(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 443 960**

(51) Int. CI.:

H02G 13/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.03.2012 E 12161422 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.10.2013 EP 2509177**

(54) Título: **Dispositivo de protección contra el rayo con electrodo captador que presenta un extremo de geometría virtualmente variable, y procedimiento correspondiente**

(30) Prioridad:

07.04.2011 FR 1153044

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.02.2014

(73) Titular/es:

INDELEC (100.0%)
61 Chemin des Postes
59500 Douai, FR

(72) Inventor/es:

ALCONCHEL, OLIVIER y
LEFORT, BERTRAND

(74) Agente/Representante:

IZQUIERDO FACES, José

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

Dispositivo de protección contra el rayo con electrodo captador que presenta un extremo de geometría virtualmente variable, y procedimiento correspondiente.

La presente invención tiene por objetivo un dispositivo de protección contra el rayo, y un procedimiento correspondiente. Encuentra particularmente su aplicación en los dispositivos del tipo pararrayos que comprenden un electrodo captador denominado “varilla simple” que permite la descarga de la corriente del rayo a la tierra.

El pararrayos, inventado por Benjamín Franklin en el siglo XVIII, constituye una protección primaria de base contra el rayo, cuyo principio fundamental es procurar a la descarga principal un camino preferente que permita evacuar la energía a la tierra.

No obstante, el más simple pararrayos, reducido a una varilla simple, no permite gestionar de manera adecuada todos los fenómenos que entran en juego durante el desarrollo de una tormenta. Por lo que un pararrayos no cumple por tanto su función correctamente.

El rayo es efectivamente una descarga de alta intensidad con una gran capacidad destructora. Este fenómeno natural continúa siendo hoy en día difícilmente previsible.

Para hacer frente a esta situación, los sistemas conocidos de protección contra el rayo buscan particularmente guiar la descarga hacia la tierra de manera controlada, con el fin de evitar los estragos en las instalaciones industriales y núcleos de población.

El pararrayos continúa siendo por tanto uno de los elementos fundamentales en estos sistemas de protección contra el rayo.

Se conocen de este modo, en efecto, unos dispositivos del tipo pararrayos, dispuestos por ejemplo sobre el tejado de ciertos edificios, cuyo objetivo es captar el rayo para que éste sea canalizado y evacuado a la tierra, y así no golpee en cualquier sitio.

En su versión de base, un pararrayos está constituido por un mástil o un electrodo captador metálico, cuyo extremo puede estar tanto afilado (en punta) como redondeado, y que se coloca en el alto. Este electrodo captador está conectado a la tierra mediante un cable conductor.

Se han desarrollado diferentes tipos de pararrayos perfeccionados cuya eficacia está incrementada.

Dichos pararrayos tienen en cuenta de manera más fina el fenómeno natural constituido por el rayo tal como se explica a continuación en el presente documento.

Durante el buen tiempo, se puede medir en la superficie de la corteza terrestre, y sobre terreno plano, un campo eléctrico, vertical positivo por convención, del orden de 100 a 150 V/m, debido a unas cargas positivas situadas a unas alturas del orden de 50 km.

Durante el desarrollo de un proceso tormentoso, las nubes se cargan eléctricamente, positivamente en la parte superior y negativamente en la parte inferior. A veces, se encierra un islote de cargas positivas en la masa negativa.

Globalmente, la nube tormentosa constituye por tanto un verdadero dipolo, las cargas de los signos contrarios crean entre sí unos campos eléctricos intensos. Cuando se alcanza un gradiente límite del campo eléctrico, denominado a veces gradiente de distensión, la descarga se produce. Si esta descarga tiene lugar entre capas inferiores de la misma nube, se habla de relámpago intra-nube y si esta descarga tiene lugar entre capas de nubes diferentes, se habla de relámpagos entre nubes.

Más precisamente, el sistema constituido por las nubes cargadas y el suelo, separadas por una capa de aire de varios centenares de metros a varios kilómetros, juega el papel de un gigantesco condensador en el que el aire juega el papel de dieléctrico.

Los fenómenos físicos asociados al rayo presentan una fuerte analogía con los procedimientos de degradación de los condensadores.

De ese modo, con referencia a las figuras 1A y 1B, en un condensador constituido por unas superficies perfectas 10, 11 las líneas de campo eléctrico 12 parten perpendicularmente de la superficie cargada positivamente 10, y vuelven a entrar igualmente de modo perpendicular en la cargada negativamente 11 (véase la figura 1A).

Las irregularidades de las superficies producen un efecto de concentración de las líneas de campo 12 (véase la figura 1B). Esta intensificación local del campo es conocida bajo el nombre de efecto de punta.

La fuerte amplitud del campo eléctrico en los alrededores de la irregularidad 13 produce, a partir de un cierto umbral, la ionización de las moléculas presentes en el dieléctrico.

Este fenómeno de ionización produce, a su vez, la emisión de luz que se denomina efecto corona o luz de corona.

Las partículas cargadas liberadas durante la ionización son aceleradas por el campo eléctrico, siguiendo las líneas de fuerza, y acaban por tropezar con otras moléculas. Este choque provoca una nueva ionización, durante la que se liberan nuevas partículas cargadas, y siguen el mismo proceso de aceleración y de impacto.

El resultado final se denomina avalancha electrónica, que se manifiesta como una corriente que se propaga a través del espacio comprendido entre las placas del condensador.

Esta avalancha es alimentada por la energía producida por el campo eléctrico. Este fenómeno constituye el comienzo de un procedimiento de degradación, o ruptura, del material dieléctrico, que se convierte en conductor en los entornos en los que tiene lugar la avalancha electrónica.

Si el canal conductor así creado llega a conectar las dos placas del condensador, se establece una corriente mucho más intensa que la de avalancha electrónica, que busca reequilibrar las cargas de las dos placas.

Por analogía, y en referencia a las figuras 2A a 2C, a escala atmosférica, el rayo es el fenómeno mediante el que el dieléctrico (capa de aire) se degrada con la creación de un canal conductor 14 que dirige la descarga de la nube tormentosa 15 hacia el suelo (véanse las figuras 2A, 2B, 2C).

El rayo del tipo más frecuente, en las regiones de clima templado, comienza por una descarga negativa 14a que desciende desde las nubes hasta el suelo, a la que se denomina generalmente trazador descendente 14a (véase la figura 2A).

Este trazador 14a produce un incremento brusco del campo eléctrico cuando se aproxima a la zona de impacto, este incremento da lugar a la aparición del efecto corona sobre las irregularidades del terreno.

Se crean entonces unas corrientes de avalancha electrónica diferentes, denominadas trazadores ascendentes 14b (figura 2B). Estas corrientes se propagan hacia el trazador descendente 14a. Cuando el trazador descendente 14a y uno de los trazadores ascendentes 14b se ponen en contacto, se establece en canal conductor 14, que permite a la nube 15 descargarse hacia el suelo (figura 2C). El resto de los trazadores ascendentes 14b se agotan una vez que la intensidad del campo eléctrico vuelve a descender.

Un pararrayos se basa por lo tanto en el principio del efecto de punta.

En efecto, un pararrayos favorece la formación de un trazador ascendente durante la aproximación de un trazador descendente.

Además, el objeto se coloca generalmente en la parte alta, de manera que el trazador ascendente que salga del pararrayos tenga una ventaja sobre los otros trazadores ascendentes eventuales que procedan de las irregularidades más bajas.

De ese modo, al colocar un pararrayos en la parte alta, se busca maximizar la probabilidad de que el trazador ascendente que sale del pararrayos establezca contacto con el trazador descendente y dé lugar al canal conductor.

Una vez creado, este canal permite guiar la descarga del rayo a través del pararrayos y el cable conductor hasta la tierra.

Uno de los problemas que se plantean es por tanto conseguir que el efecto corona se transforme en un trazador ascendente a partir del electrodo captador del pararrayos.

Se sabe que la carga del espacio positiva depositada por el efecto corona reduce localmente el campo eléctrico cerca del extremo libre del electrodo captador del pararrayos. Se sabe igualmente que la avalancha electrónica asociada al efecto corona continúa mientras que el campo creado por los iones positivos no debilite el campo ambiente más allá de un cierto umbral.

De ese modo, es necesario un valor mínimo del campo ambiente para obtener el desarrollo de un trazador ascendente positivo. Este valor mínimo se denomina a veces “campo de desarrollo”.

Se constata por otro lado que la intensidad del campo eléctrico en la proximidad del extremo libre del electrodo captador varía según la geometría de este extremo.

De ese modo, por ejemplo, la intensidad del campo eléctrico es más importante en la proximidad de un electrodo captador de extremo libre afilado, que en la proximidad de un electrodo captador de extremo libre redondeado.

Igualmente, la intensidad del campo eléctrico en la proximidad de un electrodo captador de extremo libre afilado vuelve a caer más rápidamente, a medida que se le aleja del extremo del electrodo captador, que en el caso del electrodo captador de extremo libre redondeado.

Se constata igualmente que los iones positivos creados en la proximidad del extremo libre del electrodo captador tienen una duración de vida más larga cuando este extremo libre está redondeado que cuando este extremo libre está en forma de una punta afilada.

Se ve por tanto que el comportamiento eléctrico del extremo libre del electrodo captador, en lo que concierne al efecto corona, varía en función de la geometría de este extremo.

Esto es por lo que existen unos pararrayos de diferentes clases, que presentan unos electrodos captadores de extremo libre de diferentes geometrías, en particular unos electrodos captadores de extremo libre relativamente afilado, por lo tanto con un radio de cobertura relativamente reducido, o unos electrodos captadores de extremo más redondeado, por lo tanto con un radio de cobertura relativamente importante.

De hecho, el radio de cobertura debe ser tal que el cebado del efecto corona tenga lugar lo antes posible, pero igualmente tal que este efecto corona persista un tiempo suficientemente largo para que el campo eléctrico ambiente evolucione hasta alcanzar el campo del desarrollo.

Se ha establecido que existe un radio de cobertura crítico.

En efecto, por debajo del radio de cobertura crítico, se está en presencia de un régimen denominado pulsante. En este régimen, los iones positivos creados reducen localmente el campo eléctrico, lo que frena la ionización asociada al efecto corona. Al cabo de un cierto momento, los iones desaparecen, lo que hace volver a elevarse el campo eléctrico y volver a comenzar la ionización.

Un régimen pulsante es por lo tanto menos eficaz, porque la ionización se detiene periódicamente y no permite la evolución de un trazador ascendente, incluso aunque no sea molesto puesto que las cargas del espacio desaparecen periódicamente a la altura del extremo del electrodo captador.

Se considera que el radio de cobertura crítico corresponde al caso en el que la primera ionización total por el efecto corona generará el trazador ascendente. Un radio de cobertura superior al de cobertura crítico no es interesante, puesto que el campo de desarrollo crece con el radio de cobertura. Por lo tanto, más allá del radio de cobertura crítico, el campo de desarrollo puede convertirse en demasiado importante para ser alcanzado.

De ese modo, un electrodo captador de extremo en punta afilada, por lo tanto con un radio de cobertura relativamente reducido, permite iniciar la ionización más temprano que un electrodo captador de extremo redondeado, por lo tanto con un radio de cobertura relativamente importante.

Por el contrario, un electrodo captador de extremo en punta afilado mantiene la ionización en una duración de tiempo menor que un electrodo captador de extremo redondeado.

En consecuencia, un electrodo captador de extremo en punta afilado será más eficaz que un electrodo captador de extremo redondeado si el campo eléctrico varía fuertemente en un corto lapso de tiempo.

Por el contrario, si el campo eléctrico varía poco, el efecto corona se detiene más rápidamente con un electrodo captador de extremo con punta afilada que con un electrodo captador de extremo redondeado. En este caso, el electrodo captador de extremo redondeado será por lo tanto más eficaz, aunque el efecto corona haya comenzado más tarde que con el electrodo captador de extremo de punta afilada.

A continuación, cuando el trazador ascendente ha arrancado, las cargas positivas se crearán más fácilmente por el efecto corona a la altura del extremo del electrodo captador si éste está además en forma de punta afilada, lo que permite mantener el canal ionizado.

El funcionamiento eficaz del electrodo captador depende por lo tanto particularmente del campo eléctrico ambiente, y de sus variaciones.

Sin embargo, no es posible cambiar la geometría del extremo del electrodo captador, en el curso de la evolución de una tormenta.

Es necesario por lo tanto elegir un tipo de electrodo captador, por ejemplo en función de estadísticas sobre la evolución del campo eléctrico en un periodo tormentoso en un lugar dado.

La eficacia de un electrodo captador con relación a la situación tormentosa que se traduce mediante un campo eléctrico dado, que evoluciona de una manera dada, depende por lo tanto particularmente del coeficiente de amplificación del campo eléctrico del extremo del electrodo captador.

A modo de ejemplo, las figuras 3A y 3B representan los mapas de distribución de las líneas de campo eléctrico equipotenciales cerca del extremo del electrodo captador 1, respectivamente en el caso de un extremo de punta afilada, por lo tanto de radio de cobertura reducido, y en el caso de un extremo redondeado, por tanto con radio de cobertura más importante.

Se conocen igualmente unos dispositivos que combinan, en el extremo del electrodo captador, la geometría redondeada y la geometría más afilada, por ejemplo con una cabeza redondeada coronada por una o varias puntas afiladas.

Sin embargo, incluso en este caso, la geometría del extremo del electrodo captador permanece fija, por lo tanto no se adapta a todas las situaciones.

Se conocen finalmente unos dispositivos de protección contra el rayo que comprenden unos medios de variación de la cantidad de los iones presentes en la proximidad del extremo libre de un electrodo captador, tal como el descrito en el documento US 6 069 314. Por el contrario, un dispositivo de ese tipo no permite, entre otros, hacer variar la cantidad de los iones en función de la medición del campo eléctrico ambiente.

El objeto de la presente invención es por lo tanto aportar una solución a los problemas antes mencionados, entre otros problemas.

En particular, el objetivo de la presente invención es proponer un dispositivo en el que el comportamiento eléctrico del electrodo captador pueda variar, incluso si la geometría es fija, particularmente porque presente una extremidad cuyo radio de curvatura sea fijo.

La invención se relaciona de ese modo, según un primer aspecto, con un dispositivo de protección contra el rayo que comprende un electrodo captador configurado para captar una corriente del rayo y para descargarla a la tierra, estando conectado el electrodo captador a la tierra y presentado un extremo libre.

El dispositivo comprende unos medios de variación del comportamiento eléctrico del extremo libre del electrodo captador, configurados para hacer variar al menos el coeficiente de amplificación del campo eléctrico local en la proximidad de este extremo libre.

El dispositivo comprende además unos medios de medición del campo eléctrico ambiente y/o de su variación en el transcurso del tiempo, unidos a los medios de variación del comportamiento eléctrico del extremo libre y unos medios de activación para activar los medios de variación en función del valor del campo eléctrico ambiente y/o de su variación en el transcurso del tiempo, obtenida por los medios de medición.

En lo que sigue a continuación, se define la noción de proximidad del extremo libre del electrodo captador como el volumen en la proximidad de este extremo libre en el que las líneas equipotenciales del campo eléctrico se deforman por la presencia del extremo, con relación a su estado de base horizontal (véanse las figuras 3A y 3B).

De ese modo, en la medida en que la evolución de un trazador descendiente en formación induce unas variaciones del campo eléctrico ambiente, los medios de medición del campo eléctrico ambiente y/o de su variación en el transcurso del tiempo permiten activar unos medios de variación, indirectamente en función de la evolución de un trazador descendente, es decir indirectamente de manera sincronizada con la evolución de un trazador descendente de ese tipo.

Preferentemente, los medios de activación, activan los medios de variación cuando la variación instantánea del campo eléctrico ambiente en el transcurso del tiempo sobrepasa un umbral predeterminado.

Ventajosamente, estos medios de variación están distantes del electrodo captador.

Así, haciendo variar por ejemplo el coeficiente de amplificación del campo eléctrico local en la proximidad del extremo libre del electrodo captador, se hace variar el reparto de las líneas equipotenciales del campo eléctrico alrededor del electrodo captador. Se obtiene de ese modo un electrodo captador cuyo extremo libre presenta una geometría virtualmente variable, en la medida en que se comporta como un electrodo captador de extremo libre más o menos afilado en función de la acción de los medios de variación.

Según una segunda variante, eventualmente en combinación con la primera, los medios de variación del comportamiento eléctrico del extremo libre del electrodo captador comprenden un medio auxiliar configurado para ser llevado a al menos un potencial eléctrico determinado, dispuesto en la proximidad del extremo libre y unido a un generador de tensión eléctrica.

Preferiblemente, este medio auxiliar se dispone por debajo de este extremo libre.

Igualmente preferiblemente, este medio auxiliar se dispone a una distancia del electrodo captador inferior o igual a 15 mm.

Aun preferiblemente, el medio auxiliar comprende un elemento metálico.

Este elemento metálico puede ser un anillo, un disco o un cilindro hueco.

Según otra variante de realización, eventualmente en combinación con una o varias de las precedentes, el extremo libre presenta una punta.

Ventajosamente, los medios de activación se configuran para polarizar el medio auxiliar con una tensión eléctrica de signo opuesto a la del campo ambiente o con una tensión nula, de tal manera que el extremo libre del electrodo captador se convierta virtualmente en más redondeado.

De manera ventajosa, los medios de activación se configuran para polarizar el medio auxiliar con una tensión eléctrica del mismo signo que la del campo ambiente, de tal manera que el extremo libre del electrodo captador se convierta virtualmente en más afilado.

De manera ventajosa, los medios de variación permiten hacer variar el reparto de las líneas equipotenciales del campo eléctrico alrededor del electrodo captador.

La invención se relaciona igualmente, según un segundo aspecto, con un procedimiento de captación de una corriente del rayo en un electrodo captador unido a la tierra y que presenta un extremo libre.

Este procedimiento consiste particularmente en hacer variar al menos el coeficiente de amplificación del campo eléctrico local en la proximidad de este extremo libre, a través de los medios de variación del comportamiento eléctrico de este extremo libre aislados eléctricamente del electrodo captador.

En una variante de realización, el procedimiento comprende una etapa de medición del campo eléctrico ambiente y/o de su variación en el transcurso del tiempo, y una etapa de variación de la característica eléctrica del extremo libre en función del valor medido del campo eléctrico ambiente y/o de su variación en el transcurso del tiempo.

De manera ventajosa, la variación de la característica eléctrica del extremo libre se obtiene haciendo variar el potencial eléctrico de un medio auxiliar dispuesto en la proximidad del extremo libre y conectado a un generador de tensión eléctrica.

Ventajosamente, el procedimiento comprende una etapa en el transcurso de la que el medio auxiliar se polariza con una tensión de signo opuesto a la del campo ambiente o con una tensión nula, de tal manera que el extremo libre del electrodo captador se convierte virtualmente en más redondeado.

De manera ventajosa, el procedimiento comprende una etapa en el curso de la que el medio auxiliar se polariza con una tensión del mismo signo que la del campo ambiente, de tal manera que el extremo libre del electrodo captador se convierte virtualmente en más afilado.

Ventajosamente, el procedimiento comprende una primera etapa en el curso de la que el medio auxiliar se polariza con una tensión de signo opuesto a la del campo ambiente o con una tensión nula, seguida por una segunda etapa en el curso de la que el medio auxiliar se polariza con una tensión del mismo signo que la del campo ambiente.

De manera ventajosa, el procedimiento comprende una primera etapa en curso de la que el medio auxiliar se polariza con una tensión de signo opuesto a la del campo ambiente, seguida de una segunda etapa en el curso de la que el medio auxiliar se polariza con una tensión nula o una tensión del mismo signo que la del campo ambiente.

Ventajosamente, el procedimiento comprende una primera etapa en el curso de la que el medio auxiliar se polariza con una primera tensión de signo opuesto a la del campo ambiente, seguida de una segunda etapa en el curso de la que el medio auxiliar se polariza con una segunda tensión de signo opuesto a la del campo ambiente, siendo el valor de la segunda tensión superior al de la primera tensión.

Las comparaciones de valores detallados en la presente solicitud deben entenderse algebraicamente; de ese modo, un primer valor positivo denominado superior a un segundo valor positivo significa que el valor absoluto del primer valor es superior al valor absoluto del segundo valor. A la inversa, un primer valor negativo denominado superior a un segundo valor negativo significa que el valor absoluto del primer valor es inferior al valor absoluto del segundo valor. Finalmente, todo valor positivo es por definición superior a todo valor negativo.

Preferiblemente, el procedimiento comprende una primera etapa en el curso de la que el medio sería se polariza con una primera tensión del mismo signo que la del campo ambiente, seguido de una segunda etapa en el curso de la que el medio auxiliar se polariza con una segunda tensión del mismo signo que la del campo ambiente, siendo el valor de la segunda tensión superior al de la primera tensión.

De manera ventajosa, la segunda etapa se realiza cuando la variación instantánea del campo ambiente en el transcurso del tiempo sobrepasa un umbral predeterminado.

Surgirán otras características y ventajas de la invención más claramente y de manera completa con la lectura de la descripción a continuación de las variantes preferidas de realización y de puesta en práctica, que se dan a título de ejemplo no limitativo, y con referencia a los dibujos adjuntos siguientes:

- las figuras 1A, 1B representan esquemáticamente el fenómeno de efecto de punta en un condensador;
- las figuras 2A, 2B, 2C representan esquemáticamente el proceso de formación del rayo;
- las figuras 3A, 3B representan esquemáticamente los mapas de distribución de las líneas de campo eléctrico equipotenciales cerca del extremo de un electrodo captador, respectivamente de extremo de punta afilada y de extremo redondeado;
- la figura 4 representa esquemáticamente un ejemplo del dispositivo según la invención; y
- las figuras 5A, 5B representan esquemáticamente y respectivamente dos variantes de realización.

Las figuras 1A, 1B, 2A, 2B, 2C, 3A y 3B han sido presentadas más arriba.

El dispositivo representado en la figura 4 comprende clásicamente un electrodo captador 1 unido a tierra, o bien que está directamente conectado a una toma de tierra dedicada enterrada en el suelo S, tal como se ha representado, o bien, más frecuentemente, que está conectado a una toma de tierra mediante un conductor eléctrico cuando se coloca por ejemplo sobre el tejado de un edificio.

El electrodo captador 1 presenta un extremo libre 1a, orientado hacia arriba, y configurado para captar una corriente del rayo, según el fenómeno físico descrito más arriba.

Este extremo libre 1a del electrodo captador 1 está orientado preferiblemente de modo vertical, pero puede estar orientado igualmente según una dirección que forma con la dirección horizontal un ángulo cualquiera no nulo.

Este electrodo captador 1 toma aquí la forma de una varilla o de un mástil 1, cuyo diámetro disminuye al menos a partir de una cierta altura 1b hasta su punta. El extremo 1a del electrodo 1 presenta entonces, en una de sus variantes, sensiblemente la forma de un cono con un cierto ángulo de apertura que convierte a este extremo 1a en más o menos afilado.

Más generalmente, el electrodo 1 ve su diámetro efectivo, o su diámetro equivalente si su sección no es estrictamente circular, reducirse más o menos rápidamente y hasta un valor más o menos pequeño, a la altura de su extremo 1a hasta su vértice.

La amplitud de la reducción del diámetro, y su valor final, definen el carácter más o menos afilado o redondeado del extremo libre 1a del electrodo captador 1, según una geometría por ejemplo cónica, semiesférica o incluso ojival.

En la proximidad del extremo libre 1a del electrodo captador 1, se disponen unos medios de variación 2, 3 del comportamiento eléctrico del extremo libre 1a.

Estos medios de variación 2, 3 se configuran para hacer variar al menos una característica eléctrica del extremo libre 1a del electrodo captador 1.

Se puede tratar por ejemplo de hacer variar el coeficiente de amplificación del campo eléctrico local en la proximidad del extremo libre 1a.

Estos medios de variación 2, 3 permiten en este caso hacer variar el reparto de las líneas equipotenciales del campo eléctrico alrededor del electrodo captador 1.

El dispositivo objetivo de la presente invención comprende igualmente unos medios de activación para activar los medios de variación.

La activación por los medios de activación de los medios de variación 2, 3 permite incrementar alternativamente el coeficiente de amplificación del campo eléctrico local en la proximidad del extremo libre 1a, en cuyo caso el electrodo captador 1 presenta un campo eléctrico en la proximidad de su extremo libre 1a similar al campo eléctrico que se constataría en la proximidad de un electrodo captador 1 que presente un extremo más afilado que el extremo libre 1a, o disminuir el coeficiente de amplificación del campo eléctrico local en la proximidad del extremo libre 1a, en cuyo caso el electrodo captador 1 presenta un campo eléctrico en la proximidad de su extremo libre 1a similar al

campo eléctrico que se constataría en la proximidad de un electrodo captador 1 que presente un extremo más redondeado que el extremo libre 1a.

Se puede obtener así un electrodo captador 1 cuyo extremo libre 1a presente una geometría virtualmente variable, en la medida en la que se comporta como un electrodo captador 1a de extremo libre más o menos afilado en función de la acción de los medios de variación 2, 3.

Por ejemplo, en función de la acción de los medios de variación 2, 3, el electrodo captador 1 presenta un reparto de las líneas equipotenciales del campo eléctrico sobre su perímetro más bien parecido al mapa representado en la figura 3A o al representado en la figura 3B.

Cuando se integran en el dispositivo unos medios de medición 4 del campo eléctrico ambiente y/o de la variación de este campo eléctrico ambiente en el transcurso del tiempo, conectados a los medios de variación 2, 3, se puede activar y/o ajustar la acción de estos medios de variación 2, 3 en función de los valores del campo eléctrico ambiente y/o de la variación de este campo eléctrico ambiente medidos por estos medios de medición 4.

Los medios de medición 4 pueden, por ejemplo y de manera no limitativa, consistir en unos medios que permitan medir el valor del campo eléctrico ambiente y/o la variación del campo eléctrico ambiente en el transcurso del tiempo y comparar el valor del campo y/o el valor de su variación con un umbral predeterminado que será función, por ejemplo, de la situación geográfica y de los parámetros de entorno del lugar de la instalación del electrodo captador 1.

Se pueden concebir igualmente, y sin salirse del marco de la presente invención, unos medios de medición 4 que consisten en un diodo que presente un umbral predeterminado o un descargador eléctrico, o cualquier otro medio que permita activar los medios de variación 2, 3 en función del valor del campo eléctrico ambiente y/o de su variación en el transcurso del tiempo.

Por ejemplo y de manera no limitativa, los medios de medición 4 y los medios de variación 2, 3 se alimentan mediante el campo eléctrico de la tormenta y son por lo tanto autónomos; esta configuración facilita también el mantenimiento y el servicio del dispositivo de protección contra el rayo. Además, en este modo de realización, el control de los medios de variación 2, 3 por los medios de medición 4 se sincroniza con el fenómeno natural.

De ese modo, cuando la variación del campo eléctrico ambiente en el transcurso del tiempo aumenta significativamente, tal como es el caso cuando se aproxima un trazador descendente al extremo libre 1a del electrodo captador 1, los medios de activación se accionan, y activan los medios de variación 2, 3.

En un ejemplo de realización, los medios de variación 2, 3 comprenden un medio auxiliar 2 dispuesto en la proximidad del extremo libre 1a del electrodo captador 1, y unido a un generador de tensión eléctrica 3.

Este medio auxiliar 2 se configura para ser llevado a un cierto potencial eléctrico.

De ese modo, a título de ejemplo, polarizando este medio auxiliar 2 con una tensión eléctrica de signo opuesto a la del campo ambiente, lo que se habrá detectado previamente por ejemplo con los medios de medición 4 mencionados más arriba, o polarizándole con una tensión nula, se convierte al extremo libre 1a del electrodo captador 1 en virtualmente más redondeado modificando su coeficiente de amplificación del campo eléctrico local. Tal como se ha detallado anteriormente, esta geometría virtual del extremo libre 1a permite, entre otros, prolongar la existencia del efecto corona en la proximidad del extremo libre 1a, y evitar la formación demasiado precoz de pulsos de efecto corona, que tendrían por efecto alimentar un colchón de cargas y por lo tanto reducir localmente el campo eléctrico en la proximidad del extremo libre 1a sin permitir el fomento de un canal conductor.

A la inversa, polarizando este medio auxiliar 2 con una tensión eléctrica de igual signo que la del campo ambiente, lo que se habrá detectado previamente por ejemplo con los medios de medición 4 mencionados más arriba, se convierte al extremo libre 1a del electrodo captador 1 en virtualmente más afilado modificando su coeficiente de amplificación del campo eléctrico local. Tal como se ha detallado anteriormente, esta geometría virtual del extremo libre 1a permite, entre otros, incrementar el campo eléctrico en la proximidad del extremo libre 1a, y favorecer, cuando el valor obtenido por los medios de medición sobrepasaba un umbral predeterminado, la formación de un trazador ascendente que pueda establecer contacto con un trazador descendente para dar nacimiento a un canal conductor.

El procedimiento objetivo de la presente invención consiste por lo tanto en modificar la geometría virtual del extremo libre 1a del electrodo captador 1 haciendo variar el coeficiente de amplificación en función del valor del campo eléctrico ambiente y/o de su variación en el transcurso del tiempo.

Para hacer esto, el procedimiento comprende una etapa inicial en el curso de la que el radio de curvatura del extremo libre 1a del electrodo captador 1 se incrementa virtualmente, polarizando el medio auxiliar 2 con una tensión nula o de signo opuesto a la del campo ambiente.

Se podría concebir igualmente, sin salirse del marco de la presente invención, un extremo libre 1a físicamente redondeado, de tal manera que no sea necesario polarizar previamente al medio auxiliar 2 con una tensión nula o de signo opuesto a la del campo ambiente.

Los medios de medición 4 permiten a continuación medir el valor del campo eléctrico ambiente y/o su variación en el transcurso del tiempo y comparar este valor con un umbral predeterminado.

Cuando la medición del campo eléctrico ambiente y/o su variación sobrepasan el umbral predeterminado, el radio de curvatura del extremo libre 1a del electrodo captador 1 se reduce virtualmente, polarizando el medio auxiliar 2 con una tensión de igual signo que la del campo ambiente.

Se podría concebir igualmente, y sin salirse del marco de la presente invención, un extremo libre 1a físicamente afilado, de tal manera que, cuando la medición del campo eléctrico ambiente y/o su variación sobrepasan el umbral predeterminado, la polarización nula o de signo opuesto a la del campo ambiente se interrumpe, para que el extremo libre 1a del electrodo captador 1 pase de una configuración virtualmente redondeada a una configuración físicamente afilada.

De igual manera, se podría concebir una polarización previa del medio auxiliar 2 con una primera tensión de signo opuesto a la del campo ambiente, siendo aplicada al medio auxiliar 2 una segunda tensión, siempre de signo opuesto a la del campo ambiente pero de valor superior a la primera tensión, con el fin de convertir al extremo libre 1a en virtualmente menos redondeado, cuando la medición del campo eléctrico ambiente y/o su variación sobrepasan el umbral predeterminado.

Por analogía, se podría concebir una polarización previa del medio auxiliar 2 con una primera tensión del mismo signo que la del campo ambiente, siendo aplicada al medio auxiliar 2 una segunda tensión, siempre del mismo signo que la del campo ambiente pero de valor superior a la primera tensión, con el fin de convertir al extremo libre 1a en virtualmente más afilado, cuando la medición del campo eléctrico ambiente y/o su variación sobrepasan el umbral predeterminado.

La invención permite de ese modo controlar de manera electrónica la geometría virtual del extremo libre 1a del electrodo captador 1 modificando la polarización del medio auxiliar 2 en función del campo eléctrico ambiente y/o de su variación en el tiempo medidas por los medios de medición 4. La polarización del medio auxiliar 2 permite de ese modo deformar las líneas de campo y pasar del comportamiento de un extremo libre 1a que presenta una punta redondeada a un extremo libre 1a que presenta una punta afilada.

Se han representado en las figuras 5A y 5B, respectivamente, dos ejemplos de realización, no haciendo aparecer más que el electrodo captador 1 y el medio auxiliar 2 para simplificar.

En estos dos ejemplos, el medio auxiliar rodea al electrodo captador 1, sin sobrepasar el extremo libre 1a, que es preferiblemente de forma en punta, no estando en contacto el medio auxiliar 2 y el electrodo captador 1 entre sí.

Diferentes ensayos han permitido determinar que la distancia entre el electrodo captador 1 y el medio auxiliar 2 debería ser preferiblemente inferior o igual a 15 mm, en particular en el caso de una varilla de diámetro principal del orden de 2 cm.

Por otro lado, el medio auxiliar 2 se coloca por debajo del extremo libre 1a del electrodo captador 1.

Preferiblemente, este medio auxiliar se colocará a algunos centímetros, incluso a algunas decenas de centímetros, por debajo del extremo libre 1a, en función de parámetros tales como las dimensiones del electrodo captador 1, las dimensiones del o de los elementos que constituyen el medio auxiliar 2, y de la tensión eléctrica aplicada a este medio auxiliar 2.

Esta distancia puede variar por lo tanto, igual que la distancia que separa el electrodo captador 1 y el medio auxiliar 2, pero al medio auxiliar 2 debe permanecer en la proximidad del extremo libre 1a tal como se ha definido más arriba.

Este medio auxiliar 2 comprende, incluso toma la forma de, un elemento metálico 2.

En el ejemplo representado en la figura 5A, el elemento metálico 2 es un cilindro hueco, y en el ejemplo representado en la figura 5B, este elemento metálico 2 es un disco hueco 2 o un anillo 2.

La presente descripción se da a título de ejemplo y no es por lo tanto limitativa de la invención.

En particular, los medios de variación 2, 3 no están limitados a los medios que comprenden un medio auxiliar 2 que en sí comprende un elemento metálico 2 de forma cilíndrica o anular.

Igualmente, la invención no se limita a un dispositivo en el que los medios de variación 2, 3 sean controlados por unos medios de medición 4 del campo eléctrico ambiente o de sus variaciones.

Además, el medio auxiliar 2 puede rodear completamente al electrodo captador 1, como es el caso con el cilindro de la figura 5A o el anillo de la figura 5B, o rodearlo solo parcialmente, incluso estar simplemente dispuesto al lado.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de protección contra el rayo que comprende un electrodo captador (1) configurado para captar una corriente del rayo y para descargarla en la tierra, conectado a la tierra y presentado un extremo libre (1a), comprendiendo dicho dispositivo unos medios de variación (2, 3) del comportamiento eléctrico del extremo libre (1a), configurados para hacer variar al menos el coeficiente de amplificación del campo eléctrico local en la proximidad de este extremo libre (1a), estando dicho dispositivo **caracterizado por que** comprende igualmente unos medios de medición (4) del campo eléctrico ambiente y/o de su variación en el transcurso del tiempo, unidos a los medios de variación (2, 3) del comportamiento eléctrico del extremo libre (1a), y unos medios de activación para activar dichos medios de variación (2, 3) en función del valor del campo eléctrico ambiente y/o de su variación en el transcurso del tiempo, obtenida por los medios de medición (4).

2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado por que** los medios de variación (2, 3) del comportamiento eléctrico del extremo libre (1a) comprenden un medio auxiliar (2) configurado para ser llevado a al menos un potencial eléctrico determinado, dispuesto en la proximidad del extremo libre (1a) y unido a un generador de tensión eléctrica (3).

3. Dispositivo según la reivindicación 2, **caracterizado por que** el medio auxiliar (2) se dispone por debajo del extremo libre (1a).

4. Dispositivo según la reivindicación 2 o 3, **caracterizado por que** el medio auxiliar (2) se dispone a una distancia del electrodo captador (1) inferior o igual a 15 mm.

5. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, **caracterizado por que** el medio auxiliar (2) comprende un elemento metálico (2) constituido por un anillo (2), por un disco o por un cilindro hueco (2).

6. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, **caracterizado por que** los medios de activación se configuran para polarizar el medio auxiliar (2) con una tensión eléctrica del mismo signo que la del campo ambiente, de tal manera que el extremo libre (1a) del electrodo captador (1) se convierta virtualmente en más afilado.

7. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, **caracterizado por que** los medios de activación se configuran para polarizar el medio auxiliar (2) con una tensión eléctrica de signo opuesto a la del campo ambiente o con una tensión nula, de tal manera que el extremo libre (1a) del electrodo captador (1) se convierta virtualmente en más redondeado.

8. Procedimiento de captación de una corriente del rayo en un electrodo captador (1) unido a la tierra y que presenta un extremo libre (1a), que consiste particularmente en hacer variar al menos el coeficiente de amplificación del campo eléctrico local en la proximidad de este extremo libre (1a), a través de los medios de variación (2, 3) del comportamiento eléctrico de este extremo libre (1a), estando dicho procedimiento **caracterizado por que** comprende al menos una etapa de medición del campo eléctrico ambiente y/o de su variación en el transcurso del tiempo, y al menos una etapa de variación de la característica eléctrica del extremo libre (1a) en función del valor medido del campo eléctrico ambiente y/o de su variación en el transcurso del tiempo.

9. Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado por que** la variación de la característica eléctrica del extremo libre (1a) se obtiene haciendo variar el potencial eléctrico de un medio auxiliar (2) dispuesto en la proximidad del extremo libre (1a) y conectado a un generador de tensión eléctrica (3).

10. Procedimiento según la reivindicación 9, **caracterizado por que** comprende una etapa en el curso de la que el medio auxiliar (2) se polariza con una tensión de signo opuesto a la del campo ambiente o una tensión nula, de tal manera que el extremo libre (1a) del electrodo captador se convierte virtualmente en más redondeado.

11. Procedimiento según la reivindicación 9 o 10, **caracterizado por que** comprende una etapa en el curso de la que el medio auxiliar (2) se polariza con una tensión del mismo signo que la del campo ambiente, de tal manera que el extremo libre (1a) del electrodo captador se convierte virtualmente en más afilado.

12. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, **caracterizado por que** comprende una primera etapa en el curso de la que el medio auxiliar (2) se polariza con una tensión de signo opuesto a la del campo ambiente o con una tensión nula, seguida por una segunda etapa en el curso de la que el medio auxiliar (2) se polariza con una tensión del mismo signo que la del campo ambiente.

13. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, **caracterizado por que** comprende una primera etapa en el curso de la que el medio auxiliar (2) se polariza con una tensión de signo opuesto a la del campo ambiente, seguida de una segunda etapa en el curso de la que el medio auxiliar (2) se polariza con una tensión nula o una tensión del mismo signo que la del campo ambiente.

14. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, **caracterizado por que** comprende una primera etapa en el curso de la que el medio auxiliar (2) se polariza con una primera tensión de signo opuesto a la del campo ambiente, seguida de una segunda etapa en el curso de la que el medio auxiliar (2) se polariza con una segunda tensión de signo opuesto a la del campo ambiente, siendo el valor de la segunda tensión superior al de la primera tensión.

15. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, **caracterizado por que** comprende una primera etapa en el curso de la que el medio auxiliar (2) se polariza con una primera tensión del mismo signo que la del campo ambiente, seguido de una segunda etapa en el curso de la que el medio auxiliar (2) se polariza con una segunda tensión del mismo signo que la del campo ambiente, siendo el valor de la segunda tensión superior al de la primera tensión.

16. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 15, **caracterizado por que** la segunda etapa se realiza cuando la variación instantánea del campo ambiente en el transcurso del tiempo sobrepasa un umbral predeterminado.

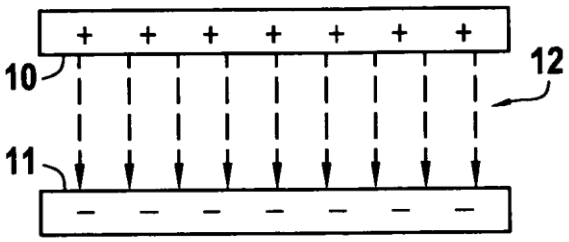

FIG.1A

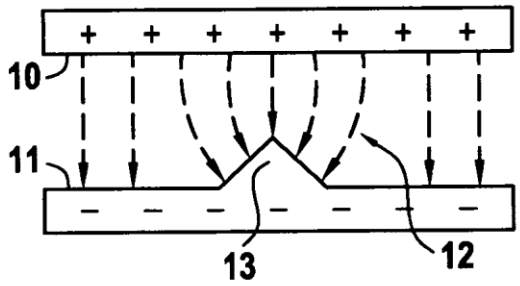

FIG.1B

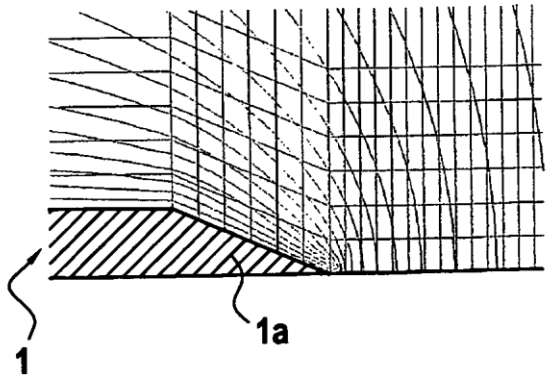

FIG.3A

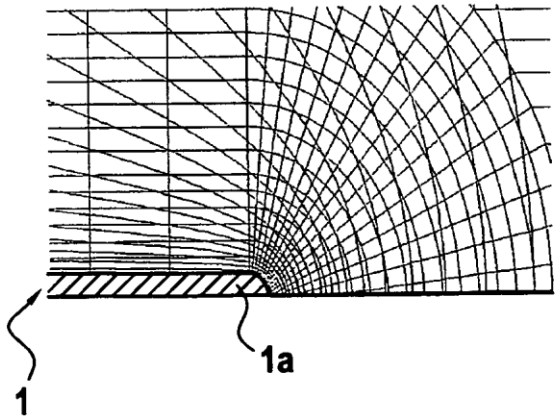

FIG.3B

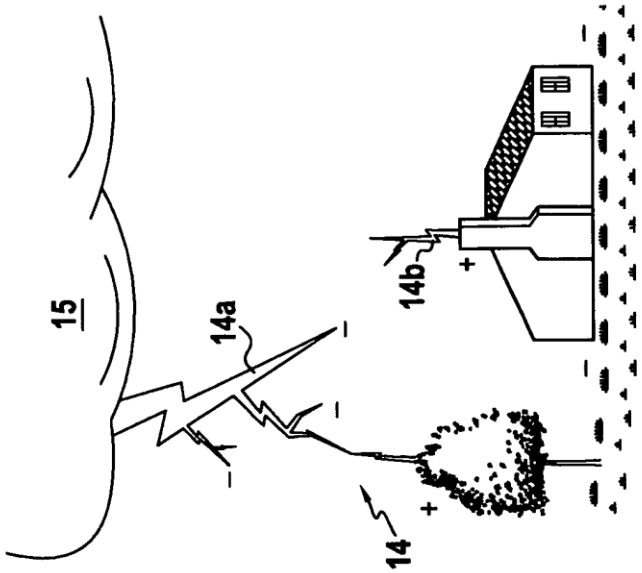

FIG.2C

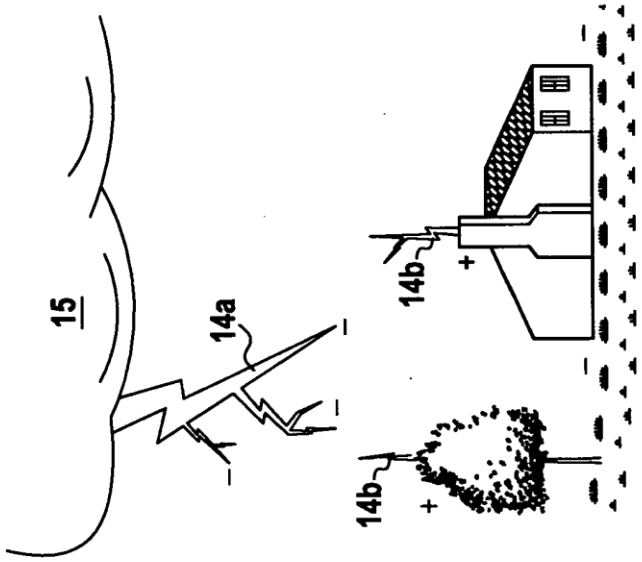

FIG.2B

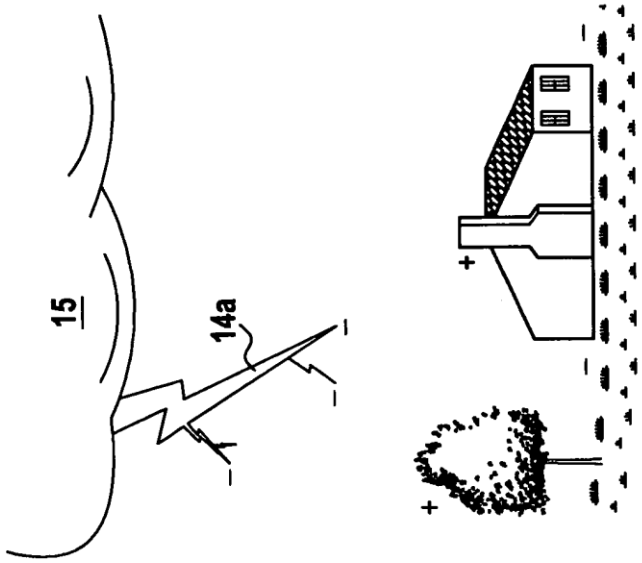

FIG.2A

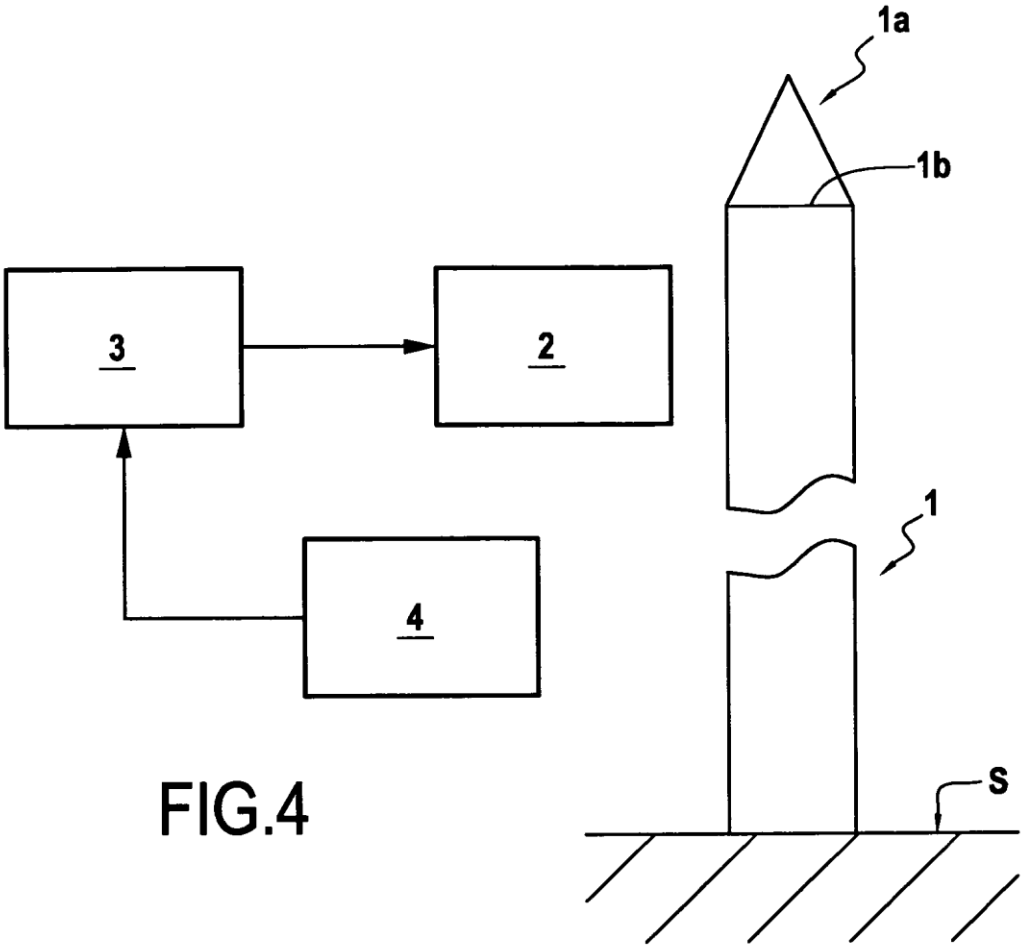

FIG.4

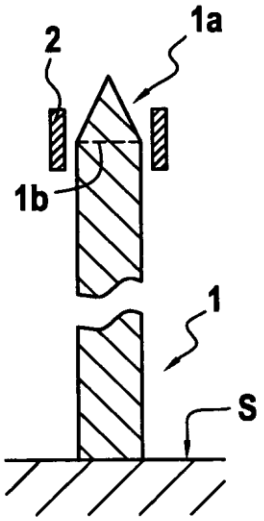

FIG.5A

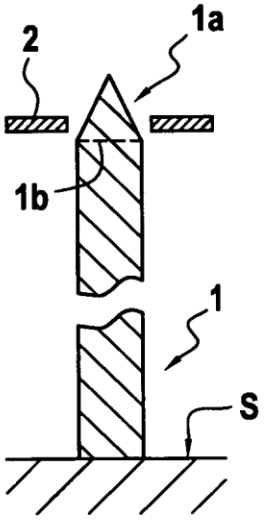

FIG.5B