



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 358 507**

51 Int. Cl.:

H01Q 3/26 (2006.01)

H01P 1/18 (2006.01)

H01Q 3/22 (2006.01)

H01Q 13/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03768937 .9**

96 Fecha de presentación : **13.11.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1561259**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **10.08.2005**

54 Título: **Red explorada ópticamente y en frecuencia.**

30 Prioridad: **13.11.2002 US 294863**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
11.05.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
11.05.2011

73 Titular/es: **RAYTHEON COMPANY**
870 Winter Street
Waltham, Massachusetts 02451-1449, US

72 Inventor/es: **Newberg, Irwin, L.;**
Wilkinson, Steven, R.;
Lee, Jar, J.;
Rosen, Robert, A. y
Krikorian, Kapriel, V.

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 358 507 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).

DESCRIPCIÓNCampo del invento

5 Este invento se refiere a antenas. Específicamente, el presente invento se refiere a transceptores para antenas de red activa.

Descripción de la técnica relacionada

10 El documento US 5.933.133 A expone un aparato simultáneo de haz múltiple y de radar de red fotónica activa de frecuencia. Un oscilador que convierte la energía luminosa continua en señales de microondas estables y espectralmente puras es por ejemplo conocido por el documento "Oscilador optoelectrónico de microondas", YAO X S, MALEKI L, JOURNAL OF THE OPTICAL SOCIETY OF AMERICA – B; USA, volumen 13, nº 8, Agosto 1996 (1996-08) – Agosto 1996 (1996-08), páginas 1725-1735; XP001180303 ISSN: 0740-3224. Un oscilador optoelectrónico con sintonizabilidad continua de frecuencia y ruido de fase bajo es conocido por ejemplo por el documento "Oscilador optoelectrónico de 10 GHz con sintonizabilidad continua de frecuencia y ruido de fase bajo", SHOUHUA HUANG Y OTROS, 6 Junio, 2001, PROCEEDINGS OF THE 2001 IEEE INTERNATIONAL FREQUENCY CONTROL SYMPOSIUM & PDA EXHIBITION, Seattle, WA, 6-8 Junio 2001; IEEE INTERNATIONAL FREQUENCY CONTROL SYMPOSIUM, New York, NY: IEEE, US, páginas 720-727, XP010561656 ISBN: 978-0-7803-7028-9.

20 Los sistemas de radar de red activa se emplean en diversas aplicaciones exigentes que incluyen el rastreo de objetivos de misiles, el control del tráfico aéreo, el guiado de aeronaves, y sistemas de configuración del terreno. Tales aplicaciones demandan sistemas de radar fiables, eficientes y rentables que detecten y rastreen objetivos de forma precisa.

25 Para mejorar la seguridad de la detección y rastreo de objetivos de forma precisa los sistemas de radar emplean a menudo microondas de alta frecuencia u ondas milimétricas. Sin embargo, las ondas milimétricas o microondas de alta frecuencia pueden producir unas pérdidas de señal excesivas, especialmente en las alimentaciones de guía de ondas del elemento de antena. Estas pérdidas pueden reducir la capacidad general de detección y rastreo del objetivo del sistema de radar acompañante.

30 Las ondas milimétricas pequeñas requieren redes activas relativamente complejas con pequeños componentes y una separación pequeña de los componentes. Las guías de ondas empleadas para alimentar los elementos de la red de antenas son voluminosas con respecto a los elementos de la red de antenas activa. Esto representa unas limitaciones de diseño no deseables en el sistema de red de radares.

35 Convencionalmente, las redes activas están orientadas por técnicas de puntería de haz que implican el desplazamiento selectivo de fase de las señales alimentadas a la red. Estas técnicas a menudo requieren un desplazador de fase en cada elemento de red activa. Desafortunadamente, los desplazadores de fase son a menudo disipadores y voluminosos con relación a los elementos pequeños de antena de ondas milimétricas. Los desplazadores de fase voluminosos en cada elemento significan unas limitaciones de diseño no deseables en las redes de antenas.

40 Alternativamente, las alimentaciones de guía de ondas de radiofrecuencia onduladas son empleadas en vez de los desplazadores de fase. Los desplazadores de fase deseados se consiguen colocando derivaciones en posiciones estratégicas en la alimentación ondulada. La radiación procedente de las diferentes derivaciones tiene una fase diferente que depende de la separación de las derivaciones y de la frecuencia de entrada. Desafortunadamente estas alimentaciones onduladas son también no deseables, complejas, voluminosas y disipadoras. Además, los sistemas de radar convencionales que utilizan alimentaciones onduladas y/o desplazadores de fase pueden requerir conjuntos independientes de módulos transmisores/receptores para explorar u orientar la antena de radar en azimut y elevación. Los módulos extra de transmisión/recepción son voluminosos, caros, e imponen limitaciones de diseño de radar adicionales.

45 Por lo tanto, existe la necesidad en la técnica de un diseño eficiente del radar de red activa que elimine la necesidad de alimentadores y desplazadores de fase de antenas voluminosos y disipadores. Además existe la necesidad de un radar de red activa que pueda ser explorado en azimut y elevación con el mismo grupo de módulos de transmisión/recepción sin requerir desplazadores de fase adicionales.

RESUMEN DEL INVENTO

60 La necesidad en la técnica es atendida por el sistema de exploración de una red de antenas del presente invento definido en la reivindicación 1. En la realización ilustrativa el sistema es para uso en sistemas de redes de radar activas. El sistema incluye un primer mecanismo para generar una señal óptica oscilante a una frecuencia predeterminada. Un segundo mecanismo emplea la señal óptica para obtener señales de alimentación para la orientación de un haz de antenas que tienen relaciones de fase predeterminadas. Un tercer mecanismo recibe las señales de alimentación y radia las señales de transmisión correspondientes en respuesta a la red de antenas.

En una realización más específica las señales de transmisión son señales de frecuencia de microondas y el primer mecanismo incluye un oscilador óptico sintonizable por frecuencia. La señal óptica es una señal de radiofrecuencia modulada en una portadora óptica. El oscilador óptico incluye una señal de realimentación óptica que atraviesa una línea de retardo y hacia un detector. El detector convierte la señal de realimentación óptica en una señal de realimentación de radiofrecuencia que es realimentada a un modulador óptico del oscilador óptico. El modulador óptico proporciona una salida del oscilador óptico.

El primer mecanismo incluye un primer oscilador óptico y un segundo oscilador óptico que alimentan respectivamente un primer distribuidor múltiple óptico y a un segundo distribuidor múltiple óptico del segundo mecanismo. Cuando el sistema está explorando la fase o explorando el azimut, el primer oscilador óptico y el segundo oscilador óptico se rastrean entre sí en frecuencia con un desplazamiento de frecuencias predeterminado en respuesta a las señales de control recibidas de un controlador.

Una relación entre una primera frecuencia generada por el primer oscilador óptico y una segunda frecuencia generada por el segundo oscilador óptico es tal que la mezcla de la primera frecuencia y de la segunda frecuencia produce una salida de frecuencia constante al explorar la red de antenas en una dimensión dada tal como el azimut. Por lo tanto, la frecuencia radiada por la antena permanece constante, independiente de los cambios en la primera frecuencia, que es una frecuencia de exploración de la antena.

El primer distribuidor múltiple óptico incluye una alimentación óptica que proporciona retardos diferenciales a una salida de señal del primer oscilador óptico mediante alimentaciones ópticas de longitudes diferentes. Los diferentes retardos ópticos resultantes dan lugar a una fase progresiva en una salida del tercer mecanismo requerido para la exploración de fase de la antena. Adviértase que es el cambio en la frecuencia del oscilador óptico lo que genera la fase progresiva en los diferentes retardos ópticos.

El segundo distribuidor múltiple óptico incluye una alimentación colectiva que tiene alimentaciones ópticas de longitudes iguales, de forma que los cambios en frecuencia de las señales ópticas que atraviesan el segundo distribuidor múltiple óptico no afectan a la exploración en azimut o elevación realizada mediante señales que atraviesan el primer distribuidor múltiple óptico. El segundo distribuidor múltiple óptico incluye un desplazador de fase óptico de radiofrecuencia para añadir selectivamente la codificación de fase a la modulación de radiofrecuencia en una señal óptica que atraviesa el segundo distribuidor múltiple óptico para facilitar la compresión de impulsos u otra codificación de señales.

El tercer mecanismo incluye un módulo transmisor/receptor. El módulo transmisor/receptor incluye un mezclador de detector de fotodiodo que produce radiofrecuencias suma y diferencia. El módulo transmisor/receptor incluye un filtro de paso alto para seleccionar las radiofrecuencias suma como salida.

El módulo de transmisión/recepción está configurado de forma que las frecuencias suma proporcionan fases para orientar la red de antenas y proporcionar fases que se aplican a las señales de recepción para facilitar la adición coherente de las señales recibidas. Las frecuencias salidas del segundo distribuidor múltiple óptico pueden ser cambiadas sin afectar a la exploración asociada con el primer distribuidor múltiple óptico.

En la realización ilustrativa el sistema de exploración es parte de un sistema de radares general que además incluye un distribuidor múltiple sumador para sumar coherentemente las señales recibidas para proporcionar una señal recibida de radar suma en respuesta a esto. El sistema de radares incluye además un convertidor analógico-digital para convertir la señal recibida de radar suma en una señal digital para uso por el sistema de radar.

En una realización preferida la red de antenas es una red de antenas activa de adaptador transversal. Un controlador emite señales de control para cambiar selectivamente una salida de frecuencia del oscilador óptico para controlar una fase progresiva en una alimentación de red activa para orientar el haz de la red.

El sistema incluye un módulo transmisor/receptor que puede incorporar transistores metamórficos de alta energía (MHEMT). El módulo transmisor/receptor puede incluir uno o más conmutadores microelectromecánicos para conmutar la señal transmitida entre transmisión y recepción.

El presente invento genera frecuencias de microondas sintonizables con componentes ópticos. Las únicas alimentaciones realizadas por los distribuidores múltiples ópticos primero y segundo del segundo mecanismo permiten que un sistema de radares realizado de acuerdo con las enseñanzas del presente invento oriente eficazmente una antena de red activa transversal en azimut y elevación con un conjunto de módulos de transmisión/recepción. El primer distribuidor múltiple óptico facilita la exploración en azimut empleando fibras ópticas de longitudes diferentes para aplicar retardos diferenciales y relaciones de fase progresivas apropiadas entre las salidas de fibra para obviar la necesidad de los desplazadores de fase voluminosos convencionales. El segundo distribuidor múltiple óptico facilita la exploración en elevación cambiando la salida de frecuencia de las fibras del segundo distribuidor múltiple, que son de longitudes iguales. Ajustando selectivamente la entrada de frecuencias con los distribuidores múltiples primero y segundo por los osciladores ópticos primero y segundo se puede explorar la

antena, es decir apuntado u orientado el haz en una dimensión dada, tal como el azimut, en tanto que se mantiene una frecuencia de salida de antena deseada. El uso de componentes ópticos relativamente pequeños en lugar de guías de ondas de microondas y el diseño único de las alimentaciones ópticas del presente invento que permiten la omisión de desplazadores de fase voluminosos y de los módulos transmisores/receptores adicionales, dan lugar a un sistema de radares activo eficiente, fiable, compacto y versátil.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 es un diagrama de un sistema fotónico de radar de red activa explorada en frecuencia realizado de acuerdo con las enseñanzas del presente invento.

La Figura 2 es un diagrama más detallado que ilustra los osciladores ópticos y el distribuidor múltiple óptico del sistema de radares de red activa de la Figura 1.

La Figura 3 es un diagrama de una realización alternativa del distribuidor múltiple de transmisión óptica diferencial de la Figura 2.

La Figura 4 es un diagrama más detallado del sistema de radares de red activa de la Figura 1.

DESCRIPCIÓN DEL INVENTO

En tanto que el presente invento se describe aquí haciendo referencia a realizaciones ilustrativas de aplicaciones particulares se debería entender que el invento no está limitado a ellas. Las personas con una experiencia normal en la técnica y con acceso a las enseñanzas proporcionadas en él reconocerán las modificaciones, aplicaciones y realizaciones adicionales dentro del alcance de él y los campos en los que el presente invento sería de gran utilidad.

La Figura 1 es un diagrama de un sistema fotónico de radares de red activa explorada en frecuencia realizado de acuerdo con las enseñanzas del presente invento. Por claridad en las figuras se han omitido diversos componentes bien conocidos, tales como los suministros de energía, sistemas de enfriamiento, y otros. Sin embargo, los expertos en la técnica con acceso a las presentes enseñanzas conocerán qué componentes aplicar y cómo realizarlos para atender las necesidades de una aplicación dada.

El sistema de radar 10 incluye una interfaz de plataforma 12 que comunica con un controlador/procesador 14, el cual comunica con una pantalla 16. El controlador / procesador de señales 14 comunica con un primer oscilador óptico 18 y con un segundo oscilador óptico 20. El controlador / procesador de señales 14 proporciona también una entrada de control de n módulos 22 de transmisión/recepción (T/R) y de un láser 24. Los n módulos T/R 22 envían y reciben señales a y desde una red de antena activa 26 a través de los n puertos 28 de antena correspondientes.

En la presente realización específica la red de antenas activa 26 es una red de antenas con adaptador transversal continuo (CTS), que es conocida en la técnica y que puede conseguirse en Raytheon Company. Las antenas CTS se discuten más detalladamente en la Patente de EEUU pendiente de asignación N° 5.266.961, titulada DISPOSITIVOS DE ELEMENTOS CON ADAPTADOR TRANSVERSAL CONTINUO Y MÉTODOS PARA REALIZAR LOS MISMOS.

El láser 24 proporciona un haz de láser a un separador 30 para uso como una portadora óptica. El separador 30 produce un haz de láser hacia el primer oscilador óptico 18 y al segundo oscilador óptico 20, que proporcionan una entrada a un distribuidor múltiple diferencial 32 y a un distribuidor múltiple colectivo 34, respectivamente, de un distribuidor múltiple de transmisión 36. El distribuidor múltiple diferencial 32 proporciona n entradas diferentes a los n módulos T/R 22 correspondientes. Similarmente, el distribuidor múltiple colectivo 34 proporciona n entradas iguales a los n módulos T/R 22 correspondientes.

Un distribuidor múltiple de recepción 38 recibe n entradas diferentes de los n módulos T/R 22 correspondientes y proporciona n entradas correspondientes a un sumador 44 de señales en recepción. El sumador 44 de señales en recepción proporciona una entrada a un convertidor (A/D) analógico-digital 46, el cual proporciona una entrada al procesador del controlador / procesador de señales 14.

En operación el láser 24 proporciona una portadora óptica a los osciladores primero y segundo 18, 20 a través del separador óptico 30. Los osciladores ópticos primero y segundo 18, 20 modulan una señal de radiofrecuencia (RF) o de onda milimétrica en la portadora óptica basada en la información de control recibida del controlador / procesador de señales 14. El controlador / procesador de señales 14 puede ser realizado como un ordenador que ejecuta diversos soportes lógicos que puede ser realizado por un experto en la técnica con acceso a las enseñanzas presentes o de otro modo ya conocidas en la técnica.

Los osciladores primero y segundo 18, 20 proporcionan señales ópticas moduladas al distribuidor múltiple diferencial 32 y al distribuidor múltiple colectivo 34 del distribuidor múltiple de transmisión óptica 36, respectivamente. Cuando el sistema de radar 10 está orientando la red de antenas 26 en azimut, es decir aplicando una exploración de azimut de la red de antenas 26, las salidas de los osciladores ópticos primero y segundo 18, 20 se rastrean entre sí en frecuencia. La frecuencia de la entrada de la señal óptica modulada procedente del segundo oscilador óptico 20 es desplazada una cantidad predeterminada de la salida de frecuencia procedente del primer oscilador óptico 18.

Las frecuencias de salida de las señales ópticas moduladas de los osciladores ópticos primero y segundo 18, 20 se ajustan de forma que se radie una frecuencia total deseada desde la red de antenas 26 incluso como la salida de frecuencia del primer oscilador óptico 18 se ajusta para la exploración de azimut. La exploración de la red de antenas 26 ajustando la frecuencia de modulación de la primera señal óptica producida por el oscilador 18 para efectuar cambios de fase en las salidas del distribuidor múltiple diferencial 32 también se denomina exploración de fase.

El distribuidor múltiple diferencial 32, el cual recibe la señal óptica de entrada modulada del primer oscilador óptico 18, alimenta la señal óptica de entrada modulada en guías de ondas ópticas plurales, tales como cables de fibra óptica, teniendo cada uno longitudes diferentes. Las longitudes se eligen de forma que exista una relación de fase progresiva entre la salida de las señales de las diferentes guías de ondas ópticas, las cuales son denominadas alimentaciones diferenciales para los fines de la presente discusión. Cuando cambia la frecuencia de la señal de entrada óptica modulada al punto- haz, es decir explora la salida de la red activa 26 en respuesta a las señales de control recibidas del controlador / procesador de señales 14, se mantiene la relación de fase progresiva. Como se sabe en la técnica, tal relación de fase progresiva se requiere para la exploración de una red de antenas. En la orientación de una red las fases relativas de las señales radiadas o recibidas por los elementos de antena controlan la dirección efectiva a la que apunta el haz. La ecuación para calcular el desplazamiento de fase referido al ángulo apuntador, separación de elementos, y frecuencia de la portadora (longitud de onda) es:

$$\varnothing_n = (2\pi d \sin(n-1))/\lambda, \quad [1]$$

en donde λ es la longitud de onda de la señal de excitación y es igual a c/f , \varnothing_n es el desplazamiento de fase del elemento n , siendo n un entero que varía de 1 a m ; siendo m el número de elementos radiantes; c la velocidad de la señal de radiofrecuencia en el aire; y f es la frecuencia de la señal de excitación. Cada desplazador de fase proporciona señales a y recibe señales de su correspondiente elemento de antena. Un ángulo apuntador se estabiliza dando un desplazamiento de fase apropiado a las señales de transmisión y de recepción en cada desplazador de fase. El frente de ondas RF (radiofrecuencia) representa una línea a lo largo de la cual las señales transmitidas de o recibidas en cada uno de los elementos de antena se alinearán en fase. La dirección de puntería del haz es perpendicular al frente de ondas RF. La dirección de puntería del haz y el frente de ondas RF definen un ángulo de puntería θ del haz con respecto al plano de los elementos de antena, es decir el lado transversal o dirección óptica de la red. Se establece un ángulo de puntería efectivo para transmitir y recibir señales aplicando un desplazamiento de fase apropiado a las señales a medida que son transmitidas o recibidas por los elementos en la red. El desplazamiento de fase calculado usando la anterior ecuación será un desplazamiento de fase progresivo en el que la fase en cada elemento radiante será incrementada en el entero n , que varía de 1 a m .

En lo que sigue se describe la puntería del haz de antena de la antena CTS para exploración en azimut usando una fase de avance de cada módulo T/R. La orientación del haz en elevación se obtiene usando la frecuencia para generar una fase progresiva para obtener la orientación del haz. Una orientación del haz similar se puede obtener si la antena CTS se gira de forma que la dimensión del azimut sea la dimensión de la elevación.

Las n alimentaciones diferenciales realizadas por medio del distribuidor múltiple diferencial 32 proporcionan n entradas que corresponden a los n módulos respectivos T/R 22. Cada una de las n entradas tienen las fases diferentes requeridas para establecer la relación de fase progresiva requerida para la exploración en azimut de la red de antenas CTS 26. El número de elementos n de la red de antenas, que corresponde al número de módulos T/R 22; el número de alimentaciones diferenciales; y el número de alimentaciones colectivas, es específico de la aplicación y puede ser determinado por un experto en la técnica para atender las necesidades de una aplicación dada.

El distribuidor múltiple colectivo 34 recibe una entrada del segundo oscilador óptico 20 y la divide en n alimentaciones colectivas. Las n alimentaciones colectivas tienen las mismas longitudes, lo que produce las mismas fases en las salidas de las n alimentaciones colectivas. Las salidas de las n alimentaciones colectivas proporcionan respectivamente una entrada a los n módulos T/R 22.

Los n módulos T/R 22 incluyen mezcladores, filtros, amplificadores, y así, requeridos para detectar y mezclar las entradas del distribuidor múltiple diferencial 32 y del distribuidor múltiple colectivo 34. Los módulos T/R 22 detectan, esto es convierten las señales ópticas recibidas de los distribuidores múltiples 32, 34 en señales de microondas, que son proporcionadas a los puertos 28 de la antena en preparación para transmisión por medio de la red de antenas 26, la cual transmite desde los puertos radiantes 48. La abertura de la red de antenas 26 está frente al exterior de la página. Los diversos elementos de la red de antenas son alimentados por los puertos 28 de la

antena y actúan como alimentaciones de ondas progresivas, que radian cantidades de radiación específicas desde cada uno de los puertos radiantes 48.

5 Los módulos T/R 22 incluyen también un mezclador que emplea frecuencias de transmisión para mezclar con bajada de frecuencia las señales recibidas con la frecuencia intermedia (IF) o señales de banda de base. Las señales IF o de banda de base son entonces introducidas en el distribuidor múltiple de recepción 38. El distribuidor múltiple de recepción 38 puede incluir circuitos tales amplificadores, circuitos de control de ganancia, y otros para preparar las señales recibidas para la suma coherente. Los detalles exactos del distribuidor múltiple de recepción 38 son específicos de la aplicación y pueden ser determinados por un experto en la técnica para atender las necesidades de una aplicación dada. El distribuidor múltiple de recepción 38 puede ser omitido sin apartarse del alcance del presente invento.

15 El sumador de señales de recepción 44 añade coherentemente las n señales recibidas, que corresponde a recibir salidas de señales de los n módulos T/R 22. La señal suma resultante es una señal analógica que es convertida en una señal digital por medio del convertidor A/D 46. El convertidor A/D 46 proporciona a continuación una señal digital de recepción como entrada al controlador / procesador de señales 14.

20 El controlador / procesador de señales 14 puede emplear la entrada del convertidor A/D 46 para visualizar información objetivo a través de la visualización 16. El controlador / procesador de señales 14 puede también proporcionar información objetivo a la interfaz de plataforma 12. Además, el controlador / procesador de señales 14 puede emplear información de la señal de recepción obtenida del convertidor A/D 46 como entrada a un algoritmo para apuntar el haz de la red de antenas 26.

25 Para apuntar el haz, es decir explorar u orientar la red de antenas 26 en azimut, el controlador / procesador de señales 14 ajusta la frecuencia de modulación del oscilador óptico 18, el cual cambia la relación de fase entre las salidas de alimentación diferencial del distribuidor múltiple diferencial 32. Las relaciones de fase cambian previsiblemente con frecuencia ya que las diferencias entre las longitudes de las alimentaciones diferenciales del distribuidor múltiple 32 son predeterminadas y progresivas. Los cambios en la entrada de fase de señal en los diferentes módulos T/R 22 dan lugar a los correspondientes cambios en el haz resultante de las microondas o salida de energía electromagnética de las ondas milimétricas de la red de antenas 26.

35 La frecuencia de modulación salida del segundo oscilador óptico 20 rastrea la frecuencia de modulación de la salida del primer oscilador óptico 18. Las alimentaciones diferenciales del distribuidor múltiple diferencial 32 y las alimentaciones colectivas del distribuidor múltiple colectivo 34 alimentan señales con frecuencias de modulación ajustadas a los módulos T/R 22. Los módulos T/R 22 convierten las señales ópticas del distribuidor múltiple óptico 36 en señales de microondas, las cuales exploran la red de antenas 26 en azimut en una cantidad predeterminada que corresponde al cambio en la salida de frecuencia de modulación del primer oscilador óptico 18.

40 La frecuencia (primera frecuencia) producida por el primer oscilador óptico 18 y la frecuencia (segunda frecuencia) producida por el segundo oscilador óptico 20 se fijan de forma que la mezcla de la primera frecuencia y de la segunda frecuencia produzca una frecuencia de salida constante de la red de antenas 26 cuando se explora la red de antenas 26 en azimut. Por lo tanto, la frecuencia radiada de las antenas permanece constante, independiente de los cambios en la primera frecuencia, la cual se ajusta selectivamente para explorar en azimut.

45 La red de antenas 26 es explorada en elevación ajustando selectivamente la frecuencia de modulación de las señales producidas por el distribuidor múltiple colectivo 34. La frecuencia de modulación de las señales producidas por el distribuidor múltiple colectivo 34 son ajustadas por el controlador / procesador de señales 14 por medio del oscilador óptico 20. Cuando se explora la red de antenas 26 en elevación, la frecuencia de la radiación de salida total de la red de antenas 26 se cambia mediante el cambio de la frecuencia del segundo oscilador 20.

50 Los expertos en la técnica apreciarán que la red de antenas 26 puede ser girada para conmutar la exploración en elevación y en azimut realizada en parte, respectivamente, por medio del distribuidor múltiple diferencial 32 y por el distribuidor múltiple colectivo 34. Para los fines de la presente discusión los términos *azimut* y *elevación* se refieren a dos dimensiones diferentes de las antenas, tales como las dimensiones horizontal y vertical, respectivamente. Estas dimensiones pueden ser intercambiadas sin apartarse del alcance del presente invento. Los casos del término *elevación* podrían ser sustituidas por el término *azimut* y viceversa, y la presente discusión seguiría siendo válida.

60 El presente invento utiliza ciertos métodos de exploración de antenas relacionados con los expuestos en la Patente de EEUU N° 5.933.113, anteriormente referenciada. Sin embargo, el sistema de radar expuesto en la patente anteriormente referenciada no utiliza osciladores ópticos sintonizados por tensión para generar señales ópticas que tienen microondas de alta frecuencia u ondas milimétricas moduladas en ellos.

65 Por lo tanto, el sistema de radar 10 facilita la orientación del haz usando la red activa transversal continua 26 con frecuencias altas de microondas mediante los distribuidores múltiples mediante fibra óptica 32, 34 y los distribuidores múltiples de señales eléctricas (salidas de los módulos T/R) 22 que alimentan la red activa 26 con

entradas de las fuentes de los osciladores de microondas sintonizables por tensión con fibra óptica 18, 20. El sistema de radar 10 puede ser explorado en frecuencia para producir exploraciones de fase en azimut y en elevación y no requiere desplazadores de fase individuales convencionales. Se debería entender que en ambos casos la exploración de la frecuencia se usa para conseguir la exploración de fase (o puntería del haz). La exploración de frecuencia produce una exploración de fase en azimut con una técnica diferente de la usada para obtener la exploración de fase en elevación en la antena CTS.

La frecuencia de los osciladores primero y segundo 18, 20 se cambia en respuesta a señales de control del controlador / procesador de señales 14 para producir una fase progresiva en la alimentación de las antenas del distribuidor múltiple de la red (salidas de los módulos T/R) 22 para orientar el haz de la red 26. El sistema de radar 10 puede incorporar transistores de movilidad metamórficos de alta energía (MHEMT) y tecnologías microelectromecánicas (MEMS) cuando se considere apropiado. Los módulos T/R 22 utilizan la señal transmitida para proporcionar la señal necesaria para convertir la señal de recepción bajando la frecuencia.

Este sistema de radar 10 utiliza muchas técnicas diferentes para reducir las pérdidas de alimentación de las antenas y para reducir el tamaño de los componentes, lo cual reduce las limitaciones de diseño del sistema de antenas. Las técnicas incluyen el uso del distribuidor múltiple óptico de transmisión 36, el cual tiene unas pérdidas despreciables del distribuidor múltiple de fibra y es pequeño en comparación con las alimentaciones de las antenas de guía de ondas convencionales. El uso de fuentes de frecuencia ópticas (osciladores ópticos) 18, 20 y de distribuidores múltiples ópticos 32, 34 para orientar la red de antenas CTS 26 da lugar a las ventajas anteriormente mencionadas conseguidas por el presente invento.

El sistema de radar 10 es un sistema de radar de red activa explorado en frecuencia generada fotónicamente. La red de antenas CTS 26 tiene módulos de transmisión/recepción (T/R) 22 que proporcionan las funciones T/R de red activa típica de señal de transmisión con mayor potencia y de señal de recepción de ruido bajo pero que no tienen desplazadores de fase para orientar el haz en transmisión y recepción. La orientación del haz es suministrada por los dos osciladores ópticos 18, 20 que alimentan a los dos distribuidores múltiples ópticos 32, 34. Las salidas de los módulos T/R 22 son exploradas en el distribuidor múltiple de recepción 38, y la red de antenas 26 es controlada por medio del controlador / procesador de señales 14, el cual puede ser realizado por medio de un distribuidor múltiple de control. Las salidas del distribuidor múltiple recibido 38 son sumadas por el sumador de señales de recepción 44 y son exploradas para formar una señal de recepción suma que después es digitalizada en el convertidor A/D 46 y es transferida al procesador de señales / controlador / procesador de señales 14 y después al visualizador 16.

Cada uno de los componentes del sistema de radar de red activa 10 son conocidos en la técnica. Por lo tanto, el sistema de radar 10 puede ser realizado por un experto en la técnica con acceso a las presentes enseñanzas con la debida experimentación.

La Figura 2 es un diagrama más detallado que ilustra los osciladores ópticos 18, 20 y el distribuidor múltiple óptico de transmisión 36 del sistema de radar de red activa de la Figura 1. La red de antenas 26 es alimentada por entradas de los n módulos T/R 22. Cada módulo T/R 22 recibe una de las n entradas del distribuidor múltiple diferencial 32 y una de las n entradas del distribuidor múltiple colectivo 34 del distribuidor múltiple óptico de transmisión 36.

El distribuidor múltiple diferencial 32 incluye un primer separador óptico 50 que separa una entrada óptica del primer oscilador óptico 18 en n alimentaciones de guía de ondas ópticas 52 de longitudes diferentes. Las alimentaciones de guía de ondas ópticas 52 se llaman alimentaciones diferenciales, ya que sus longitudes difieren en pequeñas cantidades requeridas para conseguir la relación de fase progresiva requerida entre las salidas de alimentación requeridas para exploración en azimut. El cambio de la frecuencia de la entrada de la primera entrada de señal óptica del primer oscilador óptico 18 cambia las fases en las alimentaciones diferenciales 52 y de este modo orienta la red de antenas 26 en azimut.

El distribuidor múltiple colectivo 34 incluye un segundo separador óptico 54, el cual separa una entrada óptica del segundo oscilador óptico 20 en n alimentaciones de ondas de guía ópticas 56 de longitudes iguales. Las alimentaciones de las guías de ondas ópticas 56 se denominan alimentaciones colectivas, ya que sus longitudes son iguales. El cambio de la frecuencia de la segunda salida de señales ópticas del segundo oscilador óptico 20 no afecta a la exploración en azimut facilitada por el distribuidor múltiple diferencial 32.

Este invento usa uno o más osciladores ópticos 18, 20 que pueden ser sintonizados por frecuencia usando un desplazador de fase RF que es sintonizado por tensión para cambiar su fase. Un oscilador óptico relacionado (sin el desplazador de fase RF) está descrito en un documento titulado "Oscilador de microondas optoelectrónico", por X.S. Yao y L. Maleki, publicado en J. Optical Society of America, Vol. 13, N° 8, agosto 1996, pp. 1.725 a 1.735. Con acceso a las presentes enseñanzas, un experto en la técnica puede hacer los osciladores electrónicos 18, 20 con la debida experimentación.

Para hacer un modulador externo óptico especial para uso con el presente invento el modulador óptico descrito en el documento anteriormente referenciado por X.S. Yao y L. Maleki, se sustituye por un desplazador de fase RF, tal como el desplazador de fase RF expuesto en un documento titulado "Demostración de un desplazador de fase RF controlado fotónicamente", por S.S. Lee, A.H. Udupa, H. Erlig, H. Zhang, Y. Chang, C. Zhang, D.H. Chang, D. Bhattacharay, B. Tsap, W.H. Steier, L.R. Dalton, H.R. Felterman, y publicado en IEEE Microwave and Guided Wave Letters, Vol. 9, N° 9, Septiembre 1999, pp. 357 a 359.

Los documentos anteriormente referenciados detallan enseñanzas adicionales, las cuales son conocidas en la técnica, para facilitar la realización de los moduladores externos ópticos especiales 60 y 74 y el desplazador de fase RF óptico 86 de la Figura 2 de acuerdo con las enseñanzas del presente invento.

Cada modulador óptico especial 60, 74 de la Figura 2 combina un modulador óptico y un separador de fase en un circuito óptico 60, 74. Combinando las técnicas discutidas en los documentos anteriormente referenciados de acuerdo con las enseñanzas del presente invento, un experto en la técnica puede realizar un oscilador óptico sintonizable por frecuencia para uso con el radar de red activa 10 con la debida experimentación.

El primer oscilador óptico 18 incluye un primer modulador externo óptico especial 60 (discutido anteriormente), una línea de retardo 52, un detector de fotodiodo 64, un filtro 66, un amplificador RF 68, un acoplador RF opcional 70. Un primer amplificador óptico 72 amplifica la salida de la señal óptica del modulador externo óptico especial 60 del oscilador óptico 18. El primer modulador externo óptico especial 60 recibe una entrada de control del controlador / procesador de señal 14 y recibe una entrada de señal portadora óptica del separador 30. El primer modulador externo óptico especial 60 proporciona una salida a una primera línea de retardo 62 y al amplificador óptico 72. La salida del primer amplificador óptico 72 representa la salida del primer oscilador óptico 18 y es introducida en el primer separador óptico 50 del distribuidor múltiple óptico de transmisión 36.

La salida de la primera línea de retardo 62 se realimenta como una entrada al primer detector de fotodiodo 64. La salida del primer detector de fotodiodo 64, la cual representa una señal eléctrica modulada RF, es introducida en el primer filtro 66, que es un filtro RF. La salida del primer filtro 66 es introducida en el primer amplificador RF 68, una salida del cual es introducida en el primer acoplador RF opcional 70. El primer acoplador RF opcional 70 proporciona una salida eléctrica RF, la cual puede ser realimentada al controlador / procesador de señal 14 para facilitar el control del oscilador óptico 18. El primer acoplador RF opcional también proporciona una entrada al primer modulador externo óptico especial 60.

El segundo oscilador óptico 20 incluye un modulador externo óptico especial 74, una línea de retardo 76, un detector de fotodiodo 78, un filtro 80, un amplificador RF 82, un acoplador RF 84, un desplazador de fase RF óptico 86, y un segundo amplificador óptico 88. El segundo modulador externo óptico especial 74 recibe una entrada del controlador / procesador de señal 14 y recibe una entrada de portadora óptica del separador 30. Una salida del segundo modulador externo óptico especial 74 es introducida en la segunda línea de retardo 76, una salida de la cual es introducida en el segundo detector de fotodiodo 78. Una salida del segundo detector de fotodiodo 78 es introducida en el segundo filtro 80, que es un filtro RF. Una salida del segundo filtro 80 es introducida en un segundo amplificador RF 82, una salida del cual es introducida en el segundo acoplador RF 84. Una primera salida del segundo acoplador RF es introducida en el segundo desplazador de fase RF óptico 86, mientras que una segunda salida del segundo acoplador RF 84 es introducida en el segundo modulador externo óptico especial 74. El desplazador de fase RF óptico 86 recibe una señal portadora óptica del separador 30 y proporciona una entrada al segundo amplificador óptico 88. La entrada del segundo amplificador óptico 88 representa la salida del segundo oscilador óptico 20 y es introducida al segundo separador óptico 54 de la alimentación colectiva 34 del distribuidor múltiple de transmisión óptica 36.

En operación el primer oscilador óptico 18 modula una señal RF, tal como una señal de onda milimétrica, en la señal portadora óptica proporcionada por el láser 24 por medio del separador 30. La modulación RF se determina sobre la base de una señal de control recibida del controlador / procesador de señal 14. El primer modulador externo óptico especial 60 es un modulador controlado por tensión combinado y un desplazador de fase RF que es responsable de cambiar las tensiones en la entrada de control.

En la presente realización específica la tensión de la señal de control de entrada es selectivamente cambiada, lo que por tanto cambia la fase de la salida del modulador externo óptico especial 60. La frecuencia de modulación de la salida de la señal por el oscilador óptico 18 cambia entonces basado en el cambio de fase. La modulación RF es facilitada por la línea de retardo 62, la cual reenvía una versión retardada de la salida óptica procedente del primer modulador externo óptico especial 60 al primer detector de fotodiodo 64. El primer detector de fotodiodo 64 convierte la salida óptica de la primera línea de retardo 62 en una señal RF eléctrica. La señal RF eléctrica es filtrada y amplificada por el primer filtro 66 y el primer amplificador RF 68 antes de ser realimentada al modulador externo óptico especial 60 a través del primer acoplador RF 70. La salida óptica del primer modulador externo óptico especial 74 es ampliada por el primer amplificador óptico 72 antes de ser reenviada al primer separador óptico 50 del distribuidor múltiple diferencial 32.

El segundo oscilador óptico 20 genera una señal óptica modulada a través del segundo modulador externo óptico especial 74, la segunda línea de retardo 76, el detector de fotodiodo 78, el filtro 80, y el amplificador RF 82, similar al primer oscilador óptico 18. No obstante, al contrario que el primer oscilador óptico 18, el segundo acoplador RF 84, produce una señal eléctrica modulada RF al desplazador de fase RF óptico 86, el cual recibe una entrada de portadora óptica. El desplazador de fase RF óptico 86 facilita la adición de modulación especial, tal como la codificación de fase, a la portadora óptica con la frecuencia RF que es producida por el oscilador óptico 20. La codificación de fase puede ser empleada para aplicar la compresión de impulsos, lo que puede elevar la relación señal-ruido del sistema de radar 10, y puede mejorar el margen de resolución y la potencia media radiada. El desplazador de fase RF óptico 86 recibe entradas de tensión del controlador / procesador de señales 14 para facilitar la codificación de fase.

Los componentes individuales de los osciladores ópticos 18, 20 son conocidos en la técnica. Un experto en la técnica con acceso a las presentes enseñanzas puede realizar los osciladores ópticos 18, 20 con la debida experimentación. Los osciladores ópticos 18, 20 pueden conseguir frecuencias de modulación en toda la banda de microondas, incluida la banda-W entre 80 y 100 GHz.

Las alimentaciones diferenciales 52 y las alimentaciones colectivas 56 sustituyen a las estructuras de guía de ondas voluminosas y disipadoras con ondas de guía ópticas 52, 56 con un uso eficiente del espacio, que muestran unas pérdidas de señal mínimas. Además, el uso de los retardos diferenciales 52 evita la necesidad de desplazadores de fase voluminosos. Además, el uso de una única fuente de láser óptico 24 ayuda a asegurar que solamente se mezclen en los módulos T/R 28 las señales RF moduladas en una portadora óptica. Además, las alimentaciones colectivas 56 permiten que la modulación de códigos de fase adicionales sea incluida en las salidas de las alimentaciones colectivas. Las salidas de las alimentaciones colectivas 56 no tienen efecto en la exploración en azimut.

Las longitudes de las alimentaciones colectivas 56 son iguales. Por lo tanto, el cambio de la frecuencia de modulación de las señales producidas procedentes de las alimentaciones colectivas 56 cambiando la frecuencia de modulación del segundo oscilador óptico 20 no dará lugar a fases relativas diferentes en las salidas de las alimentaciones colectivas 56. En consecuencia, la segunda frecuencia asociada con el segundo oscilador óptico 20 puede ser cambiada sin afectar a la exploración en azimut realizada en parte por medio del controlador / procesador de señales 14, del primer oscilador óptico 18, y del distribuidor múltiple diferencial 32. De este modo se permite que la modulación adicional, tal como la codificación de fase, sea añadida a la salida del segundo oscilador óptico 20.

Además, la red de antenas CTS 26 puede ser explorada en elevación sin afectar a la exploración en azimut ajustando la segunda frecuencia independientemente de la primera frecuencia. El desplazamiento de frecuencia fijado o diferencia entre la primera frecuencia y la segunda frecuencia, que se mantiene durante la exploración en azimut, no se mantiene necesariamente al explorar en elevación, y así cambiará la frecuencia radiada. Es bien conocido en la técnica que una red de antenas activa CTS, tal como la red de antenas 26, puede ser explorada en elevación cambiando la frecuencia radiada por la red de antenas CTS 26.

Las alimentaciones colectivas 56 pueden ser sustituidas por alimentaciones diferenciales 52 sin apartarse del alcance del presente invento. Sin embargo, en este caso, la alimentación colectiva no sería capaz de cambiar las frecuencias sin explorar la antena. Por lo tanto, la codificación de fase o modulación de banda ancha situada en la alimentación colectiva afectaría a la exploración en azimut.

En la presente realización específica la alimentación de la exploración óptica, que corresponde a la salida del distribuidor múltiple de transmisión óptica 36, está configurada en dos secciones independientes que corresponden a las alimentaciones diferenciales 52 y a las alimentaciones colectivas 56. Estas secciones de alimentación 52, 56 alimentan a la red CTS 26 y facilitan la exploración en azimut y en elevación.

Los expertos en la técnica apreciarán que la red de antenas CTS 26 puede ser sustituida por una red activa convencional sin apartarse del alcance del presente invento. En este caso, la red activa puede requerir un distribuidor múltiple de transmisión óptica adicional para permitir la exploración en elevación.

Los osciladores 18, 20 utilizan los moduladores externos ópticos especiales 60, 74 que permiten la sintonización de la frecuencia por tensión de los osciladores 18, 20 por medio de un desplazador de fase RF incorporado como parte del modulador óptico (no mostrado) en cada uno de los osciladores 18, 20. Los osciladores 18, 20 proporcionan una salida de exploración de frecuencia como RF en una portadora óptica y eléctricamente como una señal RF. Los dos osciladores 18, 20 alimentan la red de antenas CTS 26 y están controlados por tensión para rastrear mutuamente en frecuencia con un desplazamiento de frecuencia constante para obtener la exploración de la antena al explorar en una dimensión predeterminada, tal como en azimut.

El primer oscilador óptico 18 facilita la exploración de la antena 26 cambiando la frecuencia alimentada por las alimentaciones con retardos diferenciales 52. Los diferentes retardos ópticos de cada módulo T/R 22 de la red 26 producen la progresiva fase RF necesaria para la exploración de la fase de la red de antenas.

El segundo oscilador óptico 20 suministra otra frecuencia a través de las alimentaciones ópticas colectivas 56 a cada módulo T/R de la red 22. Los dos osciladores 18, 20 se rastrean mutuamente de forma que se cambia la frecuencia en las alimentaciones ópticas diferenciales 52, la frecuencia en las alimentaciones ópticas colectivas 56 rastrea con una separación de frecuencia constante de forma que la mezcla de las dos frecuencias produce siempre la misma frecuencia de salida. Por lo tanto, la frecuencia radiada de la antena es siempre la misma y es independiente del cambio de la frecuencia de exploración en las diferentes alimentaciones ópticas 52.

El uso de una de las alimentaciones 52, 56 como una alimentación colectiva 56 permite que la frecuencia de la señal sea usada para cambiar la frecuencia radiada sin afectar a la exploración en azimut proporcionada por la otra alimentación 52. De este modo, cambiando la frecuencia de transmisión a través de la red CTS 26, la red 26 es explorada en frecuencia en elevación independientemente de la exploración en azimut. Esto se debe a que la estructura de la red CTS 26 proporciona una capacidad de exploración en frecuencia en una dimensión que puede ser usada para exploración del haz en elevación. Una técnica de exploración en frecuencia a modo de ejemplo se expone en la Patente de EEUU N° 5.933.113, titulada APARATO DE RED DE RADAR FOTÓNICO SIMULTÁNEAMENTE ACTIVO EN FRECUENCIA Y MULTIHAZ, que se incorpora aquí como referencia.

Las longitudes (delta) de diferencia de base entre las alimentaciones diferenciales 52 proporcionan una exploración cuando el primer oscilador 18 cambia de frecuencia, produciendo de este modo los valores de fase progresivos para orientar la red 26 en azimut. La realización de la Figura 2 no requiere el uso de subredes. No obstante, las subredes pueden ser empleadas sin apartarse del alcance del presente invento. Un experto en la técnica sabrá cómo adaptar las enseñanzas del presente invento para uso con subredes y/o líneas onduladas con la debida experimentación para atender las necesidades de una aplicación dada.

El único láser 24 se usa para suministrar a todos los circuitos ópticos 18, 20, 36 en el sistema de radar 10. Esto asegura que solamente las señales RF moduladas en las portadoras ópticas se mezclen en los mezcladores del detector de fotodiodo en los módulos T/R 22 y para evitar la mezcla de señales ópticas directas que podrían ocurrir más fácilmente si se usaran fuentes de luz de láser diferentes.

Cuando se necesita explorar la antena en azimut los dos distribuidores múltiples ópticos 32, 34 son operados con frecuencias diferentes que se rastrean mutuamente para permitir la exploración en frecuencia en tanto que se radia la misma frecuencia durante la exploración en frecuencia en azimut. Cuando se desea la exploración en elevación la frecuencia de transmisión de salida puede cambiarse independientemente de la exploración en frecuencia en azimut cambiando la frecuencia en el distribuidor múltiple colectivo 34 sin rastrear el cambio en el distribuidor múltiple diferencial 32.

Cuando se usa una red CTS este cambio en la frecuencia de transmisión orienta la red 26 en elevación. Para una exploración combinada en azimut y en elevación, las frecuencias en los distribuidores múltiples ópticos 32, 34 pueden ser controladas para hacer posible esta exploración dual. Esto se debe a que el distribuidor múltiple colectivo 34 no producirá un cambio de fase en azimut cuando se cambie su frecuencia de entrada.

El uso de la red CTS facilita la exploración dual en azimut y en elevación por medio de los dos distribuidores múltiples ópticos 32, 34 mediante el control selectivo de la frecuencia RF en cada distribuidor múltiple.

Cada puerto de alimentación 28 de la red de antenas CTS 26 lanza una señal en la dirección de elevación (dirección vertical en 26 de la Figura 1) que es una alimentación de onda progresiva, en la que la energía RF es radiada en puertos durante la alimentación y en donde existen retardos iguales entre cada puerto radiante en elevación 48. Este retardo delta constante entre puertos radiantes en elevación hace que se origine una fase progresiva y por tanto se obtenga la exploración de la antena en elevación usando un cambio en la frecuencia de transmisión.

Para obtener la exploración en elevación en un sistema de red de antenas convencional (no un CTS) que emplea subredes, la red 26 puede dividirse en subredes en elevación mayores con un desplazador de fase de microondas entre cada subred en elevación para encargarse de la exploración en elevación. Cada subred en elevación es alimentada con alimentaciones de azimut idénticas, cada una con un desplazador de fase de microondas (no mostrado).

El sistema de radar 10 usa técnicas de exploración de frecuencia generadas que usan osciladores ópticos 18, 20 antes que desplazadores de fase individuales para orientar la red 26. La técnica óptica ofrece ventajas sobre la práctica actual para la red activa explorada electrónicamente y las redes exploradas mecánicamente. Además, la exploración óptica puede ser combinada en el nivel de subred con cada subred explorada usando una línea ondulada de microondas para proporcionar un azimut combinado que usa las técnicas óptica y eléctrica.

La Figura 3 es un diagrama de una realización alternativa 32' del distribuidor múltiple óptico diferencial de transmisión de la Figura 2. El distribuidor múltiple diferencial alternativo 32' está adaptado para uso con subredes. En la presente realización alternativa la red de antenas 26 de las Figuras 1 y 2 es tratada como si comprendiera k

subredes secundarias, en la que cada subred tiene j elementos que son alimentados por la fase de avance generada por las longitudes progresivas de las fibras 1 a j .

5 El distribuidor múltiple diferencial alternativo 32' incluye una alimentación óptica de la subred primaria 100, la cual recibe la primera señal óptica del primer oscilador óptico 18 de las Figuras 1 y 2 como entrada y proporciona salidas a todas las subredes k 102. La alimentación óptica de la subred primaria 100 incluye un separador (no mostrado) que separa la señal óptica de entrada en k ondas de guía ópticas de longitudes progresivas diferentes. Hay k subredes secundarias 102 que cada una de ellas es alimentada por una longitud de fibra diferente de la alimentación óptica primaria 100. Cada una de las longitudes de fibra k es progresiva en longitud a fin de proporcionar la fase correcta a las k subredes secundarias para proporcionar una fase progresiva continua a través de la red.

15 De este modo las longitudes de las k ondas de guía ópticas de la alimentación óptica primaria 100 de la subred se ajustan de forma que se mantenga una relación de fase progresiva deseada entre las salidas de cada alimentación óptica 102 de la subred para facilitar la exploración en azimut de la antena. Alternativamente, las ondas de guía de otro conjunto de k alimentaciones ópticas de la subred (no mostradas) tienen todas las mismas longitudes para proporcionar la frecuencia de alimentación colectiva a todos los módulos T/R de la red. El uso de tales subredes puede ser útil en aplicaciones que tienen redes grandes.

20 Las alimentaciones ópticas de las subredes del presente invento pueden ser realizadas mediante líneas onduladas en lugar de o en combinación con las alimentaciones ópticas o líneas onduladas sin apartarse del alcance del presente invento.

25 La Figura 4 es un diagrama más detallado de uno de los módulos T/R de transmisión 22 del sistema de radar de red activa 26 de la Figura 1. El módulo T/R 22 incluye un detector/mezclador de fotodiodo 110, un filtro de paso alto 112, un conmutador 114, un amplificador de alta potencia 116, y un conmutador 120 conectado en secuencia en una trayectoria de transmisión. El módulo T/R 22 incluye también un amplificador de bajo ruido 122, un mezclador convertidor con bajada de frecuencia 118, y un amplificador de video 124, que están conectados en secuencia. El conmutador MEMS 114 está también conectado al mezclador convertidor con bajada de frecuencia 118.

30 El detector/mezclador de fotodiodo 110 recibe como entrada la primera señal óptica del primer oscilador óptico 18 y la segunda señal óptica del segundo oscilador óptico 20 de las Figuras 1 y 2. El detector/mezclador de fotodiodo 110 mezcla y convierte las señales ópticas recibidas en una señal de salida modulada R/F. La señal de salida modulada R/F representa las frecuencias de suma y diferencia que resultan de la mezcla de las entradas ópticas. Debido a la relativamente alta frecuencia de modulación de la señal RF modulada en las entradas ópticas, el componente de frecuencia diferencia de la señal RF modulada es pequeño en relación con el componente de frecuencia suma. El filtro de paso alto 112 elimina el componente de frecuencia diferencia pequeña. El componente de frecuencia suma resultante se introduce en el conmutador 114. El conmutador 114 separa la salida del filtro de paso alto 112 en dos trayectorias independientes, una al amplificador de alta potencia 116, y la otra trayectoria al mezclador convertidor con bajada de frecuencia 118. La señal del componente de frecuencia suma puede ser usada por el mezclador convertidor con bajada de frecuencia 118 como una señal del oscilador de referencia para convertir bajando la frecuencia de forma coherente las señales de recepción recibidas por la red de antenas 26 de las Figuras 1 y 2 y transferidas al convertidor mezclador con bajada de frecuencia 118 por medio del conmutador 120 y el amplificador de bajo ruido 122.

45 La operación del conmutador 114 puede ser controlada a través de la entrada del controlador / procesador de señales 14 de la Figura 1. El conmutador 114 conmuta selectivamente la salida del filtro de paso alto 112 con la entrada del amplificador 116 de alta potencia o el mezclador convertidor con bajada de frecuencia 118 en respuesta a las señales de control del controlador / procesador de señales 14 de la Figura 1.

50 El amplificador de alta potencia 116 amplifica las señales suma producidas por el conmutador 114 y reenvía una señal amplificada al conmutador 120. El conmutador 120 actúa como un duplexor o conmutador que facilita compartir los recursos de la red de antenas entre las funciones de transmisión y recepción. La operación del conmutador 120 puede ser controlada mediante señales de control recibidas desde el controlador / procesador de señales 14 de la Figura 1.

60 Con referencia a las Figuras 1 y 2, la salida de la señal de transmisión amplificada procedente del amplificador de alta potencia 116 es reenviada a uno de los puertos de antena 28 en preparación para transmisión desde la red de antenas 26. En la presente realización ilustrativa el conmutador 120 proporciona salida a la red de antenas 26. La señal de recepción entra en el módulo T/R 22 en el conmutador 120, el cual reenvía las señales recibidas al amplificador de ruido bajo 122. El amplificador de ruido bajo 122 amplifica la señal de entrada para obtener una señal de recepción amplificada. La señal de recepción amplificada es convertida bajando la frecuencia a la banda de base o a una Frecuencia Intermedia (IF) apropiada por medio del convertidor reductor mezclador 18 y la señal del oscilador local proporcionada por el conmutador 114 del trayecto de transmisión. El convertidor reductor mezclador 118 proporciona una señal con la fase conjugada de la señal recibida. Esta señal de fase conjugada es introducida en el mezclador y es generada conmutando la frecuencia RF en el distribuidor múltiple óptico (véase 36

en la Figura 1) entre transmisión y recepción. La banda de base resultante o señal IF es amplificada por el amplificador de vídeo 124 antes de ser reenviada al distribuidor múltiple de recepción 38 de la Figura 1.

5 La técnica de mezclado que implica detectar y mezclar las señales ópticas de entrada por medio del mezclador/detector de fotodiodo 110 permite que el mismo distribuidor múltiple óptico 36 que se usa para generar fases para orientar la red 26 para transmitir para ser usado para generar las fases conjugadas que se aplican a la señal de recepción para facilitar la adición coherente por medio del sumador 44 de señales de recepción de la Figura 1. Debido a que el mezclado se usa para obtener una frecuencia de diferencia en la recepción, la fase mezclada del mezclador 110 no sería la fase conjugada necesaria para hacer que las señales recibidas se añadieran en fase. 10 Para obtener la fase correcta en recepción, la señal del oscilador producida por el conmutador 114 es ajustada en frecuencia entre transmisión y recepción para generar la fase correcta, es decir la fase conjugada, para hacer que todas las fases recibidas sean sumadas coherentemente para obtener la señal de recepción RF suma producida por el sumador 44 de señales recibidas de la Figura 1. La frecuencia asociada con el distribuidor colectivo 34 se cambia para obtener el valor correcto de la frecuencia necesario para mezclar al video de banda de base o IF. Se usa el 15 distribuidor múltiple colectivo 34 ya que su frecuencia puede cambiarse sin afectar a la exploración del azimut de la antena proporcionada por el distribuidor múltiple diferencial 32. Esta conmutación de frecuencia puede hacerse rápidamente entre transmisión y recepción y viceversa.

20 El video de banda de base de recepción o distribuidor múltiple IF (distribuidor múltiple de recepción) 38 de la Figura 1 puede ser configurado para tener una salida de suma y diferencia de azimut de forma que se puedan proporcionar los datos del ángulo. También debido a que hay un gran número de módulos T/R que pueden ser operados.

25 Debido a los eficientes componentes ópticos del presente invento y al gran número de módulos T/R que pueden ser operados, los amplificadores 116, 122, 124 pueden operar a una potencia RF baja, lo que es ventajoso, especialmente en frecuencias de ondas milimétricas en las que los amplificadores de alta potencia son difíciles de conseguir.

30 Además, las alimentaciones ópticas 52, 56 de la Figura 2 pueden usarse para alimentar subredes en conjunción con unas alimentaciones onduladas de subred de guía de ondas. En este caso el módulo T/R 22 de la Figura 4 suministra una fase progresiva generada ópticamente explorada en frecuencia a cada subred de microondas ondulada (no mostrada). La alimentación de la subred óptica a los módulos T/R 22 de la subred se usa con la fase progresiva de cada subred de microondas ondulada (no mostrada). La exploración en frecuencia y 35 ambas alimentaciones (subred óptica y subred de microondas ondulada) están diseñadas de forma que se genera una exploración de la frecuencia de toda la red usando una fuente de exploración de frecuencia. La fuente de frecuencia podría ser óptica o eléctrica.

40 En la presente realización de la Figura 4 los componentes del amplificador del módulo T/R 22 pueden ser realizados usando una tecnología Metamorphic High-Energy Mobility Transistor (MHEMT). Los conmutadores 114, 120 pueden ser realizados mediante tecnologías microelectromecánicas (MEMS).

45 De este modo el presente invento ha sido descrito aquí con referencia a una realización particular para una determinada aplicación. Las personas con una experiencia normal en la técnica y con acceso a las presentes enseñanzas reconocerán modificaciones, aplicaciones, y realizaciones adicionales dentro del alcance de la misma. Por lo tanto las reivindicaciones anejas tienen como fin cubrir todas y cada una de estas aplicaciones, modificaciones y realizaciones dentro del alcance del presente invento.

Por lo tanto, lo que se reivindica es:

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un sistema (10) para explorar una red de antenas (26) que comprende
 un primer mecanismo (14, 18, 20, 24) para generar una señal óptica oscilante en una frecuencia
 predeterminada;
- 10 un segundo mecanismo (32, 34, 50, 52, 54, 56) para emplear la señal óptica para obtener señales de
 alimentación que tienen relaciones de fase predeterminadas;
- un tercer mecanismo (22) para recibir las señales de alimentación y radiar las correspondientes señales de
 10 transmisión en respuesta a ellas a una red de antenas (26), en el que
 dicho primer mecanismo incluye varios osciladores ópticos (18, 20) que incluyen un primer oscilador óptico
 (18) y un segundo oscilador óptico (20) que alimentan a un primer distribuidor múltiple óptico (32) y a un segundo
 distribuidor múltiple óptico (34), respectivamente, del segundo mecanismo (32, 34, 50, 52, 54, 56), el primer
 15 oscilador óptico (18) y el segundo oscilador óptico (20) rastreándose mutuamente en frecuencia con un
 desplazamiento de frecuencia predeterminado cuando dicho sistema está explorando la red de antenas (26) en una
 dimensión predeterminada;
- 20 cada uno de los osciladores ópticos (18, 20) incluye una señal óptica de realimentación que atraviesa una
 línea de retardo (62, 76) y hacia un detector (64, 78), convirtiendo el detector (64, 78) la señal óptica de
 realimentación en una señal de realimentación de radiofrecuencia que es realimentada a un modulador óptico (60,
 74) del oscilador óptico (18, 20);
- el segundo oscilador óptico (20) incluye un desplazador de fase óptico de radiofrecuencia para añadir
 selectivamente la codificación a una señal óptica que atraviesa el segundo distribuidor múltiple óptico (34);
- 25 el primer mecanismo (14, 18, 20, 24) incluye un oscilador óptico sintonizable por frecuencia (18, 20), y en el
 que la señal óptica es una señal de radiofrecuencia modulada sobre una portadora óptica, en el que una relación
 entre una primera frecuencia generada por el primer oscilador óptico (18) y una segunda frecuencia generada por el
 segundo oscilador óptico (20) es tal que la mezcla de la primera frecuencia y de la segunda frecuencia produce una
 30 frecuencia de salida constante, independiente de los cambios en la primera frecuencia, que es una frecuencia de
 exploración de la antena (26);
- el primer distribuidor múltiple óptico (32) incluye una alimentación óptica que proporciona retardos diferentes
 30 en una salida de señales del primer oscilador óptico (18) a través de las alimentaciones ópticas (52) de longitudes
 diferentes para hacer que dicha relación de fase predeterminada sea una fase progresiva; y
- el segundo distribuidor múltiple óptico (34) incluye una alimentación colectiva (56) que tiene alimentaciones
 ópticas de longitudes iguales de forma que los cambios en la frecuencia de las señales ópticas que atraviesan el
 segundo distribuidor múltiple óptico (34) no afectan a la exploración en azimut o elevación realizada mediante
 35 señales que atraviesan el primer distribuidor múltiple óptico (32).
2. El sistema (10) de la reivindicación 1 en el que la red de antenas (26) es una subred transversal continua
 (26).

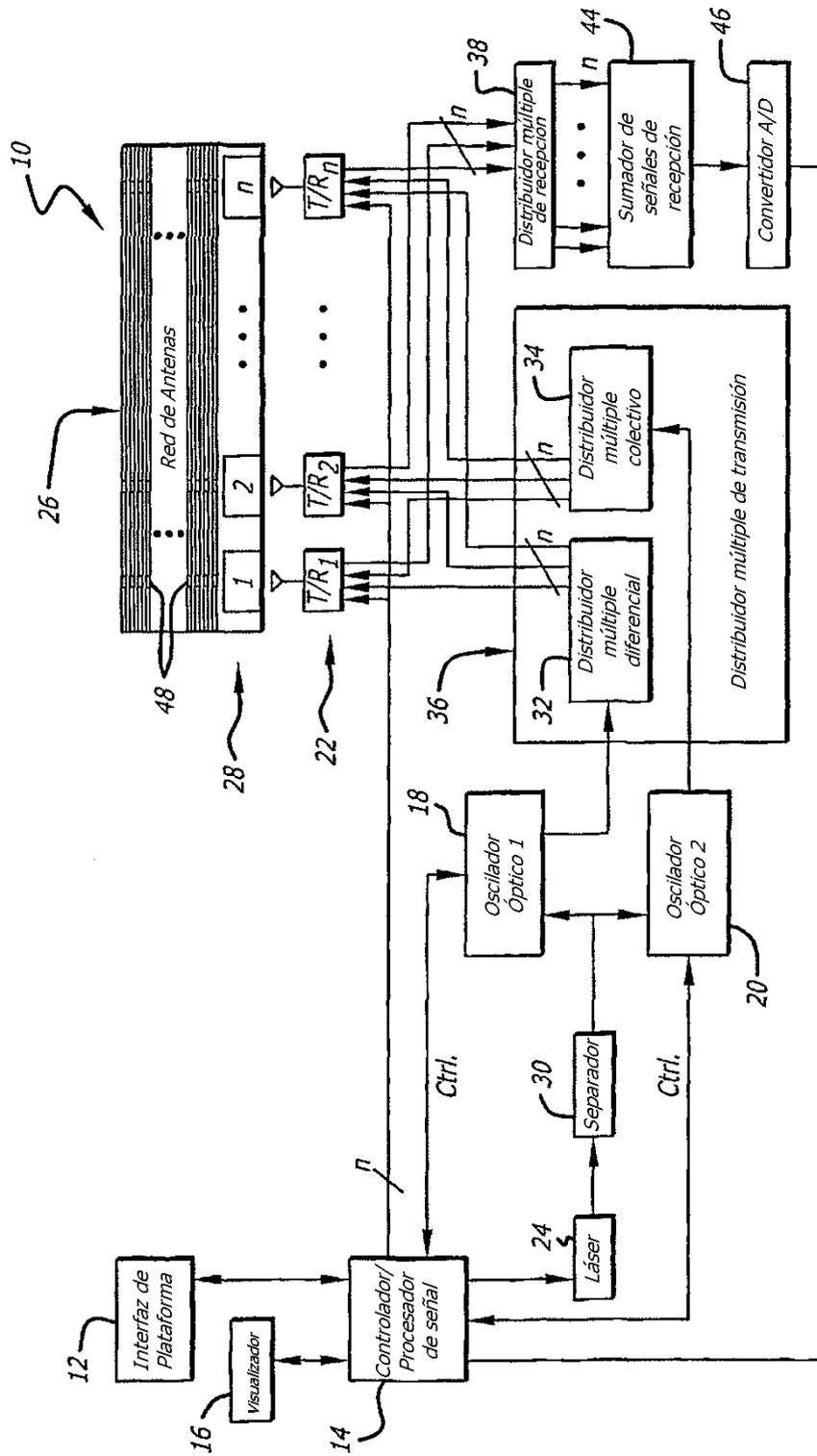


FIG. 1

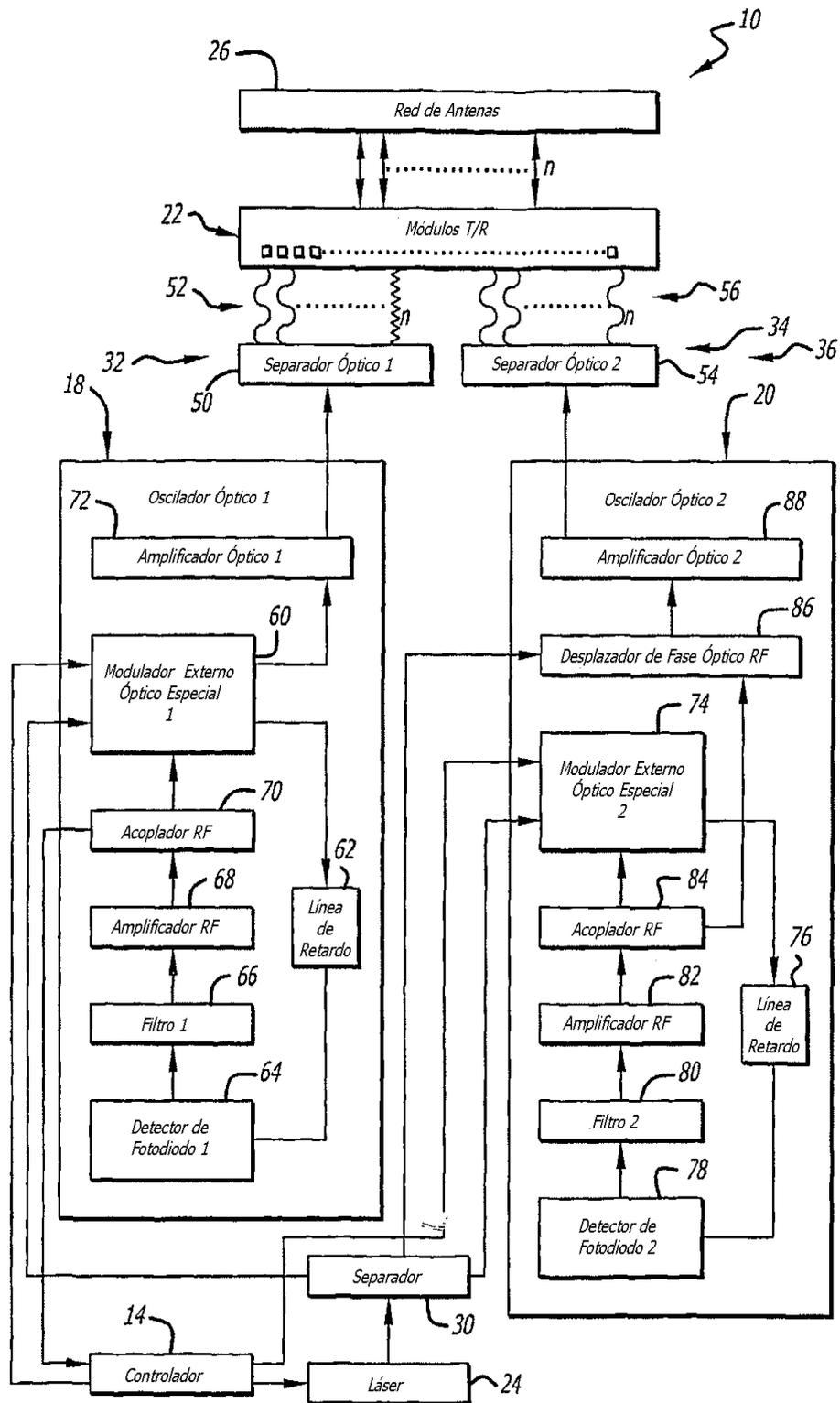


FIG. 2

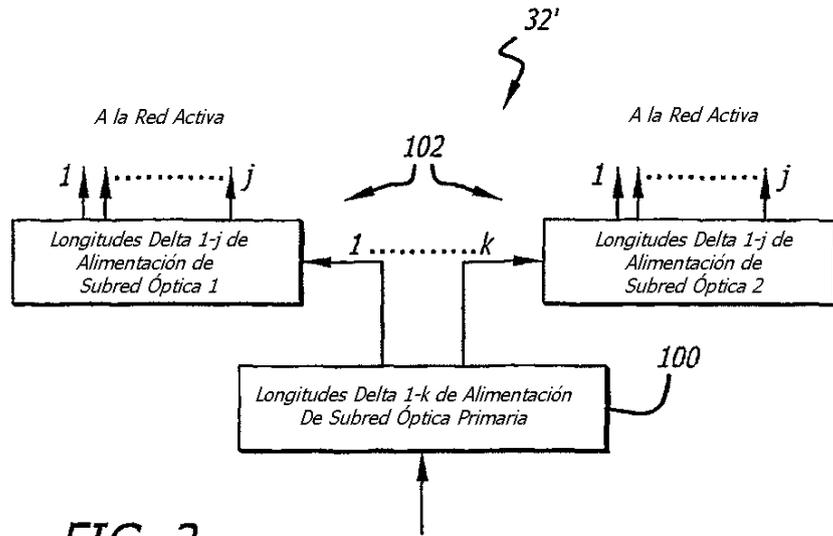


FIG. 3

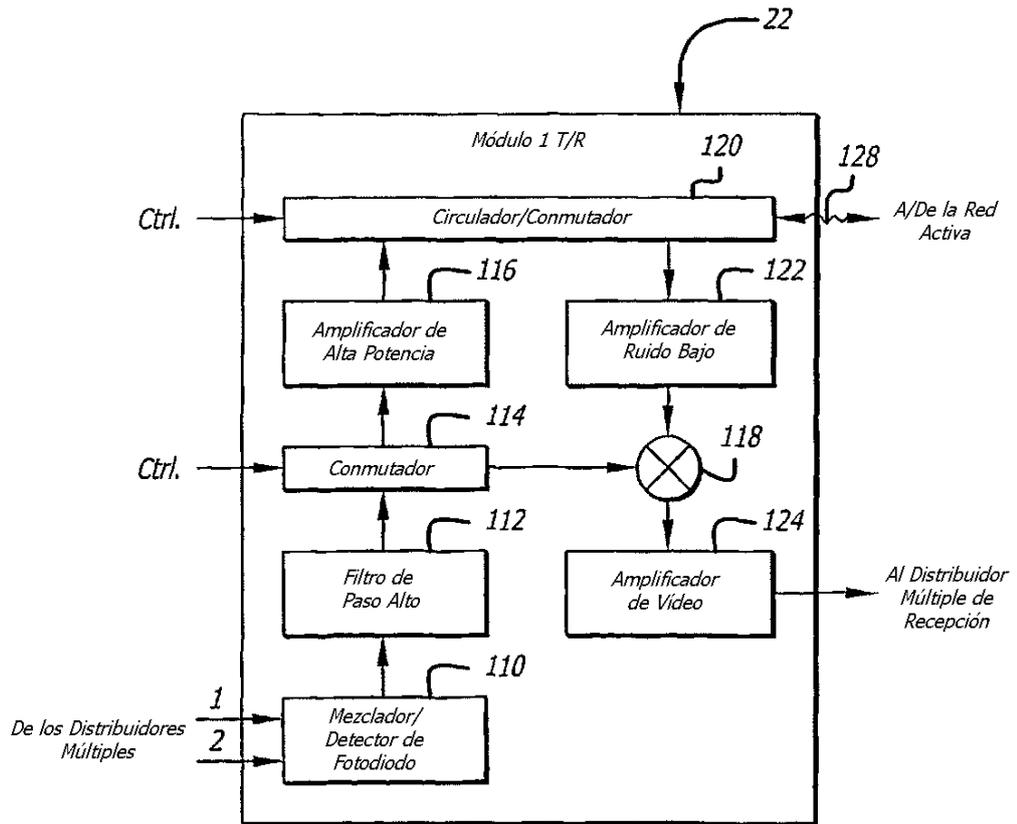


FIG. 4