

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 378 355**

51 Int. Cl.:
H03B 19/03 (2006.01)
H03K 3/80 (2006.01)
H01R 13/7197 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07733741 .8**
96 Fecha de presentación: **06.06.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2022165**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **11.02.2009**

54 Título: **Generador de radiofrecuencias y microondas**

30 Prioridad:
08.06.2006 GB 0611358
20.07.2006 GB 0614758

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
11.04.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
11.04.2012

73 Titular/es:
BAE Systems PLC
6 Carlton Gardens
London SW1Y 5AD, GB

72 Inventor/es:
SEDDON, Nigel y
DOLAN, John Eric

74 Agente/Representante:
González Palmero, Fé

ES 2 378 355 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

Generador de radiofrecuencias y microondas

5 Esta invención se refiere a señales de radiofrecuencia (RF) y de microondas y en particular a la generación de señales de microondas de alta potencia para su uso en aplicaciones de radar de alta resolución.

Se conocen ampliamente dos tipos de forma de onda en el campo de la tecnología de microondas de alta potencia. En primer lugar, pueden producirse impulsos eléctricos unipolares de corta duración, habitualmente denominados pulsos de banda ultraancha (UWB). Los pulsos de UWB tienen grandes anchos de banda de Fourier instantáneos: la energía en este tipo de forma de onda se distribuye por una amplia gama de frecuencias y la densidad de energía a cualquier frecuencia particular es pequeña. Los pulsos de UWB encuentran aplicación en sistemas de comunicación y en sistemas de radar. Convencionalmente, los pulsos de UWB se suministran a una antena y se irradia una señal que tiene una amplia gama de componentes de frecuencia.

15 En segundo lugar, pueden producirse formas de onda de microondas de alta potencia que consisten en un gran número (mayor de 10) de ciclos de radiación. Convencionalmente, este tipo de forma de onda se produce mediante una máquina de haz de electrones grande que consiste en una fuente de alimentación pulsada de alta tensión, un cátodo, un tubo de desplazamiento de electrones, una región de modulación de electrones y una antena. Este tipo de señal de microondas de alta potencia puede usarse para el calentamiento de materiales o plasmas y para el transporte de energía.

Los dos métodos anteriores de producción de señales de microondas de alta potencia tienen desventajas que limitan el rendimiento, o aplicación, de la tecnología. En el caso de una forma de onda de UWB, el contenido de energía espectral de un pulso irradiado se define por las características del impulso eléctrico unipolar y la antena que se usa para irradiar el impulso de UWB. Por ejemplo el impulso 1 de vídeo mostrado en la figura 1 es un impulso eléctrico unipolar con un tiempo de subida de 0,1 nanosegundos y 5 ns de duración de pulso. La correspondiente transformada de Fourier de este pulso de vídeo se muestra como 3 en la figura 2. Es evidente que la mayor parte de la energía está contenida en componentes espectrales de frecuencia más baja, mientras que relativamente poca energía está contenida en componentes de frecuencia más alta. Está claro que mientras que los generadores de pulsos de UWB pueden producir radiación de microondas de alta potencia, la densidad de energía espectral a cualquier frecuencia dada en la región de microondas del espectro es pequeña.

El segundo tipo de fuente de microondas de alta potencia, que se basa en haces de electrones de alta potencia, también tiene limitaciones de funcionamiento. Este tipo de fuente de microondas puede producir densidades de energía muy altas en la región de microondas del espectro. Sin embargo, estas fuentes son habitualmente muy grandes, suelen requerir sistemas criogénicos y de vacío auxiliares, y pueden producir rayos x. Por tanto no son prácticas para su uso fuera de un entorno de laboratorio.

El documento Shaw H.J., Elliott, B.J., Harker K.J. y Karp A., Micro Microwave generation in pulsed ferrites, J. App. Phys., Vol 37, n.º 3, 1966 detalla un método para convertir la energía de un campo magnético pulsado a una señal de microondas en una guía de ondas. El "generador de microondas magnéticas pulsadas" de Shaw se basa en la precesión giromagnética activada por impulsos en una pequeña esfera de granate de itrio-hierro (YIG) para convertir la energía de un "pulso de bombeo" a una señal de microondas. Una pequeña muestra esférica (aproximadamente 1 mm de diámetro) de material magnético se coloca en una cavidad de guía de ondas de microondas. Se aplica un fuerte campo de polarización magnética, constante, a la esfera magnética con el fin de alinear momentos magnéticos dentro del material magnético. A continuación se aplica un fuerte campo magnético pulsado a la esfera con un cierto ángulo respecto al campo de polarización constante. El campo magnético pulsado provoca una realineación del vector de magnetización en la esfera en una escala de tiempo que es similar al tiempo de subida del campo pulsado. Si el tiempo de subida es lo suficientemente corto, el vector de magnetización no sigue simplemente el campo pulsado sino que experimenta una precesión alrededor de la dirección del campo aplicado. Esta precesión giromagnética persiste durante un tiempo que está relacionado con procesos de atenuación en el material magnético. El vector de magnetización en precesión en el material magnético constituye un oscilador a la frecuencia de precesión giromagnética. La esfera magnética está situada en una cavidad de guía de ondas de modo que la energía del oscilador giromagnético se acopla a la guía de ondas como una señal electromagnética. Por consiguiente, la esfera magnética se usa como un transductor excitado por impulsos que convierte la energía del campo magnético pulsado en una señal de microondas en la guía de ondas.

Las desventajas de este método de generación de señales de microondas incluyen: la cantidad de energía y potencia que puede convertirse en una señal de microondas está limitada por el requisitos de de un espécimen esférico pequeño de material magnético, habitualmente YIG, para conseguir una precesión totalmente coherente temporal y espacialmente y, porque el campo magnético pulsado se produce haciendo pasar una corriente pulsada grande a través de una bobina externa, la razón de energía de microondas producida respecto a la energía almacenada en la bobina es inherentemente baja, ya que el campo magnético pulsado se aplica en un gran volumen en comparación con el volumen de la esfera.

El documento Simulation of Shock Waves in Ferrite-Loaded Coaxial Transmission Lines with Axial Bias (Dolan J E, Journal of Physics D and Applied Physics, vol. 32, n.º 15, 7 de agosto de 1999, páginas 1826-1831) presenta un modelo para el desarrollo de ondas de choque en líneas coaxiales cargadas con ferrita polarizadas axialmente. Sin embargo, este modelo se asocia con una amplitud de pulso utilizable mínima y, por consiguiente, sus aplicaciones son limitadas.

Existe por tanto la necesidad de nuevas fuentes de radiación de microondas y de RF que puedan producir señales de alta potencia de manera más eficaz que las fuentes actualmente conocidas.

Por consiguiente, es un objeto de la presente invención proporcionar un método y aparato alternativos para generar señales de RF o de microondas pulsadas.

En términos generales, la invención es un método que produce una señal de RF o de microondas modulando la amplitud de un impulso eléctrico. Además, en términos generales, la invención también se encuentra en un generador de señales que comprende componentes eléctricos y magnéticos adecuados configurados para producir una señal de RF o de microondas. Se usa una línea de transmisión que contiene un material magnético con características giromagnéticas con pocas pérdidas. Se inyecta un impulso eléctrico en esta línea de transmisión con el fin de inducir precesión giromagnética con pocas pérdidas en el material magnético, lo que a su vez modula la amplitud del impulso eléctrico a la frecuencia de precesión giromagnética. La modulación del impulso eléctrico a la frecuencia de precesión produce energía significativa a esta a esta frecuencia que puede extraerse después e irradiarse usando una antena adecuada.

Según un primer aspecto de la presente invención se proporciona un generador de señales de RF o de microondas que comprende un generador de pulsos de vídeo y un modulador de línea de transmisión configurado para modificar los pulsos de vídeo generados por precesión giromagnética excitada por impulsos. Esto transferirá una parte de la energía de los pulsos de vídeo desde las bajas frecuencias a frecuencias de RF o de microondas produciendo de ese modo una forma de onda resultante con una componente de RF y/o de microondas. El pulso de vídeo es un impulso eléctrico que se inyecta en la línea de transmisión con el fin de inducir precesión giromagnética con pocas pérdidas en un material magnético que forma parte de la línea de transmisión. La precesión a su vez modula la amplitud del impulso eléctrico a la frecuencia de precesión giromagnética. El material magnético puede estar distribuido a lo largo de toda la longitud de la línea de transmisión de tal manera que el impulso eléctrico tiene una interacción ampliada con el mismo a medida que se propaga a lo largo de la línea de transmisión. Puede aplicarse un campo magnético externo a la línea de transmisión que puede tener componentes orientadas axialmente o de otro modo respecto a la línea de transmisión. La modulación del impulso eléctrico a la frecuencia de precesión giromagnética produce energía significativa a esta frecuencia.

En este contexto un pulso de vídeo se define como un pulso eléctrico con un tiempo de subida corto con respecto a la anchura de pulso, y una amplitud sustancialmente constante a lo largo de la duración del pulso. Cuando se alimenta un pulso de vídeo a una antena adecuada, puede irradiarse un pulso de banda ultraancha (UWB). Las formas de onda de UWB son interesantes para aplicaciones de radar de alta resolución porque su corta duración de pulso puede proporcionar una buena resolución objetivo, y el contenido de energía espectral, que es muy ancho, tiene potencial para acoplarse a una amplia gama de características en un objetivo. Sin embargo, la mayor parte de la energía en una forma de onda de pulso de vídeo está contenida en componentes espectrales por debajo de la región de los 100 MHz y por tanto no se irradia en forma de onda de UWB.

Se ha encontrado que la modulación del pulso de vídeo a una frecuencia adecuada produce un pulso modulado que tiene un desplazamiento del contenido de energía significativo hacia las frecuencias de radio y/o microondas, lo que representa un importante aumento en la energía que puede irradiar la antena. Por tanto la modulación respecto a la forma de onda permite enfocar la señal irradiada en mayor medida y aumenta el campo irradiado que puede producirse a una gran distancia de la fuente.

Preferiblemente el modulador incluye una línea de transmisión no lineal que contiene material magnético, más preferiblemente con fuertes características giromagnéticas. Puesto que la modulación de microondas y/u ondas de RF se produce a modo de onda progresiva, esto elimina en gran medida la restricción en cuanto al volumen del material magnético de la que adolece la técnica anterior, permitiendo la generación de mayores niveles de potencia.

Este diseño permite lograr una interacción ampliada física y eléctricamente entre el impulso eléctrico y el material magnético. Las ventajas de este esquema son que puede excitarse un volumen significativamente mayor de material magnético mediante una onda progresiva en una línea de transmisión, y que la energía en el impulso eléctrico se usa de manera más eficaz. Como consecuencia, la eficacia de la conversión de energía de este dispositivo es considerablemente mayor que la conseguida por dispositivos anteriores conocidos, tales como el dispositivo dado a conocer por Shaw et al. La línea de transmisión soporta la señal de microondas que se genera por precesión giromagnética en el material magnético y aparece como una modulación sobre el pulso de impulso eléctrico; por consiguiente no se requiere una guía de ondas separada para extraer la señal de RF y/o de microondas.

Puede usarse material no lineal para formar ondas de choque electromagnéticas en líneas de transmisión, por

ejemplo, líneas de transmisión coaxiales, tal como exponen Katayev, I.G., "Electromagnetic shock waves", Iliffe Books Ltd., 1966, y también Weiner M. y Silber L. "Pulse sharpening effects in ferrites", IEEE Trans Magn 1981, MAG-17, págs. 1472-1477. Las líneas de transmisión pueden contener materiales magnéticos saturables y usarse para producir impulsos eléctricos con tiempos de subida de pulso cortos. Estos dispositivos aprovechan la no linealidad magnética del material magnético para formar una "onda de choque electromagnética" que es un cambio muy rápido en campos eléctricos y magnéticos dentro de la línea de transmisión. La tasa de cambio de estos campos viene determinada por la respuesta dinámica límite del material magnético a fuertes campos aplicados. En realizaciones prácticas de estos dispositivos se inyecta un impulso eléctrico en una línea de transmisión coaxial que contiene el material magnético. A medida que el pulso eléctrico se propaga a lo largo de la línea de transmisión, el borde de ataque del pulso en entrada se modifica por la no linealidad magnética, acortándose progresivamente el pulso de tipo de subida hasta que se alcanza el tiempo de respuesta límite. Una vez alcanzado el tiempo de respuesta límite, el pulso continúa propagándose con este tiempo de subida. Este tipo de línea de choque electromagnético puede usarse para formar pulsos de vídeo con tiempos de subida de orden inferior a los nanosegundos.

La realización de la línea de transmisión de esta invención permite modificar una fuente de pulsos de vídeo de alta potencia para dar las características de forma de onda y frecuencia de una fuente de RF o de microondas pulsada.

Las características eléctricas y magnéticas de la línea de transmisión no lineal, y los materiales de construcción, se seleccionan para producir una fuerte precesión giromagnética de la magnetización dentro de los componentes magnéticos cuando se inyecta un impulso eléctrico en la línea de transmisión. La precesión giromagnética inducida influye en la propagación del impulso eléctrico inyectado y modula el impulso a frecuencias de RF y/o de microondas. Las características de la modulación vienen determinadas por el diseño de la línea de transmisión no lineal y por la selección de materiales magnéticos adecuados. Se espera que los materiales magnéticos adecuados exhiban un fuerte comportamiento giromagnético con pocas pérdidas.

La línea de transmisión puede comprender un material magnético con atenuación giromagnética baja. El material magnético puede ser un material de ferrita con estructura de granate tal como granate de itrio-hierro.

El generador de impulsos puede producir un impulso de bombeo. El impulso de bombeo puede tener un tiempo de subida que es una fracción del periodo de la forma de onda de RF o de microondas resultante. Este diseño permite lograr una interacción ampliada física y eléctricamente entre la señal de bombeo y el material magnético. Las ventajas de este esquema son que puede excitarse un volumen significativamente mayor de material magnético mediante una onda progresiva en una línea de transmisión, y que la energía en el pulso de bombeo se usa de manera más eficaz. Como consecuencia, la eficacia de la conversión de energía de este dispositivo es considerablemente mayor que la que puede alcanzarse en la técnica anterior. La línea de transmisión soporta la señal de RF y/o la señal de microondas que se genera por la precesión giromagnética en el material magnético y aparece como una modulación sobre el pulso de vídeo de bombeo; por consiguiente no se requiere una guía de ondas separada para extraer la señal de RF y/o de microondas.

El perfil espectral del pulso de salida resultante puede determinarse sintonizando la salida de frecuencia mediante el ajuste de la frecuencia a la que se modulan los pulsos de vídeo variando la amplitud del campo magnético axial constante H_{ax} , y/o la amplitud del impulso de bombeo y/o las dimensiones del material magnético y de la estructura coaxial.

Puede aplicarse un campo magnético externo a la línea de transmisión. Este campo magnético puede tener componentes orientadas axialmente o de otro modo respecto a la línea de transmisión. Preferiblemente la línea de transmisión comprende aislantes de pérdida dieléctrica baja tales como politetrafluoroetileno (PTFE) o polipropileno. La línea de transmisión puede tener conductores compuestos de cobre, plata u oro u otros materiales de alta conductividad para minimizar la disipación resistiva.

Según un segundo aspecto de la invención se proporciona una antena que tiene un generador de señales de microondas tal como se describió anteriormente.

Según un tercer aspecto de la invención se proporciona un método para generar señales de microondas que incluye las etapas de:

generar pulsos de vídeo con tiempo de subida corto; y

modificar la energía de los pulsos de vídeo desde frecuencias por debajo del intervalo de RF o de microondas hasta frecuencias en el intervalo de RF o de microondas

produciendo de ese modo una forma de onda resultante con una componente de RF o de microondas.

Los pulsos de vídeo pueden hacerse pasar a través de una línea de transmisión que comprende un material magnético que tiene atenuación giromagnética baja. El método puede comprender además la etapa de aplicar un

campo magnético al material magnético, campo magnético que está orientado axialmente con respecto a la línea de transmisión. Preferiblemente el campo magnético es lo suficientemente fuerte para provocar más de un 99% de alineación de los movimientos magnéticos del material magnético.

5 La invención se describirá ahora adicionalmente a modo de ejemplo únicamente y con referencia a los dibujos adjuntos de los que:

la figura 1 muestra una comparación gráfica de las formas de onda temporales de una forma de onda de vídeo y una forma de onda de vídeo modulada adecuadamente para provocar un desplazamiento del contenido de energía significativo hacia las frecuencias de microondas;

la figura 2 muestra los espectros de Fourier asociados con la forma de onda de vídeo y la forma de onda de vídeo modulada de la figura 1;

15 la figura 3 muestra un diagrama esquemático de un aparato para generar señales de microondas según la invención;

la figura 4 muestra en detalle la disposición geométrica de la estructura de línea de transmisión coaxial y el material magnético usado en el aparato de la figura 3;

20 la figura 5 es una representación esquemática del campo magnético aplicado a la línea de transmisión no lineal de la figura 4.

La figura 1 compara la forma de onda de tiempo de un impulso 1 de vídeo eléctrico convencional, con un tiempo de subida de 0,1 ns y una duración de pulso de 1,5 ns y la forma de onda de tiempo de un pulso 2 modulado por microondas. El pulso eléctrico de vídeo podría usarse normalmente para accionar una antena de UWB de manera directa. La figura 2 muestra los espectros de Fourier de la forma 3 de onda de pulso de vídeo no modulada, y la forma 4 de onda modulada por microondas. A partir de la figura 2 puede observarse que la mayor parte de la energía en el pulso 1 de vídeo está contenida en componentes espectrales por debajo de la región de 100 MHz y que hay muy poca energía en las componentes de frecuencia más alta. Por tanto, una gran parte de las componentes del pulso de vídeo no será irradiada por una antena porque la mayoría de las componentes tendrá una frecuencia por debajo del punto de corte de la antena.

Sin embargo, el espectro de Fourier de la forma 4 de onda modulada muestra un pico 20 importante a la frecuencia de modulación. Esto representa energía desplazada desde las frecuencias de vídeo hasta las frecuencias de microondas y un aumento importante en la energía que puede irradiarse en la práctica por una antena debido a que una parte más grande de las componentes de los pulsos modulados tienen frecuencias por encima del punto de corte de la antena.

El aparato en la figura 3 incluye un generador 5 de pulsos de vídeo de alta potencia. El generador 5 de pulsos produce un impulso de bombeo. El impulso de bombeo es una señal de vídeo de alta potencia con una duración normalmente de 1 a 10 ns y un tiempo de subida de pulso en el intervalo entre 1 ps y 50 ps. La amplitud de tensión de este impulso de bombeo depende de la aplicación y puede ser desde menos de 10 kV hasta varios 100 kV. Tales generadores de pulsos normalmente se conmutan mediante tiratrones de hidrógeno o semiconductores de alta potencia y los producen empresas especializadas entre las que se incluyen Kentech Ltd y FID Technologies GmbH. El generador de pulsos también puede contener alguna forma de línea de choque electromagnético para afinado de pulsos. El impulso de bombeo se inyecta en una línea 6 de transmisión no lineal (por ejemplo una línea de transmisión coaxial) que contiene material 10 magnético (véase la figura 4) que se selecciona para soportar fuertes características giromagnéticas. Se proporciona una estructura 7 de magnetización alrededor del exterior de la línea 6 de transmisión para aplicar polarización al material 10 magnético. La salida de la línea 6 de transmisión no lineal se alimenta a una estructura 8 de carga adecuada tal como una antena.

La figura 4 muestra la estructura de la línea 6 de transmisión coaxial. En esta realización se colocan toroides 9 magnéticos coaxialmente alrededor de un conductor 13 central de la línea 6 de transmisión. El material 10 magnético rodea los toroides 9. Los toroides 9 están rodeados a su vez por un dieléctrico 11 aislante de alta tensión tal como politetrafluoroetileno (PTFE) y éste está encerrado por el conductor 12 de retorno de la línea 6 de transmisión.

En referencia a la figura 5, se genera un campo magnético constante H_{ax} por la estructura 7 de magnetización y este campo se aplica a la línea 6 de transmisión no lineal en una orientación axial u otra. La finalidad del campo magnético constante H_{ax} es alinear el vector de magnetización del material 10 magnético a lo largo de un eje particular, normalmente la dirección axial de la línea 6 de transmisión. La alineación inicial de las magnetizaciones es un requisito previo para la estimulación de la precesión giromagnética. Preferiblemente, H_{ax} es suficiente para provocar un 99,9% de alineación de las magnetizaciones, aunque puede conseguirse todavía una potencia de salida de microondas significativa para un menor grado de alineación. La fuente externa del campo 7 magnético puede ser un solenoide enrollado alrededor de la línea 6 de transmisión o un conjunto adecuadamente dispuesto de imanes permanentes.

El impulso de bombeo produce un campo magnético H_c circunferencial $I/2\pi r$, donde I es la corriente de pulso y r es el radio medio del material magnético, en la línea 6 de transmisión, que hace rotar el vector de magnetización del material 10 magnético alejándolo de la dirección inicial hacia la dirección circunferencial. La tasa a la que se hace rotar el vector de magnetización del material 10 magnético depende del tiempo de subida del impulso de bombeo, y el tiempo de subida del pulso de bombeo debería ser por tanto tan corto como sea posible. Preferiblemente, el tiempo de subida es una fracción de un periodo de la forma de onda de microondas resultante. El tiempo de subida será por tanto del orden de 1 a 50 ps en la presente realización. Un tiempo de subida lo suficientemente corto para el impulso de bombeo provocará que el vector de magnetización en el material 10 magnético experimente una precesión giromagnética alrededor de la dirección del campo magnético aplicado de manera neta a una tasa definida por la expresión:

$$\frac{dM}{dt} = \mu_0 M \times H + \frac{\alpha}{M_s} \cdot M \times \frac{dM}{dt}$$

donde; $\frac{dM}{dt}$ es la tasa de cambio de magnetización en el material 10 magnético,

γ es la razón giromagnética,

μ_0 es la permeabilidad del espacio libre,

M es la magnetización del material 10 magnético,

H es el campo magnético aplicado,

α es el factor de atenuación,

M_s es la magnetización de saturación del material 10 magnético.

La precesión del vector de magnetización del material 10 magnético proporciona una componente oscilante del campo magnético en la línea 6 de transmisión. Esta componente del campo en precesión en el material magnético se acopla al campo del impulso de bombeo para producir una modulación de la amplitud del impulso de bombeo. La longitud de la línea 6 de transmisión no lineal requerida para que la señal modulada se acumule hasta su amplitud en estado estacionario es normalmente de 5-50 cm. La duración de la modulación por microondas que puede desarrollarse en la práctica es normalmente del orden de 1 a 5 ns para un único impulso.

La profundidad y duración de modulación del impulso de bombeo dependen de las características de precesión giromagnética del material 10 magnético (habitualmente ferrita o granate de itrio-hierro (YIG)), y también los mecanismos de pérdida dieléctrica y conductiva en la línea 6 de transmisión. La precesión giromagnética se excita por el borde de ataque del impulso de bombeo y persiste durante un tiempo que viene determinado por mecanismos de atenuación y pérdida tanto en el material 10 magnético como en la estructura 6 de la línea de transmisión. Tasas de pérdida inferiores dan lugar a mayores profundidades de modulación y a periodos de caída más largos. La principal contribución a la caída de la precesión es la atenuación giromagnética en el material 10 magnético. Con el fin de producir la señal de microondas más larga, es por tanto preferible usar materiales con pocas pérdidas giromagnéticas tales como materiales de ferrita con estructura de granate en forma de cristal individual o policristalina. También es preferible reducir pérdidas de alta frecuencia en la estructura de la línea 6 de transmisión usando aislantes 11 de pérdida dieléctrica baja tal como PTFE o polipropileno y también minimizar la disipación resistiva en los conductores de la línea 6 de transmisión usando materiales de alta conductividad tales como cobre, plata u oro.

Es posible sintonizar la salida de frecuencia. La frecuencia de precesión giromagnética depende de las propiedades del material 10 magnético usado, de la amplitud del campo magnético axial constante H_{ax} , de la amplitud del impulso de bombeo y de las dimensiones del material magnético y de la estructura coaxial. La amplitud del campo magnético axial H_{ax} y/o la amplitud del impulso de bombeo pueden usarse por tanto para ajustar la frecuencia de la modulación por microondas y por tanto para determinar el perfil espectral del pulso de salida resultante.

El dispositivo puede aplicarse en un modo de tasa de repetición ultraalta. La potencia irradiada viene determinada por el producto de energía de pulso por tasa de repetición de pulso. La potencia irradiada puede aumentarse por tanto aumentando la tasa de repetición de pulso. La potencia máxima y la tasa de repetición están limitadas por cuestiones térmicas y de enfriamiento. El tiempo de recuperación tras un pulso directo individual es del orden de 5 ns. Esto significa que es factible accionar la línea de transmisión en modo por ráfagas a tasas de repetición de

pulsos extremadamente altas hasta del orden de 100-200 MHz o superiores. Las técnicas para generar tales ráfagas de pulsos pueden implicar conmutación de semiconductores apropiada o el uso de una red de formación de pulsos (PFN).

- 5 Puede usarse por tanto una rápida sucesión de pulsos de vídeo de igual polaridad o de polaridad alterna para producir una rápida sucesión de señales de microondas es decir crear un tren de ráfagas de microondas casi continuas.

10

REIVINDICACIONES

- 5 1. Generador de señales de radiofrecuencia (RF) o de microondas que comprende un generador (5) de pulsos de vídeo, un modulador (6) de línea de transmisión configurado para modificar los pulsos de vídeo generados mediante acción giromagnética excitada por impulsos para transferir una parte de la energía de los pulsos de vídeo desde frecuencias más bajas hasta una salida de frecuencia que tiene frecuencias en el intervalo de RF o de microondas produciendo de ese modo una forma de onda de RF o de microondas resultante, caracterizado porque la línea (6) de transmisión comprende un material (10) magnético que tiene atenuación giromagnética baja.
- 10 2. Generador de señales de RF o de microondas según la reivindicación 1, caracterizado porque se aplica un campo magnético a la línea (6) de transmisión.
- 15 3. Generador de señales de RF o de microondas según la reivindicación 2, caracterizado porque el campo magnético tiene una componente (H_{ax}) orientada axialmente respecto a la línea (6) de transmisión.
- 20 4. Generador de señales de RF o de microondas según cualquier reivindicación anterior, caracterizado porque el modulador (6) de línea de transmisión comprende una línea de transmisión no lineal que comprende un material de ferrita con estructura de granate.
- 25 5. Generador de señales de RF o de microondas según la reivindicación 4, caracterizado porque el material (10) magnético es granate de itrio-hierro.
6. Generador de señales de RF o de microondas según cualquier reivindicación anterior, caracterizado porque la línea (6) de transmisión comprende aislantes (11) de pérdida dieléctrica baja.
7. Generador de señales de RF o de microondas según cualquier reivindicación anterior, caracterizado porque la línea (6) de transmisión tiene conductores compuestos de cobre, plata u oro.
- 30 8. Generador de señales de RF o de microondas según cualquier reivindicación anterior, caracterizado porque el generador (5) de impulsos produce un impulso de bombeo.
- 35 9. Generador de señales de RF o de microondas según cualquier reivindicación anterior, caracterizado además porque comprende un sintonizador de salida de frecuencia para ajustar la frecuencia a la que se modulan los pulsos de vídeo.
- 40 10. Generador de señales de RF o de microondas según la reivindicación 8, caracterizado porque el impulso de bombeo tiene un tiempo de subida que es una fracción del periodo de la forma de onda de RF o de microondas resultante.
- 45 11. Generador de señales de RF o de microondas según cualquier reivindicación anterior en combinación con una antena.
12. Método para generar señales de radiofrecuencia (RF) o de microondas que incluye las etapas de:
 - generar impulsos de vídeo de alta potencia; y
 - 50 modificar la energía de los pulsos de vídeo desde frecuencias más bajas hasta frecuencias en el intervalo de RF o de microondas
 - 55 produciendo de ese modo una forma de onda resultante con una componente de RF o de microonda, caracterizado porque la etapa de modificar la energía de los pulsos de vídeo comprende hacer pasar los impulsos de vídeo a través de una línea (6) de transmisión que comprende un material (10) magnético que tiene atenuación giromagnética baja.
- 60 13. Método según la reivindicación 12, caracterizado porque la etapa de modificar la energía de los pulsos de vídeo comprende hacer pasar los impulsos de vídeo a través de una línea (6) de transmisión que comprende un material de ferrita con estructura de granate.
- 65 14. Método según la reivindicación 13, caracterizado además porque comprende la etapa de aplicar un campo magnético al material magnético, campo magnético que está orientado axialmente con respecto a la línea (6) de transmisión.
15. Método según la reivindicación 14, caracterizado porque el material (10) magnético es lo suficientemente fuerte para provocar una alineación superior al 99% de los momentos magnéticos del material magnético.

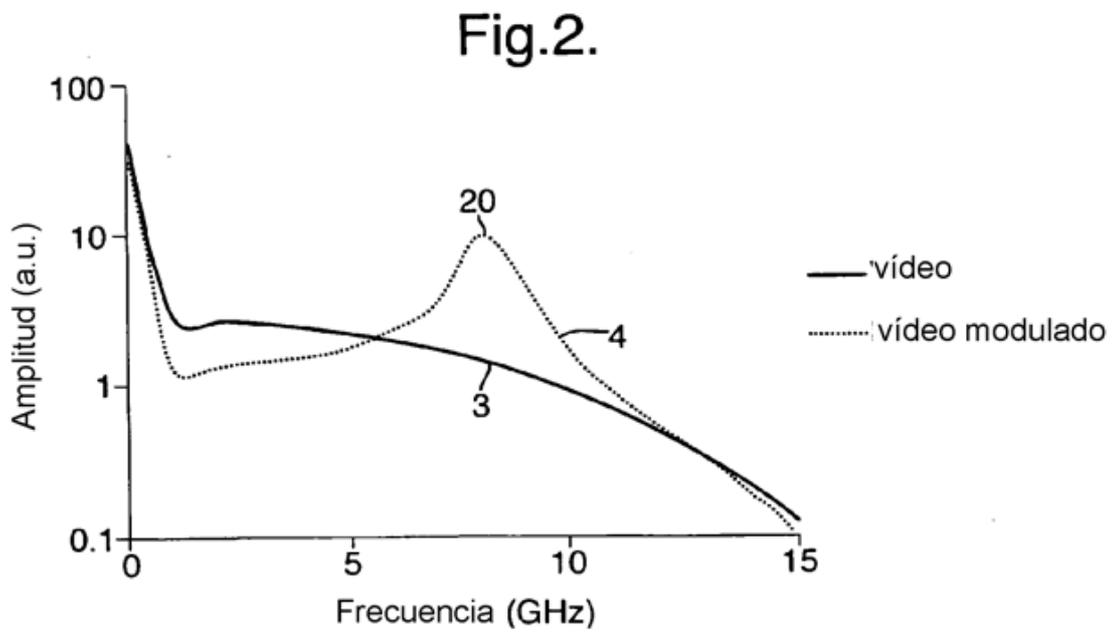
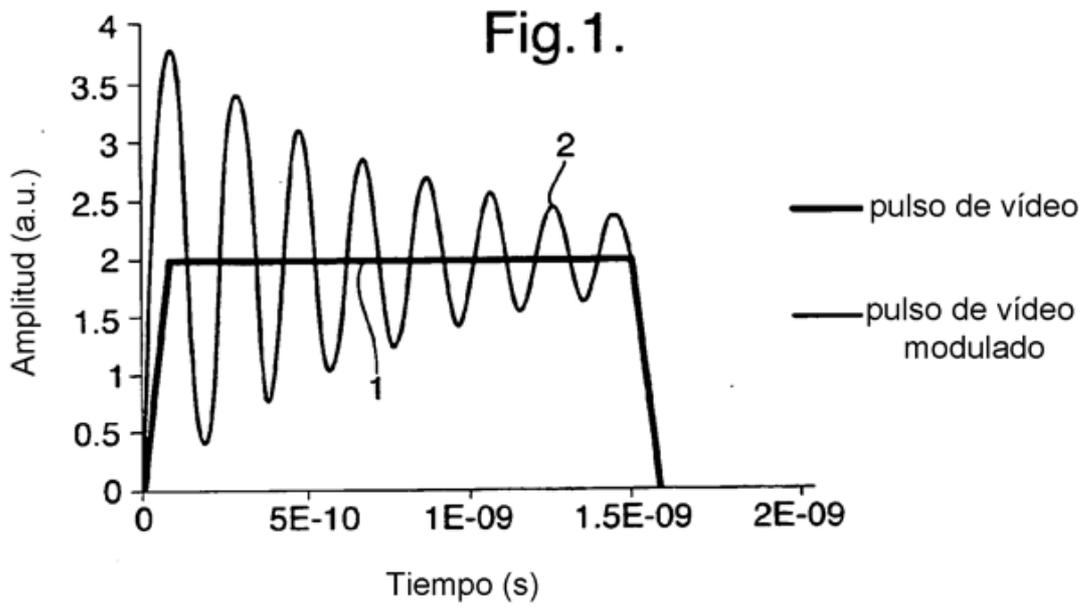


Fig.3.

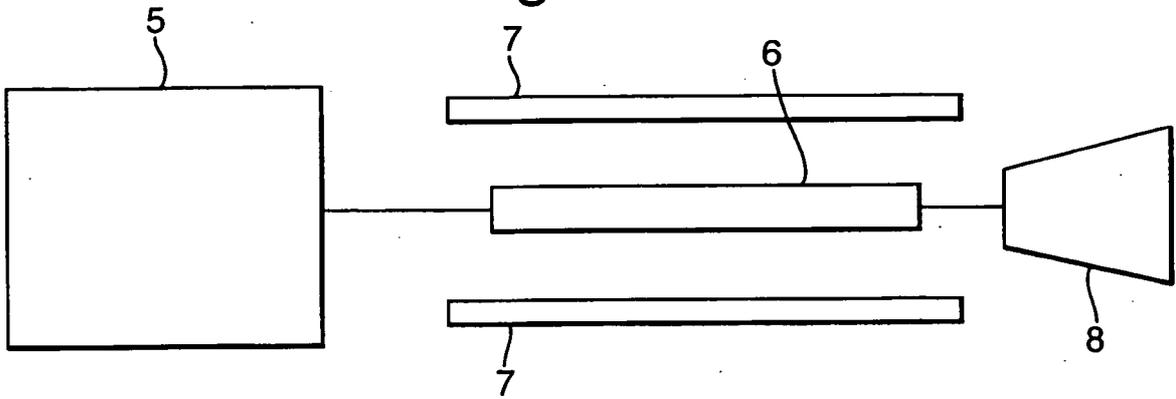


Fig.4.

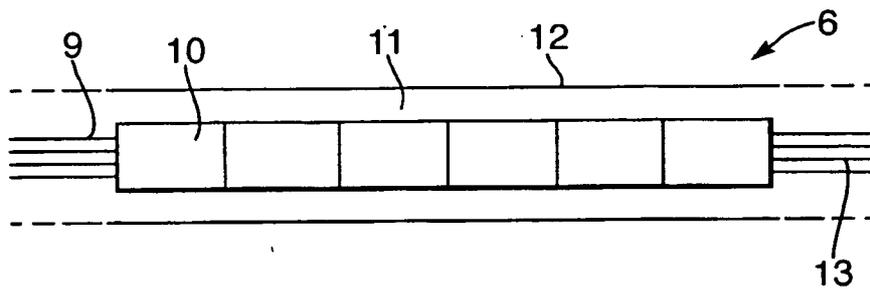


Fig.5.

