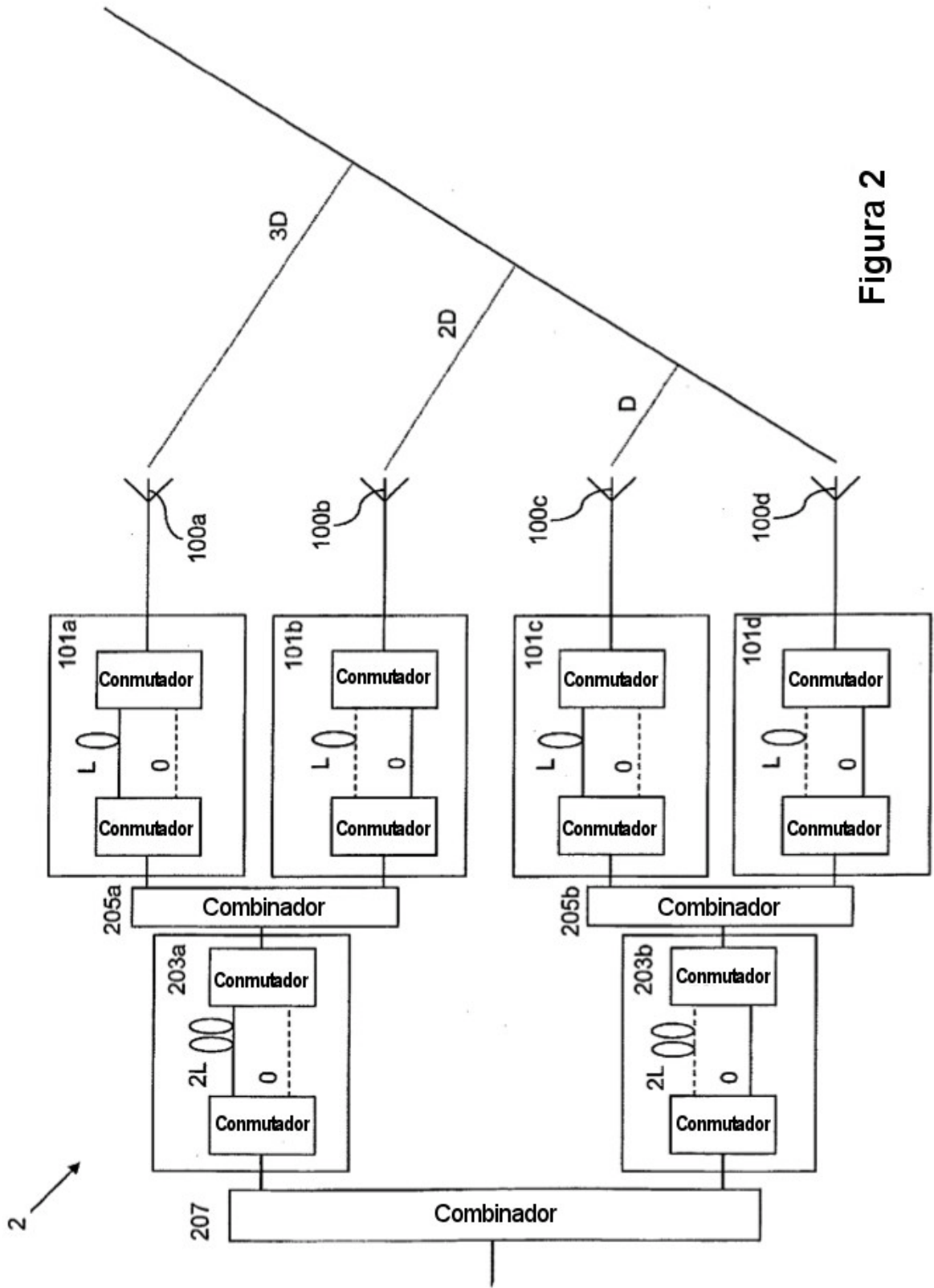


Figura 2

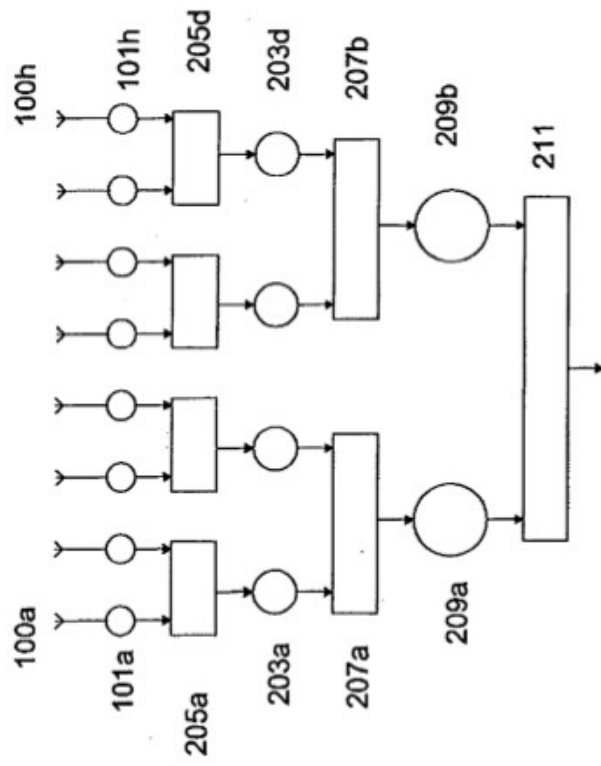


Figura 3

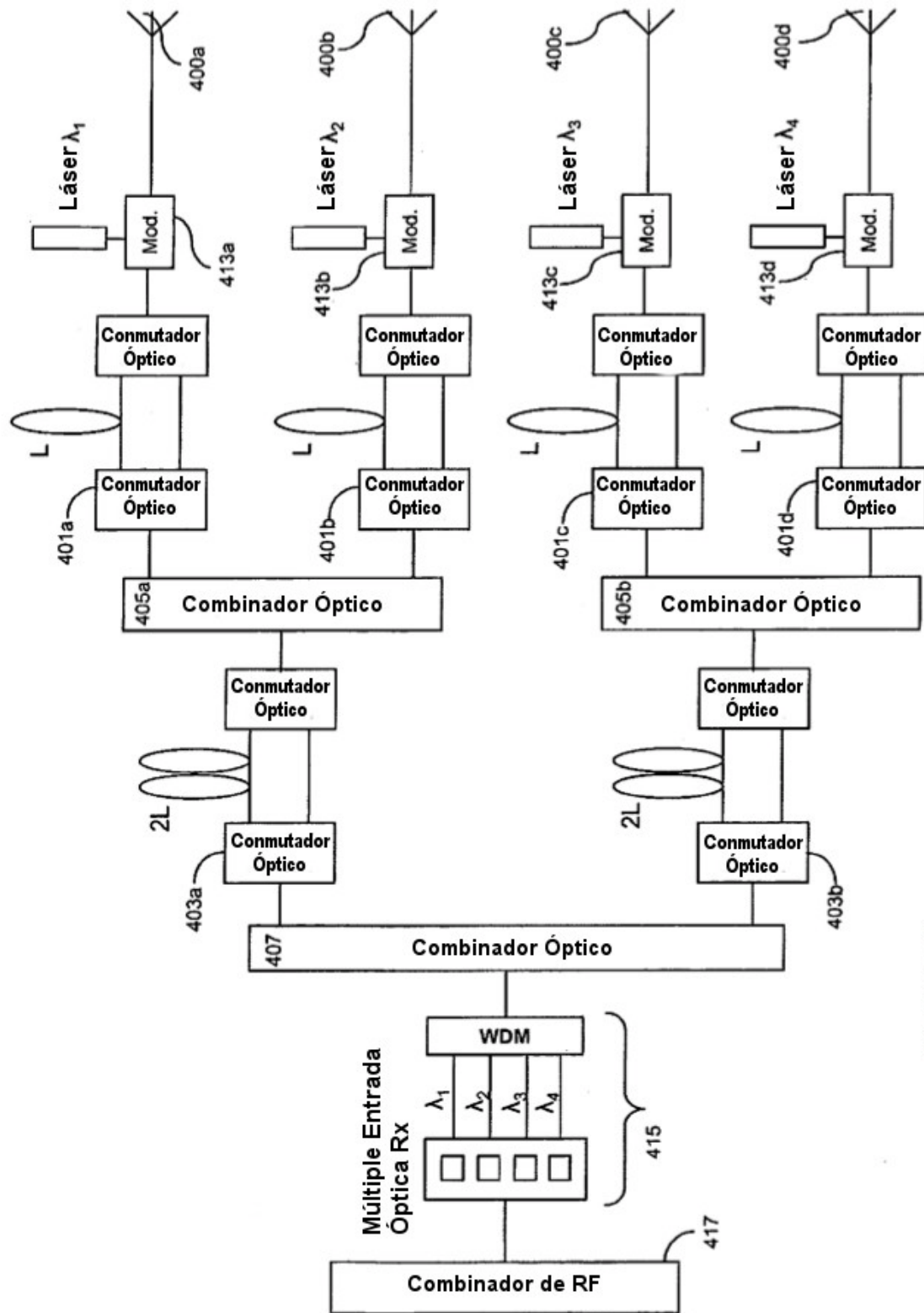


Figura 4