

PARARRAYOS CON CÁMARAS DE PRESURIZACIÓN

CAMPO DE LA INVENCION

5 La invención se refiere a pararrayos para protección contra sobretensiones, por ejemplo, protección contra rayos, de equipos eléctricos, de líneas de energía de alto voltaje y de redes de energía eléctrica. La invención también se refiere a elementos de líneas de energía de alto voltaje equipadas con tales pararrayos.

10 TÉCNICA ANTERIOR

Las descargas de rayos son uno de los fenómenos más peligrosos para el funcionamiento de líneas de energía de alto voltaje. Durante la sobretensión del rayo, el espacio de aire entre el elemento portador de corriente de la línea de energía y el elemento conectado a tierra se
15 superpone. Después del final del pulso de sobretensión del rayo, esta superposición se convierte en un arco de potencia de una frecuencia industrial bajo la influencia de un voltaje de frecuencia industrial aplicado al elemento portador de corriente.

Para resolver el problema de la aparición de arco eléctrico durante la sobretensión de los
20 rayos, el documento WO2010082861 instruye sobre un pararrayos para la protección contra rayos de equipos eléctricos o de una línea de energía, que contiene un cuerpo aislante hecho de un dieléctrico sólido, dos electrodos principales conectados mecánicamente al cuerpo aislante, y dos o más electrodos intermedios configurados para producir una descarga (por ejemplo, una descarga continua) entre cada uno de los electrodos principales y un electrodo
25 intermedio adyacente a este y entre electrodos intermedios adyacentes, en donde los electrodos adyacentes están dispuestos entre los electrodos principales con un desplazamiento mutuo por lo menos a lo largo del eje longitudinal del cuerpo aislante. El pararrayos de acuerdo con dicha solicitud internacional se caracteriza porque los electrodos intermedios están ubicados dentro del cuerpo aislante y separados de su superficie por una
30 capa de aislamiento con un grosor elegido para exceder el diámetro calculado D_k del canal de dicha descarga, en donde las cámaras de descarga (cavidades) son hechas entre electrodos intermedios adyacentes, en donde el área de sección transversal S de las cámaras de descarga

en la zona de formación del canal de descarga se selecciona de la condición $S < D_k \cdot g$, donde g es la distancia mínima entre los electrodos intermedios adyacentes.

Cuando dicho pararrayos multicámara está expuesto a un pulso de sobretensión de rayo, las brechas eléctricas entre los electrodos se rompen. Debido al hecho de que las descargas entre los electrodos intermedios ocurren dentro de cámaras con volúmenes muy pequeños, cuando el canal se expande, se crea una alta presión de gas y los canales de descargas de chispas entre los electrodos se mueven hacia la superficie del cuerpo aislante y luego se soplan hacia afuera en el aire circundante bajo la influencia de la alta presión de gas.

Debido a la explosión que surge y a la extensión de los canales entre los electrodos, los arcos de descarga se enfrían, la resistencia total de todos los arcos de descarga aumenta, es decir, la resistencia total del pararrayos aumenta y la corriente de pulso de la sobretensión del rayo es limitada. La corriente de sobretensión del rayo se desvía a través de la torre hacia el suelo y una corriente de seguimiento de la frecuencia industrial fluye a continuación. Cuando la corriente cruza a cero, el arco se extingue y la línea de energía continúa la operación ininterrumpida.

Este principio de funcionamiento de un pararrayos multicámara es bastante efectivo, ya que el diseño del pararrayos es simple, confiable y económico. Al mismo tiempo, el pararrayos descrito anteriormente tiene una desventaja tal como una duración significativa de la corriente de seguimiento. La razón de esto es que la corriente de seguimiento tiene una frecuencia industrial y se requiere que cruce el cero para extinguir el arco. La frecuencia de las transiciones a través de cero es establecida por la frecuencia industrial y, por lo tanto, no puede cambiar arbitrariamente. En este sentido, se requieren medidas adicionales destinadas a extinguir el arco inmediatamente después del paso de una corriente de descarga de rayos.

DIVULGACIÓN DE LA INVENCION

El objeto de la presente invención es reducir la duración de la corriente de seguimiento en el pararrayos multicámara asegurando la extinción del arco después del paso del impulso de descarga del rayo antes de la transición de la corriente de seguimiento que tiene una frecuencia industrial a través de cero.

El objeto de la presente invención se resuelve mediante un pararrayos para proteger elementos de equipos eléctricos o líneas de energía contra sobretensiones, el pararrayos contiene un cuerpo aislante hecho con dieléctrico y dos (preferiblemente cinco) o más
5 electrodos conectados mecánicamente al cuerpo aislante. Los electrodos están ubicados de tal manera que permiten el desarrollo de una descarga eléctrica (o varias) entre electrodos adyacentes bajo la influencia de una sobretensión (incluido un pulso de sobretensión).

El pararrayos de acuerdo con la presente invención tiene los electrodos ubicados dentro del
10 cuerpo aislante y separados de su superficie por una capa de aislamiento, en donde los electrodos adyacentes salen a una o más cámaras de descarga que tienen salidas a la superficie del cuerpo aislante. Una característica que caracteriza la presente invención es que al menos algunas cámaras de descarga (una o dos o más cámaras de descarga) están provistas de una o más cámaras de presurización conectadas a las salidas de las cámaras de descarga a través
15 de los espacios de descarga entre los electrodos (preferiblemente, los adyacentes).

En esta realización, las cámaras de presurización también están conectadas a las cámaras de descarga, ya que los espacios de descarga entre los electrodos son partes de las cámaras de descarga. En una realización particular, las cámaras de presurización pueden ubicarse cerca
20 de los electrodos.

En algunas realizaciones, las cámaras de presurización pueden ubicarse a lo largo de los electrodos. Una o más cámaras de presurización pueden estar confinadas por elementos metálicos hechos con, por ejemplo, lámina de metal que envuelve al menos parcialmente los
25 electrodos. Los elementos metálicos pueden envolver al menos parcialmente dos electrodos que salen a las cámaras de descarga adyacentes. Las cámaras de presurización se pueden combinar para una o varias cámaras de descarga o separadas para cámaras de descarga. La separación de las cámaras de presurización entre sí se puede lograr mediante el bloqueo de elementos metálicos (por ejemplo, hechos de lámina de metal, en particular, como tubos) en
30 las partes que confinan las cámaras de presurización.

En una realización particular, los elementos metálicos pueden ser tubos que encierran los electrodos y confinan las cámaras de presurización, por ejemplo, pueden ser tubos adyacentes a los electrodos que confinan las cámaras de presurización en la dirección transversal ("plano diametral"). Las cámaras de presurización pueden bloquearse en la parte situada entre los electrodos, por ejemplo, sujetando los tubos en la dirección transversal, confinando así las cámaras de presurización en la dirección longitudinal.

Se pueden conectar una o más cámaras de presurización a las salidas desde las cámaras de descarga correspondientes no por un canal sino por dos o más canales (por ejemplo, pasando por los espacios de descarga o yendo hacia ellos). En una realización, las dimensiones de las cámaras de presurización en las direcciones a lo largo de los electrodos adyacentes (por ejemplo, a lo largo de las líneas que conectan los centros de los electrodos adyacentes), que se encuentran cerca de las cámaras de presurización, deben ser más pequeñas que las dimensiones de las cámaras de presurización en las direcciones perpendiculares a las direcciones indicadas a lo largo de los electrodos adyacentes.

En otra realización, las dimensiones de las cámaras de presurización (una o más cámaras) en las direcciones a lo largo de los electrodos adyacentes, que se encuentran cerca de las cámaras de presurización, deberían ser menores que las distancias entre los electrodos adyacentes en las cámaras de descarga. Además, se puede proporcionar que las dimensiones de las cámaras de presurización (una o más cámaras) en direcciones perpendiculares a estas direcciones a lo largo de los electrodos adyacentes sean mayores que las distancias entre los electrodos adyacentes en las cámaras de descarga.

En una realización preferida, los volúmenes de las cámaras de presurización deben ser al menos la mitad de los volúmenes totales de las cámaras de descarga y las salidas conectadas a ellas. Además, los volúmenes de las cámaras de presurización deben ser preferiblemente no más de diez volúmenes totales de las cámaras de descarga y las salidas conectadas a ellas. En los casos en que la cámara de descarga es una, el volumen de la cámara de presurización debe ser preferiblemente al menos la mitad del volumen total de la cámara de descarga y la salida conectada a ella. Para una cámara de descarga, también puede ser preferible que el

volumen de la cámara de presurización no sea más de diez volúmenes totales de la cámara de descarga y la salida conectada a ella.

El objeto de la presente invención también se resuelve mediante un método de fabricación del pararrayos de acuerdo con cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente con el uso de un molde configurado para dar forma al cuerpo aislante del pararrayos y los mandriles configurados para dar forma a cámaras de presurización, cámaras de descarga y salidas de la cámara de descarga a la superficie del cuerpo aislante en el cuerpo aislante a conformar. El método comprende los siguientes pasos: colocar los electrodos y los mandriles en el molde, en donde los mandriles se colocan entre los electrodos; llenar el molde con material dieléctrico y curarlo, en donde el material dieléctrico es elástico cuando se ha curado; retirar el cuerpo aislante del molde; extracción de los mandriles del cuerpo aislante.

El objeto de la presente invención también se resuelve mediante un aislador-pararrayos para montar un cable de alto voltaje en equipos eléctricos o en una línea de transmisión de energía eléctrica como un solo aislador o como parte de una columna o cadena de aisladores. El aislador-pararrayos tiene un elemento aislante y accesorios en forma de primer y segundo elementos de fijación instalados en sus extremos, el primer elemento de fijación está configurado para conectarse a un cable de alto voltaje directamente o por medio de un dispositivo de fijación o al segundo elemento de fijación de un aislador de alto voltaje anterior de dicha columna o cadena, y el segundo elemento de fijación está configurado para conectarse a una torre o al primer elemento de fijación de un aislador de alto voltaje posterior de dicha columna o cadena.

Tal aislador-pararrayos contiene el pararrayos de acuerdo con cualquiera de las realizaciones anteriores y/o el pararrayos fabricado de acuerdo con el método descrito anteriormente. El pararrayos está montado de tal manera que ofrece la posibilidad de desarrollar una descarga eléctrica entre el primer elemento de fijación y al menos un electrodo adyacente, así como el segundo elemento de fijación y al menos un electrodo adyacente a él bajo la influencia de sobretensión de rayos.

El objeto de la presente invención también se resuelve con un anillo de corona-pararrayos que contiene una base aislante y/o metálica configurada para sujetarse mecánicamente a un elemento de un equipo eléctrico o línea de energía con al menos una envoltura parcial de dicho elemento o del elemento adyacente del equipo eléctrico o línea de energía. El pararrayos de anillo de corona incluye el pararrayos de acuerdo con cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente y/o el pararrayos fabricado de acuerdo con el método descrito anteriormente, en donde el pararrayos está montado a una distancia del elemento envuelto del equipo eléctrico o línea de energía.

El objeto de la presente invención también se resuelve mediante una línea de energía eléctrica que contiene torres, aisladores individuales y/o aisladores ensamblados en columnas o cadenas, y al menos un cable bajo alto voltaje conectado directamente o por medio de sujetadores con elementos de fijación de un aisladores individuales y/o los primeros aisladores de columnas o cadenas de aisladores, en donde cada aislador individual o cada columna o cadena de aisladores está sujeto a una de las torres por un elemento de su accesorio adyacente a dicha torre. De acuerdo con la invención, la línea de energía incluye al menos un pararrayos de acuerdo con cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente y/o al menos un pararrayos fabricado de acuerdo con el método descrito anteriormente y/o al menos un pararrayos de anillo de corona según a la realización descrita anteriormente y/o al menos uno de los aisladores es el aislador-pararrayos de acuerdo con la realización descrita anteriormente.

Gracias a la presente invención, se logra un resultado técnico tal que el arco de descarga se apaga después del paso de un pulso de sobretensión de rayo y antes de que la corriente de seguimiento de la frecuencia industrial pase por cero. Esto se debe al hecho de que, por un lado, la alta presión de gas generada durante la expansión del canal de descarga de chispas permite la compresión del aire en las cámaras de presurización y la creación de una corriente de gas que sopla los arcos de descarga desde las cámaras hacia el exterior por otra parte.

Después de que el flujo de gas, que se crea debido al aumento de la presión generada como resultado de un aumento de la temperatura del aire (gas) en la región de descarga de chispas, mueve el arco de descarga fuera del lugar del origen de la descarga de chispas (es decir, ,

desde el espacio de descarga) hacia el exterior de la cámara y lo hace más largo, el flujo de gas desde la cámara de presurización asegurará la eliminación del aire caliente (gas) del espacio de descarga. Dado que el gas en la cámara de presurización tiene una temperatura baja (correspondiente a la temperatura del gas antes de que comience la descarga de chispas),
5 la temperatura del gas en el espacio de descarga disminuye y, por lo tanto, aumenta la resistencia del espacio de descarga.

Por lo tanto, cuando el arco de descarga se ha movido desde la cámara de descarga hacia el exterior del pararrayos, es decir, se extingue (lo que también se ve facilitado por el flujo de
10 gas adicional que sale de las cámaras de presurización), la descarga no puede reanudarse en el espacio de descarga de la cámara de descarga ya que la sobretensión ya se reduce debido a la descarga a valores más bajos en los que el arco de descarga no puede reanudarse, mientras que la resistencia del espacio de descarga aumenta a la normal debido al flujo de gas desde la cámara de presurización.

15 Por lo tanto, la duración de la corriente de seguimiento en el pararrayos multielectrodo se reduce a cero dependiendo de los parámetros de sobretensión del rayo y el tamaño de las cámaras de descarga. Es decir, solo una corriente de pulso de sobretensión puede fluir a través del pararrayos hacia la tierra.

20

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La figura 1 muestra una vista en sección del pararrayos según la invención.

La figura 2 muestra una vista en sección de la cámara de presurización de acuerdo con la primera realización particular de la invención.

25 La figura 3 muestra una vista lateral de la cámara de presurización de acuerdo con la primera realización particular de la invención.

La figura 4 muestra una vista en sección de la cámara de presurización de acuerdo con la segunda realización particular de la invención.

30 La figura 5 muestra una vista lateral de la cámara de presurización de acuerdo con la segunda realización particular de la invención.

La figura 6 muestra una vista en sección transversal del pararrayos de acuerdo con la segunda realización particular de la invención.

La figura 7 muestra una vista en sección transversal del pararrayos de acuerdo con la tercera realización particular de la invención.

La figura 8 muestra una vista en sección transversal del pararrayos de acuerdo con la tercera realización particular de la invención en el plano A-A mostrado en la figura 7.

5 La figura 9 muestra una vista sólida semitransparente del pararrayos de acuerdo con la tercera realización particular de la invención en volumen.

La Figura 10 muestra el mandril usado para la fabricación del pararrayos mostrado en las Figuras 7 a 9.

La figura 11 muestra una vista en sección del pararrayos de acuerdo con la cuarta realización particular de la invención.

MEJOR MODO PARA REALIZAR LA INVENCION

Además, la presente invención se describe con referencia a los dibujos adjuntos y realizaciones particulares. Dicha descripción con ejemplos particulares se da con el propósito
15 de explicar la invención y no pretende limitar el alcance de protección de la presente invención definida por las reivindicaciones. Al mismo tiempo, si es necesario, las características de la descripción se pueden introducir en las reivindicaciones para determinar con mayor precisión el alcance de la protección.

20 Los dibujos muestran pararrayos que comprenden varias cámaras de descarga y más de dos electrodos (en particular, cinco electrodos, pero puede haber más). Al mismo tiempo, la presente invención cubre una caja de un pararrayos con una cámara de descarga que tiene dos (o más) electrodos ubicados también en el cuerpo aislante. Dicha cámara de descarga con el espacio de descarga tiene una salida a la superficie del cuerpo aislante hecha con el uso de
25 dieléctrico en un lado y está conectada a una cámara de presurización (una o más) confinada por el cuerpo aislante sin una salida a la superficie del cuerpo aislante del otro lado.

Por lo tanto, la cámara de presurización está conectada a la salida de la cámara de descarga por la propia cámara de descarga, y también hay un espacio de descarga en el camino desde
30 la cámara de presurización a la salida. Debido a esta configuración del pararrayos, la alta presión de gas generada durante la expansión del canal de descarga de chispas permite, por un lado, la compresión del aire en las cámaras de presurización y la creación de una corriente

de gas que sopla los arcos de descarga desde las cámaras hacia el afuera por otro lado. Esto asegura que el arco de descarga se extinga cuando un pulso de sobretensión del rayo haya pasado y antes del momento en que la corriente de seguimiento de una frecuencia industrial haya pasado por cero.

5

La implementación de la presente invención es posible de varias maneras, que se describen adicionalmente en relación con un pararrayos con múltiples cámaras de descarga y, por lo tanto, que comprende varios pararrayos con una cámara de presurización. Todas las realizaciones descritas a continuación en relación con el pararrayos con cinco electrodos y
10 cuatro cámaras de descarga entre ellas también se pueden implementar en el pararrayos con dos electrodos y una cámara de descarga entre ellos, a menos que se indique lo contrario y no se requieren dos o más cámaras de descarga para esto. implementación.

Los siguientes pararrayos descritos con una pluralidad de cámaras de descarga tienen
15 ventajas sobre el pararrayos con una sola cámara de descarga, a saber, debido a la pluralidad de espacios de descarga, es posible reducir el voltaje de descarga así como el voltaje de descarga de extinción en cada espacio de descarga como en comparación con el pararrayos que consiste en la única cámara de descarga, lo que hace posible el uso de materiales menos duraderos y más baratos para la fabricación del pararrayos con varias cámaras de descarga.

20

Al mismo tiempo, la presente invención, que proporciona cámaras de descarga con cámaras de presurización, proporciona ventajas adicionales para el pararrayos con una pluralidad de cámaras de descarga debido al hecho de que, como se describe a continuación, la descarga se apaga inmediatamente después de la corriente de pulso causado por la sobretensión y, por
25 lo tanto, los arcos de descarga sacados de varias cámaras de descarga hacia el exterior del cuerpo aislante no pueden combinarse en un solo arco de descarga, porque la descarga se extingue inmediatamente.

La combinación de arcos de descarga en un arco de descarga conjunta es un problema importante en los pararrayos de la técnica anterior, porque incluso cuando el arco de descarga
30 se rompe fuera del cuerpo de aislamiento, había todas las condiciones dentro de la cámara de descarga para que el arco de descarga se reanudara, lo que podría ser llevado hacia afuera nuevamente y, por lo tanto, el arco de descarga se quemaría durante mucho tiempo (hasta la

mitad del período de la frecuencia industrial del voltaje en la línea de energía) y, a menudo, los arcos de descarga individuales de las cámaras de descarga adyacentes se combinaron en un solo arco. Para excluir la combinación de los arcos de descarga, fue necesario extender las cámaras de descarga en el espacio, separándolas, lo que condujo a una disminución en el
5 número de cámaras de descarga a lo largo del pararrayos (a lo largo de la línea de las cámaras).

La presente invención elimina las condiciones para la renovación de los arcos de descarga en las cámaras de descarga y, por lo tanto, los arcos de descarga de las cámaras de descarga
10 adyacentes no se pueden combinar, porque se apagan antes de que entren en contacto incluso cuando las cámaras de descarga están muy cerca (a distancias inferiores a la longitud de la salida de la cámara de descarga hacia el exterior del cuerpo aislante). Debido a esto, se pueden organizar más cámaras de descarga en la misma longitud del pararrayos, lo que tiene un efecto positivo en la reducción del voltaje de enfriamiento de descarga y aumenta la vida útil
15 del pararrayos, debido a que se reduce el efecto de la descarga en los materiales utilizados para la fabricación del pararrayos. Además, esto simplifica la fabricación de electrodos de pararrayos, ya que pueden tener un tamaño mínimo y pueden fabricarse en forma de bolas de metal.

La figura 1 muestra una vista en sección de un ejemplo del pararrayos con una pluralidad de
20 cámaras de descarga para la protección de componentes de equipos eléctricos o líneas de energía contra sobretensiones, por ejemplo, sobretensiones de rayos. El pararrayos incluye un cuerpo aislante 1 hecho con dieléctrico y seis electrodos 2 conectados mecánicamente al cuerpo aislante. Al mismo tiempo, debe considerarse que, de acuerdo con la presente
25 invención, el número mínimo de electrodos es de cinco y puede haber al menos cuatro espacios de descarga entre ellos.

Los electrodos están dispuestos de una manera que se permite la generación de una descarga eléctrica entre electrodos adyacentes bajo la influencia de una sobretensión (principalmente
30 pulsada, por ejemplo, un rayo). Para proporcionarlo, los electrodos están dispuestos con la formación de espacios de descarga entre ellos, que tienen tal tamaño y forma que pueden romperse por descargas eléctricas cuando se aplica una sobretensión a los electrodos (por

ejemplo, debido a la caída del rayo), sin embargo, las descargas eléctricas entre los electrodos no se pueden generar en ausencia de sobretensión; esto es necesario para evitar fallas a tierra del voltaje en los elementos que transportan corriente de la línea de energía eléctrica u otro equipo eléctrico.

5

En el pararrayos según la presente invención, los electrodos 2 están ubicados dentro del cuerpo aislante 1 y separados de su superficie por una capa de aislamiento. Los electrodos adyacentes 2 salen (y a veces sobresalen) hacia las cámaras de descarga 3 que tienen salidas a la superficie del cuerpo aislante. Cuando se aplica una sobretensión de rayo a uno de los electrodos 2, los espacios de descarga entre los electrodos adyacentes 2 se rompen por descargas de chispas 5 y una corriente comienza a fluir a través del pararrayos debido a la carga recibida por el elemento protegido del equipo eléctrico o línea de energía, por ejemplo, como resultado de un rayo.

15 A medida que fluye la corriente, el canal de descarga de chispas se expande y crea una alta presión de gas debido al volumen limitado de la cámara de descarga. Dado que las cámaras de descarga están abiertas al espacio circundante, el gas comienza a fluir fuera de las cámaras y esta corriente de gas sopla descargas de chispas en forma de arcos de descarga desde las cámaras hacia el exterior. Como resultado de esto, los arcos de descarga se alargan y su resistencia aumenta.

Para garantizar no solo la extensión de los canales de chispas, sino también su ruptura, las cámaras de descarga 3 están equipadas con cámaras de presurización 4 ubicadas cerca de los electrodos 2 y conectadas a las salidas de las cámaras de descarga y, por lo tanto, con las cámaras de descarga 3 a través de los espacios de descarga entre electrodos adyacentes 2. Las cámaras de presurización se pueden conectar a las salidas de las cámaras de descarga por un canal, como se muestra en las Figuras 1 a 10. En otras realizaciones, las cámaras de presurización se pueden conectar a las salidas de las cámaras de descarga por dos o más canales, lo que permite la distribución de flujos de gas para eliminar de manera más eficiente el gas caliente de la cámara de descarga y aumentar la resistencia del espacio de descarga.

30

Los espacios de descarga entre los electrodos (el espacio entre ellos) son partes de las cámaras de descarga, separan los electrodos y conectan las cámaras de presurización con las salidas de las cámaras de descarga. Durante el comienzo de una descarga de chispas y la expansión de su canal, la alta presión de un gas (por ejemplo, aire) generada como resultado de un aumento en la temperatura del aire (gas) en la región de descarga de chispas se propaga en ambas cámaras: cámaras de presurización y descarga, sin embargo, el gas escapa de la cámara de descarga y se crea una compresión (alta presión) de gas en la cámara de presurización. Por lo tanto, debido al hecho de que el espacio de descarga separa las cámaras, se pueden proporcionar diferentes procesos en ellas, mientras que la fuente para la activación de estos procesos es la misma.

Tan pronto como la descarga de chispas deja de generar alta presión en estas cámaras (por ejemplo, cuando el canal de descarga de chispas sale de la cámara de descarga y de la salida de la cámara de descarga), la compresión de gas en la cámara de presurización genera un gas adicional fluya desde la cámara de presurización a la cámara de descarga y su salida a través del espacio entre los electrodos (es decir, a través del espacio de descarga o, más precisamente, el lugar de origen de la descarga) y más hacia afuera del pararrayos. Debido a este flujo de gas adicional proporcionado por el aumento de la presión en la cámara de presurización generada al comienzo de la chispa, la descarga del canal de la descarga de chispas retirada de la cámara de descarga puede romperse y, por lo tanto, la corriente de seguimiento se detendrá incluso antes de que la corriente de frecuencia industrial haya pasado por cero, en el caso ideal, inmediatamente después de que la carga causada por un rayo haya volado.

Además, el flujo de gas desde la cámara de presurización asegura la eliminación del gas calentado del espacio de descarga. Dado que el gas en la cámara de presurización tiene una temperatura baja (correspondiente a la temperatura del gas antes del inicio de la descarga de chispas), la temperatura del gas en el espacio de descarga disminuye cuando el gas a alta temperatura es desplazado por el gas a baja temperatura y, por lo tanto, aumenta la resistencia del espacio de descarga. Por lo tanto, cuando el arco de descarga se movió desde la cámara de descarga hacia el exterior del pararrayos, se rompió, es decir, cuando se apaga (lo que también se ve facilitado por el flujo de gas adicional que sale de las cámaras de

presurización), la descarga en el espacio de descarga de la cámara de descarga no puede reanudarse, porque la sobretensión ya está reducida a valores más bajos debido a la descarga ocurrida y estos valores no permiten reanudar el arco de descarga, mientras que la resistencia del espacio de descarga aumenta a la normal (aproximadamente correspondiente a la resistencia antes de que la descarga de chispas comience) debido al flujo de gas frío desde la cámara de presurización.

La solución técnica propuesta separa efectivamente las tareas de proporcionar condiciones para una descarga eléctrica y proporcionar los parámetros de flujo de gas necesarios para la extinción efectiva del arco de descarga seleccionando la configuración adecuada de las cámaras de presurización y/o descarga. Gracias a eso, es posible mejorar de forma independiente los procesos que ocurren en el pararrayos.

En las realizaciones mostradas en las Figuras, las cámaras de presurización están ubicadas a lo largo de los electrodos. Debido a eso, es posible no aumentar o aumentar de manera insignificante las dimensiones del pararrayos. Al mismo tiempo, son posibles otras configuraciones y disposiciones de las cámaras de presurización, si se cumple la condición especificada en las reivindicaciones: la cámara de presurización y la salida de la cámara de descarga deben estar separadas y conectadas por el espacio de descarga, es decir, el espacio entre los electrodos. Es esta configuración la que asegura el aumento de presión en la cámara de presurización debido a la descarga de chispas entre los electrodos y el flujo de gas desde la cámara de presurización, lo que desplaza el gas ubicado entre los electrodos y se calienta por la descarga de chispas a través de la salida de la cámara de descarga al exterior del cuerpo aislante.

En la disposición mostrada en las Figuras, dicha configuración puede corresponder a la salida desde la cámara de descarga hacia afuera ubicada por encima de la línea definida por los electrodos (por ejemplo, su línea media u otra) o un plano horizontal que pasa a través de dicha línea, y la cámara de presurización puede ubicarse debajo de los electrodos (por ejemplo, debajo de su línea media u otra) o en un plano horizontal que pasa a través de dicha línea. Sin embargo, la disposición del pararrayos no se limita a lo que se muestra en las

Figuras y puede diferir de lo que se muestra por rotación, inclinación y/o flexión en una dirección requerida o en relación con el eje de rotación, inclinación y/o flexión requeridos.

El pararrayos con las cámaras de presurización mostradas en la figura 1 es complicado de fabricar debido al hecho de que la eliminación de elementos extraíbles que dan forma a las cámaras de presurización 4 solo es posible a través de recortes en el cuerpo aislante 1, que conectan las cámaras de presurización y la superficie exterior del cuerpo aislante más cercano a ellos (en la Figura 1 esta es la superficie inferior). La razón de esto es que la cámara de presurización en la Figura 1 tiene un gran tamaño, lo que da como resultado que el elemento extraíble no pueda pasar a través de la salida desde la cámara de descarga. Sin embargo, el corte en el cuerpo aislante debe cubrirse con una capa dieléctrica cuando se retira el elemento removible requerido para la conformación de la cámara de presurización, que no está tecnológicamente avanzado, y el corte en sí, incluso cubierto luego por un dieléctrico, hace que el cuerpo aislante sea más débil. Además, cuando las descargas son potentes, la presión creada en las cámaras de presurización puede eliminar la capa dieléctrica que cubre el corte.

La figura 2 muestra otra realización del pararrayos, que no requiere retirar el elemento extraíble que forma la cámara de presurización. Las cámaras de presurización 9 pueden estar confinadas por elementos metálicos 6 que cubren al menos parcialmente los electrodos 8. Estos elementos metálicos pueden estar hechos de láminas de metal o piezas de metal a granel mediante corte, perforación, fresado y otras operaciones conocidas en la técnica anterior. Además, los elementos metálicos pueden fabricarse mediante fundición o extrusión. Los elementos metálicos 6 pueden estar hechos de cobre, aluminio, acero y otros metales o sus aleaciones, y los electrodos 8 pueden estar hechos de tungsteno, acero u otros metales o sus aleaciones.

La presencia de tales limitadores metálicos (moldeadores) 6 de las cámaras de presurización 9 proporciona relajación en los requisitos de las características de resistencia del cuerpo aislante en la ubicación de las cámaras de presurización, de modo que el cuerpo aislante puede estar hecho no solo de sólidos, rígidos y/o dieléctricos duraderos, pero también en cierta medida blandos, por ejemplo, con el uso de caucho de silicona, incluido uno bastante flexible y blando.

La necesidad de tal refuerzo se puede prescribir por el hecho de que, en contraste con las cámaras de descarga 3, donde los gases salen hacia afuera bajo la acción de alta presión y la presión disminuye (es decir, es de magnitud limitada), la presión de gas en las cámaras de presurización pueden aumentar a valores muy altos, porque el gas puede escapar de la cámara de presurización solo a través del espacio de descarga hacia la cámara de descarga y durante el inicio y la escalada de la descarga, el gas del espacio de descarga solo ingresa a la cámara de presurización, evitando su salida. A este respecto, la presencia de elementos metálicos 6 evita la deformación del cuerpo aislante y fortalece mecánicamente el diseño del pararrayos.

10

Además, el uso de tales elementos metálicos simplifica la fabricación del pararrayos, ya que no es necesario retirar los elementos incrustados del cuerpo aislante, que están diseñados para dar forma a las cavidades de las cámaras de presurización cuando el cuerpo aislante se fabrica con uso de polímeros rellenando los moldes apropiados. Estos elementos metálicos confinan simultáneamente la cámara de presurización y son elementos incrustados que no necesitan ser removidos.

Los elementos metálicos 6 pueden abarcar al menos parcialmente dos electrodos que sobresalen en cámaras de descarga adyacentes, es decir, sirven como conexión eléctrica y mecánica para tales electrodos. En el caso de que el mismo electrodo entre en las cámaras de descarga adyacentes, el elemento metálico puede montarse sobre él o ubicarse junto a él para garantizar la capacidad de fabricación del pararrayos.

En una realización particular de la invención, los elementos metálicos pueden ser tubos que cubren los electrodos y confinan las cámaras de presurización próximas a los electrodos en la dirección transversal del tubo (en otras palabras, en el plano que es diametral o transversal al eje longitudinal del tubo). Esta solución técnica nos permite resolver el problema de formar cámaras presurizadoras confinadas por elementos metálicos de una manera bastante simple. Las cámaras de presurización se pueden confinar en la dirección longitudinal con tapones 7 como se muestra en la Figura 2 o mediante la sujeción de los tubos en la dirección transversal, por ejemplo, en la parte media 11 de los tubos 10 en la Figura 4 o en una parte (longitudinal y/o transversal) del tubo que no envuelve el electrodo. Alternativamente, este resultado

también se puede lograr conectando los tubos con un elemento de bloqueo, por ejemplo, mediante soldadura, soldadura, pegado u otros métodos.

5 Para lograr eso, cada uno de los electrodos de la cámara de descarga con forma de varillas se fija con su propio tubo de metal que tiene un diámetro interno mayor que el diámetro (o tamaño transversal) del electrodo engarzando el tubo con el electrodo insertado en él. Al mismo tiempo, se configura una cámara de presurización cerca del electrodo, principalmente a lo largo de él, gracias a que el diámetro interno del tubo excede el diámetro del electrodo.

10 Dependiendo del exceso del diámetro interno del tubo sobre el diámetro del electrodo, la sección transversal de la cámara de presurización configurada puede tener una forma diferente. En una realización particular, la sección transversal del tubo en el punto de montaje del electrodo puede tener una forma similar al número ocho (es decir, 8), es decir, el diámetro de la parte de compresión del tubo y la cámara de presurización pueden ser similares de
15 tamaño o iguales. Un ejemplo de tal compresión del electrodo 8 con la formación de una sección transversal de un tubo 6 o 10 con una forma similar al número ocho se muestra en las Figuras 3 y 5, respectivamente.

La cámara de presurización obtenida de esta manera se puede bloquear a la distancia
20 requerida desde el extremo del tubo o tener salida a cualquier volumen, espacio abierto o cámara de descarga adyacente (en este último caso, los electrodos de las cámaras de descarga adyacentes se pueden fijar con el mismo tubo). Además, si el electrodo es más corto a lo largo de la longitud del tubo que la cámara de presurización, esta última puede tener una sección transversal más amplia en el lugar donde el electrodo está ausente (esto es para el
25 caso cuando se usan electrodos suficientemente cortos y puede haber estar a cierta distancia entre ellos en el pararrayos).

Las Figuras 1 y 6 muestran las cámaras de presurización separadas 4 y 9, respectivamente, es decir, cada cámara de descarga está conectada a su propia cámara de presurización
30 separada. En la Figura 1, las cámaras de presurización 4 están separadas entre sí por secciones dieléctricas (más precisamente, cuando se fabricaron las cámaras de presurización 4, las secciones del cuerpo aislante 1 entre ellas quedaron invariables).

En la Figura 6, las cámaras de presurización 9 se incorporan por medio de tubos 10 ubicados en el cuerpo aislante 12 y separados entre sí (lo que significa que las cámaras de presurización tienen salidas a las cámaras de descarga adyacentes) al hacer que los elementos metálicos sean impermeables al gas en la parte media 11. Por ejemplo, cuando los elementos metálicos están hechos de lámina de metal, esto puede hacerse sujetando (bloqueando, taponando) las partes 11 que confinan las cámaras de presurización 9 en la dirección longitudinal. Cuando se activa el pararrayos que se muestra en la figura 6, las descargas 13 pasan entre los electrodos adyacentes 8, se mueven fuera de las cámaras de descarga debido a la presión de gas y se apagan (se rompen) debido a la presión de gas de las cámaras de presurización 9.

Las Figuras 7 y 8 muestran otra realización del pararrayos según la presente invención. El cuerpo aislante 21 del pararrayos está hecho preferiblemente con dieléctrico elástico, por ejemplo, caucho de silicona u otros polímeros. El uso del dieléctrico elástico permite no solo doblar el cuerpo aislante y el pararrayos, sino que también ofrece la posibilidad de fabricar el pararrayos con cámaras de presurización de acuerdo con esta realización del pararrayos.

Los electrodos 22 de forma esférica se colocan en el cuerpo aislante. Pueden tener otra forma, por ejemplo, alargada o aplanada, sin embargo, los electrodos esféricos tienen una ventaja en el uso, ya que son baratos de fabricar y se pueden usar bolas de rodamientos, disparos u otros productos metálicos similares como estos electrodos.

Los electrodos 22 salen a las cámaras de descarga que tienen las salidas 23 desde las cámaras de descarga a la superficie del cuerpo aislante. Estas salidas pueden tener la sección constante o variable a lo largo de su longitud. Por ejemplo, pueden expandirse o estrecharse. Su sección transversal puede ser redonda, ovalada, cuadrada, rectangular o cualquier otra forma adecuada.

Las cámaras de presurización 24 están ubicadas en una parte del cuerpo aislante 21 opuesta a la ubicación de las salidas 23 desde las cámaras de descarga. Las dimensiones de las cámaras de presurización 24 en las direcciones a lo largo de los electrodos adyacentes 22 ubicados cerca de las cámaras de presurización 24 (es decir, en la dirección horizontal en la

figura 7) son aproximadamente iguales al tamaño de las salidas 23 y la distancia entre los electrodos 21 en la misma dirección. Esto se proporciona para brindar la oportunidad de extraer un inserto removible que forma la cámara de presurización y que se llama el "mandril" fuera del cuerpo aislante.

5

En una realización preferida, el tamaño de la cámara de presurización en la dirección a lo largo de los electrodos adyacentes ubicados cerca de la cámara de presurización es menor que la distancia entre los electrodos adyacentes en la cámara de descarga conectada a esta cámara de presurización. Esto es preferible para proporcionar la oportunidad de tirar del
10 mandril utilizado para dar forma a la cámara de presurización sin obstáculos después de que se termine el moldeo del cuerpo aislante. Sin embargo, incluso si la distancia entre los electrodos es menor que el tamaño transversal del mandril en la parte que da forma a las cámaras de presurización (como se muestra en la Figura 7), el mandril puede extraerse del cuerpo aislante debido al hecho de que el cuerpo aislante está hecho de material elástico y
15 los electrodos pueden separarse al retirar el mandril y, después de la extracción, pueden encajar en una ubicación prescrita debido a las propiedades elásticas del material utilizado para moldear el cuerpo aislante.

El volumen de la cámara de presurización debería ser preferiblemente al menos la mitad del
20 volumen de la cámara de descarga y la salida conectada a ella. Esto es necesario para proporcionar que se comprima una cantidad suficiente de gas en la cámara de presurización para expulsar el gas caliente del espacio entre los electrodos después de que el arco de descarga abandone el cuerpo aislante.

25 Preferiblemente, el volumen de la cámara de presurización es ventajosamente mayor que el volumen de la cámara de descarga y la salida conectada a ella. Esto se puede lograr alargando la cámara de presurización, sin embargo, esto aumentará el grosor del cuerpo aislante y solo es posible hasta cierto punto. Otra forma de aumentar el volumen de la cámara de presurización es aumentar su tamaño en la dirección transversal, es decir, en un plano
30 perpendicular a la dirección a lo largo de los electrodos adyacentes ubicados cerca de la cámara de presurización.

La figura 8 muestra una sección transversal del pararrayos de la figura 7 en el plano A-A. La figura 8 muestra que la cámara de presurización 24 tiene dimensiones transversales en este plano varias veces mayores que el ancho de la salida 23 en el mismo plano, así como su tamaño en el plano perpendicular al mostrado. Debido a esto, es posible proporcionar un volumen aumentado de la cámara de presurización mayor que el volumen de la cámara de descarga y la salida sin aumentar el grosor del cuerpo aislante (el tamaño del cuerpo aislante 21 en la dirección vertical en las Figuras 7 y 8).

Dado que el tamaño de la cámara de presurización en la dirección a lo largo de los electrodos adyacentes no es preferiblemente mayor que la distancia entre los electrodos, las dimensiones de las cámaras de presurización en las direcciones perpendiculares a las direcciones indicadas a lo largo de los electrodos adyacentes son mayores que las distancias entre los electrodos. electrodos adyacentes en las cámaras de descarga. Por lo tanto, las dimensiones de las cámaras de presurización en las direcciones a lo largo de los electrodos adyacentes ubicados cerca de las cámaras de presurización son más pequeñas que las dimensiones de las cámaras de presurización en las direcciones perpendiculares a las direcciones indicadas a lo largo de los electrodos adyacentes. Esta es la principal diferencia de las Figuras 7 y 8 de las Figuras 1 a 6, que ofrece la posibilidad de fabricar un pararrayos confiable con cámaras de presurización de una manera conveniente y tecnológica.

Debe tenerse en cuenta que el volumen de la cámara de presurización debe ser preferiblemente no más de diez volúmenes de las cámaras de descarga y las salidas conectadas a ellas, porque solo bajo esta condición es posible crear una presión que proporcione un flujo de gas suficiente para la presente invención.

La figura 9 muestra una imagen tridimensional del cuerpo aislante 21 con los electrodos 22, las salidas 23 y las cámaras de presurización 24 situadas en su interior. Los electrodos 22 con forma de bolas están ubicados en el cuerpo aislante 21 a lo largo de la dimensión longitudinal del cuerpo aislante, y hay cámaras de descarga entre los electrodos 22, en donde las cámaras de descarga transitan a las salidas 23 en un lado y están conectadas a las cámaras de presurización 24 en el otro lado. Uno de los electrodos (el segundo desde la izquierda) se muestra como "transparente" para representar más claramente la ubicación de las cámaras de

presurización, es decir, una parte 26 de la cámara de presurización 24 es visible a través de ella, mientras que una parte de las cámaras de presurización adyacentes 24 similares a la parte 26 no son visibles detrás de los electrodos "opacos" 22, pero solo es visible una parte 25. Gracias a la parte 26 de la cámara de presurización que se muestra explícitamente detrás de un electrodo "transparente", es posible visualizar más claramente las posiciones relativas de los electrodos, las cámaras de presurización y las salidas en el cuerpo aislante del pararrayos.

Se ve que debido a la orientación transversal de la cámara de presurización con respecto a la dirección longitudinal del pararrayos (es decir, cuando las dimensiones de las cámaras de presurización en las direcciones a lo largo de los electrodos adyacentes ubicados cerca de las cámaras de presurización son más pequeñas que las dimensiones de las cámaras presurizadoras en las direcciones perpendiculares a las direcciones indicadas a lo largo de los electrodos adyacentes) se pueden incluir más electrodos y cámaras de descarga en el cuerpo aislante a lo largo del cuerpo aislante (una línea que pasa a través de los electrodos). Es ventajoso para las propiedades del pararrayos, ya que el voltaje de descarga y el voltaje de enfriamiento se reducen en cada cámara de descarga individual, mientras que el voltaje de descarga del pararrayos completo puede obtenerse lo suficientemente grande debido a la conexión en serie de las cámaras de descarga. Por lo tanto, de acuerdo con la presente invención, puede haber un pararrayos con una longitud más corta que proporciona un voltaje de descarga dado.

El pararrayos mostrado en las Figuras 7 a 9 se pueden fabricar de la siguiente manera. Para implementar este método, se requiere un molde (matriz) configurado para moldear el cuerpo aislante del pararrayos de la forma requerida. Además, para implementar el método, también se requieren mandriles que formen las cámaras de presurización, las cámaras de descarga y las salidas de las cámaras de descarga a la superficie del cuerpo aislante, es decir, un mandril formará la cámara de presurización, la cámara de descarga y la salida de la cámara de descarga de una vez.

La figura 10 muestra un ejemplo de tal mandril. El mandril consiste en una varilla 27 sujeta al molde por un extremo (en la Figura 10 - la superior) y una parte plana 28 unida a otro extremo de la varilla. La parte plana 28 se requiere para dar forma a la cámara de

presurización, y la varilla 27 se requiere para dar forma a la cámara de descarga (aproximadamente cerca (un poco más arriba en la Figura 10) de la unión de las partes 27 y 28) y la salida de la cámara de descarga se sitúa hacia afuera del cuerpo aislante. La porción plana 28 contiene principalmente soportes inclinados 29 que aseguran la extracción del mandril del cuerpo aislante fabricado sin romper piezas de dieléctrico debido al hecho de que estos soportes comprimirán el cuerpo aislante gradualmente a medida que se retira del cuerpo aislante.

El método comprende los siguientes pasos:

1) Los electrodos y mandriles se colocan en el molde. Los mandriles se colocan entre los electrodos. Esto se puede hacer de la siguiente manera: se instalan mandriles en el molde y luego se colocan electrodos entre ellos.

2) El molde se llena con material dieléctrico y se cura. El material dieléctrico solidificado debe ser resistente; esto es necesario para que cuando se hayan retirado los mandriles, el cuerpo aislante tome la forma que tenía antes de que los mandriles se retiraran más adelante.

3) El cuerpo aislante se retira del molde.

4) Los mandriles se retiran del cuerpo aislante.

Las operaciones 3) y 4) pueden ocurrir simultáneamente o en orden inverso. Curar un material dieléctrico significa un cambio tal en las propiedades físicas del material que permite que el cuerpo aislante mantenga su forma dada por el molde y los mandriles después de sacarlo del molde y retirar los mandriles del mismo. Por lo tanto, el curado no significa que el cuerpo aislante se vuelva duro o quebradizo. Esto significa que se vuelve no líquido y ya no puede cambiar su forma arbitrariamente. Por ejemplo, en el caso en que el material dieléctrico utilizado para la fabricación del cuerpo aislante es polimérico, el curado puede entenderse como polimerización del polímero, es decir, su reticulación mediante largas cadenas de polímeros. Se pueden usar procesos tales como vulcanización, calentamiento, curado químico, etc., para curar el cuerpo aislante.

La figura 11 muestra una realización del pararrayos que tiene cámaras de presurización de varias cámaras de descarga combinadas en una cámara de presurización común 30. Estructuralmente, los pararrayos en las Figuras 1 y 11 coinciden con la excepción de las cámaras de presurización; por lo tanto, la descripción del pararrayos en la figura 1 también se aplica al pararrayos en la figura 11 (excepto la cámara de presurización 30). La diferencia entre estas realizaciones es que durante las descargas sucesivas entre los electrodos 2 se crea un exceso de presión en una cámara de presurización 30, y dado que esta cámara de presurización está conectada a las salidas 3 a través de los espacios de descarga entre los electrodos y cuando los arcos de descarga 5 han sido llevados lejos de las cámaras de descarga después, la presión en la cámara de presurización 30 crea flujos de gas, que llevan el gas a alta temperatura lejos de las cámaras de descarga y extinguen los arcos 5.

La ventaja de la configuración del pararrayos en la Figura 11 es que un elemento extraíble es suficiente para conformar la cámara de presurización para una pluralidad de cámaras de descarga, en donde cuando finaliza la fabricación del cuerpo aislante (es decir, curado del material dieléctrico), este elemento extraíble puede retirarse del cuerpo aislante a través de su superficie final, que puede cerrarse (sellarse) con mayor firmeza y firmeza. También simplifica el proceso de fabricación del pararrayos.

Las configuraciones descritas del pararrayos y/o pararrayos fabricados de acuerdo con el método descrito anteriormente se pueden usar tanto individualmente como como parte de otros dispositivos y elementos de equipos eléctricos o líneas de energía. Los electrodos finales (primero y último) del pararrayos pueden sobresalir o salir del cuerpo aislante para recibir sobretensión. La sobretensión puede venir a través del contacto directo (inmediato) o a través de la brecha de chispa. Además, los electrodos finales pueden tener una forma diferente de la forma de los electrodos entre ellos (electrodos intermedios). Pueden ser, por ejemplo, en forma de varillas (rectas o curvas) u otras partes volumétricas tridimensionales que incluyen formas complejas. Una condición indispensable para ellos es que deben constituir espacios de descarga con los electrodos intermedios.

30

El pararrayos de acuerdo con la presente invención puede usarse, por ejemplo, como parte de un aislador-pararrayos, en donde el pararrayos se coloca, por ejemplo, en un cuerpo

aislante del aislador. El aislador-pararrayos contiene el cuerpo aislante y los accesorios en forma de primer y segundo elementos de fijación instalados en sus extremos, el primer elemento de fijación está configurado para conectarse directamente o por medio de un dispositivo de fijación a un cable de alto voltaje o el segundo elemento de fijación de un
5 aislador de alto voltaje anterior de dicha columna o cadena, y el segundo elemento de fijación está configurado para conectarse a una torre o al primer elemento de fijación del aislador de alto voltaje posterior de la columna o cadena.

Tal aislador-pararrayos contiene el pararrayos de acuerdo con cualquiera de las realizaciones
10 descritas anteriormente instaladas con la posibilidad de formar una descarga eléctrica entre el primer elemento de los dispositivos y al menos un electrodo adyacente a él, así como el segundo elemento de los accesorios y al menos un electrodo adyacente bajo la influencia de la sobretensión del rayo. Se supone que el pararrayos se instala con la posibilidad de desarrollar descargas en las cámaras de descarga entre electrodos adyacentes en el pararrayos
15 en sí durante el intervalo entre la formación de una descarga eléctrica entre el primer elemento de fijación y al menos un electrodo adyacente a él, así como entre el segundo elemento de fijación y al menos al menos un electrodo adyacente a él.

El pararrayos también se puede instalar alrededor (es decir, con la envoltura) de varios
20 elementos de equipos eléctricos o líneas de energía, formando así una pantalla para protección contra la descarga corona (anillo de corona, pararrayos de corona); para esto, el pararrayos envolvente se puede equipar con sujetadores para la fijación en el elemento del equipo eléctrico o líneas de energía a envolver. El dissipador de anillo de corona obtenido de esta manera contiene un cuerpo aislante configurado para ser sujetado mecánicamente al
25 elemento de equipos eléctricos o líneas de energía con al menos una envoltura parcial de dicho elemento adyacente de equipos eléctricos o líneas de energía. El pararrayos de anillo de corona también comprende el pararrayos de acuerdo con cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente montadas a una distancia del elemento del equipo eléctrico o línea de energía a envolver. Ventajosamente, el pararrayos está separado del elemento envuelto del
30 equipo eléctrico o la línea de energía por un espacio de aire a lo largo del pararrayos, en donde los elementos de sujeción del cuerpo aislante pueden pasar a través de este espacio de aire.

Las líneas de energía eléctrica pueden usar el pararrayos de acuerdo con la presente invención tanto por sí mismo como como parte de los elementos de protección mencionados anteriormente: el aislador-pararrayos y/o el anillo de corona que protege contra la descarga corona. Las líneas de energía eléctrica generalmente contienen torres, aisladores individuales y/o aisladores ensamblados en columnas o cadenas, y al menos un cable bajo alto voltaje eléctrico conectado directamente o por medio de dispositivos de fijación a elementos de fijación de los aisladores individuales y/o los primeros aisladores de la columna o cadena de los aisladores, en donde cada aislador individual o cada columna o cadenas de aisladores está montado en una de las torres por medio de un elemento de su accesorio adyacente a dicha torre. De acuerdo con la invención, la línea de energía eléctrica comprende al menos un pararrayos de acuerdo con cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente y/o al menos un pararrayos de anillo de corona según la realización descrita anteriormente y/o al menos uno de los aisladores es el aislador-pararrayos de acuerdo con la realización descrita anteriormente.

El uso del pararrayos de acuerdo con la presente invención solo o como parte de los aisladores-pararrayos o anillos de corona para proteger una línea de alta tensión u otro tipo de equipo eléctrico contra sobretensiones de rayos puede mejorar la confiabilidad de la línea de energía eléctrica, aumentar la vida útil de los equipos eléctricos y reducir el costo de su operación.