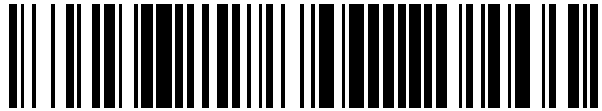


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 769 817**

51 Int. Cl.:

G01R 27/26 (2006.01)

G01N 22/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.05.2015 PCT/EP2015/061758**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.12.2015 WO15181258**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.05.2015 E 15725615 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2019 EP 3149498**

54 Título: **Procedimiento de mejora de la homogeneidad y de la intensidad de un campo eléctrico inducido en un objeto iluminado por una onda electromagnética incidente**

30 Prioridad:

28.05.2014 FR 1454821

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

29.06.2020

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES (100.0%)
25, Rue Leblanc, Bâtiment "Le Ponant D"
75015 Paris , FR**

72 Inventor/es:

**VEZINET, RENÉ;
CATRAIN, ALEXANDRE y
CHRETIENNOT, THOMAS**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 769 817 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 de mejora de la homogeneidad y de la intensidad de un campo eléctrico inducido en un objeto iluminado por una onda electromagnética incidente

5 **Campo técnico**

10 El campo de la invención es el del electromagnetismo y bioelectromagnetismo. En particular, la invención encuentra aplicación en el campo de la caracterización dosimétrica de un objeto a analizar cuando este último se ilumina con una onda electromagnética que incide en el espacio libre o en un sistema de exposición con fines experimentales, para estudiar las interacciones de las ondas electromagnéticas con los seres vivos.

Estado de la técnica anterior

15 Los estudios realizados en el campo de la bioelectricidad y, por extensión, del bioelectromagnetismo, tienen por objeto estudiar los efectos de los campos electromagnéticos en los seres vivos. Estos estudios requieren sistemas experimentales que permiten exponer, a campos electromagnéticos, diversos organismos biológicos o químicos, de varios tamaños y naturalezas, que van desde la molécula o célula hasta organismos completos (plantas, ratón, etc.).

20 Puede tratarse de estudios con una finalidad normativa relacionados con la determinación de umbrales de riesgo y seguridad (telefonía, transmisiones, aplicaciones electromagnéticas de defensa, equipos eléctricos, etc.), una finalidad médica (tratamiento del cáncer, estimulación neuronal, etc.) o incluso con una finalidad industrial (descontaminación, esterilización, proceso de transformación de alimentos, etc.).

25 Estos estudios experimentales emplean sistemas de exposición que deben garantizar la función de soporte para los objetos a analizar durante las fases de iluminación por un campo electromagnético; generalmente, también deben garantizar la función de recipiente, ya que los objetos a analizar suelen estar en forma líquida. Por ejemplo, puede interesar la exposición de objetos biológicos de tamaños microscópicos, tales como células, VUG (vesículas unilamelares gigantes) o esferoides, que generalmente se suspenden en un medio biológico (solución con baja resistividad eléctrica). Los recipientes suelen tener forma cilíndrica, ya sean tubos Eppendorf™, placas de Petri o cualquier otro tipo.

30 Actualmente se utilizan muchos sistemas de exposición experimental, tales como los sistemas de exposición de tipo "onda plana", cámaras reverberantes (CRBM), guías de onda (cilíndricas o rectangulares), células de placa de alambre, líneas de transmisión radial o incluso líneas de transmisión con conductores planos, tales como, por ejemplo, células EMT (electromagnéticas transversales).

35 El inconveniente de estos sistemas es que la homogeneidad del campo electromagnético incidente es más o menos buena dependiendo de los sistemas de exposición utilizados.

40 Por otra parte, incluso en el caso ideal de una exposición en onda plana (iluminación por una antena distante en espacio libre) para la cual la homogeneidad del campo incidente es perfecta, se comprueba que la homogeneidad y la intensidad del campo eléctrico inducido en el volumen del objeto a analizar dependen de la naturaleza y la geometría del objeto a analizar, así como de la polarización y del ángulo de incidencia de la onda incidente.

45 Sin embargo, es primordial tener una muy buena homogeneidad de campo en el volumen del OAA (objeto a analizar) y tener un buen factor de acoplamiento (intensidad del campo inducido/campo incidente) y un perfecto control de los campos que penetran volúmenes de los objetos a analizar para garantizar la validación y la reproducibilidad de los experimentos.

50 L. Laval et al., "A New *In Vitro* Exposure Device for the Mobile Frequency of 900 MHz", *Bioelectromechanics* 21:255-263 (2000), describen un sistema en el que una placa de Petri se coloca en una placa de Petri más grande y se llena con agua para mejorar la homogeneidad del campo en el volumen a analizar. Sin embargo, la pared de la placa de Petri en contacto con el objeto a analizar introduce un grado de falta de homogeneidad.

Exposición de la invención

55 La invención tiene como objetivo principal mejorar la homogeneidad y aumentar la intensidad de un campo eléctrico inducido en un objeto a analizar sometido a un campo eléctrico incidente.

60 A este respecto, la invención propone un procedimiento de mejora de la homogeneidad y de la intensidad del campo eléctrico según las reivindicaciones 1 o 2, que comprende una etapa de preparación de un objeto a analizar para ser iluminado por una onda electromagnética incidente, presentando el objeto una permitividad relativa dada, comprendiendo dicho procedimiento:

65 - el suministro de un componente que comprende una cavidad para el alojamiento del objeto y al menos un

elemento de extensión de un material que presenta una permitividad relativa igual a la permitividad relativa del objeto de aproximadamente +/- 50 %, delimitando dicho al menos un elemento de extensión parcialmente la cavidad y extendiéndose a ambos lados de la cavidad según una dirección que se denomina dirección de recorrido de la cavidad, sobre una longitud que es al menos igual, a ambos lados de la cavidad, a un tercio de la longitud de la cavidad según la dirección de recorrido; y

- la colocación del objeto en la cavidad, de manera que el objeto esté en contacto con dicho al menos un elemento de extensión según la dirección de recorrido.

Ventajosamente, un elemento de extensión tiene una permitividad relativa igual a la permitividad relativa del objeto de aproximadamente +/-40 %, preferentemente de aproximadamente +/- 30 %, preferentemente aún de aproximadamente +/- 25 %, preferencialmente de aproximadamente +/- 20 %, y aún más preferencialmente de aproximadamente +/- 10 %. Preferentemente, si hay varios elementos de extensión, se seleccionan elementos de extensión que tengan la misma permitividad relativa. De hecho, la eficacia del procedimiento objeto de la invención es máxima cuando la permitividad relativa del elemento o de los elementos de extensión es igual a la del objeto y se degrada con la diferencia entre las permitividades relativas del objeto y del elemento o de los elementos de extensión.

Preferentemente, un elemento de extensión tiene una permitividad relativa igual a la permitividad relativa del objeto.

Según una realización preferida, el objeto a analizar tiene una conductividad eléctrica dada y dicho al menos un elemento de extensión tiene una conductividad eléctrica igual a la del objeto de aproximadamente +/- 30 %, preferentemente de aproximadamente +/- 25 %, preferencialmente de aproximadamente +/- 20 %, y aún más preferencialmente de aproximadamente +/- 10 %. Cabe señalar que es completamente posible utilizar uno o más elementos de extensión que tengan un material con una conductividad eléctrica nula o muy baja. No obstante, eligiendo un material de extensión que tenga una conductividad eléctrica parecida, idealmente igual, a la del objeto, se mejora la eficacia del procedimiento. Preferentemente, si hay varios elementos de extensión, se eligen elementos de extensión de un mismo material, para que tengan la misma permitividad relativa y la misma conductividad eléctrica.

Según una primera variante, el componente comprende un miembro de soporte y dicho al menos un elemento de extensión es una capa depositada sobre una superficie del miembro de soporte, realizándose un pocillo en dicha capa para formar la cavidad de alojamiento del objeto. Como ejemplo, el miembro de soporte puede ser una placa, por ejemplo, un portaobjetos de vidrio o un recipiente, por ejemplo, una placa de Petri.

Según una segunda variante, dicho al menos un elemento de extensión es una capa, realizándose en dicha capa un pocillo sin apertura para formar la cavidad de alojamiento del objeto. Opcionalmente, esta capa puede depositarse sobre una superficie de un miembro de soporte (placa o placa de Petri).

Según una tercera variante, dicho al menos un elemento de extensión es un bloque, que contiene una cavidad cerrada que forma la cavidad de alojamiento del objeto.

Según una cuarta variante, el componente comprende un miembro de soporte hueco que tiene dos extremos opuestos conectados por una pared y dicho al menos un elemento de extensión es una primera capa que sella uno de los dos extremos del miembro de soporte hueco y una segunda capa que sella el otro de los dos extremos del miembro de soporte hueco, formando el espacio delimitado por la pared y la primera y segunda capas, la cavidad de alojamiento del objeto. El soporte puede ser, por ejemplo, un tubo Eppendorf™. Preferentemente, la primera y segunda capas están fabricadas de un mismo material.

Preferentemente, la cavidad de alojamiento del objeto en las variantes anteriores es un cilindro que tiene una altura más o menos considerable (placa de Petri, tubo Eppendorf™, etc.). Los biólogos suelen utilizar formas cilíndricas (placas de Petri, tubos Eppendorf™, etc.). La geometría cilíndrica del pocillo presenta la ventaja de evitar refuerzos de campo en las partes angulares que podrían presentar una geometría menos regular.

Según realizaciones particulares, la longitud de un elemento de extensión, a ambos lados de la cavidad, es al menos igual a la mitad de, preferentemente al menos igual a la longitud de, y preferencialmente al menos igual a dos veces, la longitud de la cavidad según la dirección de recorrido.

Según la reivindicación 1, la etapa de preparación del objeto a analizar comprende además colocar el componente en un sistema de exposición que tenga un elemento hueco de conducción eléctrica de un material electroconductor que se extienda según una dirección longitudinal y que presente, según un plano de sección que atraviese la dirección longitudinal, dos partes electroconductoras una frente a la otra, disponiéndose el componente en el elemento hueco entre las dos partes electroconductoras del elemento hueco. Preferentemente, el componente se dispone de tal manera que la dirección de recorrido de la cavidad del componente sea perpendicular a la dirección longitudinal del elemento hueco. El sistema de exposición puede ser, por ejemplo, una guía de onda de sección cuadrada, rectangular o cilíndrica.

Según la reivindicación 2, la etapa de preparación del objeto a analizar comprende además colocar el componente

en un sistema de exposición que tenga al menos dos elementos de conducción eléctrica de un material electroconductor y dispuestos casi en paralelo (pudiendo ser oblicuos los dos elementos de conducción eléctrica, pero estando preferentemente en paralelo) y uno frente al otro, de tal manera que el componente esté dispuesto entre los dos elementos de conducción eléctrica. Preferentemente, el componente está dispuesto de tal manera que la dirección de recorrido de la cavidad del componente sea perpendicular a los dos elementos de conducción eléctrica. El sistema de exposición puede ser, por ejemplo, una línea de transmisión que tenga al menos dos conductores eléctricos, por ejemplo una célula EMT.

En ambas realizaciones, correspondientes a dos reivindicaciones independientes, el conjunto formado por el objeto a analizar, dicho al menos un elemento de extensión y opcionalmente el miembro de soporte, si está presente, se instala respectivamente entre dos partes electroconductoras o entre los dos elementos de conducción eléctrica. Preferentemente, dicho al menos un elemento de extensión del componente está en contacto, respectivamente, con una de las dos partes electroconductoras, preferencialmente, con las dos partes electroconductoras o con uno de los dos elementos de conducción eléctrica, preferencialmente con los dos elementos de conducción eléctrica. Las configuraciones en las que el material de extensión está en contacto con las dos partes electroconductoras o con los dos elementos electroconductores, impiden tener una distribución no homogénea del campo eléctrico entre el material de extensión y el espacio vacío. Estas configuraciones garantizan una homogeneidad y una intensidad máxima del campo eléctrico en el objeto a analizar. En otras palabras, estas configuraciones en las que el elemento de extensión está en contacto con los dos conductores que constituyen una estructura de onda guiada (por ejemplo, una línea de dos hilos, una célula EMT, etc.) permiten garantizar un factor de acoplamiento máximo del campo eléctrico con la muestra a analizar, así como una perfecta homogeneidad del campo eléctrico en esta muestra. En los dispositivos de la técnica anterior, entre la muestra y los conductores eléctricos hay un espacio de aire. Este es el caso, por ejemplo, de la situación clásica de una placa de Petri colocada entre las dos placas electroconductoras de una célula EMT. Sin embargo, la presencia de este espacio de aire entre la muestra y los conductores eléctricos se traduce en un refuerzo del campo eléctrico en este espacio de aire, en detrimento del campo eléctrico acoplado en la muestra. Esto se explica por la gran diferencia de permitividades dieléctricas entre la de la muestra (generalmente una solución líquida acuosa) y la del aire. El factor de acoplamiento se reduce considerablemente y el campo eléctrico presenta un fuerte gradiente en la interfaz solución/aire. En este caso interesa que haya un contacto entre el elemento de extensión y al menos uno de los contactos conductores, preferentemente entre el elemento de extensión y los dos contactos conductores.

La presente invención consiste en modificar artificialmente la geometría del objeto a analizar prolongando sus dimensiones en al menos una dirección (la del campo eléctrico incidente) colocando el objeto a analizar en contacto con un material de características eléctricas (permitividad relativa y conductividad eléctrica) parecidas a las suyas. Esto permite maximizar la tasa de acoplamiento del campo eléctrico inducido en el volumen del objeto a analizar con el campo eléctrico incidente, que tiene el efecto de aumentar la intensidad del campo eléctrico inducido; esto también permite aumentar la homogeneidad del campo eléctrico inducido en el volumen del objeto a analizar.

La presente invención puede aplicarse en el campo del bioelectromagnetismo. Particularmente, la invención puede utilizarse durante experimentos que emplean objetos biológicos o químicos y está particularmente adaptada a objetos a analizar en forma líquida.

La invención puede utilizarse en experimentos de iluminación en espacio libre, frente a una antena radiante o incluso en el interior de ciertos sistemas de exposición conocidos (tales como las células EMT, por ejemplo).

Debe observarse que la determinación del campo eléctrico inducido en el objeto a analizar, puede facilitarse gracias al procedimiento según la invención. La medición del campo eléctrico inducido es posible utilizando de un sensor apropiado, que se colocaría en el volumen del objeto a analizar. La colocación del sensor en el material de extensión cerca del objeto a analizar permitiría obtener una estimación del campo eléctrico inducido, sin contacto físico con el objeto, lo cual es particularmente ventajoso (sin contaminación del sensor, sin perturbaciones del objeto a analizar por el sensor).

Otras ventajas y características de la invención aparecerán a continuación en la descripción detallada no limitativa.

Breve descripción de los dibujos

la presente descripción se hará con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- las figuras 1a y 1b muestran, respectivamente, según una vista lateral en perspectiva y una vista superior, una primera realización de la invención, en el que el componente comprende un miembro de soporte que es una placa de Petri;
- las figuras 2a y 2b muestran, respectivamente, según una vista lateral en perspectiva y una vista en sección longitudinal, una segunda posible realización de la invención, en la que el componente comprende un miembro de soporte que es un portaobjetos;
- la figura 3 muestra, según una vista lateral en perspectiva, una tercera posible realización de la invención, en la que el componente comprende un miembro de soporte que es una placa con pocillos;

- la figura 4 muestra, según una vista en sección longitudinal, una cuarta posible realización de la invención, en la que el componente no comprende miembro de soporte y el elemento de extensión es una capa en la que se realiza un pocillo sin apertura;
- 5 - la figura 5 muestra, según una vista en perspectiva, una quinta posible realización de la invención, en la que el componente no comprende miembro de soporte y el elemento de extensión es un bloque en el que se realiza un pocillo cerrado;
- la figura 6 muestra una sexta posible realización de la invención, en la que el componente comprende un miembro de soporte que es un tubo Eppendorf™;
- 10 - la figura 7 muestra una séptima realización posible de la invención, en la que el componente comprende un miembro de soporte que es un tubo Eppendorf™ que tiene un extremo cónico;
- las figuras 8a y 8b muestran el mapeo de los campos eléctricos pico (en valor absoluto) en un plano de sección horizontal que pasa por el centro del objeto a analizar, respectivamente, del objeto a analizar en un elemento de extensión particular (figura 8a) y del objeto a analizar solo (figura 8b);
- 15 - las figuras 9a y 9b muestran el perfil asociado observado en el eje x (dirección del campo eléctrico incidente) en el objeto a analizar, respectivamente, del objeto a analizar en el elemento de extensión (figura 9a) y del objeto a analizar solo (figura 9b);
- las figuras 10a y 10b muestran las variaciones temporales del componente Ex (siendo Ex el componente paralelo al campo eléctrico incidente) en el centro del objeto a analizar, respectivamente, del objeto a analizar en el elemento de extensión (figura 10a) y del objeto a analizar solo (figura 10b).

20

Exposición detallada de realizaciones particulares

El principio en el que se basa la presente invención consiste en modificar artificialmente la geometría del objeto a analizar, para prolongar artificialmente las dimensiones del objeto a analizar usando un material de extensión que presenta características eléctricas parecidas a las del objeto.

25

El material con el que se va a realizar la extensión del volumen del OAA (Objeto A Analizar) debe presentar una permitividad relativa y, preferentemente, una conductividad eléctrica lo más parecidas posibles a las del objeto a analizar, para constituir el volumen global lo más homogéneo posible. El material para el elemento o los elementos de extensión puede ser un material compuesto, una cerámica, un gel, etc.

30

El conjunto formado por el objeto a analizar y su extensión volumétrica 10 se comporta como un solo objeto. De este modo, el nivel del campo eléctrico inducido en el objeto a analizar depende de las dimensiones globales del conjunto "objeto a analizar + extensión" completo, y más particularmente, de sus dimensiones en la dirección del campo eléctrico. En efecto, la distribución del campo eléctrico depende de la geometría global, independientemente de la geometría del objeto a analizar. En la medida en que la dimensión del objeto a analizar es pequeña en relación con la dimensión global del conjunto "objeto a analizar + extensión" en la dirección del campo eléctrico incidente (esta es la razón por la cual el elemento de extensión tiene una longitud de al menos el tercio de la cavidad según la dirección de recorrido, de un lado al otro de la cavidad en la que se coloca el objeto a analizar), la homogeneidad y la intensidad del campo en el objeto a analizar se mejora considerablemente con respecto a una configuración de "objeto a analizar solo".

35

40

De hecho, la longitud total del material de extensión en la dirección de recorrido de la cavidad (longitudes del elemento o de los elementos de extensión a ambos lados de la cavidad) permite al mismo tiempo superar la falta de homogeneidad de borde provocada, en la técnica anterior, por las paredes del recipiente en el que se coloca el objeto a analizar y el vacío circundante y, por otra parte, aumentar la longitud del acoplamiento con el campo eléctrico incidente.

45

Finalmente, la longitud total del material de extensión se elegirá en función del grado de mejora que se desee obtener.

50

Por ejemplo, en el caso ilustrado a continuación para un tubo Eppendorf™, como la dimensión de la cavidad según la dirección de recorrido es de algunos centímetros, el acoplamiento entre el campo eléctrico incidente y el campo eléctrico inducido ya es considerable. Por tanto, el material de extensión sirve principalmente para la homogeneización del campo eléctrico inducido y la longitud total del material de extensión puede ser de tan solo 1/3 de la longitud de la cavidad.

55

Por el contrario, en el caso ilustrado a continuación de una cavidad cilíndrica con un radio de 4 mm realizada en una capa depositada en una placa de Petri, el material de extensión, además de su función de homogeneización, también tiene el efecto de aumentar la longitud del acoplamiento. Por lo tanto, la longitud total del material de extensión debe ser mucho mayor que en el caso anterior. En el ejemplo ilustrado a continuación, hay, por ejemplo, una relación mayor que 10 entre la longitud del conjunto "objeto a analizar + material de extensión" en la dirección de recorrido y la longitud de la cavidad.

60

En cualquier caso, la longitud de acoplamiento óptima (considerando el conjunto "objeto a analizar + material de extensión" como una antena receptora) es una fracción de la longitud de onda incidente. Si esta longitud es

65

demasiado corta, el acoplamiento mejorará poco; pero si esta longitud es demasiado larga, se corre el riesgo de tener ondas estacionarias dentro del conjunto "objeto a analizar + material de extensión". Por lo tanto, depende del experto en la materia ajustar la longitud del material de extensión en función de los resultados que desea obtener.

- 5 Según la configuración del elemento o de los elementos de extensión, es posible obtener una extensión del volumen del objeto a analizar según una dirección (extensión 1D) (véase el ejemplo del tubo Eppendorf™ a continuación), según dos direcciones (extensión 2D) (véanse los ejemplos de una placa y de una placa de Petri a continuación) y según tres dimensiones (extensión 3D).
- 10 El componente puede comprender un miembro de soporte. Este miembro de soporte puede tener diversas formas (placa de Petri, placa de pocillos, portaobjetos, tubo Eppendorf™, etc.) y debe adaptarse a las características específicas de los experimentos y a la naturaleza de los objetos a analizar, que definirá la constitución del material de extensión (cerámica, gel, etc.). Cabe señalar que la elección del miembro de soporte y del material de extensión también se realiza en función de diversas limitaciones geométricas, propiedades eléctricas, propiedades mecánicas y químicas (como por ejemplo resistencia a la esterilización, si el miembro de soporte y el elemento o los elementos de extensión son para reutilizarse).

20 En los siguientes ejemplos, el objeto a analizar es una suspensión de 12,5 µl que comprende vesículas unilamelares gigantes (VUG) en una solución de 1,2-dioleoil-sn-glicero-3-fosfolina (DOPC). La permitividad relativa del objeto es 73,75 y su conductividad eléctrica es 1,73 S/m a una frecuencia de 1,5 GHz. El elemento o los elementos de extensión son de agar agar, con una permitividad relativa de 76 y una conductividad eléctrica de 0,37 S/m a esta misma frecuencia.

25 Según una primera realización mostrada en las figuras 1a y 1b, el componente 1 comprende un miembro de soporte 6, que es una placa de Petri y el elemento de extensión 4 es una capa de agar-agar, depositado en la placa de Petri, en la que se realiza un pocillo que formará la cavidad 2 de alojamiento del objeto a analizar 3. Preferentemente, el pocillo se realiza en la capa en el centro de la placa de Petri, para maximizar la longitud del elemento de extensión a ambos lados de la cavidad. De este modo, en esta representación, la capa delimita la cavidad según la dirección de recorrido 5 sobre el conjunto de pared lateral cilíndrica de la cavidad (en el plano de la capa) La pared circular que forma el fondo de la cavidad está formada por el miembro de soporte (la placa de Petri). El campo eléctrico incidente puede entonces dirigirse indistintamente en el plano de la capa. Por tanto, la tensión sobre la dirección del campo eléctrico se elimina.

35 Esta geometría se vuelve compatible con la utilización de una onda electromagnética incidente con polarización circular o con una onda incidente con polarización elíptica, para las cuales la dirección del campo eléctrico gira en un plano paralelo a la superficie del fondo de la placa de Petri.

40 Finalmente, en el caso de la utilización de una placa de Petri, es posible reducir el volumen del objeto a analizar al de un disco de algunos milímetros de grosor dispuesto en el centro de un segundo disco ahuecado constituido por una capa de un material con características dieléctricas parecidas a las del objeto a analizar.

45 Según una segunda realización ilustrada en las figuras 2a y 2b, el componente 1 comprende un miembro de soporte 6, que es un portaobjetos de vidrio estándar (24x80 mm), sobre el cual se deposita una capa de 1 mm (grosor no crítico) de agar agar. La capa tiene en su centro un pocillo cilíndrico, que constituye la cavidad 2 para el objeto a analizar 3.

50 Sobre la capa de agar agar es posible añadir un portaobjetos de vidrio para garantizar la estanqueidad del pocillo y permitir un posicionamiento vertical del componente, durante la iluminación por una onda con incidencia horizontal, o un posicionamiento "invertido", durante observaciones al microscopio.

Es posible realizar varios pocillos en esta capa, como se ilustra en la figura 3, que muestra una tercera realización de la invención. Esta realización permite analizar simultáneamente varios objetos a analizar.

55 Cabe señalar que el pocillo o los pocillos pueden realizarse en todo o en parte del grosor de la capa de material de extensión. Si la capa del material de extensión se dispone sobre un miembro de soporte, el pocillo o los pocillos pueden ser pocillos sin apertura y atravesar el grosor de la capa. En la figura 4 se muestra una cuarta realización, que es el caso de un pocillo sin apertura realizado en una capa gruesa de material de extensión. Esta configuración permite prescindir de miembro de soporte, garantizando el volumen de extensión la doble función de cavidad y de soporte. Según una quinta realización, también es posible realizar una cavidad cerrada dentro de un bloque de material de extensión, como se muestra en la figura 5. Se tiene por tanto una extensión tridimensional del volumen del objeto.

60 Según una sexta realización de la invención mostrada en la figura 6, el componente 1 comprende un miembro de soporte hueco, que es un tubo cilíndrico, tal como un tubo Eppendorf™, y el elemento de extensión está constituido por dos tapones 41, 42 de agar agar, colocados en ambos extremos del tubo, colocándose el objeto a analizar 3 en el tubo entre estos dos tapones. En el caso de que se utilice un tubo cónico Eppendorf™ cónico (figura 7), esta

solución presenta la ventaja de superar la falta de homogeneidad adicional proporcionada en el interior del tubo por esta geometría particular.

5 Para ilustrar la eficacia del procedimiento objeto de la invención, se realizaron dos simulaciones numéricas usando el programa informático CST Microwave studio TM tomando, como muestra de referencia, un objeto a analizar solo y el mismo objeto dispuesto en un pocillo realizado en una capa de agar agar sobre un portaobjetos, como se ilustra en la figura 2.

10 La dimensión del material de extensión en la dirección de incidencia del campo eléctrico regula la amplitud del campo eléctrico inducido en el objeto a analizar.

15 Por ejemplo, para un objeto a analizar que tenga forma de disco con un diámetro de 4 mm y un grosor de 1 mm, una permitividad relativa (ϵ_r) de 80, una conductividad eléctrica (σ) de 1,5 S/m, a una frecuencia de 1,5 GHz, y un material de extensión virtual (pero que podría ser una cerámica de baja pérdida) de 24 mm x 80 mm x 1 mm que tenga, a esta frecuencia, una permitividad relativa de 60 y una conductividad eléctrica nula.

La comparación de los resultados obtenidos para estas dos simulaciones numéricas muestra la eficacia del procedimiento objeto de la invención sobre la mejora de la homogeneidad del campo y de su intensidad.

20 En efecto, se constata que la relación entre la intensidad del campo eléctrico inducido máximo en el centro del objeto a analizar y la intensidad del campo eléctrico incidente varía del 10 % (sin material de extensión) al 100 % (con material de extensión). En cuanto la tasa de falta de homogeneidad, esta varía del 800 % (sin material de extensión) al 14 % (con material de extensión).

25 Como ejemplo, en las figuras 8a y 8b, 9a y 9b, 10a y 10b, se proporcionan los resultados obtenidos utilizando una onda electromagnética plana con incidencia normal, respectivamente, para la configuración con material de extensión (figuras 8a, 9a y 10a) y para la configuración sin material de extensión (figuras 8b, 9b y 10b).

30 Se conforma que, los beneficios con la utilización de un material de extensión, son superiores a un orden de magnitud, tanto a nivel de la intensidad del campo eléctrico inducido como a nivel de la homogeneidad del campo eléctrico en el volumen del objeto a analizar, a pesar de las diferencias apreciables en la permitividad y conductividad del objeto a analizar y del material de extensión.

35 Se realizó una simulación numérica complementaria utilizando las características del agar agar al 2 % para el material de extensión (permitividad relativa de 76 y conductividad eléctrica de 0,37 S/m a una frecuencia de 1,5 GHz). Los resultados obtenidos muestran una tasa de falta de homogeneidad del 5 %, en lugar del 14 % que se obtiene con el material de extensión virtual considerado durante la simulación anterior. De este modo, se confirma que la homogeneidad y la intensidad del campo inducido en el objeto a analizar, se mejoran mucho más cuando se utiliza un material de extensión cuya permitividad relativa y conductividad eléctrica son parecidas a las del objeto a
40 analizar.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de mejora de la homogeneidad y de la intensidad del campo eléctrico inducido en un objeto a analizar (3) iluminado por una onda electromagnética incidente, presentando el objeto una permitividad relativa dada, comprendiendo dicho procedimiento:

- la preparación del objeto a analizar (3), que comprende las siguientes operaciones:

- suministrar un componente (1) que comprende una cavidad (2) para el alojamiento del objeto (3) y al menos un elemento de extensión (4) de un material que presenta una permitividad relativa igual a la permitividad relativa del objeto de aproximadamente +/- 50 %, delimitando dicho al menos un elemento de extensión (4) al menos parcialmente la cavidad (2) y extendiéndose a ambos lados de la cavidad (2) según una dirección que se denomina dirección de recorrido (5) de la cavidad, sobre una longitud que es al menos igual, a ambos lados de la cavidad, a un tercio de la longitud de la cavidad según la dirección de recorrido;
- colocar el objeto (3) en la cavidad (2), de manera que el objeto esté en contacto con dicho al menos un elemento de extensión en la dirección de recorrido; y
- colocar el componente (1) en un sistema de exposición que tenga un elemento hueco de conducción eléctrica de un material electroconductor que se extienda según una dirección longitudinal y que presente, según un plano de sección que atraviese la dirección longitudinal, dos partes electroconductoras una frente a la otra, disponiéndose el componente en el elemento hueco entre las dos partes electroconductoras del elemento hueco;

- la aplicación de un campo eléctrico incidente sobre el objeto a analizar, iluminando el objeto con una onda electromagnética incidente, siendo la dirección del campo eléctrico incidente de la onda electromagnética incidente elegida, idéntica a la dirección de recorrido (5) de la cavidad (2).

2. Procedimiento de mejora de la homogeneidad y de la intensidad del campo eléctrico inducido en un objeto a analizar (3) iluminado por una onda electromagnética incidente, presentando el objeto una permitividad relativa dada, comprendiendo dicho procedimiento:

- la preparación del objeto a analizar (3), que comprende las siguientes operaciones:

- suministrar un componente (1) que comprende una cavidad (2) para el alojamiento del objeto (3) y al menos un elemento de extensión (4) de un material que presenta una permitividad relativa igual a la permitividad relativa del objeto de aproximadamente +/- 50 %, delimitando dicho al menos un elemento de extensión (4) al menos parcialmente la cavidad (2) y extendiéndose a ambos lados de la cavidad (2) según una dirección que se denomina dirección de recorrido (5) de la cavidad, sobre una longitud que es al menos igual, a ambos lados de la cavidad, a un tercio de la longitud de la cavidad según la dirección de recorrido;
- colocar el objeto (3) en la cavidad (2), de manera que el objeto esté en contacto con dicho al menos un elemento de extensión en la dirección de recorrido; y
- colocar el componente (1) en un sistema de exposición que tenga al menos dos elementos de conducción eléctrica de un material electroconductor y dispuestos casi en paralelo y uno frente al otro, de manera que el componente esté dispuesto entre los dos elementos de conducción eléctrica;

- la aplicación de un campo eléctrico incidente sobre el objeto a analizar, iluminando el objeto con una onda electromagnética incidente, siendo la dirección del campo eléctrico incidente de la onda electromagnética incidente elegida, idéntica a la dirección de recorrido (5) de la cavidad (2).

3. Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2, en el que dicho al menos un elemento de extensión del componente (1) está en contacto con al menos una de las dos partes electroconductoras o con al menos uno de los dos elementos de conducción eléctrica.

4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que un elemento de extensión tiene una permitividad relativa igual a la permitividad relativa del objeto de aproximadamente +/-40 %, preferentemente de aproximadamente +/- 30 %, preferentemente aún de aproximadamente +/- 25 %, preferencialmente de aproximadamente +/- 20 %, y aún más preferencialmente de aproximadamente +/- 10 %.

5. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que un elemento de extensión tiene una permitividad relativa igual a la permitividad relativa del objeto.

6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el objeto a analizar tiene una conductividad eléctrica dada y dicho al menos un elemento de extensión tiene una conductividad eléctrica igual a la del objeto de aproximadamente +/- 30 %, preferentemente de aproximadamente +/- 25 %, preferencialmente de aproximadamente +/- 20 %, y aún más preferencialmente de aproximadamente +/- 10 %.

7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el componente (1) comprende un

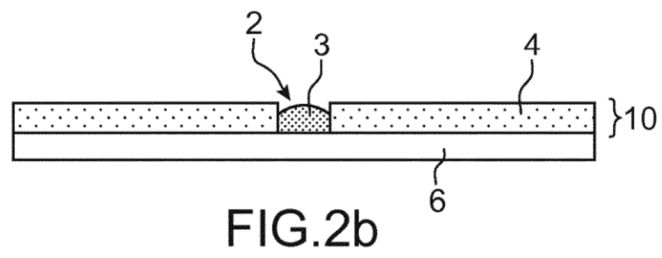
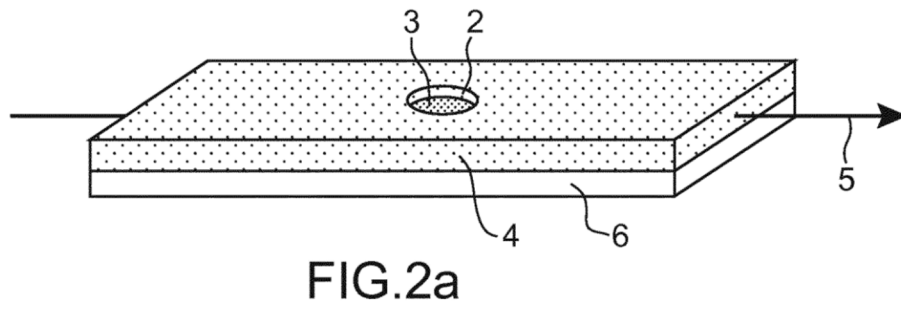
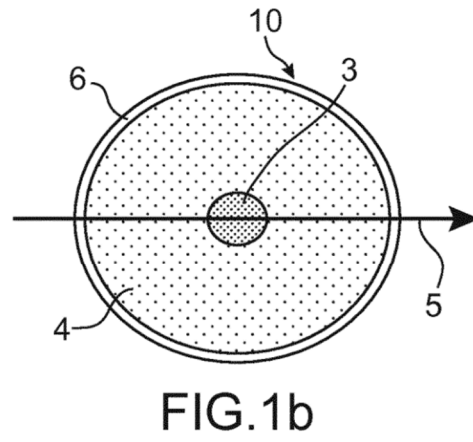
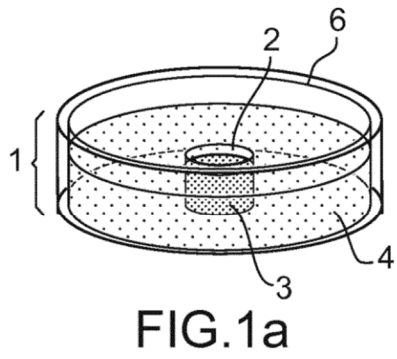
miembro de soporte (6) y dicho al menos un elemento de extensión es una capa depositada sobre una superficie del miembro de soporte, realizándose un pocillo en dicha capa para formar la cavidad (2) de alojamiento del objeto.

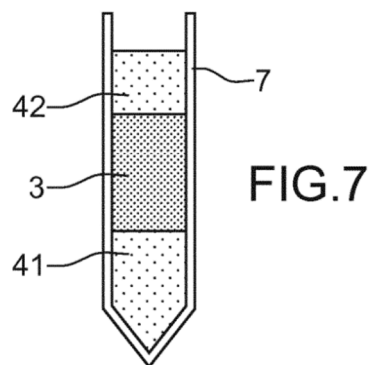
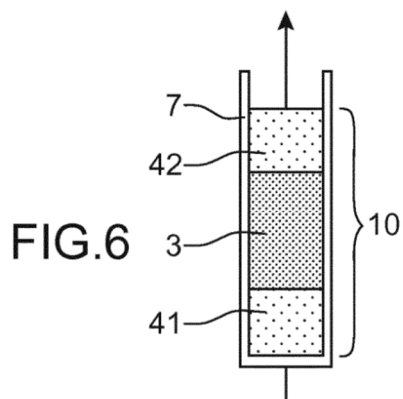
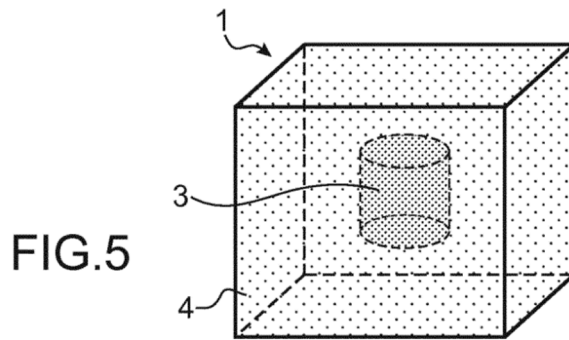
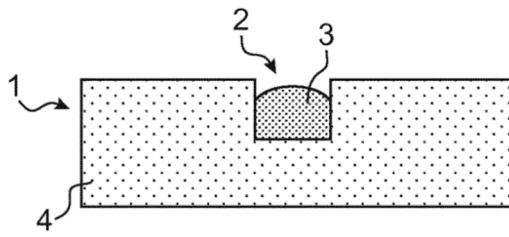
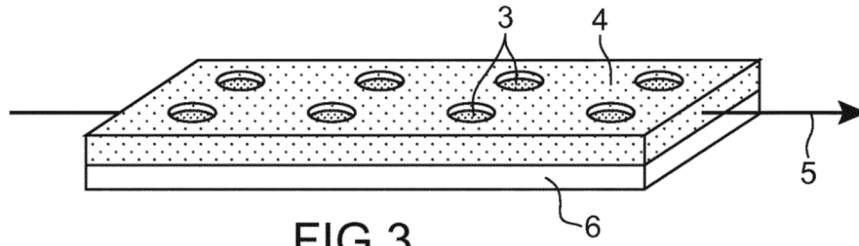
5 8. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que dicho al menos un elemento de extensión es una capa, realizándose en dicha capa un pocillo sin apertura para formar la cavidad (2) de alojamiento del objeto.

10 9. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que dicho al menos un elemento de extensión es un bloque, que contiene una cavidad cerrada que forma la cavidad de alojamiento del objeto.

15 10. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el componente (1) comprende un miembro de soporte hueco (7) que tiene dos extremos opuestos conectados por una pared y dicho al menos un elemento de extensión es una primera capa (41) que sella uno de los dos extremos del miembro de soporte hueco y una segunda capa (42) que sella el otro de los dos extremos del miembro de soporte hueco, formando el espacio delimitado por la pared y la primera y segunda capas, la cavidad (2) de alojamiento del objeto.

20 11. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la longitud de un elemento de extensión, a ambos lados de la cavidad, es al menos igual a la mitad de, preferentemente al menos igual a la longitud de, y preferencialmente al menos igual a dos veces, la longitud de la cavidad según la dirección de recorrido.





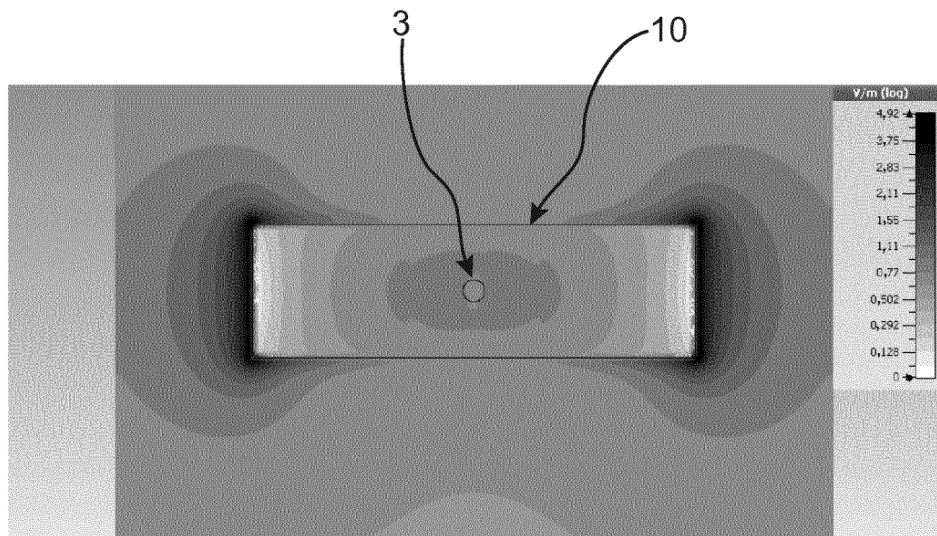


FIG.8a

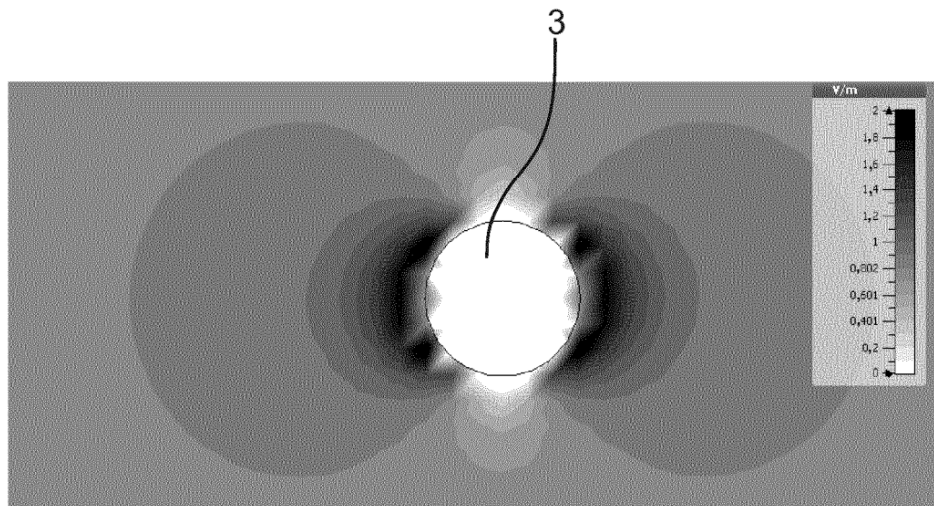


FIG.8b

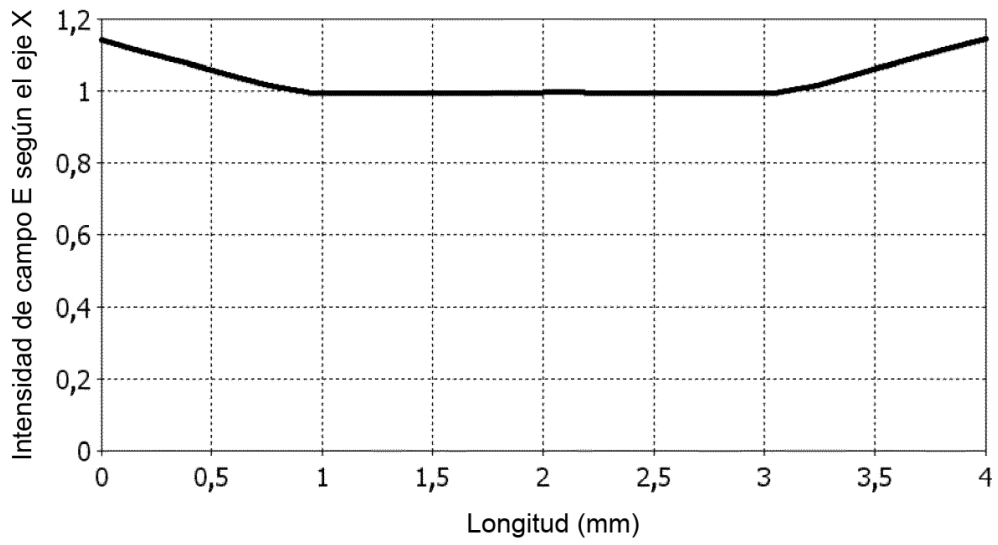


FIG.9a

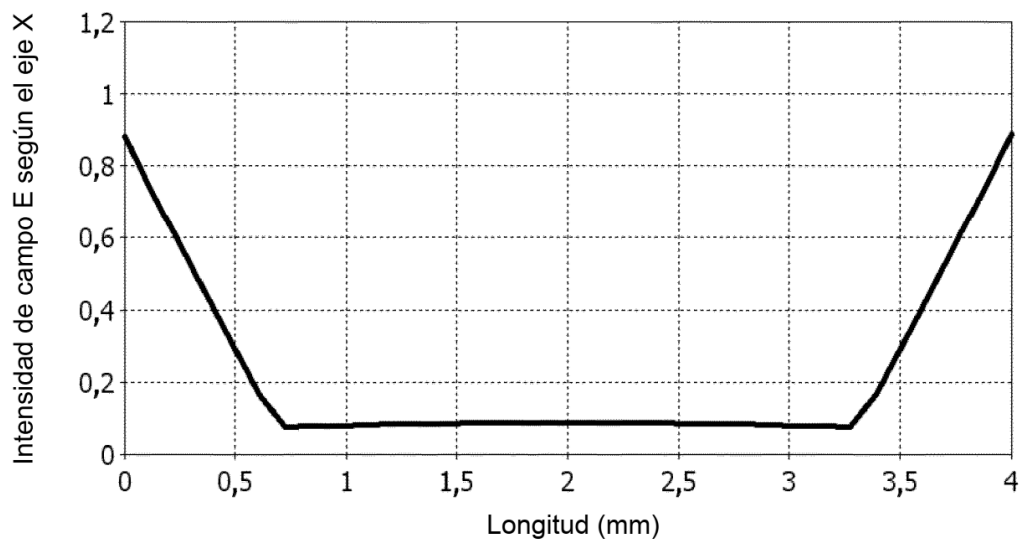


FIG.9b

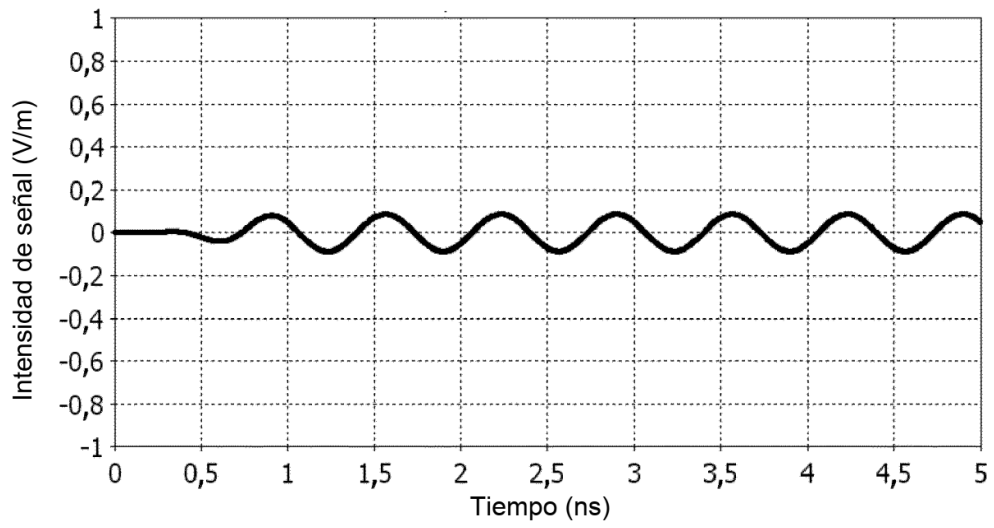


FIG.10a

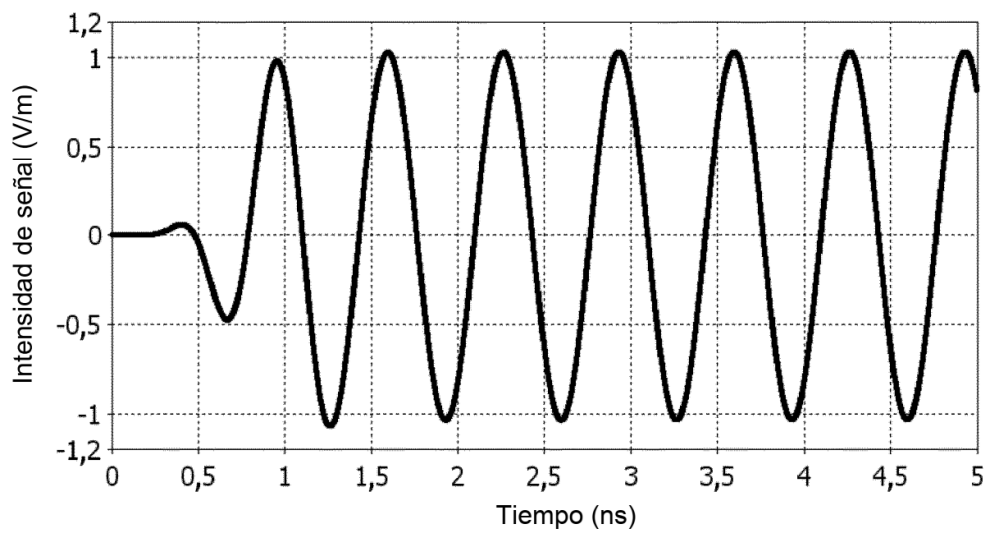


FIG.10b