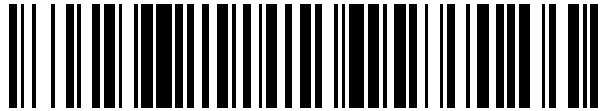


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 415 580**

21 Número de solicitud: 201131898

51 Int. Cl.:

**G01L 5/04** (2006.01)

**G01L 9/00** (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

**21.12.2011**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**25.07.2013**

Fecha de la concesión:

**13.05.2014**

45 Fecha de publicación de la concesión:

**21.05.2014**

56 Se remite a la solicitud internacional:

**PCT/ES2012/070819**

73 Titular/es:

**GOLAY CODING MODULATION, S.L. (100.0%)  
Parque Científico de la Universidad ed Alcalá  
(TECNOALCALA) c/. Punto Net, 4 -1ª Planta  
Edif. ZYE  
28805 ALCALÁ DE HENARES (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**DIAZ FUENTE, Vicente**

74 Agente/Representante:

**LAHIDALGA DE CAREAGA, José Luis**

54 Título: **APARATO PARA LA MONITORIZACIÓN DE CABLES AÉREOS**

57 Resumen:

La invención a la que se refiere la presente memoria trata de un aparato para la monitorización de cables aéreos que, instalado en uno de los extremos de un cable es capaz de obtener información de los cambios en sus parámetros mecánicos y dimensionales debido a su uso o envejecimiento.

El aparato consta de cinco bloques principales:

Medios de medición de ángulos,

Medios de calibración,

Medios de proceso electrónico de datos,

Medios de decisión,

Medios de comunicaciones.

ES 2 415 580 B1

## **DESCRIPCIÓN**

### **APARATO PARA LA MONITORIZACIÓN DE CABLES AÉREOS**

#### 5 **OBJETO DE LA INVENCION**

La invención a la que se refiere la presente memoria trata de un aparato para la monitorización de cables aéreos que, instalado en uno de los extremos de un cable es capaz de obtener información de los cambios en sus parámetros mecánicos y dimensionales debido a su uso o envejecimiento.

#### **CAMPO DE LA INVENCION**

15 La presente invención tiene su desarrollo en muy variados campos relacionados con cables aéreos. A nivel recitativo pero no limitativo podemos hablar de su utilización en el campo de las industrias de transmisión de energía eléctrica de alta tensión por líneas aéreas, así como en el ámbito ferroviario para la supervisión de los cables empleados para alimentar a las locomotoras eléctricas o cualquier vehículo o aparato que necesite ser alimentado mediante una línea eléctrica colgada entre, al menos dos puntos.

25

Evidentemente, los sistemas de transporte como el teleférico y similares también pueden beneficiarse de este aparato para su supervisión mecánica.

#### 30 **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

En los sistemas de distribución de energía mediante líneas de alta tensión aéreas los cables empleados transportan una enorme cantidad de energía

con voltajes muy elevados que son peligrosos para los seres humanos, animales e instalaciones que se encuentran en sus proximidades.

5           Para evitar daños en las proximidades de las líneas de alta tensión las distintas normativas eléctricas en el mundo regulan las distancias mínimas a las que dichas líneas pueden estar del suelo o de los elementos arriba mencionados. Es especialmente  
10 delicado el caso de catenarias que cruzan vías de comunicaciones y edificios o poblaciones.

Los cables aéreos, y otros sistemas de transporte basados en cables aéreos, sufren cambios  
15 estructurales y mecánicos debidos a distintos factores. Entre ellos destacan la temperatura (dilatación longitudinal), el peso de la gravedad o de los elementos colgados de la catenaria, y determinados factores ambientales como la nieve y el  
20 hielo que puede acumularse en el cable.

Todos los factores mencionados arriba hacen que la distancia del punto mínimo del cable cambie y, por tanto, sea necesario tener en cuenta los factores  
25 máximos para evitar que en el caso peor dicha distancia sea inferior a los límites de seguridad. En la figura 1 aparecen esquemáticamente todos los parámetros fundamentales de un cable aéreo y su catenaria que, por diseño, debe cumplir determinados requisitos.

30  
Por otra parte la monitorización o supervisión en tiempo real (o continua) es muy importante desde el punto de vista de la gestión de la energía suministrada por la red eléctrica, ya que el aumento de consumo  
35 demandado por necesidades de la población y la

industria debe ser suministrado aumentando la corriente que circula por dichas líneas que debido a las pérdidas producidas por efecto Joule se calientan produciendo, por tanto una dilatación proporcional a dicha temperatura lo que producirá un decremento en la distancia de la catenaria al suelo al producirse un incremento en la longitud del cable aéreo.

Sin embargo, la medida de la temperatura del cable no es suficiente por cuanto el cable puede estar sufriendo además tracciones debidas al peso de objetos sujetos al cable, hielo o nieve tal como se explicó arriba.

Es bien sabido que la catenaria que forma el cable aéreo cumple la siguiente ecuación, extraída de, Antonio Angulo Álvarez "Cálculo mecánico de los conductores de líneas eléctricas Aéreas" Revista Obras Públicas, Marzo 1965, pags. 213-222:

$$Z = \frac{a}{2} \left( e^{\frac{x}{a}} + e^{-\frac{x}{a}} \right)$$

Siendo  $Z$  la altura de la catenaria en el punto longitudinal  $x$  y  $a$  es la altura mínima de la catenaria.

Además, se cumple que,

$$T \cdot \text{sen} \varphi = s(x)p$$

Siendo  $T$  la tensión o esfuerzo mecánico al que está sometida la catenaria,  $s(x)$  la longitud del arco de la catenaria en el punto  $x$ ,  $p$  el peso por unidad de longitud de la catenaria y  $\varphi$  es el ángulo de la catenaria en el punto  $x$ .

Por otra parte, desarrollando la fórmula de la catenaria, se demuestra que:

$$\frac{dZ}{dX} = \frac{1}{2} \left( e^{\frac{X}{a}} - e^{-\frac{X}{a}} \right) = \operatorname{tg} \varphi$$

Y operando,

5  $\cos \varphi = \frac{a}{Z}$

Y despejando,

$$a = Z \cdot \cos \varphi$$

Siendo Z la altura del punto de la catenaria donde se mide el ángulo  $\varphi$ . Por tanto, la altura mínima de la catenaria es proporcional al coseno del ángulo medido en el punto elegido de la catenaria.

10

Así, partiendo de los parámetros de la catenaria, una de las aproximaciones a la misma solución planteada en esta patente es la propuesta por la empresa Nexans en su producto CAT-1 que emplea la medida de la tensión mecánica ( $T$ ) a la que está sometido el cable de la catenaria mediante células de carga conectadas en los extremos de la misma. Está demostrado que con el dato de la tensión se pueden extraer también los parámetros de la catenaria.

15

20

Stewart et al en su patente US 6,873,746 emplea un dispositivo de imágenes para monitorizar los cambios en la posición de la catenaria colocado en los extremos de la catenaria basado en la captura de imágenes y sus diferencias en el tiempo de modo que permite dar una alarma en función de dichos cambios.

25

El mayor inconveniente de todas las implementaciones anteriores es que su complejidad de instalación y mantenimiento así como el coste, que es elevado y, por tanto, en la actualidad inviable para su

30

instalación en todos los cables aéreos existentes, lo que limita su utilización para la gestión de la demanda de energía en las redes eléctricas por ejemplo, ya que cualquier catenaria que forme parte de la línea de distribución puede estar en una situación peligrosa para la propia instalación o su entorno más próximo ya que todas están sometidas a la misma corriente pero a distintas condiciones ambientales o de tracción, por lo que es necesario conocer la situación de todos los cables aéreos y de todas las catenarias y no solo de algunas de ellas.

Por otra parte, especialmente el sistema de CAT-1 de Nexans para medir la tensión del cable debe ser insertado entre dos puntos de conexión de la catenaria por lo que el coste de instalación es muy elevado además de requerir la desconexión de la línea y el empleo de personal y herramientas muy especializados.

Para finalizar, el tamaño y consumo de las soluciones anteriores son elevados y deben estar en lugares donde el acceso es complicado y sujeto a inclemencias del tiempo. Por tanto, es necesario un sistema sencillo de fijar, robusto y de bajo consumo para evitar la necesidad de grandes fuentes de alimentación y necesidad de refrigeración o calefacción para mantener su funcionamiento correcto.

De todo lo anterior se deduce la necesidad de un dispositivo que permita, por una parte simplificar su instalación y por la otra reducir su coste para que sea posible su instalación en toda la red eléctrica permitiendo una verdadera monitorización de la red.

Este dispositivo de monitorización puede ser empleado en cualquier sistema que requiera la utilización de una catenaria tanto para aplicaciones de transporte de energía como para el transporte en general, entre otros.

No se conoce la existencia de antecedentes, patentes o modelos de utilidad, cuyas características sean iguales o similares a las preconizadas en la presente invención.

#### **DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION**

La invención a la que se refiere esta descripción consiste en un aparato para la monitorización de cables aéreos que, instalado en uno de los extremos de un cable es capaz de obtener información de los cambios en sus parámetros mecánicos y dimensionales debido a su uso o envejecimiento.

En esencia se trata de implementar un aparato que mida ángulos absolutos o relativos, como un inclinómetro, conectado en algún punto de la catenaria del cable aéreo y fijado de una manera solidaria con ella.

Para la correcta implementación del resultado, el sistema consta de diversos elementos:

- medios para medir ángulos (por ejemplo un inclinómetro) fijado en, al menos, un punto de la catenaria.

- Medios para medir la temperatura en el centro de la catenaria

- medios de bloque de calibrado que adapta la medida del medidor de ángulos anterior.

5           - medios de proceso electrónico que calcula los parámetros mecánicos de la catenaria a partir de la medida del ángulo.

10           - medios de decisión que utiliza valores predefinidos para dar una alarma en función de los parámetros calculados y decide enviar la información de los parámetros medidos y/o calculados.

15           - medios de comunicaciones que transmite la información para su procesado.

Y el método es el siguiente:

20           **El medio medidor de ángulos**, realiza una medida del ángulo de la catenaria respecto a la horizontal que es capturado por el **medio de calibrado**.

25           Los medios de medición de la temperatura en la parte media de la catenaria informa de la temperatura.

          El resultado anterior es procesado por los medios **de procesado** que realiza el cálculo de los parámetros de la catenaria.

30           Los medios de **decisión** utilizan la información del procesador para advertir de una situación de emergencia o simplemente del envío de los parámetros a un centro de mantenimiento o de control.

El envío de la información se realiza mediante medios **de comunicaciones** que puede ser un módem que emplea cualquier medio disponible como, radio, cable, PLC (Power Line Communications), fibra óptica, e  
5 incluso el mismo cable de la catenaria.

Por parte del inventor no se conoce ninguna anterioridad que incorpore las disposiciones que presenta la actual invención, ni las ventajas que  
10 conlleva dicha disposición.

#### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

En primer lugar relacionamos los elementos que componen los dibujos teniendo en cuenta que idénticas referencias se refieren a idénticos elementos  
15

**FIGURA 1.-** Muestra el diagrama esquematizado de una catenaria de un cable aéreo y sus parámetros mecánicos y estructurales fundamentales empleados en los cálculos matemáticos.  
20

**FIGURA 2.-** Presenta el diagrama de bloques del dispositivo de monitorización de cables aéreos objeto de esta patente.  
25

**FIGURA 3.-** Presenta una posible colocación del dispositivo objeto de esta patente y detalle de su fijación a la catenaria.  
30

Y en todas ellas con la misma numeración se definen iguales elementos entre los que se distinguen

- (1.1) Medios para medir ángulos,
- 35 - (1.2) Medios de calibración y adaptación,

- (1.3) Medios para el cálculo de parámetros,
- (1.4) Medios para la toma de decisión de envío de datos
- 5 - (1.5) Medios de comunicaciones, como un módem de comunicaciones con tecnología inalámbrica, cable o fibra óptica.
- (1.7) Medios para medición de la temperatura del cable de acero
- 10 - (2.1) torre de fijación,
- (2.2) aislador con fijación al cable,
- (2.3) equipo de procesado conectado al sistema de medida,
- (2.4) conexión al equipo de medida,
- (2.5) equipo de medida,
- 15 - (2.6) cable de la catenaria monitorizada.

En el detalle:

- (2.7) fijación solidaria del medidor de ángulos a la catenaria,
- 20 (2.8) medidor de ángulos.

#### **REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION**

25 La invención a la que se refiere la presente memoria trata de un aparato para la monitorización de cables aéreos que, instalado en uno de los extremos de un cable es capaz de obtener información de los cambios en sus parámetros mecánicos y dimensionales debido a su uso o envejecimiento.

30

El aparato consta de cinco bloques principales:

- **Medios de medición de ángulos (1.1),**
- **Medios de medición de temperatura (1.7)**
- **Medios de calibración (1.2),**
- 35 - **Medios de proceso electrónico de datos(1.3),**

- **Medios de decisión (1.4),**
- **Medios de comunicaciones (1.5)**

**Medios de medición de ángulos (1.1),** que puede  
5 estar basado, por ejemplo, en un inclinómetro.

Realiza una medida del ángulo de la catenaria  
respecto a la horizontal en un punto de la misma  
seleccionado de modo que el ángulo medido no se vea  
10 influenciado por las fijaciones del cable aéreo a la  
torre de fijación correspondiente y donde podemos  
distinguir

- Del cable aéreo se forma la catenaria (2.6)
- (2.2) aislador con fijación al cable,
  - 15 - (2.3) procesador conectado a los medios  
del sistema de medida,
  - (2.1) torre de fijación, entre dos de las cuales
  - (2.4) conexión al equipo de medida,
  - (2.5) equipo de medida,
  - 20 - (2.6) cable de la catenaria monitorizada.

En el detalle:

- (2.7) fijación solidaria del medidor de  
ángulos a la catenaria,
- (2.8) medidor de ángulos.

25

**Medios de medición de temperatura (1.7),** que  
obtiene la temperatura de la catenaria en su parte  
media para discriminar si la elongación de la catenaria  
se debe al uso o al peso debido a la acumulación de  
30 hielo o nieve en la misma.

**Medios de calibración (1.2),** que obtiene el valor  
calibrado respecto a una referencia del ángulo de la  
catenaria y de la temperatura de la misma.

**Medios de proceso electrónico de datos (1.3)**, en donde el resultado del valor del ángulo de la catenaria obtenido es procesado y que realiza el cálculo de los parámetros de la catenaria.

5

**Medios de decisión (1.4)** que utiliza la información recibida sobre el cálculo de los parámetros de la catenaria para advertir de una situación de emergencia o simplemente para el envío de los parámetros a un centro de mantenimiento o de control.

10

**Medios de comunicación (1.5)**, que garantiza el envío de la información recibida y evaluada sobre la situación del cable aéreo y de la catenaria que puede ser un módem que emplea cualquier medio disponible como, radio, cable, PLC (Power Line Communications), fibra óptica, e incluso el mismo cable de la catenaria.

15

Actualmente existen inclinómetros de bajo coste y elevada precisión. Además, son de reducido tamaño, mecánicamente robustos, de fácil instalación y soportan temperaturas entre  $-50^{\circ}\text{C}$  y  $80^{\circ}\text{C}$  por lo que se adaptan perfectamente al entorno de trabajo de esta aplicación.

20

Como conclusión puede afirmarse que las ventajas de este aparato frente a otros existentes, son por una parte poder medir las variaciones de las catenarias en tiempo real a un menor coste, lo que redundará en la mejora de la gestión de los servicios relacionados con las catenarias como el suministro de energía y los transportes.

25

30

Por tanto, la invención que se describe constituye un potente sistema de monitorización de cables aéreos que mejora las actuales técnicas que emplean tanto la

35

tensión mecánica como la imagen visual incrementando las posibilidades de estos sistemas en el futuro.

5            Descrita suficientemente la naturaleza de la  
invención, así como la manera de llevarse a la  
práctica, debe hacerse constar que las disposiciones  
anteriormente indicadas y representadas en los dibujos  
adjuntos son susceptibles de modificaciones de detalle  
en cuanto no alteren sus principios fundamentales,  
10    establecidos en los párrafos anteriores y resumidos en  
las siguientes reivindicaciones.

R E I V I N D I C A C I O N E S

1ª.- **APARATO DE MONITORIZACIÓN DE CABLES AÉREOS O CATENARIAS** de los que instalados en uno de los extremos  
5 de un cable es capaz de obtener información de los cambios en sus parámetros mecánicos y dimensionales debido a su uso o envejecimiento y caracterizado por estar constituido por:

10 **Medios de medición de ángulos (1.1)**, que realiza una medida del ángulo de la catenaria respecto a la horizontal en un punto de la misma.

**Medios de medición de la temperatura de la**  
15 **catenaria (1.7)** en su parte media

**Medios de calibración (1.2)**, que obtiene el valor calibrado respecto a una referencia del ángulo medido y de la temperatura.  
20

**Medios de proceso electrónico de datos (1.3)**, en donde el resultado del valor calibrado es procesado y que realiza el cálculo de los parámetros de la catenaria.  
25

**Medios de decisión (1.4)** que utiliza la información recibida sobre el cálculo de los parámetros de la catenaria para advertir de una situación de emergencia,  
30

**Medios de comunicación (1.5)**, que garantiza el envío de la información recibida y evaluada sobre la situación del cable aéreo y de la catenaria.

**2ª.- APARATO DE MONITORIZACIÓN DE CABLES AÉREOS O CATENARIAS,** de acuerdo con la reivindicación 1ª y caracterizado porque el cable va fijado a las torres por medio de un elemento de fijación (2.1), formando  
5 dicho cable una catenaria (2.6) que comporta un aislador, una fijación solidaria (2.7) del medidor de ángulos y un medidor de ángulos propiamente dicho.

**3ª.- APARATO DE MONITORIZACIÓN DE CABLES AÉREOS O CATENARIAS,** de los que instalados en uno de los extremos de un cable es capaz de obtener información de los cambios en sus parámetros mecánicos y dimensionales debido a su uso o envejecimiento de acuerdo con la  
10 primera reivindicación y caracterizado porque los medios de medición de ángulos (1.1), pueden estar constituidos por un inclinómetro, que realiza una medida del ángulo de la catenaria respecto a la horizontal en un punto de la misma seleccionado de modo  
15 que el ángulo medido no se vea influenciado por las fijaciones del cable aéreo a la torre de fijación correspondiente.

**4ª.- APARATO DE MONITORIZACIÓN DE CABLES AÉREOS O CATENARIAS,** de los que instalados en uno de los extremos de un cable es capaz de obtener información de los cambios en sus parámetros mecánicos y dimensionales debido a su uso o envejecimiento de acuerdo con la  
25 primera reivindicación y caracterizado porque los medios de comunicación (1.5) pueden estar constituidos por un módem que emplea cualquier medio disponible como, radio, cable, PLC (Power Line Communications), o fibra óptica e incluso el mismo cable de la catenaria.  
30

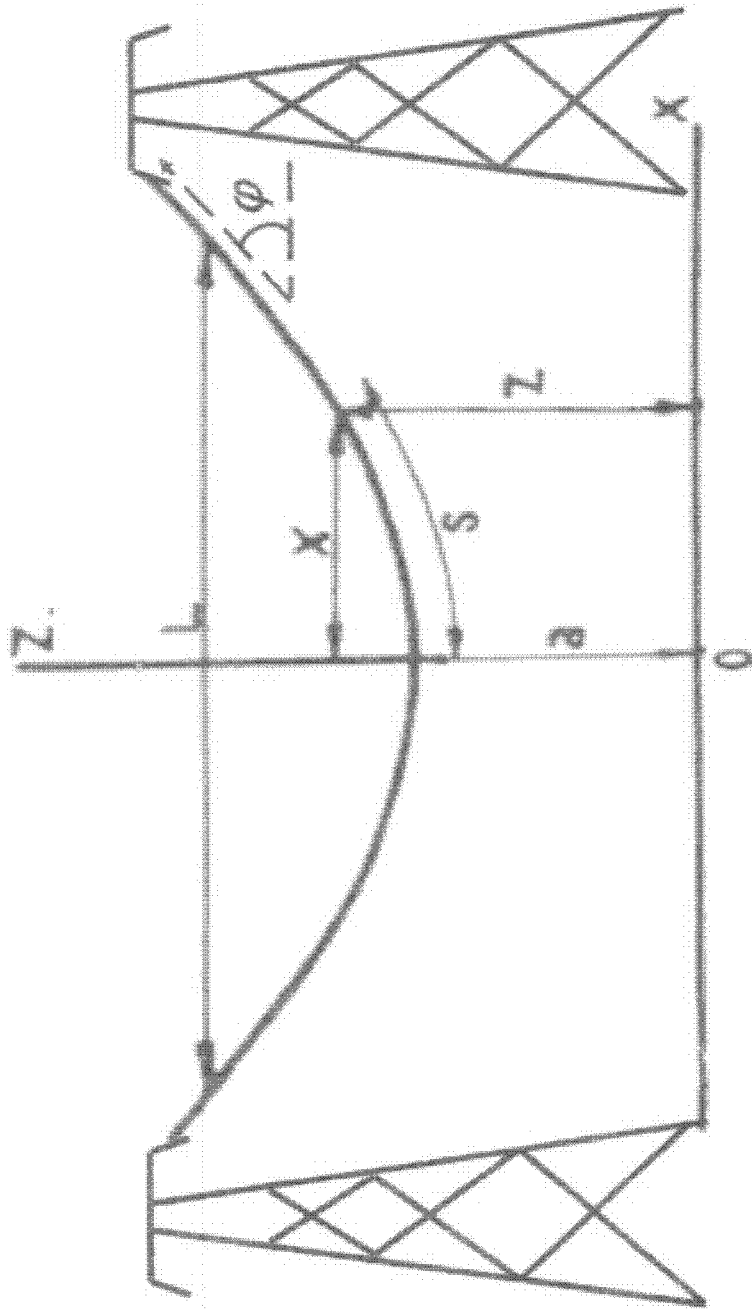


Figura 1

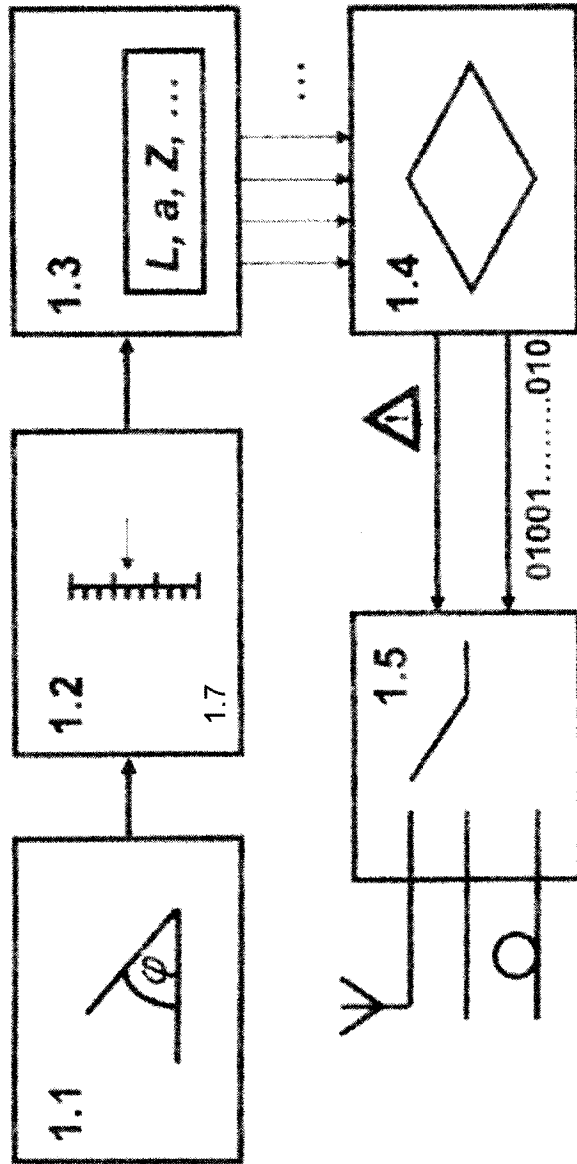


Figura 2

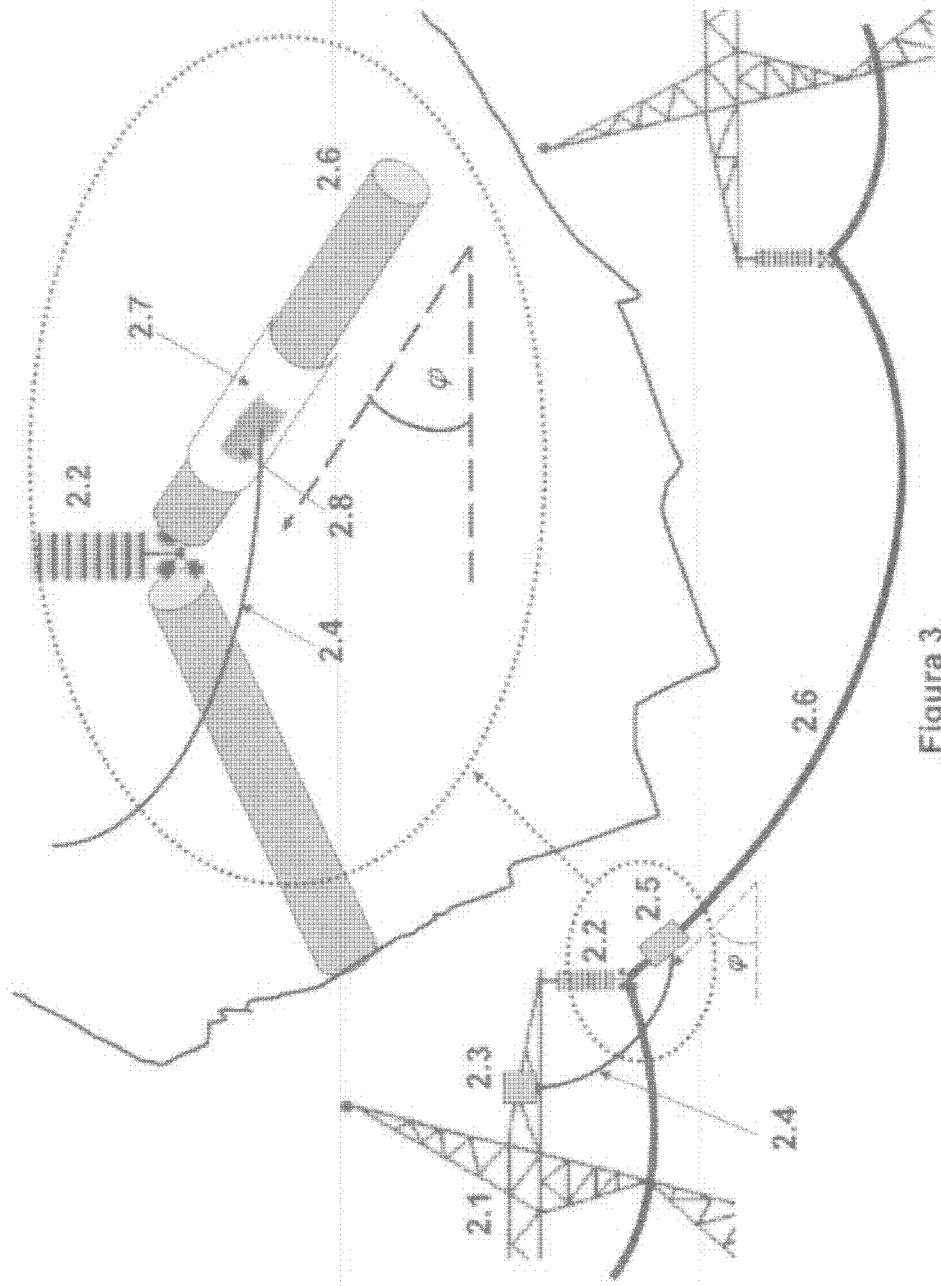


Figura 3