

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 703 454**

51 Int. Cl.:

H01Q 1/36 (2006.01)

G02F 1/35 (2006.01)

H01Q 1/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.10.2004 E 04292382 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.10.2018 EP 1524721**

54 Título: **Procedimiento para emitir una señal electromagnética y antena asociada**

30 Prioridad:

17.10.2003 FR 0312146

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.03.2019

73 Titular/es:

**ETAT FRANÇAIS REPRÉSENTÉ PAR LE
DÉLÉGUÉ GÉNÉRAL POUR L'ARMEMENT
(100.0%)
DGA/DS/SDPA/BPI, Bureau de la Propriété
Intellectuelle, 60 Boulevard du Général Martial
Valin, CS21623
75509 Paris Cedex 15, FR**

72 Inventor/es:

PELLET, MICHEL

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 703 454 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

Procedimiento para emitir una señal electromagnética y antena asociada

- 5 [0001] La invención se refiere al dominio de las antenas y particularmente al de las antenas de plasma aptas para funcionar en una banda de frecuencia muy ancha.
- [0002] Las antenas corrientes funcionan en una banda de frecuencia estrecha y su tamaño es inversamente proporcional a la longitud de onda de funcionamiento.
- 10 [0003] En el dominio de las bajas frecuencias (LF), las frecuencias muy bajas (VLF) y las frecuencias extremadamente anchas (ELF), la altura de las antenas de tipo cuarto de onda debe alcanzar desde varias decenas de metros hasta varias decenas de kilómetros, por ejemplo de 750km a 100Hz, por lo que su construcción se vuelve problemática. Además, no pueden ser fácilmente desplazables.
- 15 [0004] Sin embargo, este dominio de frecuencia es útil particularmente en el marco de la comunicación con una embarcación sumergida, tal como un submarino.
- [0005] Para resolver este problema, es conocido el uso de antenas de plasma.
- 20 [0006] De este modo, la patente US3404403 describe una antena de plasma que incluye medios para producir un rayo láser, medios aptos para permitir el uso de este láser en modo pulsado, medios aptos para focalizar este rayo láser en diferentes puntos con el fin de ionizar una columna de aire y medios para acoplar una señal a la base de la columna de aire.
- 25 [0007] Se conoce también la patente US6087993, que describe una antena que comprende un generador de rayo ionizante vertical, medios de alimentación del generador capaz de permitir la producción de una columna de plasma, donde el generador es capaz, además, de producir una corriente modulada en el plasma. Además, un cristal electroóptico está asociado por una parte al rayo láser y por otra parte a un generador de una señal modulada en frecuencia. De este modo, el cristal modula la fase o la amplitud del láser, y esta modulación se transmite directamente sobre la columna de plasma.
- 30 [0008] Sin embargo, los plasmas creados en el marco de estas patentes presentan dos inconvenientes principales, a saber, por una parte, que son dispersivos, por lo que requieren potencias de alimentación considerables y, por otra parte, que hay un fenómeno de no linealidad en el aire debido a la potencia considerable implicada, linealidad que produce deformaciones de la señal transmitida.
- 35 [0009] El objetivo de la invención es proponer una antena fácil de construir, fácil de desplazar, que no requiera una potencia de alimentación muy importante y para la cual no haya un fenómeno de no linealidad.
- 40 [0010] La solución aportada es una antena que comprende un generador de una radiación láser y medios de acoplamiento de una señal eléctrica a esta radiación láser, antena que se caracteriza por el hecho de que el generador (1) de una radiación láser (2) es un láser de femtosegundo.
- 45 [0011] Según una característica particular, el generador incluye medios aptos para obtener la radiación láser.
- [0012] Según una característica que permite controlar la longitud del filamento, el generador incluye medios aptos para modificar la forma de los impulsos láser y/o medios aptos para hacer variar la potencia de la radiación láser.
- 50 [0013] Según otra característica, los medios de acoplamiento tienen un anillo de acoplamiento, preferiblemente metálico, dispuesto en la salida del generador.
- [0014] Según otra característica, los medios de acoplamiento tienen un modulador acusto-óptico.
- 55 [0015] La invención se refiere a también un procedimiento para emitir una señal electromagnética, caracterizado por el hecho de que incluye una etapa que consiste en generar una filamentación en el aire o en otro gas con un láser de femtosegundo, y luego en mantener esta filamentación generando impulsos láser con dicho láser de femtosegundo y en acoplar la señal eléctrica a la radiación emitida por el láser de femtosegundo.
- 60 [0016] Según una característica particular, un procedimiento según la invención incluye una etapa de control de la longitud de la filamentación.
- [0017] Según una característica adicional, el control de la longitud de la filamentación se realiza por regulación de la potencia de emisión del láser.
- 65

[0018] Según otra característica, el valor de consigna para el control de la longitud de la filamentación corresponde a la mitad o a la cuarta parte de la longitud de onda de la frecuencia portadora de la señal electromagnética.

[0019] Otras ventajas y características de la presente invención aparecerán en la descripción de diferentes variantes de realización de la invención, con respecto a las figuras adjuntas, entre las cuales:

- La figura 1 presenta un esquema general de la invención.
- La figura 2 muestra un esquema de una variante de realización de la invención.

[0020] La figura 1 muestra, de manera esquemática, una antena según la invención.

[0021] Esta antena comprende un generador 1 de una radiación láser 2, medios de generación 3 de una señal eléctrica, medios 4 de acoplamiento de esta señal eléctrica a dicha radiación láser 2 y este generador 1 de una radiación láser 2 es un láser de femtosegundo.

[0022] Este láser de femtosegundo funciona, en esta forma de realización, en modo pulsado y en el aire y crea, como se muestra en la figura 2, no una columna de plasma como en el caso del estado de la técnica, sino una filamentación, es decir, una columna 7 en la cual el índice de refracción es creciente desde el exterior hacia el interior y que genera así una ionización 6 únicamente a la altura del eje de simetría de la columna, por lo tanto, una ionización filamentososa 6 y no de toda la columna 7, lo que reduce considerablemente la potencia que se ha de aplicar para mantener la ionización y suprime los problemas de no linealidad.

[0023] La figura 3 muestra con más precisión los medios de acoplamiento 4 según una variante de realización particular.

[0024] Los medios de acoplamiento de la señal eléctrica con el láser están constituidos por un anillo metálico 5, a saber un anillo de cobre o de cualquier otro material conductor, dispuesto justo en la salida del láser de femtosegundo 1 y de tal manera que la radiación láser pasa por el centro del círculo constituido por el anillo 5. Así, los medios de generación 3 de una señal eléctrica proporcionan una señal por transmitir dentro de una señal generada en la frecuencia portadora.

[0025] Esta señal eléctrica es generada por unos medios conocidos y esta señal eléctrica se transmite al anillo de acoplamiento 5, que actúa como un electrodo sobre la filamentación láser inyectando en este filamento la señal modulada que se emite electromagnéticamente de esta manera.

[0026] Para el funcionamiento de la antena, o bien la señal aplicada al anillo de acoplamiento debe tener una frecuencia máxima compatible con la frecuencia de muestreo del filamento ionizado, o bien el sistema utiliza la relajación del filamento para poder emitir.

[0027] Por lo tanto una antena según la invención es móvil y la emisión se hace discretamente con un rendimiento cercano a uno. Además, no es necesaria ninguna instalación de infraestructuras fijas para la emisión. No será necesaria ninguna aeronave, globo u otro para erigir la antena de emisión. La antena está constituida por una filamentación ionizada creada por un láser de femtosegundo dirigido hacia arriba. La frecuencia de repetición de este láser está en concordancia con la frecuencia mínima de muestreo de Shannon correspondiente a la frecuencia VLF/LF λ que se desea emitir. La potencia del láser se ajusta con el fin de que la longitud del plasma sea constantemente igual a la longitud de onda en concordancia con el sistema, a saber λ , $\lambda/4$ o $\lambda/2$ según los modos deseados. Para una concordancia en $\lambda/2$, la impedancia en la base de la antena sería óhmica y tendría un valor de 73Ω , para una concordancia en $\lambda/4$.

[0028] El lado inmaterial de la antena permite evitar la mayoría de los defectos y dificultades ligados al tamaño enorme de las antenas de emisión indispensable para irradiar energía a este rango de frecuencia. Su concordancia puede hacerse de manera instantánea por adaptación de longitud y, por lo tanto, suprimir los dispositivos de concordancia que se debe insertar entre los emisores propiamente dichos y las antenas de emisión. Así, la concordancia sigue la modulación y permite modulaciones totalmente imposibles hoy en día. La cantidad y la protección de la información aumentan en gran medida con respecto al estado de la técnica y la resistencia a la intemperie no es comparable con la que se conoce hoy en día. Se pueden realizar emisores móviles que son fácilmente proyectables, por ejemplo a partir de una plataforma terrestre, a partir de una plataforma naval o a partir de una plataforma aérea. De este modo, es posible desplegar estaciones según las necesidades durante despliegues a larga distancia de submarinos o, al contrario, disponer de una estación lo más cerca posible de las altas autoridades nacionales, que podrían así dar sus órdenes a las fuerzas armadas sin pasar por las redes de infraestructuras.

[0029] La posibilidad de utilizar dipolos en semiondas y no en cuarto de onda permite evitar la necesidad del plano de suelo en el que el acoplamiento de la fuente eléctrica al filamento láser debe ser colocado en el medio de la longitud del filamento

5 [0030] Por supuesto, se pueden aportar numerosas modificaciones a los ejemplos de realización previamente descritos sin salir del campo de la invención. De este modo, aunque el ejemplo de realización se refiere de una forma más particular a las frecuencias bajas, la invención se puede aplicar a todos los rangos de frecuencias puesto que utilizan una antena de látigo para la emisión electromagnética.

[0031] Además, esta antena también se puede utilizar para la recepción de una señal electromagnética.

10 [0032] Además, el funcionamiento de una antena según la invención no se limita a un filamento vertical y este filamento se puede generar en cualquier dirección.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Antena que comprende un generador de una radiación láser y medios de acoplamiento de una señal electromagnética eléctrica a esta radiación láser, antena **caracterizada por el hecho de que** el generador (1) de una radiación láser (2) es un láser de femtosegundo configurado para crear una columna en la cual el índice de refracción es creciente desde el exterior hacia el interior, lo que genera una ionización únicamente a la altura del eje de simetría de la columna, por lo tanto, una ionización filamentososa.
- 10 2. Antena según la reivindicación 1, **caracterizada por el hecho de que** el generador (1) es capaz de generar impulsos láser.
3. Antena según la reivindicación 2, **caracterizada por el hecho de que** el generador (1) es capaz de generar impulsos láser de forma y de potencia variables.
- 15 4. Antena según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada por el hecho de que** los medios de acoplamiento tienen un anillo de acoplamiento, preferiblemente metálico, dispuesto en la salida del generador.
- 20 5. Antena según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada por el hecho de que** los medios de acoplamiento tienen un modulador acusto-óptico.
- 25 6. Procedimiento para emitir una señal electromagnética, **caracterizado por el hecho de que** incluye una etapa que consiste en generar una filamentación en el aire o en otro gas con un láser de femtosegundo, y luego en mantener esta filamentación generando impulsos láser con dicho láser de femtosegundo y en acoplar la señal electromagnética eléctrica a la radiación emitida por el láser de femtosegundo.
- 30 7. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado por el hecho de que** incluye una etapa de control de la altura/longitud de la filamentación.
8. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado por el hecho de que** el control de la altura/longitud de la filamentación se realiza por regulación de la potencia de emisión del láser.
- 35 9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, **caracterizado por el hecho de que** el valor de la consigna para controlar la altura/longitud de la filamentación corresponde a la mitad o a la cuarta parte de la frecuencia portadora de la señal electromagnética.

