



No. 13-023253- -00003-0000

Fecha: 2014-01-15 11:04:02 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 523 RESPUESTA Folios: 37

Bogotá, D.C., 15 de Enero del 2014

Señores

**SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES**

Asunto: Requerimiento 45 2014-01-02

Radicación: 13-23253—2

Trámite: 11

Evento: 378

Oficio: 10

Folios: 4

1. Respecto a las Reivindicaciones de la Solicitud de Patente, “EQUIPO ELÉCTRICO FORMADO POR UNA BOBINA EN CORTO CIRCUITO FLOTANTE”, radicado con el número 13-23253—2. He arreglado las mismas colocando solamente las características esenciales estructurales del equipo, colocando valores concretos del mismo.

En total quedaron cinco (5) Reivindicaciones que definen completamente las características esenciales del mismo.

2. Respecto a la determinación del Estado de la Técnica en la Descripción de la Invención que comienza en la página nueve (9), en la Página diez (10) escribo la Ecuación de Voltajes de Kirchhoff que presenta este nuevo proceso en el mundo de la respuesta transitoria de corriente y ahí escribo que sí cumple con la Ley de Kichhoff y en la página trece (13), en la Ecuación matemática de la Bobina en corto circuito se demuestra que es una Ecuación diferencial de segundo orden que cumple con la ley de voltajes en todo momento.

Renuncio al término faltante de sesenta (60) días para dar respuesta a este Requerimiento

ATENTAMENTE

INGENIERO LUIS RAÚL ARNEDO GONZÁLEZ

EQUIPO ELÉCTRICO FORMADO POR UNA BOBINA EN CORTO CIRCUITO FLOTANTE

5 SECTOR TÉCNICO

La presente solicitud de patente de invención se refiere a un Equipo Eléctrico que permite que cuando cae a tierra una descarga eléctrica ó rayo eléctrico ó se produzca un corto circuito de alta,
10 media ó baja tensión, ó se produzca un transitorio eléctrico, ó en sistemas mecánicos que tengan cargas eléctricas producidas por fricción, se guarde la energía generada en este equipo, que se usa también como tierra flotante y portátil.

15

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

A) El objetivo principal de las mallas de tierra es el de garantizar la seguridad al personal durante las descargas eléctricas ó fallas
20 eléctricas, se deben tener en cuenta la magnitud de corriente a disipar, la duración de la falla y la resistividad del terreno como el tamaño y forma de la malla.

La historia de la Norma IEEE 80 "Guide for safety in A.C. substation grounding", ha sido bastante difícil de manejar por su
25 gran porcentaje de empirismo presentado, por ejemplo en 1961 Walter Koch escribió una versión de la norma y propuso uno de los términos más confusos y discutidos, el factor de irregularidad (K_i) el cual trata de considerar que las corrientes de malla no se reparten proporcionalmente sino que tienen la tendencia de
30

presentar mayores densidades de corriente en las esquinas, después surgieron los problemas de K_s , K_m , no solo porque no se dispone de suficientes datos sobre las condiciones en que Koch había trabajado sino porque la aplicación de las fórmulas
5 frecuentemente lleva a imposibilidades físicas ó contradicciones de diseño.

Otro problema que surge es el valor de la corriente que deberá disipar la malla. Los valores usados por las compañías variaban en
10 forma más o menos arbitraria entre el 30% y el 100% de la corriente de falla encontrada usando técnicas convencionales de cortocircuito. Debido a que la cantidad de conductor requerido es proporcional a la corriente, el costo y la seguridad variaban mucho.

15 En los años 70 aparecen innumerables artículos en la literatura de puesta de tierra cuestionando los vacíos, teorías y técnicas desarrolladas en la norma y se puso de moda mostrar inconsistencias físicas en la aplicación de la misma. La norma fue revisada en 1974 pero no se hizo ninguna modificación importante
20 y la guía de 1976 quedó prácticamente igual.

En 1978 la IEEE creó un grupo de trabajo con la intención de clasificar los misterios que se pueden resumir así:

1. Confusiones acerca de K_i , K_s , K_m .
- 25 2. Establecer límites de aplicación a las ecuaciones.
3. Establecer metodologías para el cálculo de la corriente que debe disipar la malla.
4. Considerar la influencia de las varillas en el comportamiento de la malla.
- 30 5. Ampliar la aplicación a suelos no uniformes.

6. Revisar la influencia de las capas de cascajo en las tensiones tolerables por el hombre.
7. Examinar el posible uso de otros materiales distintos del cobre en la malla.
- 5 8. Tratar de sistematizar los análisis de mallas a tierra.

En julio de 1999, en la Universidad Nacional de Colombia con sede en Bogotá, se llevó a cabo un Seminario Internacional de Puesta a Tierra y se llegó a las siguientes conclusiones:

10

1. El tema de las mallas a tierra es aún hoy en día uno de los más dinámicos de la ingeniería.
2. Los principales problemas que subsisten en el diseño de la malla a tierra son la caracterización del terreno, la determinación de la corriente que debe disipar la malla y el cálculo de los potenciales de paso, toque y transferidos.
- 15 3. El método simplificado de la norma produce resultados seguros (aunque muy conservativos) cuando se respetan sus limitaciones de aplicabilidad.
- 20 4. Cuando la malla a tierra no presenta las características requeridas para la utilización del método simplificado ó cuando se desea hacer un diseño optimizado se recomienda el uso del modelo de las dos capas.
5. Incluso el método de las dos capas presenta limitaciones importantes cuando el terreno no puede caracterizarse perfectamente como de dos capas, por lo que un adecuado criterio de ingeniería debe aplicarse para ajustarlo.
- 25 6. Todavía quedan muchas cuestiones por resolver en la norma IEEE 80 relacionadas con la soportabilidad de corriente del hombre, la caracterización de terrenos de más de dos capas, las
- 30

limitaciones del método de las dos capas, otras consideraciones sobre la resistividad de la capa de cascajo en tiempo húmedo, consideraciones probabilísticas sobre la resistividad, la probabilidad de ocurrencia de las peores fallas y su simultaneidad con la presencia de personal en la subestación, la ubicación inadecuada de la persona afectada y la no operación oportuna de las protecciones, consideraciones que deben llevar a un diseño más óptimo.

- 10 Por las anteriores conclusiones, vemos que el siglo XX tuvo problemas para diseñar mallas a tierra, hay muchos problemas sin resolver sobre el tema de puesta a tierra, todos los escritos coinciden en que un buen diseño de tierra es muy importante para la operación del sistema y protección del personal, en condiciones
- 15 de falla el flujo de corriente a tierra produce tensiones dentro y fuera de los equipos a proteger, se sabe que los gradientes de potencial pueden ser tan grandes que ocasionan un grave peligro a las personas que estén caminando en el área. "Debe recalcarse que una subestación con baja resistencia no es de por sí una
- 20 garantía de seguridad, el producto de IR en donde I es la máxima corriente de corto circuito que fluye y R la resistencia, debe ser bastante baja para que haya seguridad en el área".

En los últimos 20 años se han desarrollado técnicas y elementos

25 que mejoran el comportamiento del sistema de puesta a tierra como: blindajes, apantallamientos, electrodos para el aterrizamiento y materiales químicos para el tratamiento del suelo que permiten reducir la resistividad.

B) No existen a nivel mundial tierras que sean a la vez flotantes y portátiles diferentes a la tierra física, es decir que puedan sustituir a la tierra física usada hasta el momento y que la protejan en un 100%.

5

VENTAJAS DE LA INVENCION

10

La solicitud de patente de invención Equipo eléctrico formado por una bobina en corto circuito flotante presenta las siguientes ventajas con relación a los sistemas del estado de la técnica como son:

15

1. Con el equipo de la invención se logra una completa protección de los equipos y personas que se encuentren en la zona afectada por el rayo eléctrico o un corto circuito ó por un transitorio eléctrico; puesto que no se producirán sobre tensiones ni sobre corriente en dicha zona, por lo cual con el equipo eléctrico de la invención se obtiene una protección del 100%.

20

25

2. Se puede generar tensión eléctrica a partir de sistemas que presenten fricción mecánica y que estén conectadas al equipo eléctrico de invención.

30

3. En las zonas donde haya un número grande de caídas eléctricas se obtiene una nueva fuente de energía.

4. El equipo eléctrico de la invención protege hasta la norma IERC 61312, la cual define el impulso máximo de corriente más desfavorable en 200 KA., ya que este está diseñado para almacenar máximo 2 MA pico transitorios.
5. Se puede decir con toda seguridad que tenemos un nuevo protocolo para protección de transitorios de corriente eléctrica que dice: **"Puede circular corrientes eléctricas sin retorno a la fuente que los produce, cuando se presentan transitorios de corrientes eléctricas en un sistema cerrado y que tenga conectado en cualquiera de los puntos del sistema, una bobina en corto circuito flotante con respecto al sistema cerrado y a la tierra física."**
- Explicación de que es una Bobina en corto circuito flotante con respecto a la tierra física: Imagínense que tenemos una bobina en corto circuito flotante a una altura de unos dos (2) metros de la tierra física, si esto pudiera hacerse en este momento, esta bobina tendría una esfera de aire de un radio de dos (2) metros con respecto a la tierra física Figura 6, podemos asegurar que esta bobina (3) está rodeada de resistencias eléctricas de aire de un valor de infinito óhmios por cualquier lado que queramos medir eléctricamente, es decir que esa bobina en corto circuito flotante presenta eléctricamente una esfera de aire cuya resistencia eléctrica con respecto a la tierra física es de un valor infinito Figura 7. Si a la esfera de la Figura 7, que tiene un radio igual a infinito óhmios le colocamos una resistencia eléctrica (1) como se muestra en la Figura 8, prácticamente la esfera de la Figura 8, es igual a la Figura 7, la diferencia física es que la Bobina en corto circuito está ya sostenida por una resistencia eléctrica que puede ser de PVC,

porcelana, cemento, etc, que permite que se aplique para la definición física de la esfera de aire el CONCEPTO ELÉCTRICO, y no físico de que tenemos ya una bobina en corto circuito flotante con respecto a la tierra física. Es decir la bobina en corto circuito
5 sigue siendo flotante con respecto a la tierra física porque no hemos quitado la condición de que la resistencia eléctrica que sostiene a la bobina en corto circuito es de un valor que tiende al infinito. Si el diseño eléctrico se realiza en las condiciones anteriores descrita, cualquier corriente transitoria eléctrica que este
10 en contacto con la bobina en corto circuito flotante, almacenará esta corriente eléctrica transitoria al 100%, es importante anotar acá que esto nunca sucederá con corrientes eléctricas de respuesta forzada de cualquier ecuación diferencial, solo ocurre con corrientes eléctricas transitorias.

- 15
6. El proceso matemático de diseño de esta bobina en corto circuito flotante, que es un nodo ó un punto flotante, es completamente determinístico es decir completamente matemático, ya no existe ninguna duda de protección, y por lo
20 tanto se elimina cualquier rango de probabilidades de falla y como es un sistema completamente **FLOTANTE**, la tierra física queda también protegida al 100%, en la zona donde se encuentre la bobina en corto, se eliminan todos los problemas de tensiones de paso, toque y transferencia que se
25 presentaban en los anteriores métodos de protección, y se elimina tener que hacer estudios de resistencia eléctrica de la tierra física.

7. El equipo de la invención debe ser probado en laboratorio antes de ser colocado en el sistema que se quiere proteger, y tiene una vida útil larga si se le hace mantenimiento eléctrico.
- 5 8. Se pueden aplicar las normas de diseño del casquete esférico de aire para almacenar el rayo eléctrico en el pararrayos pero, el método más seguro es colocar mallas de cobre flotantes con respecto a la tierra física conectadas a la bobina flotante que garantizan un diseño de protección del
- 10 100% en zonas de alto riesgo, por ejemplo en zonas petroleras se pueden diseñar domos que tengan mallas flotantes de cobre unida a una o varias bobinas flotantes.

15 **RELACION DE FIGURAS ANEXAS.**

- Figura 1. Equipo eléctrico que almacena corrientes transitorias de rayos eléctricos de máximo 2MA.
- Figura 2. Diseño de equipo eléctrico que almacena corrientes transitorias de rayos eléctricos máximo de 8MA.
- 20 Figura 3. Equipo eléctrico que protege la torre de transmisión y la subestación de alta tensión en las fases A, B, C y el cable de guarda para corrientes de rayo eléctrico o cortos Circuitos de máximo 2M A.
- 25 Figura 4. Diseño de protección contra rayos eléctricos y cortos circuitos de máximo 2MA.
- Figura 5. Procedimiento para pruebas de alta tensión con un generador de van der Graff con una bobina en corto circuito flotante.
- 30 Figura 6. Esfera de aire con una bobina en corto circuito flotante.

Figura 7. Esfera de aire con una bobina en corto circuito flotante definida por radios de valor infinito en óhmios.

Figura 8. Esfera de aire con una bobina en corto circuito flotante sostenida por un poste.

5 Figura 9. Estructura de alta tensión que muestra la forma como se conecta la bobina de corto circuito flotante en las líneas y el cable de guarda.

Figura 10. Malla de cobre flotante con bobinas en corto circuito flotantes.

10

15

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente solicitud de patente de invención se refiere a un
20 Equipo eléctrico formado por una bobina en corto circuito flotante, que guarda la energía generada por un rayo eléctrico ó por un corto circuito ó por cualquier transitorio eléctrico ó por un sistema mecánico que tenga cargas eléctricas generadas por fricción; la bobina en corto circuito (3) es un nodo o un punto que guarda
25 energía, teóricamente según la teoría de circuitos de la ley de corrientes de Kirchhoff un nodo o un punto no guarda energía, esto es imposible.

Físicamente esta bobina en corto circuito flotante tiene
30 internamente inductancia , resistencia y capacitancia eléctricas,

para que sea flotante se coloca entre tierra y la bobina eléctrica en corto circuito una resistencia eléctrica del orden de los MΩ Figura 7, la corriente eléctrica transitoria almacenada no tiene retorno hacia ninguna fuente de tensión ni de corriente eléctrica sino que
5 queda circulando dentro de la bobina eléctrica en corto circuito, lo anterior constituye la base del equipo de la presente solicitud de patente.

La ecuación matemática, se comporta como un circuito eléctrico en serie y tiene la siguiente expresión:

$$L \frac{di}{dt} + iR + \frac{1}{C} \int i dt = 0$$

Cumpléndose con la Ley de Kirchhoff de tensiones, en este nuevo proceso se conoce: La corriente transitoria, y los valores de los elementos eléctricos R y L lo que permite calcular el valor de la
15 capacitancia C, debido a que la bobina está en corto circuito no se pueden medir esas tensiones, se puede probar con un medidor de corriente que hay una corriente eléctrica almacenada transitoria.

Cuando recibe la corriente eléctrica que es almacenada por la bobina en corto circuito flotante, esta corriente eléctrica se guarda al 100%, la bobina en corto circuito flotante se comporta como una
20 fuente de corriente ideal dentro de ella y el tiempo de las tensiones de la inductancia de la bobina en corto circuito y de la resistencia eléctrica propia de la bobina eléctrica en corto circuito flotante es el mismo tiempo de la corriente transitoria guardada.
25

Se conoce para el cálculo de los voltajes que van a tener los respectivos elementos, los siguientes valores que permiten diseñar matemáticamente el equipo para **protección al 100%** a la tierra

física y a las personas y equipos que se encuentren en esa zona de protección.

La corriente eléctrica de impulso tipo rayo usada en este análisis matemático es:

5
$$i(t) = 2'000.000(e^{-44.000t} - e^{-460.000t}) \text{ Amperios}$$

En este proceso para t=0, las condiciones iniciales son: la inductancia es un circuito abierto, y por lo tanto hay un solo nodo de entrada y salida, luego se cumple la ley de Kirchhoff que dice que la corriente eléctrica del rayo eléctrico, ó del corto circuito, ó del transitorio eléctrico, ó del sistema mecánico cargado eléctricamente por fricción, que entra al equipo eléctrico de la presente solicitud de patente de invención, en ese nodo es igual a la corriente eléctrica que sale de ese mismo nodo, la corriente transitoria queda atrapada en la bobina en corto circuito flotante.

15

t(μs)	$2'000.000e^{-44.000t}$	$- 2'000.000e^{-460.000t}$	Total A
0	2'000.000	- 2'000.000	0
0.2	1'982.477,2	- 1'824.210,3	158,3
0.5	1'956.480,47	-1'589.067,2	376,4
0.6	1'947.890,8	- 1'517.625,8	430,2
1	1'913.907,9	- 1'262.567,2	651,3
6	1'535.947	- 126.583,5	1'409.363,5
7	1'469.830,6	- 79.910,1	1'389.920,4
10	1'288.073	- 20.103,6	1'267.969
20	829.566,8	- 202	829.364
25	665.742,2	- 20,3	665.722
30	534.270	- 2	534.270
100	24554,6	0	24554,6
500	0	0	0

El voltaje de la resistencia está en fase con la corriente y con una resistencia de diseño de $154\mu\Omega/m$ para el cable 4/0 AWG, diseñado para 2 m, entonces:

5

$$V_R = 616(e^{-44.000t} - e^{-460.000t}) \text{ Voltios}$$

El voltaje de la inductancia es igual a $L \frac{di}{dt}$ es decir:

$$\begin{aligned} & L \frac{d(2'000.000(e^{-44.000t} - e^{-460.000t}))}{dt} \\ & L(2'000.000(44.000)e^{-44.000t} + 2'000.000(460.000)e^{-460.000t}) \text{ Voltios} \\ & L(-88.000'000.000e^{-44.000t} + 920.000'000.000e^{-460.000t}) \text{ Voltios} \end{aligned}$$

10

La inductancia de la bobina en corto circuito flotante se calcula con una vuelta, núcleo de aire, la longitud es de 2 m, y el área transversal es la del alambre de cobre 4/0 AWG si el perímetro de la circunferencia es igual a $2\pi r = 2 \text{ metros}$,

$$L = \frac{N^2}{R} = \frac{N^2 \mu A}{l} = \frac{(1)^2 (4\pi 10^{-7}) (0,318 m^2)}{2m} = 1,99(10^{-7}) \text{ Henrios}^{15}$$

entonces

el radio es igual a $r = 0,318$ metros, dando un área de $0,318 \text{ m}^2$

$$i(t) = 2'000.000(e^{-44.000t} - e^{-460.000t}) \text{ Amperios}$$

$$R = (1,54(10^{-4}) \frac{\Omega}{\text{metro}})(2 \text{ metros}) = 3,08(10^{-4}) \Omega$$

$$L = 1,99(10^{-7}) \text{ Henrios}$$

$$V_L(t) = (5,93e^{-44.000t} + 62e^{-460.000t}) \text{ Voltios}$$

$$V_R(t) = 616(e^{-44.000t} - e^{-460.000t}) \text{ Voltios}$$

La ecuación matemática de la bobina en corto circuito flotante queda:

20

$$V_L(t) + V_R(t) + V_C = (-5,93e^{-44.000t} + 62e^{460.000t}) + (616(e^{-44.000t} - e^{-460.000t})) + V_C = 0$$

Cumple con la Ley de voltajes de Kirchhoff, la bobina está en corto circuito y la corriente transitoria conocida queda atrapada en ella, pasa por los tres elementos eléctricos R,L,C conocidos siempre en el diseño también.

- 5 Para los voltajes de la inductancia y la resistencia se realizó la siguiente tabla:

Tiempo (µs)	Voltaje inductancia	Voltaje resistencia	Voltaje condensador
0	56,07	0	- 56,07
0,2	50,67	48,74	- 99,41
0,5	43,46	113,16	- 156,62
0,6	41,27	132,52	- 173,79
1	33,46	306,12	- 339,58
6	-0,62	2890,3	- 2889,68
7	- 1,88	428	- 426,12
10	- 3,19	390,5	- 387,31
20	- 2,45	255,4	- 252,95
25	- 1,97	205	- 203,03
30	- 1,58	164,5	- 162,92
100	- 0,07	7,56	- 7.49
500	0	0	0

La suma de los voltajes de la inductancia y de la resistencia es igual al voltaje del condensador.

Luego la ecuación matemática del proceso es

10

$$V_L(t) + V_R(t) + V_C = 0$$

y esos voltajes que están dentro de la bobina en corto circuito, en un laboratorio solo podemos medir con una pinza amperimétrica la corriente transitoria guardada.

Estudio de la temperatura que se presenta en la bobina flotante con un rayo eléctrico de 2MA pico.

$$P = I^2 R(\text{wattios})$$

$$I^2 R dt = m C dT$$

$$m = \text{masa}$$

5 Fórmula empleada $C = \text{capacidad} - \text{calórica} - \text{media} - \text{específica}$

$$T = \text{temperatura}$$

$$dT = \frac{I^2 R dt}{m C}$$

Para un cable de cobre que se funde a una temperatura de 1083°C, AWG 4/0

10 Para un rayo de 2M A y un peso de 0,9531 Kg/m,

$$\Delta T = \frac{(2'000.000)^2 (1,54)(10^{-4}) \frac{\Omega}{\text{metro}} (300)(10^{-6}) \text{segundos}}{(0,9531) \frac{\text{Kg}}{\text{metro}} (390 \frac{\text{Julios}}{\text{Kg} - ^\circ \text{C}})} = 497^\circ \text{C}$$

Conclusión: El diseño es perfecto ya que no se funde el cobre, y el voltaje máximo presente en la bobina es de 425,55 V en 6 ms.

15

Para el cálculo de la temperatura presente en la bobina en corto circuito flotante de cobre calibre 4/0 AWG aislado, se ha sobredimensionado asumiendo que toda la energía es el área total del rectángulo de cálculo, pero en realidad los transitorios mecánicos y térmicos son más lentos que los transitorios eléctricos, luego esas temperaturas son más bajas, por ejemplo podemos calcular el área de energía para 50 µs y no para el total de 300 µs.

20

$$\Delta T = \frac{(2'000'000 \text{ Amperios})^2 (1,54 * 10^{-4} \Omega / \text{metro}) (50 * 10^{-6} \text{ segundos})}{(0,953 \text{ Ki logramos}) (390 \text{ Julios } / (\text{Ki logramos}^\circ \text{ C}))} = 82,9^\circ \text{ C}$$

En la última prueba realizada en alta tensión se hicieron 10
5 tensiones transitorias de 10KV, cuando se terminó el proceso, el ingeniero tocó la resistencia eléctrica del circuito RLC flotante con la mano y no sintió calentamiento alguno, y las corrientes medidas fueron de 85KA pico.

10 El diseño de una bobina en corto circuito flotante es infinitamente más eficiente y el más seguro, por ejemplo si lo se compara con el circuito RLC flotante, encontramos que para almacenamientos de 2MA pico, su condensador eléctrico necesita valores muy altos de tensión y lógicamente aumenta su costo y su seguridad disminuye;
15 entonces comparándolo, llegamos a las anteriores conclusiones:

$$V_C(t) = \frac{1}{(30 * 10^{-6} \text{ faradios})} \int 2'000.000 (e^{-44.000t} - e^{-460.000t}) dt (\text{voltios})$$

$$V_C(t) = \frac{2'000.000}{(30 * 10^{-6})(-44.000)} e^{-44.000t} + \frac{2'000.000}{(30 * 10^{-6})(460.000)} e^{-460.000t} + K$$

$$V_C(t) = (-1'515.151,5 e^{-44.000t} + 144.927,5 e^{-460.000t}) + K (\text{voltios})$$

$$V_R(t) = 616 (e^{-44.000t} - e^{-460.000t}) \text{ voltios}$$

La constante K de condiciones iniciales se encuentra haciendo t=0 en el voltaje del condensador

$$0 = -1'515.151,5 + 144.927,5 + K$$

$$K = 1'370.224 \text{ voltios}$$

20

Igual que en el caso anterior el circuito RLC flotante cumple con la Ecuación de Kirchhoff de voltajes en el momento en que es almacenada la corriente eléctrica transitoria, ya que no hay una

fuente eléctrica de tensión ó de corriente y para este diseño el condensador está en corto circuito por la resistencia eléctrica que se le coloca en paralelo, pero el análisis de tensiones lo hago en serie porque la corriente eléctrica que es almacenada en este 5 circuito RLC flotante, es la misma para el condensador y la resistencia eléctrica al entrar la corriente eléctrica en ella, se conoce además todos los valores de corriente eléctrica transitoria, C y R eléctricos, lo que permite plantear solamente la siguiente ecuación matemática:

10
$$V_C(t) + V_R(t) + V_L(t) = 0$$

Tiempo μs	Voltaje condensador	Voltaje resistencia
0	0	0
0,2	536,5	48,7
0,5	3191,6	113,6
0,6	4525,98	132,5
1	11783,95	200,6
6	215.800,5	434
7	262.506,54	428,09
10	395.868,04	390,53
20	741750,41	255,4
25	865875,4	205,04
30	965473,7	164,5
100	1'351.622	7,56
500	1'370.219.8	1,72

De la curva vemos que el condensador se está cargando y llega al valor de carga de 1'370.224 V, en ese momento se termina la corriente transitoria y el condensador empieza a descargarse.

La descarga eléctrica del condensador es una Ecuación matemática que cumple con la ley de Kirchhoff de tensiones:

$$1'370.224 - \frac{1}{C} \int_0^t i dt - iR = 0$$

El valor de la corriente eléctrica de descarga del condensador es:

$$i(t) = \frac{V}{R} e^{-\frac{t}{RC}} = \frac{1'370.224}{(3,08 * 10^{-4})} e^{-\frac{t}{(9,24 * 10^{-9})}} \text{ amperios}$$

10 CONCLUSIONES:

1. Al comparar la tabla de la ecuación diferencial flotante RLC, con la tabla de valores de voltaje de la bobina en corto circuito flotante, que es un nodo ó un punto, se ve que presenta un voltaje muy alto de 1'370.224 V pico, lo que incrementa el BIL de diseño del condensador y lo hace peligroso para esa corriente de 2M A pico transitorios y si se conecta mal su resistencia eléctrica podría incrementar también su tensión; esto no sucede con la bobina en corto circuito flotante quién almacena con facilidad sin problemas de tensión ni de calentamiento, la corriente transitoria de 2M A pico máximo.
2. La bobina en corto circuito flotante es menos pesada que el circuito RLC flotante.
3. La bobina en corto circuito flotante es más sencilla de hacer físicamente.
4. La bobina en corto circuito flotante no tiene aceite internamente, por lo tanto no hay peligro de explosión.

5. Las pruebas realizadas en los laboratorios de alta tensión demuestran que la Bobina en corto circuito flotante no presenta corrientes eléctricas transitorias dentro de ella cuando se desconecta la bobina en corto circuito flotante del generador de impulso de corriente ó de tensión, comprobando que no hay inducción magnética debido a las leyes de Lentz ni de Faraday.

La patente de invención la hemos optimizado en costos y en elementos eléctricos ya que, en realidad lo único que necesitamos físicamente es una **Bobina en Corto Circuito Flotante**.

DESCRIPCION DE LA INVENCION CON RELACION A LAS FIGURAS ANEXAS.

15

Las Figuras que contiene la presente solicitud de Patente de Invención, permiten ver procesos de protección en diferentes sistemas eléctricos, electrónicos, de alta, media y baja tensión, donde se tienen:

20

La Figura 1 muestra el pararrayos (7) con la bobina en corto circuito flotante (3) de alambre 4/0 AWG aislado, con la base de soporte (2) unidos con el conductor eléctrico bajante (5) de alambre 4/0 AWG desnudo y ambos separados de la tierra física con un tubo de alta resistencia eléctrica (1) en PVC con base de cemento (18), este equipo protege la zona de rayos eléctricos que tienen una magnitud pico máxima de 2M A, esta figura muestra el procedimiento de conexión para que cuando caiga un rayo eléctrico en el pararrayos (7) se almacene al 100% en la bobina de

corto circuito (3), como vemos el pararrayos y la bobina son flotantes porque están soportadas por el soporte (1).

La Figura 2 muestra cuatro bobinas en corto circuito flotantes (3),
5 el pararrayos (7), las bases de soporte (2), el tubo de alta resistencia eléctrica (1), las bases de cemento (18), en una disposición de diseño que aumenta la magnitud de protección máxima del rayo eléctrico a 8M A pico en microsegundos.

10 La Figura 3 muestra cuatro bobinas en corto circuito flotantes (3) unidas a los conductores eléctricos bajantes(5) a las fases A, B, C y el cable de guarda los aisladores de alta tensión (4), las bases de soporte (2), el tubo de alta resistencia eléctrica (1), las bases de cemento (18), protegiendo la subestación de alta tensión y la torre
15 de transmisión de alta tensión.

La Figura 4 muestra bobinas en corto circuito flotantes (3) que protegen al transformador de distribución en el lado de alta tensión y en el lado de baja tensión, unidas a los conductores eléctricos
20 bajantes(5), los aisladores de alta tensión (4), las bases de soporte (2), el tubo de alta resistencia eléctrica (1), las bases de cemento (18), dos bobinas en corto circuito flotantes (3) que protegen la línea telefónica (16), y dos bobinas en corto circuito flotantes (3) protegiendo la casa desde las antenas (8) y (9), el pararrayos (7),
25 las tuberías de agua (13), la tubería de gas (14), y el tanque de agua (10). Además, en ésta Figura 4 podemos ver las carcasas(20) de un motor eléctrico y de un sistema de comunicaciones, en donde el primero va conectado con un cable (5) a la bobina en corto circuito flotante (3) y el segundo va
30 conectada la carcasa (20) a una malla de cobre flotante (6) y esta

5 malla de cobre (6) va conectada a la bobina en corto circuito flotante (3) con la ventaja de que si su carcasa queda energizada a una tensión de respuesta forzada en el sistema la corriente en corto circuito forzada presente verá una resistencia eléctrica máxima de $308 \mu\Omega$, lo que garantiza una perfecta protección contra cortos circuitos, este procedimiento elimina colocar mallas de cobre internas en la tierra física eliminado también tensiones de paso, de toque y de transferencia y asegurando que los equipos de protección siempre sean eficientes.

10

La Figura 5 muestra una prueba de un generador de impulso de corriente ó de tensión con una bobina en corto circuito flotante (3), unida al generador en un punto por el conductor (5), la bobina en corto circuito flotante (3) está aislada de la tierra física por medio del tubo de alta resistencia eléctrica (1) del orden de los $M\Omega$,
15 indicando que en esa disposición ya se ha comprobado que una parte de la corriente eléctrica transitoria pasa a la bobina en corto circuito flotante (3) quedando guardada en ella al 100%.

20 La Figura 6 muestra la esfera de aire (22) que tiene como centro la bobina de corto circuito (3), con un radio de 2 metros (21), con referencia a la tierra física (23).

La Figura 7 muestra la esfera de aire (22) que tiene como centro la
25 bobina de corto circuito (3), con radios de resistencia eléctrica infinita (24), con referencia a la tierra física (23).

La Figura 8 muestra la esfera de aire (22) que tiene resistencias de
aire infinitas (24), con una resistencia eléctrica (1) que soporta a la
30 bobina de corto circuito sobre la tierra física (23).

La Figura 9 muestra un poste de alta tensión(1), con su cable de guarda y sus líneas de transmisión de alta tensión, con sus respectivos aisladores (4), y sus bobinas en corto circuito (3) flotantes con respecto a la tierra física.

La Figura 10 muestra cables de guarda en la zona que se quiere proteger contra rayos eléctricos, sostenidos por postes de PVC (1), y sosteniendo estos cables de guarda las bobinas en corto circuito (3)

15 NÚMEROS DE REFERENCIA UTILIZADOS EN LAS FIGURAS ANEXAS.

- 1 Tubo de alta resistencia eléctrica del orden de los MΩ, puede ser PVC, porcelana, etc., debe estar anclada en tierra física, con una base de cemento (18), la altura de este tubo, se calcula para que esté la punta del pararrayos en el punto más alto de la zona que queremos proteger.
- 2 Base de soporte para que bobina en corto circuito flotante para que quede fija, no se caiga, puede ser de material de cerámica ó porcelana ó acrílico que soporte mínimo 100°C.
- 3 Bobina en corto circuito flotante que va a almacenar la corriente transitoria, el calibre del alambre mínimo es 4/0 AWG aislado.

- 4 Aisladores de alta tensión, cuando la bobina en corto circuito flotante esté conectada a líneas ó sistemas de alta tensión, que evitan el paso de corrientes forzadas en el sistema.
- 5 5 Conductor eléctrico bajante que une el pararrayos (7), líneas de alta tensión, carcasas de motores, carcasas de equipos de comunicaciones, etc., con la bobina en corto circuito flotante (3), el calibre del alambre es 4/0 AWG desnudo.
- 6 6 Malla de cobre flotante cuando se desea proteger por ejemplo sistemas de comunicaciones, equipos electrónicos de hospitales etc, con una tierra flotante independiente.
- 10 7 Pararrayos franklin con su respectivo mástil de cobre.
- 8 8 Antena de comunicaciones.
- 9 9 Antena de televisión.
- 10 10 Tanque de agua.
- 15 11 Acometida eléctrica residencial.
- 12 12 Acometida telefónica.
- 13 13 Tubería de agua.
- 14 14 Tubería de gas.
- 15 15 Tablero eléctrico de distribución.
- 20 16 Línea telefónica.
- 18 18 Soporte o base de cemento de la bobina en corto circuito flotante.
- 19 19 Electrodo del generador de Van Der Graff.
- 20 20 Carcasa de un motor eléctrico o de un equipo de comunicaciones, etc, unido por un conductor eléctrico (5) a una malla de cobre (6).
- 25 21 Radio de aire de 2 metros
- 22 22 Esfera de aire
- 23 23 Tierra física
- 30 24 Resistencia eléctrica Infinita

REIVINDICACIONES

1. Equipo eléctrico formado por una bobina en corto circuito flotante **CARACTERIZADO PORQUE** el equipo se construye con los siguientes valores : Una bobina en corto circuito (3) de una longitud media de dos metros, con un conductor de cobre calibre 4/0 AWG ó 1000MCM aislado que se coloca sobre una base de soporte (2) de porcelana ó cerámica ó acrílico de 1 metro cuadrado y de un espesor de 10 centímetros y a su vez van colocados sobre un tubo ó poste (1) de PVC ó cemento de una altura de 14 metros; estando la bobina en corto circuito (3) conectada con un cable de cobre bajante (5) calibre 4/0 AWG ó 1000MCM desnudo al pararrayos (7).
2. Equipo eléctrico formado por una bobina en corto circuito flotante de la Reivindicación 1, **CARACTERIZADO PORQUE** colocando dos postes (1) de PVC ó cemento de una altura de 14 metros, que tengan conectados a sus puntas de arriba un cable 4/0 AWG ó 1000 MCM desnudo (5) y en el punto medio de ese cable de cobre se empalma una bobina en corto circuito hecha de un conductor de cobre 4/0 AWG ó 1000 MCM desnudo de una longitud media de dos metros; en la punta de uno de los postes (1) se coloca un pararrayos (7) cuyo bajante 4/0 AWG ó 1000 MCM (5) se une al cable que está en la punta de los postes.
3. El equipo eléctrico formado por una bobina en corto circuito flotante de la Reivindicación 1 y 2 **CARACTERIZADO PORQUE** en una superficie de tierra física que se quiera proteger contra rayos eléctricos, se pueden diseñar mallas de

cobre flotantes de calibre 4/0 AWG ó 1000 MCM desnudo, sostenidas mínimo por 4 postes ó tubos de PVC que tengan una altura de 14 metros; esa malla de cobre flotante se conecta con un conductor de cobre 4/0 AWG ó 1000 MCM desnudo a la Bobina en corto circuito flotante y esta bobina de corto circuito flotante se conecta por medio de un cable bajante de cobre desnudo 4/0 AWG ó 1000 MCM a un pararrayos (7). En el diseño se pueden conectar mas bobinas en corto circuito flotantes a la malla de cobre flotante.

10

4. El equipo eléctrico formado por una bobina en corto circuito flotante de la Reivindicaciones 1y 2 ,**CARACTERIZADO PORQUE** el equipo se puede colocar directamente sobre cables de guarda, líneas de transmisión de alta, media y baja tensión, estas bobinas en corto circuito flotantes se deben colocar en paralelo con las líneas de campo magnético producidas por las corrientes de respuesta forzada 60Hz. En antenas de comunicaciones, colocar en la punta de la torre un pararrayos (7), con un bajante de cobre unido a una bobina en corto circuito flotante (3). En equipos de pruebas de alta tensión, se coloca la fase unida con un cable 4/0 AWG ó 1000 MCM desnudo a la bobina en corto circuito flotante.

15

20

5. El equipo eléctrico formado por una bobina en corto circuito flotante de la reivindicaciones 1 y 2 **CARACTERIZADO PORQUE** Un punto de la carcasa de motores eléctricos, computadoras, ó cualquier otra carcasa de cualquier otro equipo eléctrico, civil ó mecánico se une con un cable 12 AWG desnudo a la bobina en corto circuito flotante (3) y de esa misma bobina en corto circuito flotante (3)unimos con un

25

30

cable 12 AWG la bobina en corto circuito flotante (3) con el neutro del sistema eléctrico monofásico ó trifásico que queremos proteger contra cortos circuitos de respuestas forzadas.

5

10

15

20

25

30

RESUMEN

Equipo eléctrico formado por una bobina en corto circuito flotante
5 es un nodo flotante que se construye con los siguientes valores
mínimos para almacenar corrientes de 2M A pico: Una bobina en
corto circuito (3) de una longitud media de dos metros, con un
conductor de cobre calibre 4/0 AWG aislado, que va colocada
sobre una base (2) de porcelana ó cerámica ó acrílico para su
10 sostén mecánico con sus respectivos herrajes, y van colocados
sobre un tubo (1) en PVC ó cualquier otro material de alta
resistencia eléctrica del orden de los $M\Omega$, la bobina en corto
circuito (3) va conectada con un cable bajante (5) calibre 4/0 AWG
desnudo, al sistema que se desea proteger.

15

20

25

30

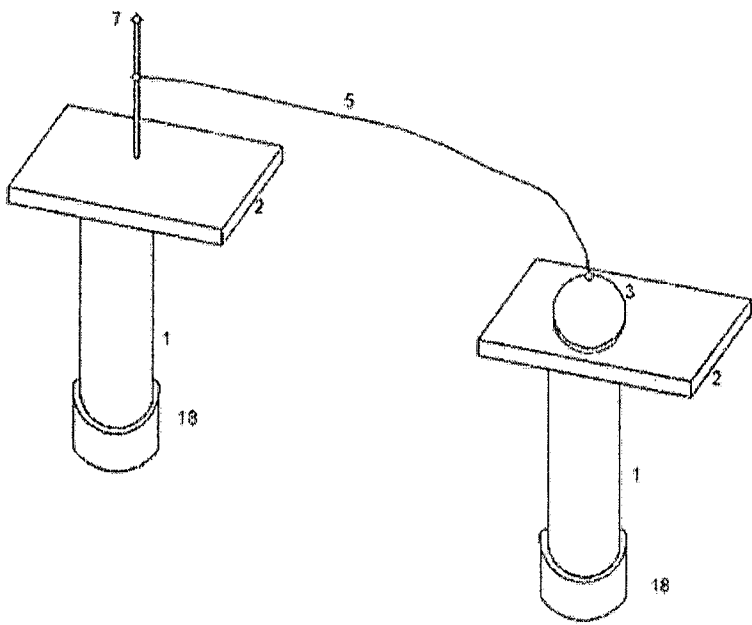


Figura 1

5

10

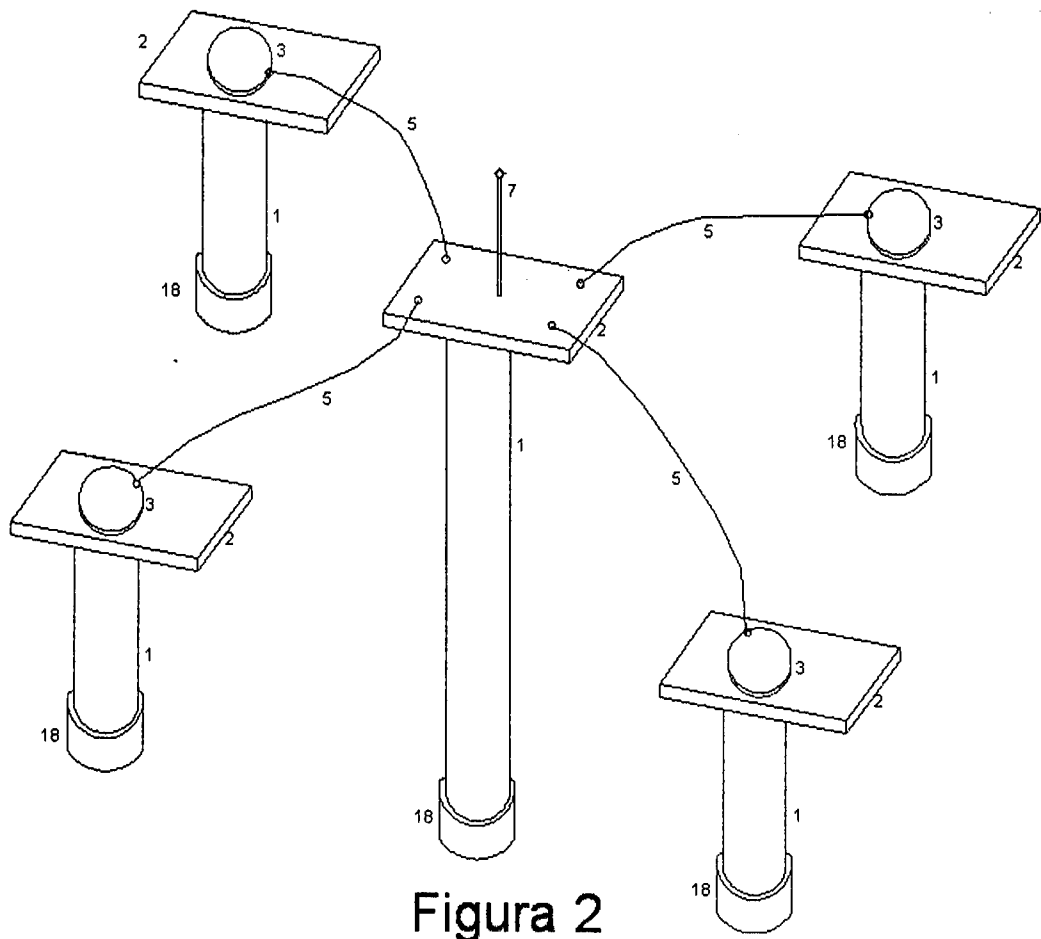


Figura 2

5

10

15

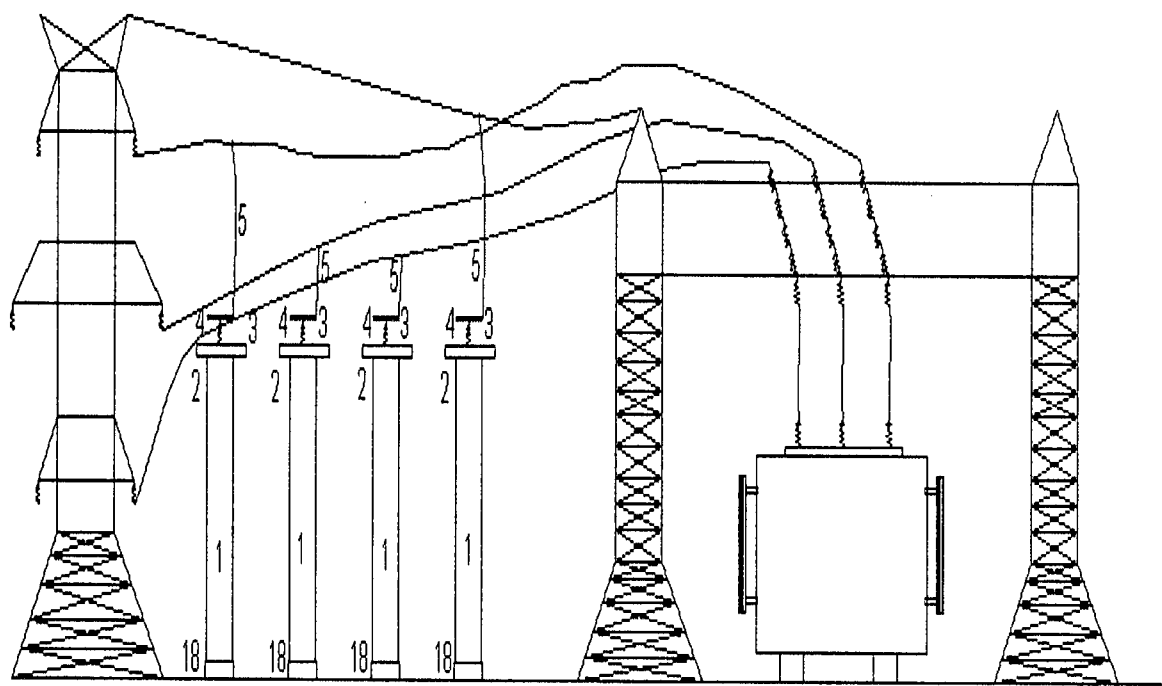


Figura 3

5

10

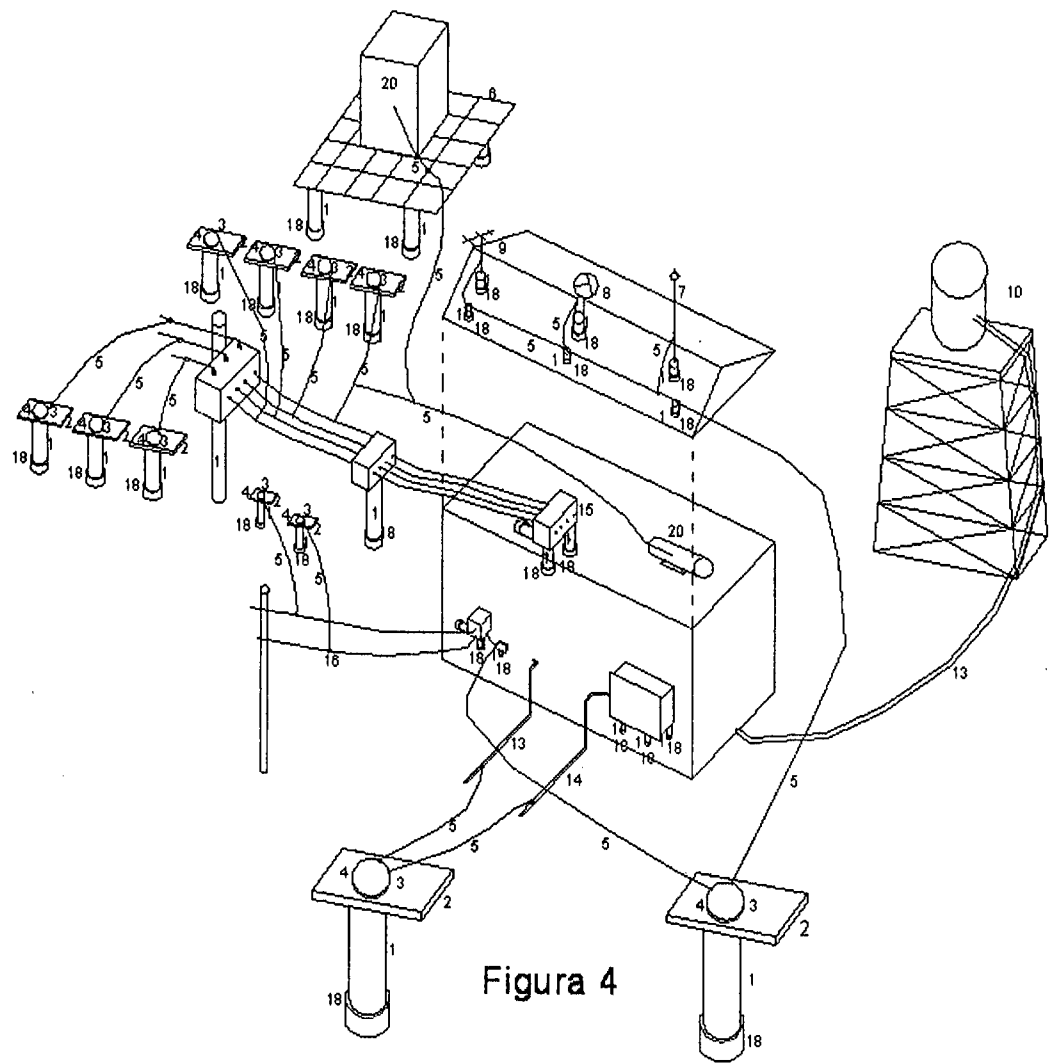


Figura 4

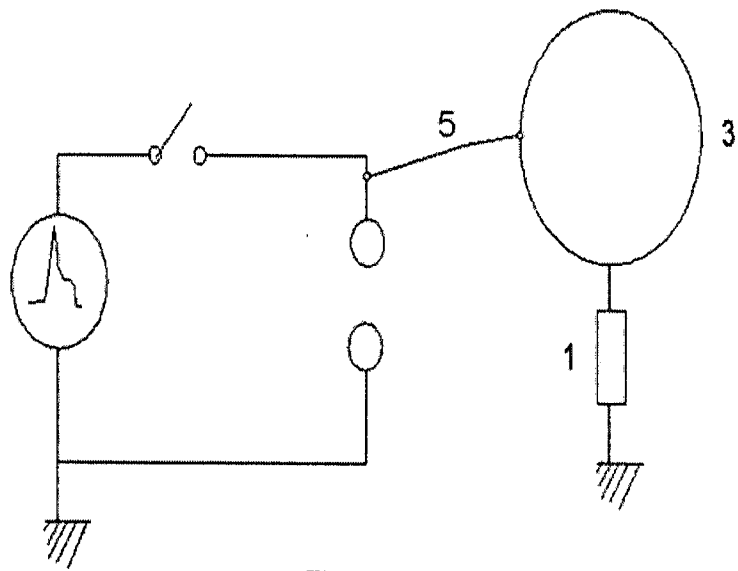


Figura 5

5

10

15

20

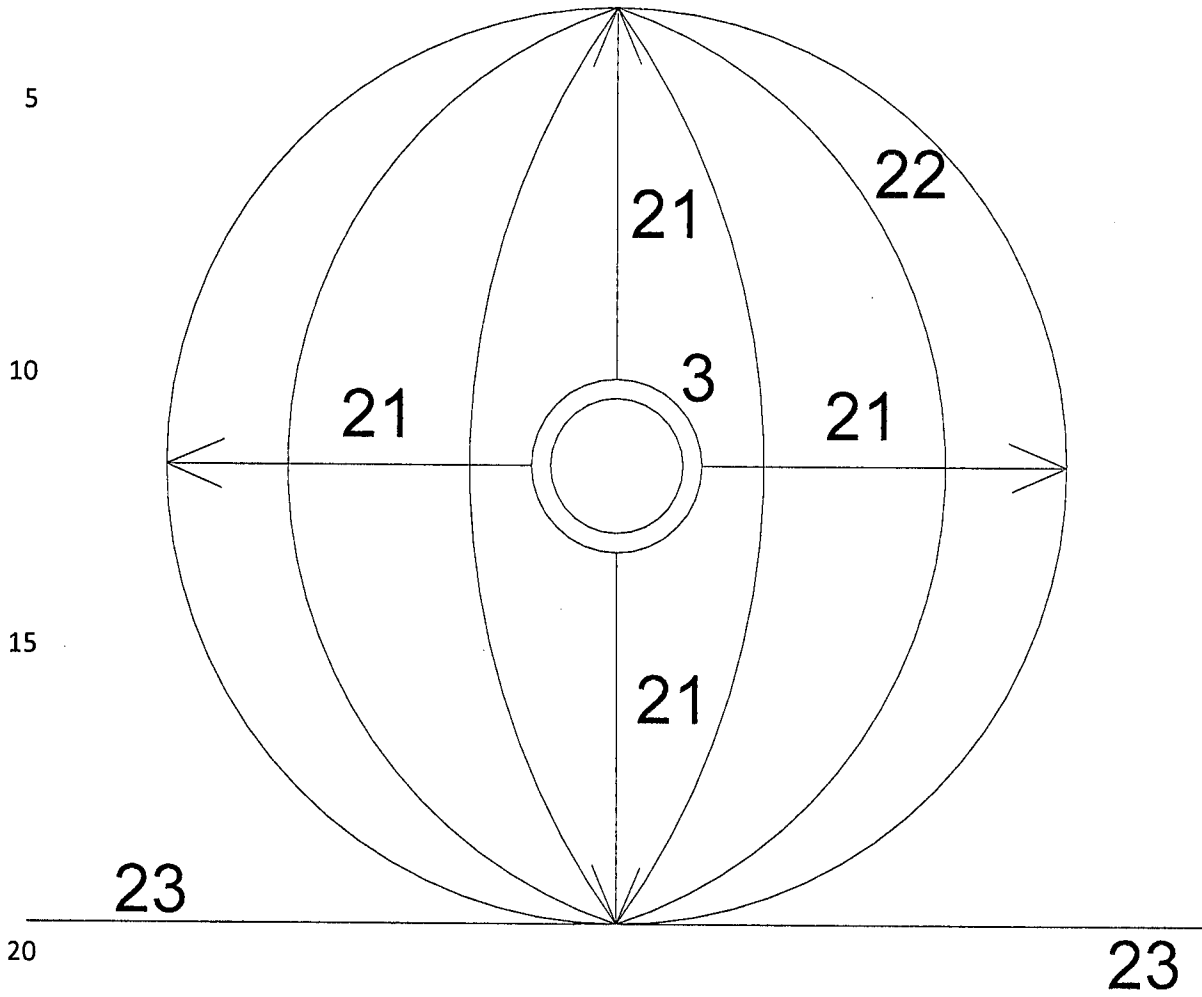


FIGURA 6

25

30

33

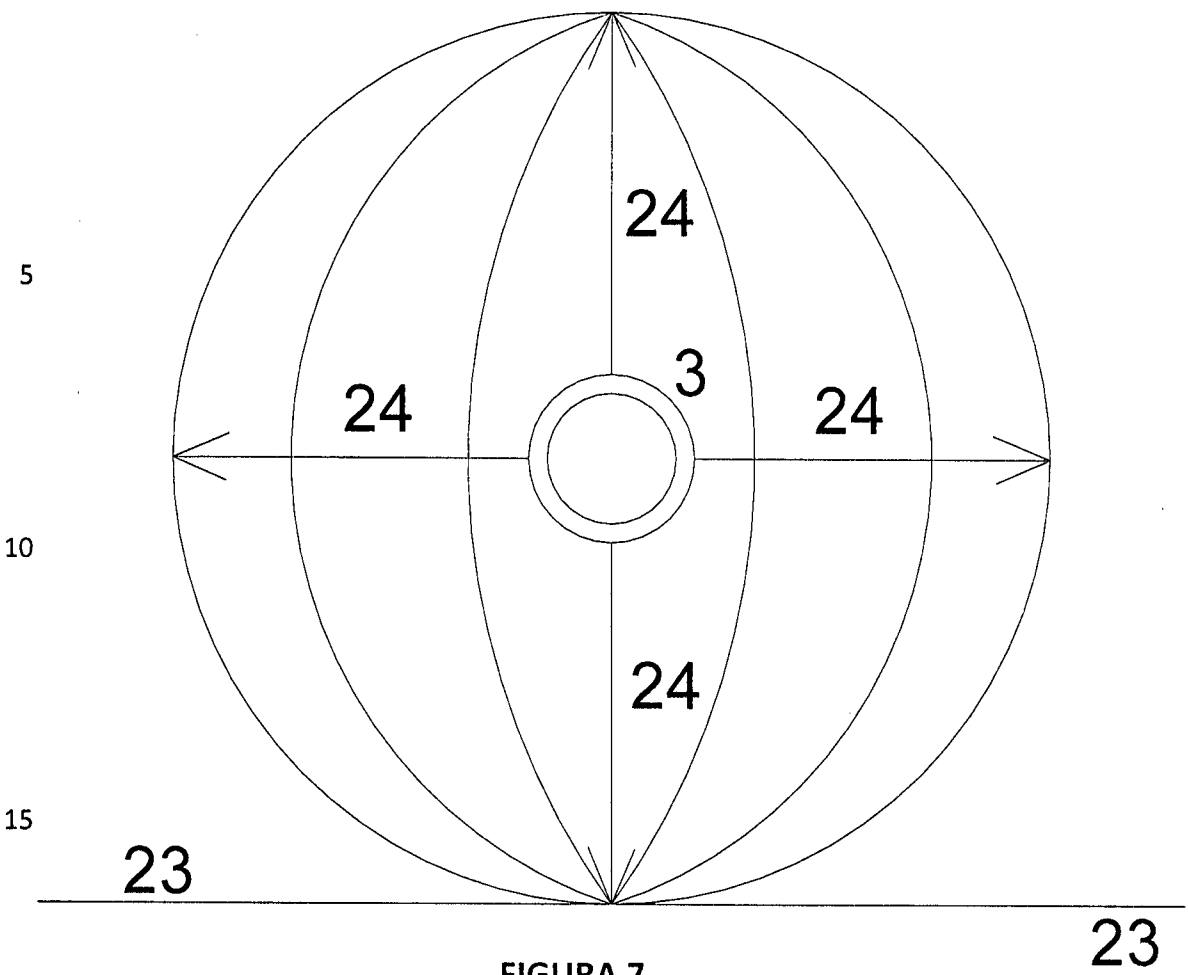


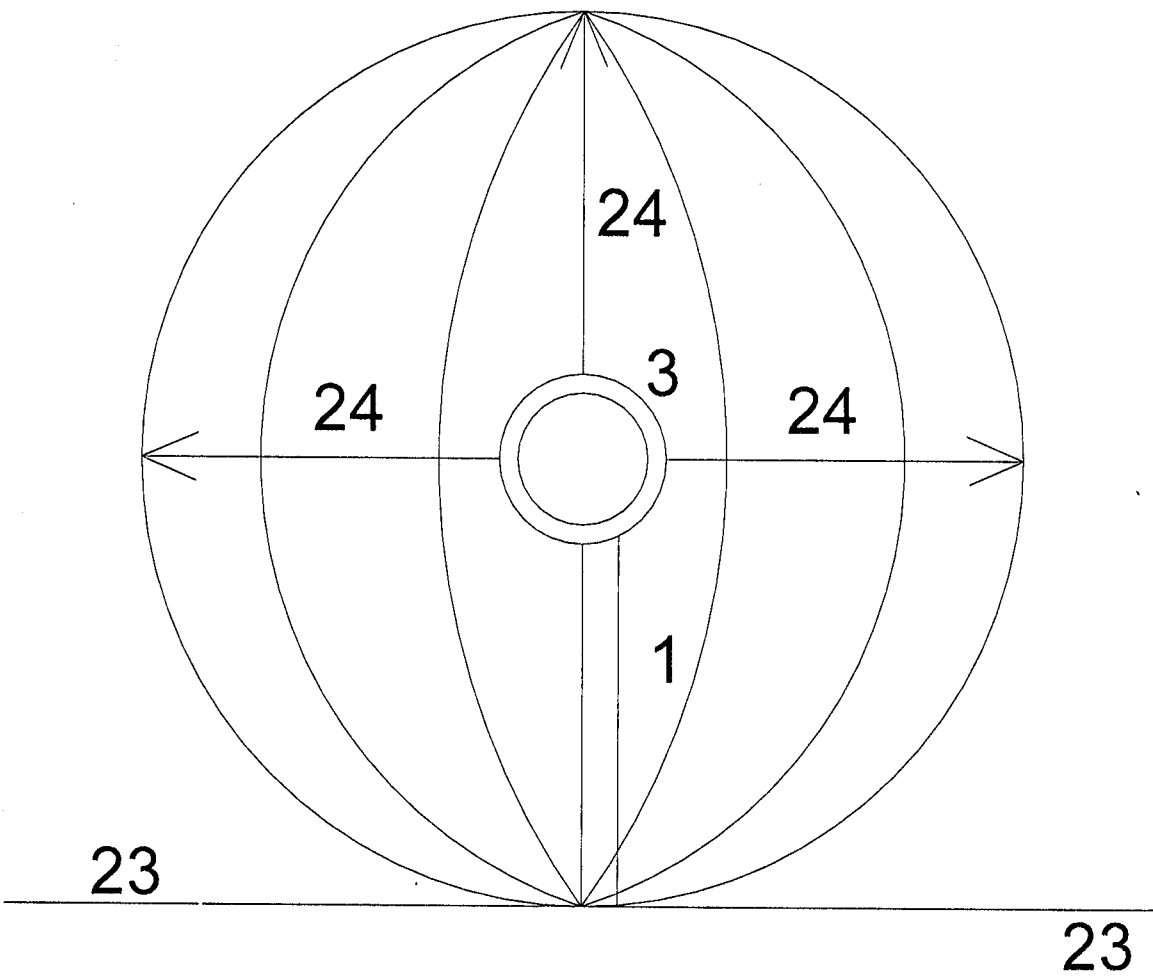
FIGURA 7

5

10

15

20



25

FIGURA 8

30

5

10

15

20

25

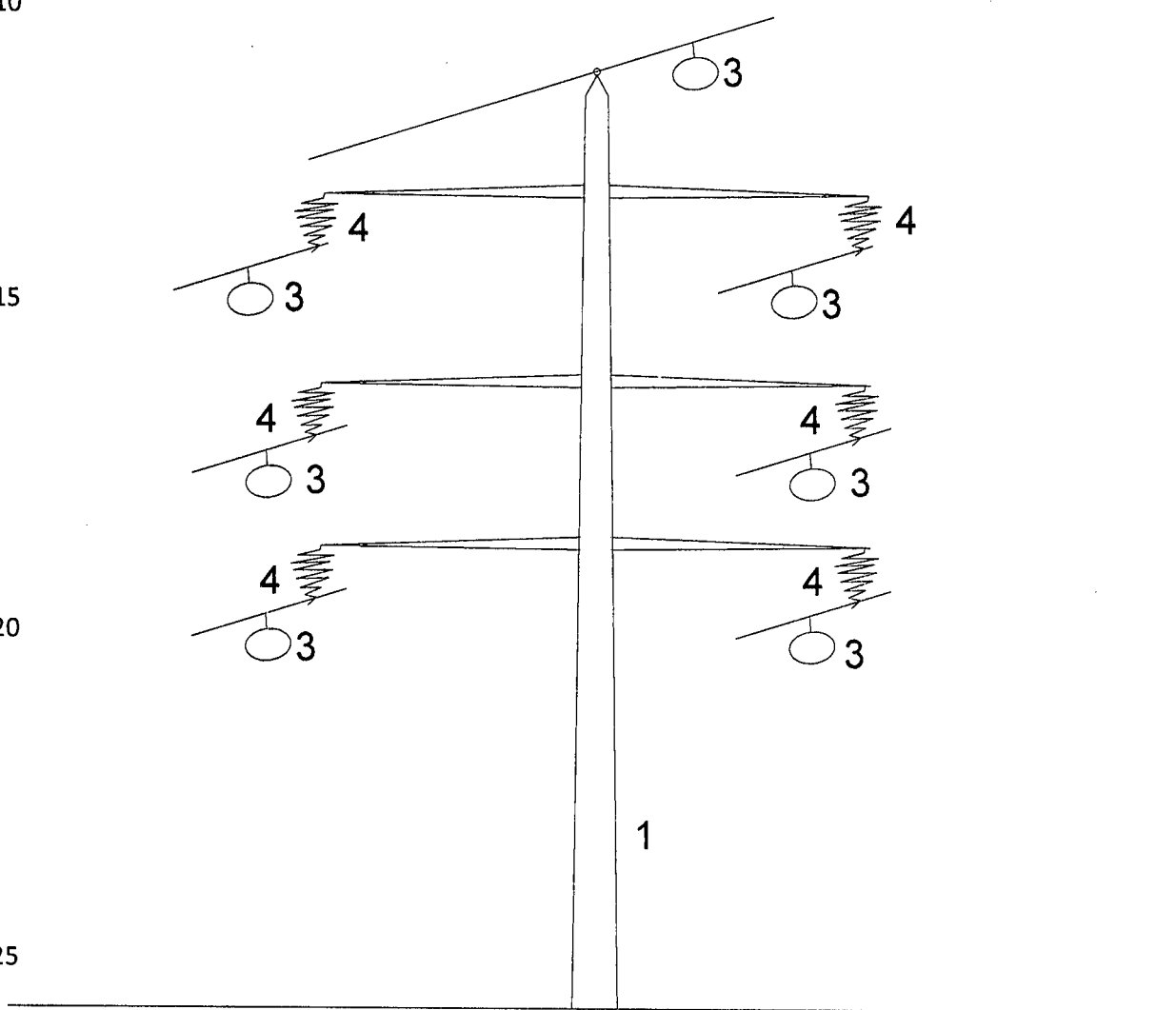


FIGURA 9

30

5

10

15

20

25

30

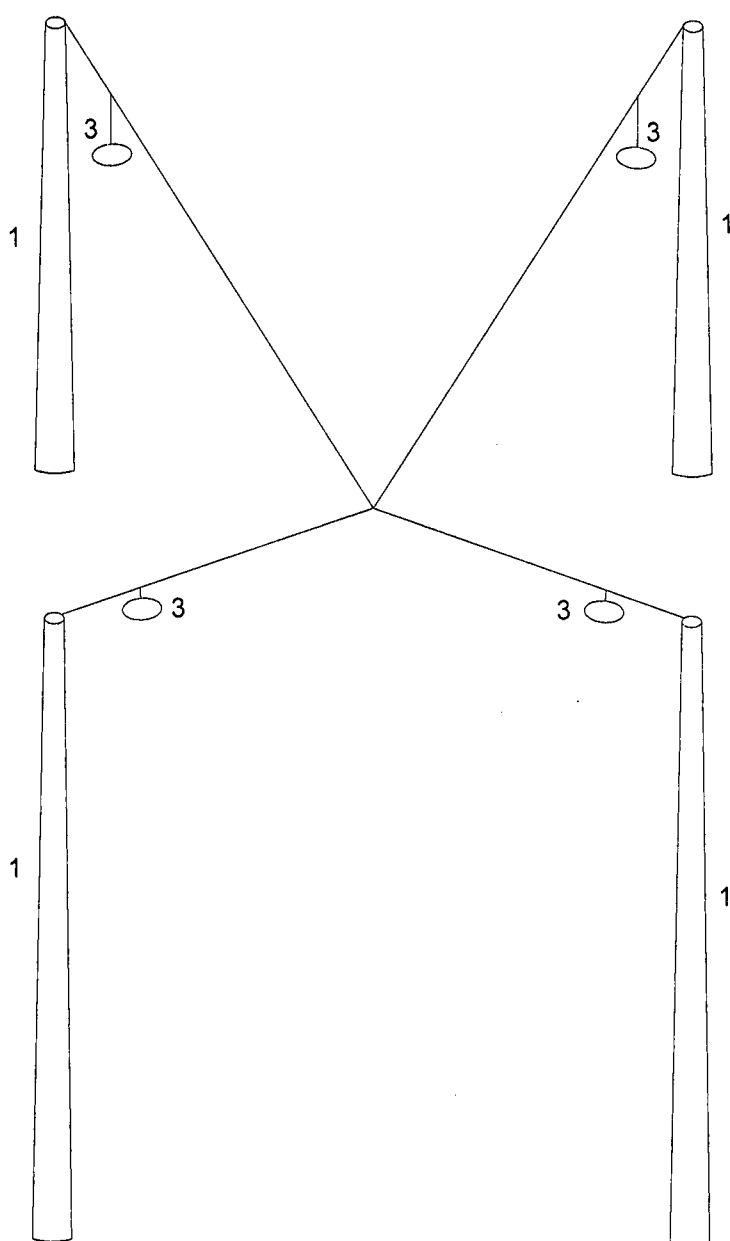


FIGURA 10