



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 364 479**

51 Int. Cl.:
H02G 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04787332 .8**

96 Fecha de presentación : **08.09.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1665485**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.06.2006**

54 Título: **Pararrayos con dispositivo de cebado por impulsos y propagación continua.**

30 Prioridad: **09.09.2003 FR 03 10591**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
05.09.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
05.09.2011

73 Titular/es: **FRANKLIN FRANCE 2F**
13, rue Louis Armand
Zone Industrielle
77330 Ozoir-la-Ferrière, FR

72 Inventor/es: **Djermoune, Djamal**

74 Agente: **Curell Aguilá, Marcelino**

ES 2 364 479 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

Pararrayos con dispositivo de cebado por impulsos y propagación continua.

5 La presente invención se refiere a un pararrayos del tipo que comprende un dispositivo de cebado.

La presente invención encuentra su aplicación en la protección contra el impacto directo del rayo de cualquier estructura, inmueble, casa, fábrica, monumento, centro de ocio, poste de telecomunicación, líneas de transporte de energía, etc.

10 Como se sabe, el primer dispositivo de protección contra el rayo se debe a Benjamin Franklin que ha propuesto el pararrayos denominado "pararrayos de Franklin", también denominado "vástago de Franklin", "punta inerte" o "punta seca". Este dispositivo está compuesto por un vástago metálico conectado a tierra y puntiagudo en su parte superior. Su principio de funcionamiento es que al aproximarse a una nube tormentosa, el campo local en la región próxima a la punta del vástago puede, a causa de la amplificación debida al efecto de punta, alcanzar unos valores suficientemente grandes para provocar un efecto corona. Este último corresponde a la formación de un medio ionizado (plasma) muy localizado alrededor de la punta. Es generado por una multitud de avalanchas electrónicas que se suceden de forma casi autónoma. Los electrones gérmenes que son el origen de estas avalanchas pueden ser creados por diversos mecanismos: ionización natural debida a la radioactividad y a las radiaciones cósmicas, desprendimiento de los electrones de los iones negativos, fotoionización del gas, etc.

20 Durante la fase de madurez de la nube tormentosa, el proceso de electrización se amplifica y, cuando es suficientemente grande, genera un rayo que empieza por la formación, en el seno de la nube, de un trazador ascendente, que se propaga por saltos de algunas decenas de metros en dirección al suelo. Durante esta fase, el efecto corona sobre la punta del vástago Franklin se amplifica y el volumen de expansión del plasma y la punta aumenta.

30 Cuando el trazador descendente alcanza unas altitudes bastante bajas (inferiores a 100 metros), desarrolla en la proximidad de la punta un campo eléctrico que puede sobrepasar algunos centenares de kV/cm. En presencia de un campo de este tipo, unas descargas eléctricas filamentosas, llamadas "dardo" o "streamers", tienen origen en el volumen ionizado creado por el efecto corona y se prologan en dirección del trazador descendente dejando detrás de ellas un canal de aire parcialmente ionizado. En función de la energía de la que disponen en el momento de su cebado, energía electroestática almacenada en la capacidad (punta Franklin/trazador descendente), estas descargas pueden recorrer unas distancias más o menos grandes antes de extinguirse y de desaparecer. Cada una de estas descargas está seguida de un periodo oscuro que corresponde a la duración necesaria para el restablecimiento de la distribución del campo eléctrico sobre la punta, duración a la que se añade el tiempo aleatorio de formación de un nuevo electrón germen. La descarga que se inicia más pronto, disponiendo de una energía óptima, puede transformarse en trazador ascendente y llegar hasta la unión con el trazador descendente: es la captura del rayo.

40 El pararrayos de Franklin obtiene su eficacia del efecto de punta que permite amplificar suficientemente el campo eléctrico local para cebar el trazador ascendente.

45 Se ha buscado desde hace mucho tiempo aumentar el radio de protección de los pararrayos combinando diversos medios con el efecto de punta del vástago de Franklin. El documento EP 402 552 describe un pararrayos de este tipo.

50 Entre estos medios, algunos actúan sobre el medio circundante del pararrayos y lo preparan para un eventual rayo y aumentan la densidad de las cargas libres, y por tanto su conductividad. El medio resulta entonces un camino preferente para el trazador descendente. Para crear dichas cargas libres en el aire, se han propuesto varias soluciones entre las cuales se pueden citar:

- 55 • la utilización de una fuente radioactiva que consiste en instalar directamente sobre el pararrayos unas pastillas de elementos radioactivos que emiten unos rayos energéticos α . Por ionización, esta radiación permite aumentar la frecuencia de producción de los pares electrones/iones positivos en el aire: sin embargo esta solución ya no se puede prever teniendo en cuenta las restricciones reglamentarias de la utilización de los radioelementos en la mayor parte de los países, y en particular en Francia, donde han constituido el objeto de una prohibición definitiva en la fabricación de los pararrayos;
- 60 • el recurso a una fuente eléctrica exterior, tal como una batería o un generador de alta tensión, conectada entre la punta del pararrayos y la tierra, pero esta solución implica unas operaciones de mantenimiento que la hacen onerosa y poco práctica;
- 65 • la utilización de una fuente piezoeléctrica que consiste en equipar el pararrayos con un dispositivo mecánico que, bajo la acción del viento, ejerce una presión sobre unos elementos de cerámica piezoeléctrica, los cuales suministran una tensión que es aplicada sobre la punta del pararrayos, estando la punta del pararrayos dispuesta

en un casco (cabeza) conductor para proteger los elementos piezoeléctricos del impacto directo del rayo y estando un sistema de orificios realizado en las partes superior e inferior del casco de tal manera que las cargas que son creadas sean expulsadas por efecto Venturi: aunque cualquier nube tormentosa esté acompañada por un viento más o menos intenso, este sistema, que no está equipado con un dispositivo de almacenado y de control de la energía, es tributario de la presencia de viento en algunos instantes que preceden al rayo.

Otros medios que tienden a aumentar el radio de protección de los pararrayos han tenido por objetivo que los trazadores o precursores ascendentes se ceben más pronto sobre la punta del pararrayos que en las otras asperezas inertes circundantes. En general, para ello, los pararrayos han sido equipados con un electrodo para captar el campo eléctrico ambiente y/o su variación temporal. El sistema formado por este electrodo y la parte del pararrayos conectada a tierra se comporta como un condensador cuya capacidad es muy pequeña (algunas decenas de pF). En algunos de estos pararrayos, este condensador permite cargar otro condensador cuya capacidad es más grande (algunos μF). Cuando el valor del campo eléctrico y/o su variación temporal sobrepasa un umbral dado, característico de la aproximación de un trazador descendente, el condensador es descargado sobre la punta del pararrayos, provocando una chispa que inicia el cebado del trazador ascendente. La mayoría de estos sistemas utilizan la energía del campo eléctrico ambiente únicamente para este cebado. Sin embargo, los pararrayos equipados con dichos sistemas no pueden conciliar el avance del cebado y la necesidad energética necesaria para la propagación del trazador ascendente puesto que la capacidad del condensador entre la punta del pararrayos y la tierra debe ser a la vez suficientemente pequeña para permitir un avance del cebado, pero suficientemente grande para mantener la propagación del trazador. Otros sistemas, en contrapartida, preconizan la utilización de la energía del campo eléctrico ambiente para cargar unos condensadores de alta capacidad con el fin de aportar una energía suplementaria a la descara ascendente y mantener su preparación. Estos sistemas adolecen sin embargo de un inconveniente principal: para un mismo rayo, la carga del condensador necesita un campo eléctrico más intenso, lo cual sólo es posible si el rayo está más próximo al pararrayos. Ahora bien, el objetivo perseguido es, por el contrario, aumentar el radio de acción del pararrayos.

Como se desprende de lo que precede, los esfuerzos que se han realizado hasta el presente para aumentar el radio de acción de los pararrayos se han referido, principalmente, a la mejora del tiempo de cebado del trazador ascendente. Sin embargo, la eficacia de un pararrayos no depende únicamente del instante del cebado de una chispa en su punta. También es preciso asegurarse de que esta chispa pueda transformarse en trazador ascendente ("leader") capaz de propagarse en una gran distancia para enganchar eventualmente el trazador descendente. Durante su propagación, el trazado ascendente obtiene esencialmente su energía del campo eléctrico radiado por el trazador descendente. Sin embargo, el valor de este puede ser insuficiente cuando el cebado del trazador ascendente se produce muy pronto, estando el trazador descendente entonces demasiado lejos. En estas condiciones, la propagación del trazador ascendente necesita una aportación mínima de energía exterior durante su fase de arranque. Esta necesidad de energía es tanto mayor cuanto más temprano se produce el cebado. En la bibliografía, esta energía está expresada por la noción del campo eléctrico de estabilización, que es el valor mínimo del campo eléctrico medio por encima del cual cualquier descarga eléctrica que se ceba sobre la punta del pararrayos es una descarga estable, es decir capaz de transformarse en trazador y de propagarse sobre grandes distancias. El criterio energético aparece por tanto como una condición necesaria para cualquier mejora (aumento) del radio de acción (distancia de protección) de un pararrayos.

La presente invención tiene por tanto por objetivo aportar un nuevo pararrayos, con dispositivo de cebado autónomo, que tiene en cuenta la necesidad energética del trazador ascendente para su propagación, objetivo que se alcanza en el sentido de que propone un pararrayos del tipo con dispositivo de cebado que está caracterizado porque comprende:

- una primera unidad, llamada "unidad de potencia", que asegura la recogida de la energía eólica y/o solar, su transformación en energía eléctrica y su almacenado;
- una segunda unidad, llamada "unidad de impulso", que asegura la captura y el almacenado de la energía electrostática ambiente en la proximidad de una nube tormentosa, y
- unos medios adaptados, en función de valores de consigna, para disparar, por una parte, dicha unidad de impulso para el cebado de un trazador ascendente y, por otra parte, dicha unidad de potencia para el mantenimiento de la propagación de dicho trazador.

La unidad de potencia comprende, para la recogida de la energía eólica y/o solar, por ejemplo, un dispositivo de células fotovoltaicas y/o un dispositivo eólico con células piezoeléctricas y/o un dispositivo eólico acoplado a un alternador con imanes permanentes y, para el almacenado de la energía eléctrica, por lo menos un condensador de alta capacidad, es decir superior a 10 μF .

Por su lado, la unidad de impulso comprende, como medio de captura de la energía electrostática ambiente, un órgano de toma de potencial, que puede ser la punta del pararrayos misma, y como medio de almacenado de esta energía, por lo menos un condensador de baja capacidad, es decir ampliamente inferior a 1 nF. Más precisamente, la capacidad del condensador de impulso está optimizada con el fin de captar el máximo de energía electrostática

atmosférica permitiendo al mismo tiempo que la tensión en sus bornes alcance el umbral de cebado de una descarga "dardo" sobre el órgano de toma de potencial.

5 El pararrayos comprende además, por una parte, un primer sensor integrado que mide el campo eléctrico captado por dicho órgano de toma de potencial para compararlo con un valor ligeramente inferior al umbral de cebado característico de una descarga "dardo" y que, si el campo eléctrico ambiente medido sobrepasa este valor, manda la inversión de la tensión en los bornes de dicho condensador de la unidad de impulso y la descarga de dicho condensador sobre el órgano de toma de potencia y, por otra parte, un segundo sensor integrado que mide la intensidad de la descarga eléctrica que se forma sobre el órgano de potencial, para compararla con un valor de intensidad característico de una descarga de tipo trazador y que, si la intensidad medida es superior o igual a este umbral, manda la descarga del condensador de la unidad de potencia.

15 La asociación de la unidad de potencia y de la unidad de impulso utiliza una nueva técnica que permite conciliar el avance del cebado y la necesidad energética de la descarga ascendente. Estas dos unidades están fuertemente acopladas, de lo cual resulta la importancia de cada uno de los dos sensores integrados.

20 Se comprende que el pararrayos según la invención utiliza la energía almacenada en los condensadores de la unidad de potencia de manera acoplada y síncrona con la energía electrostática presente en la atmosfera en la proximidad de un rayo.

En un modo de realización de la invención, dicho primer sensor integrado dispara la inversión de la tensión en los bornes del condensador de impulso cuando la tensión en los bornes de dicho condensador es por lo menos igual al 90% del umbral de cebado de una descarga "dardo".

25 La descarga del condensador de impulso provoca la inversión de la polaridad del órgano de toma de potencial.

En un modo de realización particular, el tiempo necesario para la inversión de la tensión en los bornes del condensador de impulso es como máximo igual a 10 μ s.

30 El pararrayos comprende, además, unos medios que permiten detectar la polaridad de una nube tormentosa, y la unidad de potencia comprende un transformador de impulso de alta tensión con dobles arrollamientos primarios conectados cada uno, a través de uno de dos tiristores de potencia, a dicho condensador de gran capacidad, que forma el condensador de almacenado, descargándose dicho condensador a través de aquél de los arrollamientos primarios que es seleccionado en función de la polaridad de la nube tormentosa, de manera que el impulso de alta tensión suministrado por el secundario es de signo contrario al de dicha nube tormentosa.

35 En un modo de realización particular, el pararrayos de la invención comprende un descargador coronado por la base abocardada en paraguas de la punta del pararrayos, de manera que el descargador está protegido contra la lluvia.

40 La invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción siguiente dada en relación con los planos adjuntos, en los que:

45 - la figura 1a es una sección longitudinal esquemática de una forma de realización del pararrayos según la invención, que comprende, como fuente de energía, un dispositivo eólico con células piezoeléctricas;

- la figura 1b representa un detalle a mayor escala de la figura 1a;

50 - las figuras 1c y 1d son unas vistas en perspectiva de dos dispositivos susceptibles de sustituir el dispositivo eólico con células piezoeléctricas de la figura 1a;

- la figura 2 es un esquema sinóptico del pararrayos según la invención, y

- la figura 3 es un esquema de bloques del circuito electrónico general utilizado según la invención.

55 La figura 1a representa una forma de realización posible de un pararrayos 1, según la invención. El pararrayos 1 comprende, de forma clásica, un vástago metálico 2, conectado a tierra, y montado entre una fuente de energía 3a y 3b y una punta o electrodo u órgano de toma de potencial 4, que realiza la función de sensor del campo eléctrico y de punto de impacto del rayo, punta 4 que está asilada con respecto a tierra. El pararrayos comprende, además, en un cárter 5, un circuito electrónico cuyos componentes principales están ilustrados en este caso, pero que será descrito en detalle en relación con la figura 3. Este circuito comprende dos condensadores, a saber un condensador de alta capacidad 6 y un condensador de baja capacidad 7, quedando entendido que el singular "un condensador" puede también tener el sentido de "varios condensadores". A los condensadores 6 y 7 están asociados, respectivamente, unos sistemas electrónicos de mando y de control que comprenden unos sensores integrados 8 y 9. El órgano de captura 4 y el condensador 7 forman parte de un circuito denominado "de impulso", mientras que la fuente de energía 3a y 3b y el condensador 6 forman parte de un dispositivo denominado "de potencia".

Como se desprende de la figura 1b, la punta 4 del pararrayos se ensancha, por su base, en un paraguas 4a. El fondo cóncavo del paraguas 4a descansa sobre una pieza aislante 10 que presenta un escalonado 11 por medio del cual se asienta sobre la parte superior de un electrodo de masa 12 que cubre el cárter 5 y que está conectado a tierra. La parte de la pieza 10 antes del escalonado 11 separa el fondo cóncavo del pararrayos 4a de la pieza 12 en una distancia dada, que forma un puente descargador 13 en el aire. El paraguas 4a garantiza el funcionamiento del descargador 13 bajo la lluvia.

La fuente de energía del pararrayos representada en la figura 1a está constituida por un dispositivo mecánico eólico 3a que, bajo el efecto del viento, ejerce una presión sobre unos elementos de cerámica piezoeléctrica 3b. La relación de transmisión mecánica es suficientemente grande para que, incluso en presencia de un viento de muy baja velocidad, la tensión suministrada por los elementos de cerámica piezoeléctrica 3b sea elevada.

En lugar de utilizar unos elementos de cerámica piezoeléctrica 3b, la fuente de energía eólica puede emplear un alternador con imanes permanentes 14 al cual está acoplado mecánicamente un ventilador tangencial 15 (figura 1c). La presión ejercida por el viento sobre las aletas del ventilador 15 permite arrastrar el alternador 14. Éste produce una tensión sinusoidal cuya amplitud y frecuencia dependen de la velocidad del viento. Para una velocidad de viento mínima dada, se puede utilizar un transformador elevador con el fin de asegurar una amplitud suficiente de la tensión de carga de los condensadores de potencia.

Independientemente de que se utilice el dispositivo con elementos de cerámica piezoeléctrica de la figura 1a o el alternador con imanes permanentes de la figura 1c, el viento constituye una fuente de energía segura puesto que el viento es un elemento fundamental en la formación de una nube tormentosa.

Como variante, el pararrayos puede utilizar la energía solar como fuente de energía. En este caso, la superficie exterior del cárter 5 puede estar recubierta de células fotovoltaicas 16, y de un dispositivo elevador de tensión 17 (figura 1d) que alimentan el dispositivo de potencia transformando, por efecto fotoeléctrico, la energía solar en energía eléctrica. En este caso, el almacenamiento de la energía se debe realizar en periodo de buen tiempo cuando la intensidad de radiación solar es mayor. La elección de los acumuladores (condensadores) de almacenamiento de energía es por tanto muy importante. Su duración característica de descarga (corriente de fuga) debe ser lo más larga posible si se quiere conservar la carga almacenada hasta un eventual rayo puesto que, en periodo tormentoso, la intensidad de la radiación solar puede no ser suficiente para recargarlos.

Queda entendido que las fuentes de energía eólica y solar no se excluyen una a la otra y que el pararrayos según la invención puede recurrir a una combinación de las dos.

El principio de funcionamiento del pararrayos representado en la figura 1, y de sus variantes de las figuras 1c y 1d, está esquematizado en la figura 2.

El pararrayos según la invención comprende fundamentalmente una unidad de potencia (bloque P) y una unidad de impulso (bloque I).

En periodo sin tormenta, la unidad de potencia P recoge la energía, que es o bien energía eólica según 3a ó 15, o bien energía solar según 16, o bien las dos, la transforma en energía eléctrica por medio del dispositivo apropiado 3b, 14 y/o 17, y la almacena en el condensador de potencia 6 de alta capacidad.

Cuando se aproxima una nube tormentosa, la unidad de impulsos I almacena en el condensador de baja capacidad 7 la energía electrostática presente. El sensor integrado 9 mide el valor del campo eléctrico ambiente y, cuando se aproxima un rayo, provoca la inversión de la tensión en los bornes del condensador 7, lo cual provoca una inversión casi instantánea de la polaridad de la punta 4 del pararrayos, provocando una amplificación brusca del campo eléctrico sobre su punta 4 y genera el cebado de una descarga eléctrica ascendente.

Para provocar el cebado de la descarga ascendente, el disparo de la unidad de impulso I se debe realizar cuando el valor del campo eléctrico ambiente está comprendido entre el umbral de aparición del "efecto corona" y el umbral de formación de una descarga "dardo" en la punta 4 del pararrayos.

En cuanto la descarga ascendente se ha formado sobre la punta 4 del pararrayos, el segundo sensor integrado 8 mide la intensidad de la corriente de esta descarga y determina si el dispositivo de potencia P debe, o no, descargar el condensador 6. En efecto, la evolución de la descarga inicial "dardo" hacia un trazador ascendente está acompañada de un gran aumento del valor de la corriente. Ésta crece de un valor de algunos centenares de miliamperios, característico de una descarga "dardo" a un valor de algunas decenas de amperios, característico de la descarga trazador. Cuando el valor de esta intensidad alcanza o está a punto de alcanzar el umbral característico de una descarga de tipo trazador, el segundo sensor 8 da orden al conjunto 18, formado por el circuito que permite la elección de la polaridad, al transformador de impulso de alta tensión y a los tiristores de potencia con sus diodos de protección, de descargar el condensador 6.

Toda la energía almacenada en este condensador 6 está puesta a disposición del trazador ascendente para

mantener su propagación hasta la captura del trazador descendente o rayo por la punta 4. Después de la captura del rayo, la corriente conducida es canalizada hacia tierra por el descargador 13. El conjunto está así protegido contra cualquier sobretensión o sobreintensidad.

- 5 Si se tiene en cuenta ahora el detalle del circuito (figura 3), la tensión $e(t)$, proporcionada por la fuente de energía 3b y/o 14 y/o 17, es rectificadora por un puente rectificador de doble alternancia (D_{1R} y D_{3R}) cuyo punto medio es conectado a tierra. La tensión así rectificadora permite cargar el condensador de potencia formado por la puesta en serie de los condensadores 6, C_{1P} y 6, C_{2P} . La asociación de la resistencia R_P y de la varistancia V_P , dispuesta corriente arriba del puente rectificador, le asegura, respectivamente, una protección contra las sobreintensidades y las sobretensiones. Aunque los condensadores 6, C_{1P} y 6, C_{2P} sean de alta capacidad, superior a 10 μF , su carga no necesita sin embargo una fuerte corriente. Teniendo en cuenta el intervalo de tiempo relativamente elevado entre dos tormentas sucesivas, de mediana superior a 20 minutos, una corriente de algunos miliamperios es suficiente para cargar estos condensadores a una tensión de aproximadamente 1 kV.
- 10
- 15 La punta 4 del pararrayos capta una tensión U_C que corresponde a la mediana de las superficies equipotenciales que atraviesa. Esta tensión se utiliza para cargar un condensador de impulso 7, C_I de baja capacidad. Cuando la tensión en los bornes de este último alcanza la tensión de cebado del descargador 9, E_I (que constituye el primer sensor integrado), éste se cierra y el condensador 7, C_I se descarga a través de la inductancia secundaria L_{SIHT} de un transformador de impulso de alta tensión (bloque TR_{IHT}). El descargador 9, E_I está dimensionado de manera que su tensión de cebado U_{STR} sea ligeramente inferior al umbral de tensión de aparición de las descargas "dardo" en la punta 4. Par almacenar un máximo de energía, el valor de la capacidad 7, C_I es el mayor posible que permita que la tensión de sus bornes alcance el umbral de tensión U_{STR} . En efecto, el sistema "trazador descendente" - "órgano de captura del potencial" (punta 4)- "tierra" se comporta como un divisor capacitivo. Cuanto más grande es el valor de la capacidad 7, C_I , conectada entre la punta 4 y la tierra, más baja es la tensión en sus bornes. Cuando el descargador 9, E_I se cierra, la tensión en los bornes del condensador 7, C_I se invierte muy rápidamente, pasando del valor U_{STR} al valor $-U_{STR}$ al cabo de una decena de microsegundos, que corresponden a un semiperiodo del circuito oscilante $L_{SIHT}-C_I$. esta inversión de polaridad genera una brusca elevación de la tensión entre el trazador descendente y la punta 4 puesto que ésta está directamente conectada al condensador 7, C_I . Como la tensión U_{STR} es muy próxima a la tensión de un umbral de aparición de una descarga "dardo", el aumento de la tensión entre el trazador ascendente y la cabeza del pararrayos provoca el cebado de una descarga "dardo" en su punta 4. La corriente característica conducida por este tipo de descarga es en general ampliamente inferior a 1 amperio. Si la distribución del campo eléctrico alrededor de la punta 4 es suficiente, la descarga "dardo" se transforma, al cabo de algunas decenas de centímetros de propagación, en una descarga eléctrica más intensa, llamada "trazador", que utiliza unas corrientes ampliamente superiores a 1 amperio. A la inversa, si el trazador descendente está demasiado alejado, fuera de la zona protegida por el pararrayos, el valor del campo eléctrico irradiado por éste puede no ser suficiente para transformar la descarga "dardo" en descarga "trazador". En estas condiciones, la descarga "dardo" desaparece al cabo de unos centímetros de propagación produciendo un impulso de corriente. El mismo es seguido de un periodo oscuro de algunas decenas de microsegundos durante el cual ninguna nueva descarga, puede tener lugar en la punta 4 del pararrayos. Este periodo oscuro pertenece a la fase de dispersión de las cargas eléctricas generadas por la descarga y el restablecimiento del campo eléctrico.
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40

Los condensadores de potencia 6, C_{1P} y 6, C_{2P} sólo deben descargarse si la descarga eléctrica que se forma en la punta 4 del pararrayos es una descarga del tipo "trazador".

- 45 Con este fin, el pararrayos está equipado con un segundo sensor integrado 8 que mide el valor de la corriente de la descarga. Este sensor 8 está realizado en forma de un circuito compuesto por una resistencia R_{1C} , montada en serie con el secundario R_{SIHT} del transformador TR_{IHT} , y de un diodo D_C que resulta pasante cuando la tensión en los bornes de la resistencia R_{1C} es superior a un cierto umbral $V_{Cumbrial}$. Este circuito alimenta, a través de un circuito filtrante (R_{2C} , C_C), el primario L_{PI} de un transformador de impulso (bloque TR_I) cuyo secundario está compuesto por dos arrollamientos L_{SIGN} y L_{SIGP} . Según la polaridad de la tensión primaria, unos diodos D_{GN} y D_{GP} permiten seleccionar cuál de dos tiristores de potencia TH_P y TH_N , debe ser cerrado aplicando sobre su gatillo el impulso de tensión proporcionado por el secundario y filtrado por los circuitos filtrantes (R_{1GN} , C_{GN} , R_{2GN} , y R_{3GN}) y (R_{1GP} , C_{GP} , R_{2GP} , y R_{3GP}) respectivamente. Un diodo D_{CP} , dispuesto en paralelo con la resistencia R_{1C} , asegura la protección del circuito sensor contra las sobretensiones limitando la tensión a un nivel ligeramente superior a $V_{Cumbrial}$. El paso de una corriente a través de la resistencia R_{1C} genera una caída de tensión cuyo valor es proporcional a su amplitud. Es suficiente por tanto fijar el valor de la resistencia R_{1C} de manera que la caída de tensión generada sea superior a la tensión $V_{Cumbrial}$ cuando la amplitud de una corriente de la descarga sobrepasa el umbral característico de una descarga "trazador".
- 50
- 55
- 60 Durante la descarga de los condensadores de potencia 6, C_{1P} y 6, C_{2P} , el impulso de alta tensión generado en los bornes del secundario L_{SIHT} del transformador TR_{IHT} siempre debe ser de signo opuesto a la polaridad de la nube tormentosa. El primario del transformador TR_{IHT} está constituido, con este fin, por dos arrollamientos (polos opuestos) L_{PNIHT} y L_{PPIHT} que están conectados al condensador de almacenado, formado por una puesta en serie de los condensadores 6, C_{1P} y 6, C_{2P} , respectivamente a través de los tiristores de potencia TH_N y TH_P según que estos condensadores 6, C_{1P} y 6, C_{2P} son descargados a través del primer o segundo arrollamiento, siendo la tensión secundaria o bien positiva o bien negativa. Como se ha descrito anteriormente, la elección de la polaridad se realiza
- 65

mediante el circuito que comprende el sensor de corriente 8, el transformador de impulso TR_I y los diodos D_{GN} y D_{GP}. Suministra entonces un impulso de tensión que, según la polaridad de la nube, se aplicará sobre el gatillo del tiristor apropiado. Los diodos D_{1P}, D_{2P} y D_{3P} limitan la tensión en los bornes de los tiristores TH_P y TH_N. Los mismos aseguran su protección contra las sobretensiones.

5

Después de la captura del rayo, la corriente es canalizada hacia la tierra por el descargador 13,E.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Pararrayos del tipo que presenta un dispositivo de cebado, caracterizado porque comprende:
- una primera unidad, llamada "unidad de potencia" (P), que asegura la recogida de la energía eólica y/o solar, su transformación en energía eléctrica y su almacenado;
 - 10 - una segunda unidad, llamada "unida de impulso" (I), que asegura la captura y el almacenado de la energía electroestática ambiente cuando se aproxima una nube tormentosa, y
 - unos medios adaptados, en función de valores de consigna, para disparar, por una parte, dicha unidad de impulso (I) para el cebado de un trazador ascendente y, por otra parte, dicha unidad de potencia (P) para el mantenimiento de la propagación de dicho trazador.
- 15 2. Pararrayos según la reivindicación 1, caracterizado porque la unidad de potencia comprende, para la recogida de la energía eólica y/o solar, un dispositivo de células fotovoltaicas (16) y (17) y/o un dispositivo eólico con células piezoeléctricas (3a) y (3b) y/o un dispositivo eólico acoplado a un alternador con imanes permanentes (14) y (15), y para el almacenado de la energía eléctrica, por lo menos un condensador de alta capacidad (6).
- 20 3. Pararrayos según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque dicha unidad de impulso comprende, como medio de captura de la energía electrostática ambiente, un órgano de toma de potencial (4), y como medio de almacenado de esta energía, por lo menos un condensador de baja capacidad (7).
- 25 4. Pararrayos según la reivindicación 3, caracterizado porque la capacidad del condensador de impulso (7) está optimizada con el fin de captar el máximo de energía electrostática atmosférica permitiendo al mismo tiempo que la tensión en sus bornes alcance el umbral de cebado de una descarga "dardo" sobre el órgano de toma de potencial (4).
- 30 5. Pararrayos según la reivindicación 3 ó 4, caracterizado porque comprende además un primer sensor integrado (9) que mide el campo eléctrico ambiente captado por dicho órgano de toma de potencial (4) para compararlo con un valor ligeramente inferior al umbral de cebado característico de una descarga "dardo" y que, si el campo eléctrico ambiente medido sobrepasa este valor, manda la inversión de la tensión en los bornes de dicho condensador (7) de la unidad de impulso.
- 35 6. Pararrayos según la reivindicación 5, caracterizado porque dicho primer sensor integrado (9) dispara la inversión de la tensión en los bornes del condensador de impulso (7) cuando la tensión en los bornes de dicho condensador (7) es por lo menos igual al 90% del umbral de cebado de una descarga "dardo".
- 40 7. Pararrayos según la reivindicación 5 ó 6, caracterizado porque el tiempo necesario para la inversión de la tensión en los bornes del condensador de impulso (7) es como máximo igual a 10 μ s.
- 45 8. Pararrayos según la reivindicación 5, 6 ó 7, caracterizado porque la inversión de la tensión en los bornes del condensador de impulso (7) provoca la inversión de la polaridad del órgano de toma de potencial (4) y el cebado de una descarga eléctrica sobre el órgano de toma de potencial (4).
- 50 9. Pararrayos según una de las reivindicaciones 5 a 8, caracterizado porque comprende un segundo sensor integrado (8) que mide la intensidad de la descarga eléctrica que se forma sobre el órgano de toma de potencial (4) para compararla con un valor de intensidad característico de una descarga de tipo trazador y que, si la intensidad medida es superior o igual a este umbral, manda la descarga del condensador (6) de la unidad de potencia.
- 55 10. Pararrayos según la reivindicación 2, caracterizado porque utiliza la energía almacenada en el condensador (6) de la unidad de potencia de manera acoplada y síncrona con la energía electroestática presente en la atmosfera cuando se aproxima un rayo.
- 60 11. Pararrayos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende unos medios que permiten detectar la polaridad de una nube tormentosa.
- 65 12. Pararrayos según la reivindicación 11, caracterizado porque la unidad de potencia comprende un transformador de impulso de alta tensión (TR_{IHT}) con dobles arrollamientos primarios (L_{PNIHT}, L_{PPIHT}) conectados cada uno, a través de uno de dos tiristores de potencia (TH_N, TH_P), a dicho condensador de alta capacidad (6), formando el condensador de almacenado, descargándose dicho condensador a través de aquél de los arrollamientos primarios que es seleccionado en función de la polaridad de la nube tormentosa, de manera que el impulso de alta tensión suministrado por el secundario es de signo contrario al de dicha nube tormentosa.
13. Pararrayos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende un descargador (13) coronado por la base ensanchada en paraguas (4a) del órgano de toma de potencial (4).

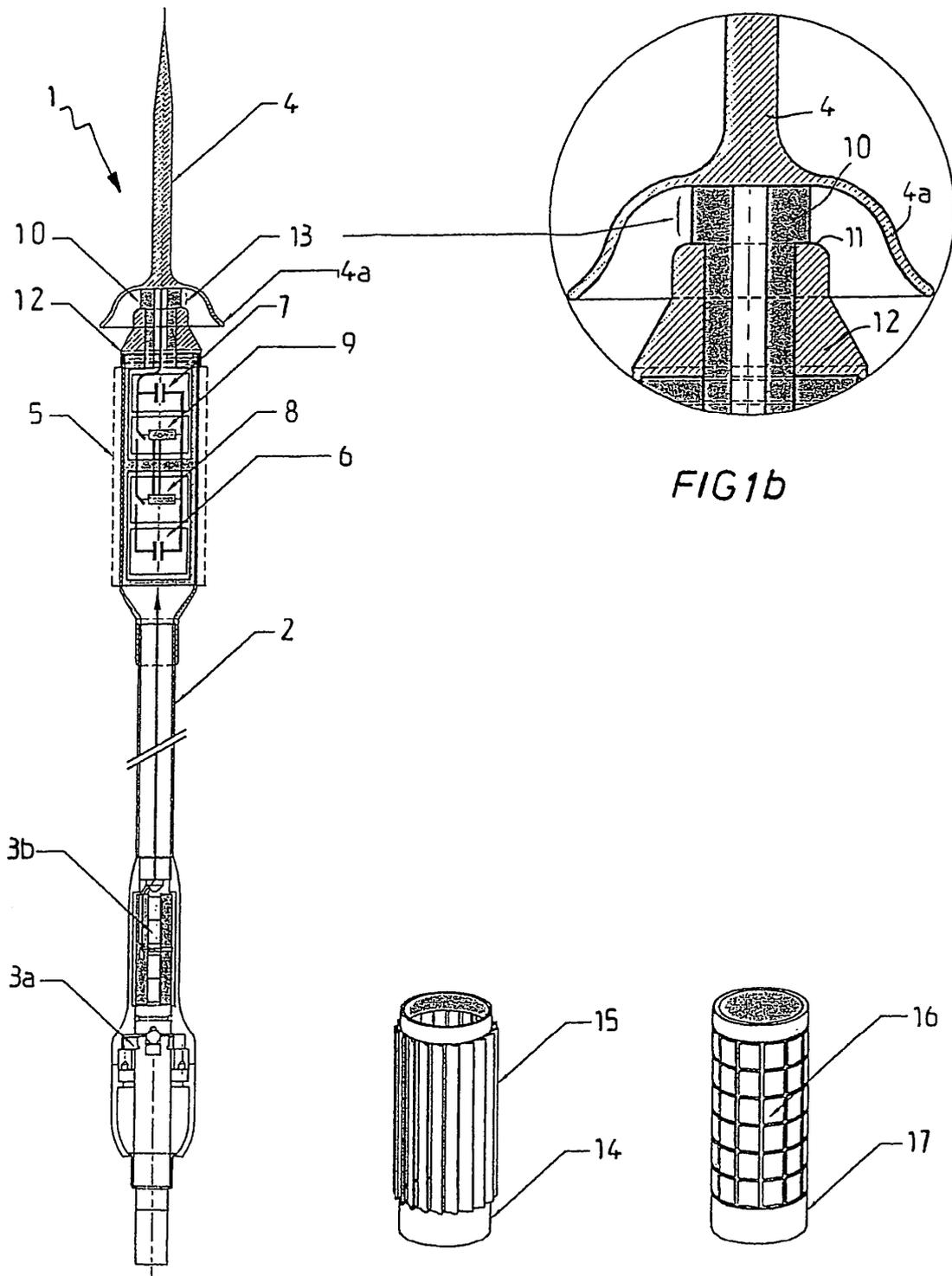


FIG 1a

FIG 1c

FIG 1d

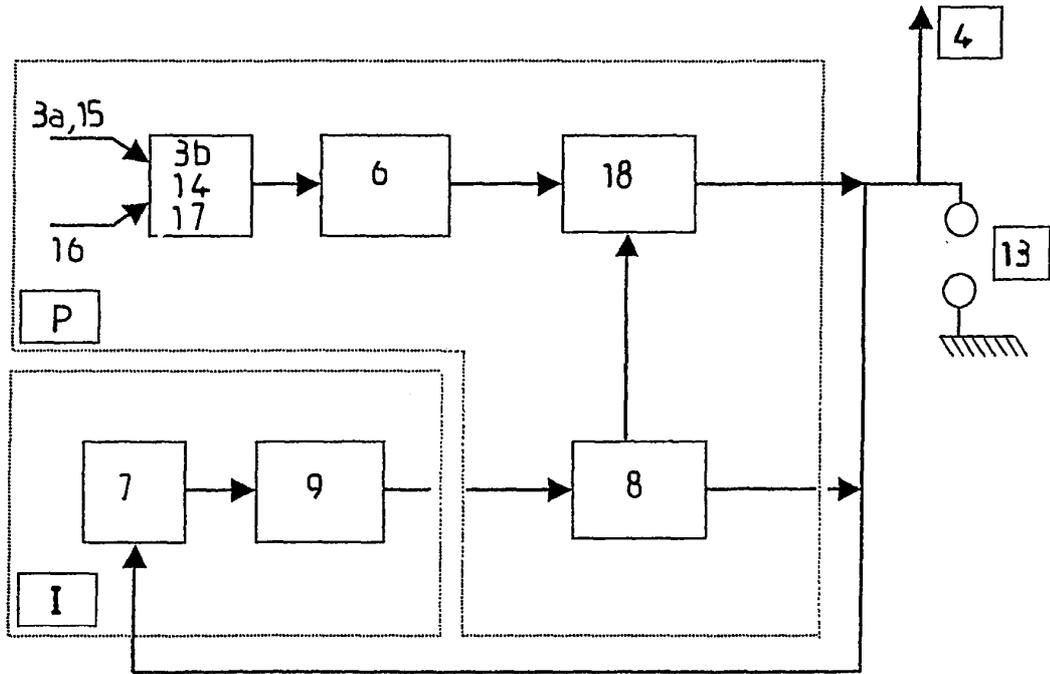


FIG 2

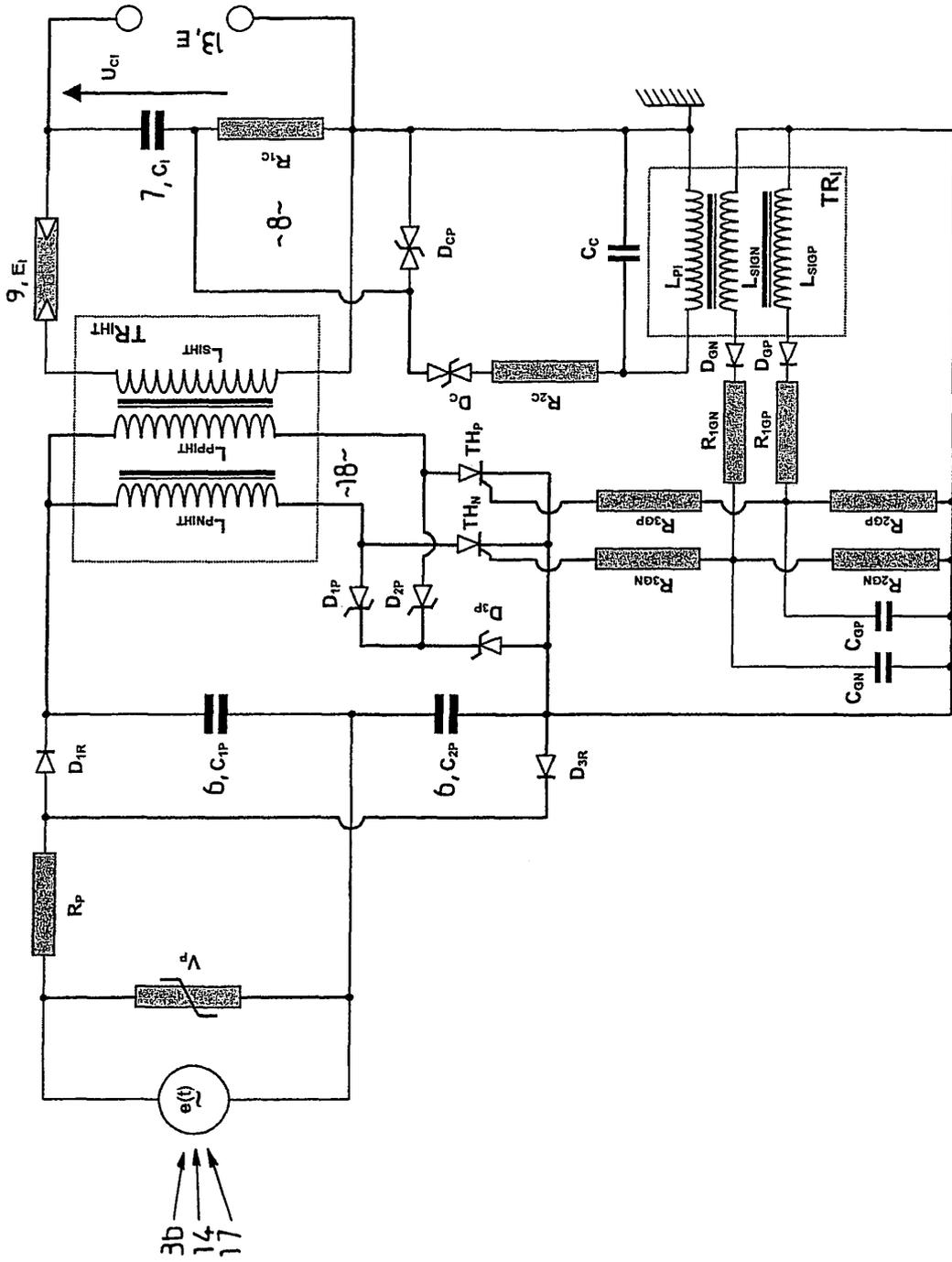


FIG3