

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 690 529**

51 Int. Cl.:

**G01R 19/25** (2006.01)

**G01R 15/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.10.2005 PCT/US2005/039064**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.05.2006 WO06050156**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.10.2005 E 05814879 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.07.2018 EP 1807706**

54 Título: **Una plataforma de instrumentos eléctricos para montaje sobre y retirada de un conductor de potencia de alta tensión energizado**

30 Prioridad:

**01.11.2004 US 623900 P**

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

**21.11.2018**

73 Titular/es:

**ATECNUM CORPORATION (100.0%)  
3924 N.W. 27th Avenue,  
Boca Raton, FL 33434, US**

72 Inventor/es:

**BRIGHT, JAMES;  
FISH, LARRY;  
ENGELHARDT, JOHN;  
ALEX, PAUL y  
BREESE, DUNCAN**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 690 529 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Una plataforma de instrumentos eléctricos para montaje sobre y retirada de un conductor de potencia de alta tensión energizado

5

Campo de la invención

La presente invención se refiere en general a un aparato para la supervisión y medición de parámetros de operación eléctricos, térmicos y mecánicos de conductores de potencia de alta tensión. Más particularmente, el aparato puede montarse sobre líneas aéreas de transmisión para supervisar la operación de los sistemas eléctricos de potencia.

10

Antecedentes de la invención

Se han divulgado en la técnica anterior numerosos instrumentos para la medición de los parámetros de operación de conductores de líneas de potencia. Por ejemplo, las patentes de Estados Unidos N.º 3.428.896, 3.633.191, 4.158.810, 4.268.818, 4.384.289 4.794.327, y 4.799.005 describen cada una instrumentos para la medición y análisis del rendimiento de parámetros particulares de conductores de líneas aéreas de potencia. Obsérvese que los términos línea de potencia, línea de transmisión, y conductor se usan de modo intercambiable en el presente documento. Típicamente, estos instrumentos solo miden un subconjunto de los muchos parámetros necesarios para analizar completamente un sistema eléctrico de potencia. Por ejemplo, los instrumentos de la técnica anterior pueden medir individualmente, pero no supervisar: la circulación de corriente en el conductor, la temperatura del conductor, la temperatura ambiente, la tensión del conductor relativa a una torre de soporte, y/o la combadura del conductor. Hasta la fecha, ninguno de los instrumentos de la técnica anterior mide o supervisa un conjunto completo de los parámetros necesarios para describir completamente el estado operativo de un conductor de potencia. Más aún, los instrumentos de la técnica anterior no prevén compartir datos entre instrumentos similares o múltiples estaciones receptoras en tierra. Por el contrario, las referencias de la técnica anterior anteriores proponen que instrumentos individuales recojan datos para su transmisión a través de estaciones de recepción en tierra dedicadas locales a estaciones de control centrales para correlación y análisis. Estos instrumentos simplemente no son capaces de supervisar y analizar simultáneamente muchos de los parámetros de operación de una línea de transmisión.

15

20

25

30

En un sistema que tenga diversos instrumentos de medición transmitiendo cada uno datos a receptores basados en tierra, debería proporcionarse un medio para asegurar que no está transmitiendo más de un instrumento en cualquier momento dado. Para evitar interferencias y pérdidas de datos provocados porque más de un instrumento esté transmitiendo datos en un momento dado, se ha sugerido que los datos podrían transmitirse en ráfagas finitas en momentos aleatorios. Sin embargo, bajo este planteamiento, existe aún la posibilidad de que múltiples instrumentos transmitan datos al mismo tiempo.

35

Por lo tanto, existe una necesidad de una plataforma de instrumentos eléctricos que pueda montarse directamente sobre un conductor de potencia energizado y que sea capaz de medir y supervisar, simultáneamente un conjunto completo de parámetros del conductor mientras comunica estos parámetros a otros instrumentos similares y también a procesadores basados en tierra locales o remotos.

40

Sumario de la invención

45

En consecuencia, la presente invención satisface esta necesidad proporcionando un aparato para su montaje directamente sobre un conductor de potencia energizado y que es capaz de medir y supervisar simultáneamente una serie completa de parámetros eléctricos, térmicos y mecánicos del conductor mientras comunica estos valores a otros instrumentos similares y también a procesadores con base en tierra locales o remotos. La presente invención puede procesar y analizar datos generados por sus propios instrumentos, así como datos recibidos desde otros de dichos aparatos.

50

La presente invención tiene la capacidad de supervisar todos los parámetros necesarios, incluyendo eventos de perturbación y eventos de falta que pueden tener lugar durante la operación de un sistema completo de transmisión eléctrico de potencia. La presente invención proporciona una supervisión completa mediante el uso de instrumentos montados en la línea de potencia, capaz cada uno de detectar simultáneamente tensión, corriente, ángulo de fase y otros parámetros de un conductor asociado y comunicar los parámetros medidos entre estos instrumentos, así como a procesadores con base en tierra.

55

La invención proporciona un aparato de supervisión de conductor de potencia montado sobre el conductor y capaz de analizar eventos de perturbaciones y faltas sobre el conductor y producir informes de localización de la falta.

60

Como otro aspecto de la presente invención, el aparato incorpora todos los componentes de instrumentos requeridos en su carcasa. El aparato puede instalarse sobre el conductor sin interrupción del circuito de transmisión de potencia. El aparato puede supervisar los parámetros que se están midiendo mediante su comparación contra niveles preestablecidos, y medios de almacenamiento de los datos para recuperación y análisis posterior. Los datos

65

medidos pueden comunicarse en tiempo real, usando transeptores de radio inalámbricos. Los datos comunicados desde los instrumentos a los procesadores de recepción, tanto locales como remotos, ya están en condiciones para su procesamiento. Esto elimina la necesidad de accesorios (tales como transformadores auxiliares, transductores y similares) necesarios en caso contrario para acondicionamiento de la señal y su procesamiento en sistemas de supervisión de subestaciones de la técnica anterior. La presente invención interroga cada instrumento por turnos de modo que no hay dos instrumentos en el aparato que estén transmitiendo al mismo tiempo. Este planteamiento mitiga la posibilidad de pérdida de datos asociada con métodos de la técnica anterior. El aparato puede alimentarse por el campo electromagnético generado por la corriente que circula a través del conductor de potencia al que está montado. Puede proporcionarse un medio de almacenamiento de energía (por ejemplo baterías) para alimentar el aparato cuando no hay suficiente o ninguna corriente circulando a través del conductor.

Las ventajas de la presente invención incluyen la capacidad para supervisar la operación de un conductor a lo largo del tiempo, en lugar de tomar simplemente simples mediciones instantáneas; la capacidad para analizar los datos medidos de modo integrado y en tiempo real; y la capacidad para extraer su alimentación por la inducción desde el conductor. Adicionalmente, la presente invención proporciona flexibilidad en las mediciones que se están tomando. En consecuencia, la presente invención es una mejora significativa sobre dispositivos de la técnica anterior en las áreas de procesamiento, supervisión, flexibilidad, comunicaciones e instalación.

Otros objetos y ventajas más de la invención serán en parte obvios y serán en parte evidentes a partir de la especificación y los dibujos.

Breve descripción de los dibujos

Para una comprensión más completa de la invención, se hace referencia a la descripción que sigue y dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 ilustra un aparato de la presente invención montado sobre una línea de transmisión;

La Figura 2 es una vista superior del aparato mostrado en una posición abierta listo para montaje sobre una línea de transmisión;

La Figura 3 es una vista superior que muestra el núcleo magnético montado en la semicubierta inferior de la carcasa del aparato de acuerdo con la presente invención;

La Figura 4 es una vista lateral que muestra los extremos del núcleo magnético del aparato cuando está en posición abierta,

La Figura 5 es una vista superior que muestra el paquete de baterías montado en la semicubierta superior de la carcasa del aparato;

La Figura 6 es una vista superior que muestra la bobina de Rogowski para medición de la corriente montada en la semicubierta superior de la carcasa del aparato;

La Figura 7 ilustra el conductor de captura para medición de la tensión montado en la carcasa del aparato;

La Figura 8 ilustra una de las dos sondas de temperatura para medición de la temperatura montada en la carcasa del aparato;

La Figura 9 es una vista superior que muestra la antena de radio usada tanto para comunicaciones inalámbricas como comunicaciones celulares montada en la carcasa del aparato; y

La figura 10 es un diagrama esquemático de un modelo de línea de transmisión convencional.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Las realizaciones preferidas del aparato y método de acuerdo con la presente invención se describirán con referencia a los dibujos adjuntos.

### I. Descripción física

La presente invención proporciona un aparato para supervisión y medición de los parámetros de operación eléctricos, térmicos y mecánicos de conductores de potencia de alta tensión. Más particularmente, el aparato es para su uso en sistemas que se montan sobre líneas aéreas de transmisión de potencia y que miden parámetros necesarios para supervisar la operación de circuitos monofásicos, circuitos trifásicos, y sistemas de potencia eléctricos completos.

La invención tiene una carcasa conformada como un toro con una superficie exterior metálica. La Figura 1 ilustra una realización de la presente invención montada sobre una línea de transmisión. La carcasa incorpora todos los componentes/instrumentos requeridos para medir estos parámetros. La invención no solo incluye los medios para supervisar diversos parámetros, sino que incluye también los medios para registrar localmente los parámetros para recuperación posterior, comparándolos contra niveles preestablecidos, y analizar eventos de perturbación y falta basándose en estos parámetros. Como se describe más completamente a continuación, la carcasa incluye una capacidad de procesamiento de información embebida para realizar un análisis completo de la línea de transmisión.

La carcasa toroidal tiene dos semicubiertas que están articuladas de modo que la carcasa pueda abrirse para montar el aparato sobre un conductor, y cerrarse a continuación sobre el conductor cuando está en la posición instalada. La Figura 2 es una vista superior de una realización de la presente invención mostrada en una posición abierta lista para montaje sobre una línea de transmisión. El centro axial de la carcasa incluye un elemento de soporte central, o "buje", que aísla térmicamente el conductor de la carcasa. Este buje fija la carcasa al conductor de modo que la carcasa no gire alrededor o se mueva a lo largo del conductor.

La carcasa incluye típicamente instrumentos eléctricos para medición de la corriente eléctrica que circula a través del conductor, medición del potencial eléctrico (tensión) del conductor con relación a tierra, determinar la relación de fase entre la corriente y tensión medidas, medir la temperatura del conductor, detectar el ángulo de pendiente del conductor, y/o detectar el movimiento perpendicular al eje longitudinal del conductor. Por ejemplo, la Figura 6 muestra una vista superior de una bobina de "Rogowski" 610 para medir la corriente, montada en la semicubierta superior de la carcasa. La Figura 7 ilustra un conductor de captura 710 para medición de la tensión montado en la carcasa. La relación de fase entre la corriente y la tensión puede determinarse fácilmente mediante la comparación de la fase entre puntos similares (tales como los picos) sobre cada forma de onda. El presente aparato puede usar un inclinómetro para detectar el ángulo de pendiente y un acelerómetro para detectar el movimiento a lo largo y/o perpendicular al eje del conductor.

Se montan una o más sondas de temperatura en el área del buje de la carcasa para medir la temperatura del conductor y/o la temperatura ambiente. La Figura 8 muestra una sonda de temperatura 810 para medición de la temperatura del conductor. Las sondas de temperatura están térmicamente aisladas de modo que la carcasa no impacte en las mediciones.

Una descripción adicional de los instrumentos y mediciones realizadas por el aparato puede hallarse en la Solicitud Internacional de propiedad común N.º PCT/US2005/025670, titulada "Dynamic Line Rating System with Real-Time Tracking of Conductor Creep to Establish the Maximum Allowable Conductor Loading as Limited by Clearance", presentada el 20 de julio de 2005; que se incorpora en el presente documento por referencia.

Más específicamente, el aparato puede proporcionar los siguientes datos:

- a) tensión;
- b) corriente;
- c) ángulo de fase entre la tensión y la corriente;
- d) demanda de flujo de potencia resultante de la tensión y corriente;
- e) demanda de flujo de potencia reactiva resultante de la tensión y corriente;
- f) tasa de energía debido a la corriente que circula a través del conductor resultante de la tensión y corriente;
- g) tasa de energía reactiva debido a la corriente que circula a través del conductor resultante de la tensión y corriente;
- h) la temperatura de conductor en una o más localizaciones alrededor de la circunferencia del conductor;
- i) la vibración del conductor en una dirección perpendicular al conductor; es decir la vibración incontrolable y eólica de la línea de potencia;
- j) el ángulo de inclinación del conductor con relación a la horizontal; y
- k) otros parámetros que caracterizan el estado de operación en tiempo real de un conductor de potencia y pueden comunicar informaciones en tiempo real a sistemas remotos, basados en tierra.

Los procesadores en el aparato pueden analizar las formas de onda de tensión y corriente para deducir información adicional tales como: eventos de perturbación, eventos de falta, y detección y mitigación de efectos corona sobre las mediciones de tensión y corriente. La mayor parte de los cálculos, procesamientos y análisis divulgados en el

presente documento pueden realizarse por el software en ejecución en uno o más procesadores localizados en la carcasa del aparato. Estos procesadores puede ser parte de una unidad de procesamiento 530 que podría equiparse dentro de la carcasa tal como se muestra en la Figura 5. El software de análisis para la realización de estos cálculos puede estar residente en los procesadores y/o almacenarse en una memoria. Puede equiparse una memoria o unidad de almacenamiento 540 de ejemplo en la carcasa tal como se muestra en la Figura 5. Como se ha mencionado anteriormente, dicha unidad de almacenamiento puede usarse para registrar los datos que se están recogiendo por los instrumentos en el aparato.

#### Transferencia y comunicación de datos

El aparato incluye una unidad de comunicación para la transmisión y recepción de diversos parámetros medidos y analizados a otros aparatos similares en diferentes localizaciones sobre el conductor. Las comunicaciones pueden realizarse en tiempo real, por ejemplo usando transceptores de radio inalámbricos, y/o pueden usarse bajo demanda, por ejemplo, tecnología de teléfono celular. La Figura 9 es una vista superior de un transceptor de comunicaciones 910 usado tanto para comunicaciones inalámbricas como celulares montado sobre la carcasa del aparato de acuerdo con la presente invención.

Como se ha explicado anteriormente, los instrumentos de línea de potencia de la técnica anterior requieren dispositivos locales, basados en tierra, para coordinar la recogida de datos, y para enviar estos datos a unidades de procesamiento remotas. Dichos dispositivos basados en tierra pueden montarse sobre torres, o colocarse sobre plataformas a nivel de tierra. La presente invención, debido a que está equipada con un transceptor de comunicaciones, puede usarse sin equipos basados en tierra locales.

Adicionalmente, como parte de su capacidad de análisis, la presente invención puede recibir señales de posicionamiento global (GPS). Típicamente, se extrae la marcación de tiempos de la señal GPS y se usa para asegurar cálculos precisos. Puede incluirse una unidad GPS con el transceptor de comunicaciones 910 mostrado en la Figura 9.

Otro aspecto de la presente invención es la transferencia de datos usando una metodología de multiplexado en el tiempo. La presente invención usa un protocolo de transferencia de datos de transferencia múltiple por división de tiempo (TDMA) modificada para transferir datos entre dispositivos del sistema. Los datos de salida de los dispositivos, que incluyen a y desde procesadores basados en tierra, se difunden en términos de un protocolo de comunicaciones de datos definido. Los diversos valores de datos producidos por un dispositivo, así como los parámetros de gestión de la comunicación asociados con el dispositivo (tales como su dirección) se incluyen en el protocolo de comunicaciones de datos. Se selecciona un dispositivo para que sea el controlador de transferencia de datos, es decir el dispositivo maestro. Todos los otros dispositivos son esclavos del dispositivo maestro para cualquier transferencia de datos. Típicamente, se designaría un procesador basado en tierra como el controlador.

El protocolo de comunicaciones de datos define una trama de mensaje, una dirección de mensaje y un cuerpo de mensaje. Cada dispositivo en el sistema tiene asignado una dirección única del sistema. El cuerpo del mensaje puede contener un comando o un dato en respuesta al comando. El controlador envía un comando de consulta de interrogación simultáneamente a todos los otros dispositivos y solo puede responder el dispositivo cuya dirección está contenida en el mensaje. Esta metodología impide colisiones de datos mitigando de ese modo la pérdida de datos. Se describen a continuación el formato y comandos usados en el protocolo de comunicaciones de datos.

Todos los dispositivos en el sistema son capaces de decodificar mensajes digitales de conformidad con este protocolo. Además, cada dispositivo puede funcionar ya sea como controlador ya sea como un dispositivo esclavo. Esto permite que el sistema retransmita mensajes entre dispositivos que podrían en caso contrario estar fuera del alcance de comunicación de radio directa.

La presente invención usa también formatos de archivo y datos y convenciones de denominación de archivos de acuerdo con la norma IEEE C37.111-1992 "Standard Common Format for Transient Data Exchange (COMTRADE) for Power Systems".

También, la presente invención permite que su software de instrumento y/o análisis sea actualizado sin retirar el aparato del conductor de potencia. Dichas actualizaciones de software podrían descargarse a la carcasa través del transceptor de comunicaciones y almacenarse en la memoria integrada y/o usarse por los procesadores.

#### Sistema de alimentación

La presente invención deriva su alimentación principal del conductor energizado sobre el que se monta la carcasa. La carcasa contiene un núcleo magnético que se acopla por inducción al campo electromagnético generado cuando circula corriente en el conductor de la línea de potencia. La Figura 3 es una vista superior que muestra el núcleo magnético 310 montado en la semicubierta inferior de la carcasa. El núcleo magnético se extiende alrededor del interior de la carcasa para rodear el conductor. El núcleo se divide en dos secciones magnetizadas de modo que las caras de polos opuestos estén separadas cuando la carcasa está "abierta" y en contacto entre sí cuando la carcasa

está “cerrada” y montada sobre el conductor. La Figura 4 es una representación en vista lateral que muestra dos extremos 410, 420 de núcleo magnético del presente aparato cuando está en la posición abierta. El núcleo magnético tiene un conjunto mínimo de bobinas de captura de potencia secundarias y acondicionadores de alimentación que se usan para alimentar los componentes en la carcasa.

Como una fuente de alimentación secundaria, el aparato incluye una batería recargable para alimentar los componentes en la carcasa cuando hay insuficiente o ninguna corriente circulando a través del conductor. La Figura 5 es una vista superior que muestra el paquete de baterías 510 montado en la semicubierta superior de la carcasa del presente aparato.

El nivel de corriente en el conductor se supervisa mediante el circuito de detección de la carcasa para determinar si la circulación está por encima de unos valores de umbral mínimos predeterminados. El aparato está alimentado por la batería cuando la corriente en la línea está por debajo del primer valor de umbral. Si la circulación de corriente está por encima de este primer umbral, el aparato puede alimentarse por la inducción electromagnética desde el conductor. Cuando la corriente está por encima de un segundo valor de umbral, la corriente de inducción en exceso se usa por un cargador en el paquete de baterías 510 para cargar la batería. Si persiste una condición de corriente insuficiente (es decir por debajo del primer umbral) en el conductor más allá de un límite de tiempo predeterminado, el aparato puede reducir la frecuencia de transmisión de datos para conservar la potencia de la batería. Si la tensión de la batería cae por debajo de un segundo nivel de umbral, se detiene toda la transmisión alimentada por la batería hasta que se recarga la batería.

Debido a que el aparato se fija directamente sobre el conductor de potencia, y mide corriente y tensión del campo eléctrico y magnético que rodea al conductor, la presente invención elimina la necesidad de muchos de los transformadores, transductores, interruptores de prueba, bloques de terminales, supervisores de fallo y cableado basado en tierra requerido en sistemas de supervisión de potencia previos.

## II. Procesamiento de datos

### A. Procesamiento de eventos de perturbación

El procesamiento realizado por la presente invención es capaz de analizar entradas del instrumento para producir al menos los siguientes tipos de informes de perturbación:

- a. Informes de localización de perturbación basándose en mediciones de la tensión (V) y corriente (I) a 60 Hz desde un extremo de una línea;
- b. Informes de localización de perturbación basándose en el algoritmo de Takagi usando datos desde un extremo de una línea;
- c. Informes de localización de perturbación basándose en datos de fasores desde ambos extremos de la línea;
- d. Informe de localización de perturbación basándose en relaciones de corrientes desde ambos extremos de una línea; y
- e. Informes de localización de perturbación basándose en las ondas viajeras capturadas en ambos extremos de una línea.

Los términos perturbación y falta se usan de modo intercambiable en el presente documento. Sin embargo, el registro de perturbaciones requiere típicamente adquisición de datos durante al menos cinco minutos mientras que el registro de faltas en general captura datos en intervalos de menos de un segundo. En consecuencia, el registro de faltas puede verse como un subconjunto del registro de perturbaciones.

Debido a que la mayor parte de faltas son temporales y la localización de la falta no es siempre fácil de hallar, es ventajoso tener una información de localización de falta precisa. En cualquier caso, las compañías todavía examinan de modo rutinario los equipos de la línea de transmisión a través de helicópteros para localizar una falta. Frecuentemente lleva un largo tiempo hallar el sitio de una falta, incluso para problemas comunes tales como aisladores rotos a partir de arcos debidos a caídas de rayos.

La distancia a lo largo de una línea de transmisión a la falta puede calcularse desde un extremo de la línea usando mediciones de tensión y corriente. Los datos de tensión y corriente de falta se usan para calcular la reactancia desde el lugar de medición a la falta y establecer la distancia basándose en la reactancia por kilómetro de la línea de transmisión. La reactancia se usa en lugar de la impedancia de modo que se minimice el efecto de la resistencia de falta. Sin embargo, esta técnica no elimina completamente el efecto de la resistencia de la falta debido a la caída de tensión provocada por la corriente de la línea que circula en la resistencia de la falta desde el otro extremo de la línea. El error en este tipo de cálculo puede ser de hasta el 5 o el 10 por ciento. Por ejemplo, un error de  $\pm 5\%$  sobre

una línea de 100 km sería de  $\pm 5$  km. Aunque esto limita el intervalo de búsqueda, es necesario un cálculo más preciso.

5 El algoritmo de Takagi se publicó por primera vez en 1980 y ha demostrado ser bastante preciso. Este algoritmo se aplicó en primer lugar en los Estados Unidos en el Relé de Distancia Schweitzer y continúa siendo hoy en día el algoritmo preferido para localización de faltas basándose en mediciones de tensión y corriente desde un extremo de una línea. Sin embargo, aún depende de la precisión de las entradas de tensión y corriente desde un extremo de la línea.

10 La localización de la falta también puede calcularse con precisión usando información de fasores desde ambos extremos de una línea de transmisión. En este caso, el cálculo de la localización es independiente de la resistencia de la falta y es por lo tanto inmune a los efectos de la alimentación de fuentes fuera de fase en la falta. En este cálculo, los fasores remotos se sincronizan analíticamente en un algoritmo de doble terminación, eliminando de ese modo la necesidad de sincronización del fasor. Esto se lleva a cabo expresando el ángulo de tensión en un extremo de la línea como un ángulo medido conocido más un error de sincronización desconocido. La aplicación de este planteamiento a un modelo de línea de transmisión convencional, como se muestra en la Figura 10, da como resultado tres parámetros incógnita: el ángulo de sincronización (error), la localización de la falta (m), y la resistencia de la falta ( $R_{falta}$ ). La Figura 10 muestra que la tensión de falta ( $V_{falta}$ ) puede expresarse por dos ecuaciones escritas en términos de la corriente de falta que circula desde cada terminal de la línea ( $I_{DesdeFalta}$  y  $(I_A)_{Falta}$ ). La resistencia de falta puede eliminarse matemáticamente a partir de estas ecuaciones mediante la evaluación de las dos expresiones en términos de la tensión de falta. La separación de las expresiones complejas en partes real e imaginaria da como resultado dos ecuaciones con dos parámetros incógnita: el error de sincronización entre las mediciones remotas y la localización de la falta. Ambos parámetros incógnita pueden calcularse usando las dos ecuaciones.

25 Otro método para el cálculo de la localización de la falta, especialmente para líneas de transmisión más largas (por encima de 483 km (300 millas)), se basa en las relaciones de las corrientes que se alimentan a la falta tal como se miden desde ambos extremos de la línea. Una falta en el centro de la línea daría como resultado la misma corriente en ambos extremos. Este cálculo debe tener en cuenta también la impedancia a las fuentes de generación en cada extremo de la línea y las mediciones de la corriente deben corregirse respecto a desviación.

30 La distancia a una falta puede determinarse también mediante la captura de una onda viajera en ambos extremos de la línea. La caída de rayos es una causa común de ondas viajeras sobre líneas de transmisión. Típicamente, la forma de onda de una sobretensión por rayo en una línea de potencia de transmisión de alta tensión se aplana cuando viaja adicionalmente el pico de tensión a lo largo de la línea de transmisión. El método convencional para recoger las ondas viajeras es usar un inductor o un transformador de alta frecuencia en serie con una conexión de tensión entre la línea de potencia y la caja del instrumento de medición. Sin embargo, en la presente invención, la forma de onda de tensión se supervisa por medio de un acoplamiento capacitivo. El aparato puede incluir un conductor para derivar (o alternativamente, un condensador para acoplar) la línea de potencia a la carcasa. La corriente circulará fuera de la carcasa a tierra en proporción al área superficial de la carcasa. La tensión puede medirse a partir de esta circulación de corriente.

#### B. Esquemas de activación de la adquisición de datos

45 Se requiere un mecanismo de activación para capturar las formas de onda de corriente y tensión de falta. El mecanismo de activación debería basarse en un cambio desde un estado cero a algún valor (denominado como detección todo o nada) en lugar de en niveles de señal particulares debido a que las condiciones de operación de la línea demandan diferentes ajustes de nivel para diferentes condiciones de operación.

50 Un método usado en la presente invención es activar la captura de la falta en el extremo lejano tras una inversión de corriente en la dirección de la corriente que alimenta la falta. Este método requiere un comparador de fase para comparar el ciclo previo con el ciclo actual en un modo de semi-ciclo continuo. En esta situación, los datos de falta solo se necesitan en un extremo de la línea y por lo tanto elimina la necesidad de transmitir una activación al otro extremo. Sin embargo, la activación debe retransmitirse entre las tres fases dentro de 5 ciclos de 60 Hz para capturar las formas de onda de tensión y corriente con al menos 5 ciclos de prefalta; suponiendo que la detección de fase tiene 10 ciclos de prefalta.

60 Los datos de prefalta y falta deberían capturarse con una respuesta de frecuencia de 1200 Hz (o mejor) para capturar rebotes del interruptor. Cualquier filtro anti-escalonamiento debería ser de tipo de respuesta de fase lineal de modo que eliminen la sobreexcitación y oscilaciones en entradas en escalón. Los límites de banda correspondientes serán en puntos de 6 dB. Deberían capturarse también sesenta ciclos de posfalta para incluir el cierre y potencial que comienza en una oscilación de potencia, pero solo se necesitará registrar el componente de 60 Hz. Si aún existe la falta tras el nuevo cierre, la respuesta debería revertirse de nuevo a 1200 Hz en el intervalo de prefalta y falta antes de caer de nuevo a 60 Hz en el periodo de posfalta.

65 Si la inversión de la corriente se detecta en ambos extremos de la línea, el registro de falta capturado para esa sección de línea debería eliminarse en un segundo aproximadamente después de que se capturan el registro de la

falta. Estos registros de falta deberían borrarse debido a que la falta no está dentro de esas secciones de la línea que tienen inversiones de corriente en ambos extremos. La falta estará en la sección de línea que tiene una inversión de corriente solamente en un extremo. Esta es una mejora definitiva sobre los registradores de falta estándar que capturan datos en cada lugar de registro de la falta. Se hace necesario entonces hallar el registro que está más próximo a la falta para análisis.

La presente invención puede adicional o alternativamente, usar uno o más de los siguientes métodos de activación:

- capturar los datos a continuación de una falta para obtener datos sobre inestabilidades;
- usar un instrumento de trayectoria de impedancia temporizado para oscilaciones de potencia;
- activarse con baja frecuencia para condiciones de baja frecuencia;
- activarse sobre una secuencia positiva temporizada de caída de tensión para un colapso de tensión; y
- activarse en formas de onda de periodos de salto de 60 Hz para capturar datos sobre las redistribuciones de potencia que siguen a una reconfiguración del sistema después de una falta o pérdida de generación o transmisión. Un cambio en la configuración del sistema provoca un cambio en el ángulo de la tensión en cada nodo del sistema de modo que se adapte a las nuevas condiciones del flujo de potencia.

#### C. Mediciones de ángulo de fase de tensión en tiempo real

La presente invención mide el ángulo de fase de la tensión una vez por segundo y lo transmite a su centro de operaciones en un modo en tiempo real. El ángulo se determina mediante el registro de la diferencia de tiempo entre el tiempo exacto [hasta una resolución de 10 microsegundos (0,22 grados a 60 Hz)] de la medición del siguiente cruce positivo por cero de la forma de onda de tensión. Podrían tomarse mediciones simultáneas en ambos extremos de la línea para determinar el ángulo de fase desde un extremo de la línea al otro.

El ángulo de fase de la tensión M puede calcularse a partir del flujo de potencia P mediante la resolución de la siguiente ecuación:

$$P = V_S V_R \text{sen}(M)/X$$

en la que  $V_S$  y  $V_R$  son las tensiones del extremo de envío y recepción, X es la reactancia entre estas dos tensiones, y M es el ángulo mediante el que  $V_S$  se adelanta a  $V_R$ .

#### D. Mediciones de oscilación de potencia

Idealmente, los registradores de perturbaciones deberían instalarse en cada columna vertebral de interconexión entre las 10 regiones NERC (North American Electric Reliability Council) en los Estados Unidos para analizar rápidamente perturbaciones y mejorar la fiabilidad. Esta necesidad se ha obviado ampliamente a lo largo de las dos últimas décadas debido a que las compañías no tienen incentivos para mejorar la fiabilidad del sistema y enfrentarse consistentemente a obstáculos para nuevas líneas de transmisión y plantas de generación. Las perturbaciones del sistema pueden describirse como: oscilaciones de potencia, condiciones de salto de sincronismo, deslastrado de cargas, o colapso de tensión.

Las sacudidas a un sistema de transmisión pueden ser provocadas por faltas, pérdida de generación, o disparo de una línea. Dichas sacudidas pueden provocar balanceos de potencia (oscilaciones) mediante los que la potencia fluye adelante y atrás a través de la línea. Las oscilaciones de potencia pueden ser una oscilación de corta duración "inestabilidad" que rápidamente se normaliza o una "oscilación" sostenida en la tensión del bus y corriente de línea. Los datos sobre el carácter, duración, y periodo de una oscilación de potencia son valiosos para prevenir futuras oscilaciones de potencia. Las oscilaciones de potencia son frecuentemente eventos lentos, que tienen típicamente un periodo de aproximadamente 15-20 ciclos de 60 Hz. Por ejemplo, la potencia puede propagarse en una dirección durante un periodo de 15 ciclos y retroceder a continuación en otra dirección durante 15 ciclos. Solo es necesario registrar los valores de corriente RMS (raíz cuadrática media) de cada ciclo de 60 Hz. El registro debería continuar durante unos o dos minutos, o hasta que se detenga la oscilación de potencia.

Si se permite continuar, una oscilación de potencia puede dar como resultado una condición de salto de sincronismo cuando uno o más generadores se deslizan en un polo. Esta condición de salto de sincronismo tensiona gravemente los ejes del generador y las máquinas afectadas deben inspeccionarse en busca de daños. Los generadores incluyen típicamente amortiguación para impedir dichas oscilaciones, pero los factores de amortiguación requeridos no son conocidos con un alto grado de certidumbre. Los datos recogidos para una oscilación de potencia indicarán el grado de amortiguación aplicada.

Una condición de baja frecuencia tiene lugar cuando hay potencia insuficiente para alimentar a la carga existente. Esto ocurre cuando se pierde una fuente de potencia principal; tal como cuando dispara una línea principal o un generador principal sale de la línea. Bajo dichas condiciones, se practica un deslastrado de cargas para preservar el equilibrio del sistema. Se usan redes de frecuencia para disparar secciones de carga a frecuencias particulares cuando disminuye la frecuencia. Por ejemplo, el primer relé podría disparar a 59,8 Hz, el segundo 59,4 Hz, y un tercero 59,2 Hz. La descarga continua hasta que la frecuencia comienza a incrementarse de nuevo hacia los 60,0 Hz. La frecuencia se registra típicamente con una precisión de 0,01 Hz para verificar el rendimiento de los relés de deslastrado de cargas.

Cuando dispara una línea, el operador reconfigura el sistema y redirige la potencia a través de la nueva configuración del sistema. Para incrementar la capacidad de transmisión del sistema, se han instalado condensadores en muchas líneas de transmisión. Sin embargo, estas líneas son más sensibles a una sobrecarga, lo que a su vez hace al sistema más susceptible a un colapso de tensión. Es por lo tanto importante supervisar la carga de la línea y los niveles de tensión a todo lo largo del sistema de potencia de modo que puedan entenderse eventos en cascada, tales como un colapso de tensión, e impedirse.

#### E. Adquisición de datos para la localización de la falta

Como se ha explicado previamente, la presente invención puede adquirir datos de localización de la perturbación/falta basándose en un método de captura del tiempo de llegada (hasta el microsegundo más próximo) de las ondas viajeras en ambos extremos de una sección de línea. Los factores críticos en este método son proporcionar una sincronización de tiempo precisa entre los extremos y comunicación entre extremos. Puede usarse un receptor GPS para la sincronización de tiempos mediante la combinación del mensaje en serie "hora del día" y los pulsos de 1 pps de tiempo de la señal GPS. La comunicación entre extremos puede estar en cualquier medio conveniente y no tiene que estar en tiempo real.

La distancia a la falta desde los dos extremos de una sección de línea viene dada por:

$$\text{Distancia desde el extremo A} = (\text{longitudlínea}/2) + (T1A - T1B) * V/2$$

$$\text{Distancia desde el extremo B} = (\text{longitudlínea}/2) + (T1B - T1A) * V/2$$

en el que la distancia se calcula en kilómetros; la longitud de la línea es la longitud de la sección de la línea en kilómetros; A y B designan cada extremo del segmento de línea; T1A y T1B representan los tiempos de llegada respectivos en cada extremo para la primera aparición de la onda viajera; y V es la velocidad de la luz (299.792 kilómetros por segundo).

La presente invención usa una bobina de Rogowski para captar la señal de corriente en la sección de línea. Debería usarse la corriente, en lugar de la tensión, para detectar la onda viajera. La magnitud de la señal de corriente será el valor de la onda de tensión dividido por la impedancia característica de la línea de potencia (aproximadamente 500 ohmios).

La señal de corriente se convierte a tensión y se pasa a través de un filtro paso alto de polo único de 30 kHz. La señal se fija a continuación para impedir la sobreexcitación de la electrónica del sistema. La señal pasa a través de un filtro paso bajo de polo único de 350 kHz para limitar el ancho de banda para una relación de señal a ruido mejorada. Obsérvese, se usa un filtro de 350 kHz para pasar pulsos de un tiempo de elevación de un microsegundo, lo que corresponde aproximadamente a la distancia entre torres de transmisión.

El circuito de detección de pulsos debería incluir un detector de umbral ajustable para permitir la activación de la corriente de entrada más baja esperada para la onda viajera. Las magnitudes del pulso de corriente primario sobre una línea de 345 kV (200 kV a tierra) debería variar entre 56 y 400 amperios dependiendo de cómo de alejada se localiza la falta desde el extremo de la línea; suponiendo una sección de 160 km (100 millas). La magnitud de un pulso de tensión respecto a la distancia viene dada por la fórmula siguiente:

$$E = E_0 / (KSE_0 + 1)$$

en la que  $E_0$  es la tensión inicial en kilovoltios, S es la distancia recorrida en kilómetros, y K es una constante empírica.

Una vez se ha detectado un pulso, el circuito de detección de pulsos debe bloquearse durante un segundo para impedir la detección de reflexiones posteriores y operaciones del interruptor. Debería observarse que las ondas viajeras podrían generarse mediante operaciones de conmutación y faltas fuera de la sección supervisada. Por lo tanto, debe proporcionarse un medio para verificar que las ondas detectadas lo son desde una falta en la sección de la línea que se está supervisando.

Para verificar que la falta ocurre de hecho dentro de la sección de línea supervisada, se recomienda un esquema de comparación de fase. La técnica de comparación de fase compara los tiempos de llegada del primer cruce por cero positivo de la forma de onda de corriente en cada extremo de la línea a continuación de la recepción de una onda viajera. Si la falta está dentro de la sección supervisada de la línea, los tiempos serán nominalmente diferentes en 180 (+/- 90) grados de 60 Hz. La diferencia de 180 grados procede de la corriente que se está alimentando desde ambos extremos de la línea a la falta. En caso contrario, las corrientes en ambos extremos estarían en fase. Se espera que la información de fase pueda comunicarse desde un extremo de la línea al otro en un segundo. Esto permitirá la verificación de la falta aproximadamente en el tiempo en que finaliza el bloqueo del segundo de los detectores de pulsos.

### III. Informes de perturbaciones

Idealmente, un operario del sistema recibirá un informe de perturbación completo después de que tenga lugar una falta de modo que los equipos de reparación puedan estar informados y ser enviados. Desafortunadamente, los dispositivos de registro de faltas de la técnica anterior pueden proporcionar solamente registros que consisten en trazados de formas de onda de 60 Hz para que los analicen los ingenieros de relés. Los conjuntos de información de faltas claramente definidos, tal como se listan a continuación, no están en general disponibles hasta que los ingenieros de relés analizan estos trazados.

Ventajosamente, la presente invención puede capturar formas de onda de datos de falta y realizar un análisis automático de los datos de modo que se extraiga la información requerida para un informe de falta. Como se ha explicado anteriormente, este análisis se realiza por el software en ejecución en uno o más procesadores en el aparato. La presente invención puede proporcionar informes de perturbaciones que incluyen los siguientes datos de la falta:

1. Fecha y hora de la falta (por ejemplo, hasta el segundo más próximo)
2. Naturaleza de la falta (por ejemplo temporal o permanente)
3. Tipo de falta:
  - a. Trifásica
  - b. Fase a fase (por ejemplo 1-2, 2-3, 3-1)
  - c. Dos fases a tierra (por ejemplo 1-2-T, 2-3-T, 3-1-T)
  - d. Fase a tierra (por ejemplo 1-T, 2-T, 3-T)
4. Máximo amperaje de la falta
5. Tiempo hasta la disipación de la falta (por ejemplo en ciclos de 60 Hz)
6. Estimación de daños (por ejemplo bajos, medios, altos)

Una falta debería considerarse permanente si la falta aún existe tras el re-cierre de la línea. La falta se considera temporal si no está presente tras el re-cierre. El re-cierre puede ser automático o manual. El re-cierre manual es preferible para líneas de extremadamente alta tensión cuando el re-cierre sobre una falta podría provocar daños significativos. Tal como se usa en el presente documento, el re-cierre se refiere al acto de reponer, reconectar y/o volver a alimentar una línea después de que la línea se haya abierto tal como cuando ocurre una falta que dispara un interruptor/relé en la línea.

El tipo de falta puede evaluarse mediante la detección de qué fases tienen corriente de falta. La presencia de un componente de secuencia cero durante la falta indica que está implicada una tierra en la falta. Una secuencia cero se calcula como sigue:

$$E_0 = (E_a + E_b + E_c)/3$$

en la que a, b, c, representan cada fase.

El amperaje de falta máximo se determina mediante qué fase tiene la máxima corriente durante la falta. El tiempo hasta la disipación de la falta es el intervalo de tiempo desde el comienzo de la corriente de falta hasta cuando la corriente de falta ya no está presente (es decir, un interruptor está abierto). Las estimaciones de daños pueden realizarse mediante el cálculo de un valor  $KA^2$ , en la que K es el número de ciclos hasta disipar la falta y A es el valor de la falta en amperios (en miles). Este valor se correlaciona con un nivel esperado de daños que permite al despacho decir al equipo reparador qué esperar en el lugar de la falta.

IV. Protocolo de comunicaciones de datos

Introducción

5 Esta sección describe el protocolo de comunicaciones de datos usado por la presente invención. El intercambio de datos puede tener lugar entre: dos aparatos (plataformas de instrumentos eléctricos); un aparato y una estación en tierra; y entre procesadores (microcontroladores) dentro del aparato. Por ejemplo, el procesador de la fuente de alimentación puede comunicar con el procesador de la tarjeta principal.

10 El aparato comunica normalmente usando sistemas inalámbricos de comunicación por radio. Se proporciona una conexión cableada para finalidades de configuración y mantenimiento a través de un puerto de "Configuración y prueba". Este puerto usa una versión de tres hilos del formato de señal RS 232 (véanse las Tablas 1A y 1B) para conectar con un ordenador portátil. Este puerto se usa cuando el sistema inalámbrico en la plataforma de instrumentos eléctrica es un sistema de telecomunicaciones con base en celular.

15

Tabla 1A: Ordenador con conector DB25

Asignación de pines RS232 (señal de PC DB25)	
Pin 1	Tierra de protección
Pin 2	Transmisión de datos
Pin 3	Recepción de datos
Pin 4	Solicitud de envío - <i>No requerido</i>
Pin 5	Despejado para envío - <i>No requerido</i>
Pin 6	Conjunto de datos listo - <i>No requerido</i>
Pin 7	Tierra de la señal
Pin 8	Detector de señal de línea recibida (detecta portador de datos) - <i>No requerido</i>
Pin 20	Terminal de datos listo - <i>No requerido</i>
Pin 22	Indicador de llamada - <i>No requerido</i>

Tabla 1A: Ordenador con conector DB9

Asignación de pines RS232 (señal de PC DB9)	
Pin 1	Detector de señal de línea recibida (detecta portador de datos) - <i>No requerido</i>
Pin 2	Recepción de datos
Pin 3	Transmisión de datos
Pin 4	Terminal de datos listo - <i>No requerido</i>
Pin 5	Tierra de la señal
Pin 6	Conjunto de datos listo - <i>No requerido</i>
Pin 7	Solicitud de envío - <i>No requerido</i>
Pin 8	Despejado para envío - <i>No requerido</i>
Pin 9	Indicador de llamada - <i>No requerido</i>

20 Convenciones y terminología

Se usan a lo largo de la presente especificación las siguientes convenciones:

25

1. Los caracteres ASCII simples se encierran en comillas simples;
2. Las cadenas ASCII (dos o más caracteres) se encierran en comillas dobles; y
3. Los valores HEX están precedidos por 0x.

30

Los dispositivos de comunicación, tales como los controladores principales, controladores de fuente de alimentación, ordenadores portátiles de mantenimiento, estaciones en tierra o "estaciones maestras" son referidos cada uno en el presente documento como "unidades" de comunicación. Las comunicaciones tienen lugar cuando una unidad "externa" transmite un mensaje a una unidad "receptora". Los mensajes pueden ser "solicitudes" de datos, o pueden ser "comandos" para provocar que la unidad receptora realice alguna acción tal como el cambio de parámetros de configuración, reposición del reloj interno, etc.

35

Formato de enlace de transporte de datos

Identificación del dispositivo

5 Cada "unidad" plataforma del instrumento eléctrico tiene asignada una única dirección de base, que se descarga en el firmware de los dispositivos. La dirección tiene una cantidad de quince (15) bits transmitida como cuatro caracteres ASCII. Los establecimientos de la dirección se seleccionan como números HEX comenzando en 1 (uno) hasta 7FFF (representando 32.767 direcciones posibles). El bit superior se reserva para enrutado de datos dentro del dispositivo.

10

Formato de enlace de datos

El protocolo usa una trama de caracteres de 10 bits. La configuración de comunicaciones por omisión es:

15

Tasa de baudios: hasta 115 kBd

Bits de inicio: 1

20

Bits de datos: 8

Bits de parada: 1

Paridad: ninguna

25

Control de la sesión de transporte de datos

La plataforma del instrumento eléctrico emplea un protocolo de comunicaciones de punto a multipunto. El diseño del sistema supone un maestro controlado como una unidad "externa". Un controlador maestro puede comunicar con múltiples receptores.

30

Las sesiones de transporte de datos comienzan cuando la unidad externa consulta a una unidad receptora. El dispositivo consultado responde cuando se detecta su dirección única en el mensaje de consulta. La respuesta incluye la dirección del receptor. Se supone que solo hay un dispositivo externo que reciba el mensaje.

35

Los microcontroladores de la plataforma del instrumento eléctrico procesan un comando cada vez. Si se conecta un ordenador portátil al puerto de prueba en campo, existe una posibilidad de que puedan llegar comandos tanto al puerto inalámbrico como al puerto de prueba en campo al mismo tiempo. En ese caso, el procesador manejará un mensaje desde el primer puerto, completará el mensaje totalmente antes de procesar un mensaje en un segundo puerto. Los puertos se escanean secuencialmente.

40

Formato de intercambio de datos

Los datos se transmiten en un registro formateado como cadena HEX codificada en ASCII, delimitada por coma. La cadena ASCII se transmite como una cadena continua sin espacios, retornos de carro o avances de página extra entre caracteres.

45

Formato de datos – General

50 El mensaje de datos se define en el formato de paquetes mostrado en la Tabla 2 a continuación. Cada dispositivo tiene permitido mantener información específica en cada campo de su mensaje.

Tabla 2: Estructura genérica del formato de protocolo

n.º bytes	Contexto	Valores: ASCII	HEX	Descripción
1	<STX>	Cntl B	0x02	Inicio del paquete del mensaje
4	AAAA	"1" - "FFFF"	0x31 - 0x46464646	16 Bit dirección del dispositivo
1	delimitador	','	0x2C	coma ASCII delimitador de campo
1 – m	Campo 1			Campo de datos de longitud variable
1	delimitador	','	0x2C	coma ASCII delimitador de campo
1 – m	Campo 2			Campo de datos de longitud variable
1	delimitador	','	0x2C	coma ASCII delimitador de campo
1 – m	Campo n			Añadir campos adicionales con delimitador
1	delimitador	','	0x2C	coma ASCII delimitador de campo

n.º bytes	Contexto	Valores: ASCII	HEX	Descripción
2	CS	"00" - "FF"	0x3030 - 0x4646	8 Bit cálculo suma de comprobación
1	<EOT>	Cntl D	0x04	Final del carácter de texto

Notas:  
 1. La suma de comprobación es la suma MOD 256 de los caracteres del mensaje, incluyendo el primer Byte <STX>.  
 2. El campo de dirección contiene el valor ordinal de la dirección HEX. Por ejemplo, si la dirección única es HEX '1', el campo de la dirección de retorno desde el IED contendrá la representación ASCII para el valor HEX 1, que es "1" o 0x31.

Formatos de mensaje

5 La plataforma del instrumento eléctrico incorpora diversos microcontroladores que comunican entre sí. El diálogo de comunicaciones consiste en solicitudes y comandos. Una solicitud es un código de mensaje que hace que el receptor envíe un bloque de datos particular. Un comando es un mensaje que instruye al receptor para llevar a cabo una actividad específica. La Tabla 2.6 es una lista de los códigos de mensajes válidos.

10 Enrutado del mensaje

Direccionado del mensaje

La tarjeta del controlador de la fuente de alimentación tiene tres puertos:

- 15 • El puerto de "radio" que se usa normalmente para comunicaciones externas. El puerto de radio se usa para difundir las radios del espectro y también para radio de teléfono celular.
- 20 • El puerto de "Prueba en campo y mantenimiento" se usa para comunicaciones externas. El puerto de prueba en campo permite que se conecte un ordenador portátil con la plataforma del instrumento eléctrico para configuración y ensayos en campo. El puerto de ensayo en campo puede estar activo al mismo tiempo que el puerto de radio.
- 25 • El puerto de comunicaciones inter-procesador. Este puerto conecta el controlador de la fuente de alimentación con el controlador principal.

30 El enrutado del mensaje es controlado por el controlador de la fuente de alimentación y expansión de comunicaciones. Este controlador y el controlador principal tienen ambos la misma dirección de 16 bits. Cuando se fija el bit 16 de la dirección, el mensaje se enruta al controlador de la fuente de alimentación. Cuando el bit 16 está a cero, el mensaje se enruta al controlador principal.

Secuenciado de mensajes

35 Las transacciones de mensajes se procesan secuencialmente, una transacción de mensaje cada vez. Cuando el mensaje llega al controlador de la fuente de alimentación, tanto si se enruta al controlador principal como a sí mismo, su proceso completo deberá completarse antes de que pueda procesarse un segundo mensaje. Si el segundo mensaje llega antes de que se haya transmitido la respuesta para el primer mensaje, el segundo mensaje deberá mantenerse en una memoria intermedia de espera hasta que se haya completado la primera transacción.

Tabla 3: Códigos de mensaje válidos

n.º Bytes	Contexto	Valores: ASCII	HEX	Descripción
1	<STX>	Cntl B	0x02	Comienzo del paquete de mensaje TNP
4	AAAA	"0001" - "FFFF"	0x30303031 - 0x46464646	16 Bit dirección del dispositivo
1	delimitador	','	0x2C	coma ASCII delimitador de campo
2	Tipo consulta	"AA"	0x41 0x41	Comando configuración alarma analógica
2	Tipo consulta	"AC"	0x41 0x43	Solicitud configuración analógica
2	Tipo consulta	"AD"	0x41 0x44	Comando configuración de dirección
2	Tipo consulta	"AH"	0x41 0x48	Solicitud datos analógicos históricos
2	Tipo consulta	"AN"	0x41 0x4E	Solicitud datos de valores analógicos

n.º Bytes	Contexto	Valores: ASCII	HEX	Descripción
2	Tipo consulta	"AR"	0x41 0x52	Informe de alarmas analógicos desde controlador principal
2	Tipo consulta	"AS"	0x41 0x53	Comando de autoescalado
2	Tipo consulta	"BC"	0x42 0x43	Sol/Com configuración umbral cargador de batería
2	Tipo consulta	"CA"	0x43 0x41	Comando calibración desplazamiento
2	Tipo consulta	"DC"	0x44 0x43	Sol/Com configuraciones discretas
2	Tipo consulta	"DI"	0x44 0x49	Estado en cada informe discreto
2	Tipo consulta	"EN"	0x45 0x4E	Solicitud datos de energía (kW/kVar)
2	Tipo consulta	"FT"	0x46 0x54	Envío coeficientes FFT
2	Tipo consulta	"GP"	0x47 0x50	Envío datos principales de fuente alimentación a tarjeta de alimentación
2	Tipo consulta	"GS"	0x47 0x53	Obtener estado de alarma discreto desde controlador principal
2	Tipo consulta	"HD"	0x48 0x44	Comando de borrado de datos históricos
2	Tipo consulta	"LO"	0x4C 0x4F	Comando cargador de inicio
2	Tipo consulta	"MA"	0x4D 0x41	Comando configuración alarma de medición
2	Tipo consulta	"MC"	0x4D 0x43	Sol/Com configuración de medición
2	Tipo consulta	"MH"	0x4D 0x48	Solicitud datos históricos medidor
2	Tipo consulta	"MS"	0x4D 0x53	Estado alarmas analógicas medidor desde controlador principal
2	Tipo consulta	"OL"	0x4F 0x47	Informe estado comunicaciones en línea
2	Tipo consulta	"PC"	0x50 0x43	Sol/Com configuración puerto serie
2	Tipo consulta	"RS"	0x52 0x53	Reposición de todos acumulador(es) kWhr, etc.
2	Tipo consulta	"SA"	0x53 0x41	Comando configuración de guardado
2	Tipo consulta	"SC"	0x53 0x43	Sol/Com configuración específica del sitio
2	Tipo consulta	"SN"	0x53 0x4E	Solicitud número serie de la unidad
2	Tipo consulta	"SP"	0x53 0x50	Envío datos de tarjeta de fuente de alimentación a principal
2	Tipo consulta	"TS"	0x54 0x53	Sincronización de tiempo
2	Tipo consulta	"WA"	0x57 0x41	Envío forma de onda de amperaje
2	Tipo consulta	"WC"	0x57 0x43	Sol/Com configuración formas de onda
2	Tipo consulta	"WV"	0x57 0x56	Envío forma de onda de tensión
1 – m	Campos opc.			Campos adicionales con delimitadores antes y después
2	Suma comprobación	"00" - "FF"	0x3030 - 0x4646	8 Bit cálculo de suma comprobación
1	<EOT>	Cntl D	0x04	Final de caracteres de texto

Los mensajes salientes se enrutan siempre a través del mismo puerto a través del que entraron. Esto significa que cuando se recibe un mensaje en el puerto de "radio" por el controlador de la fuente de alimentación, se envía la respuesta hacia afuera por el mismo puerto. Cuando se recibe un mensaje en el puerto de ensayos de campo y mantenimiento, la respuesta se enruta fuera de ese puerto. Cuando llega un mensaje en el puerto de radio al mismo tiempo que se está procesando un mensaje a través del puerto de ensayo de campo y mantenimiento, el mensaje del puerto de radio se mantiene en la memoria intermedia de espera hasta que se completa la transacción del mensaje actualmente en procesamiento.

#### 10 Manejo de errores

Si se corrompe el mensaje recibido, el receptor debería rechazar la cadena de datos como no conforme con las especificaciones. Esto puede tener lugar por una de dos razones:

- 15 1. Dos dispositivos han sido provistos con la misma dirección;

Acción correctora: cambiar una de las direcciones de dispositivo.

2. El mensaje de consulta que se origina con la estación en tierra se corrompe tras la recepción por el primer dispositivo;

5 Acción correctora: volver a intentar el mensaje de consulta.

Formatos de mensaje específicos

Descripción del mensaje de datos

10 El mensaje de la plataforma de instrumentos eléctrica, además de sus 16 bits de dirección del dispositivo, proporciona los siguientes datos en su respuesta en el paquete del mensaje a la consulta de dirección única:

AN - Solicitud de datos analógicos

15 La solicitud de datos analógicos puede iniciarse por cualquier microcontrolador en el sistema. El receptor decodifica el mensaje, y responde con un bloque de datos válido.

consulta → <STX> dirección, AN, {canal de inicio}, {canal de final}, CS <ETX>

20 - los canales válidos son 0 a 26 (para una lista de las asignaciones de canales véase io\_chan.h)

- el canal de inicio debe ser menor que el canal de final

25 - si el campo del canal de inicio está vacío, el canal de inicio será el primer canal de entrada analógica, canal 0

- si el campo del canal de final está vacío, el canal de final será el último canal de entrada analógica, canal 25  
 respuesta → <STX> dirección, AN, canal de inicio, canal de final, primer valor del canal solicitado, ..., último valor del canal solicitado CS <ETX>

30 - los valores están en coma flotante

- cualesquiera canales habilitados en la configuración están vacíos

ME- Solicitud de datos de medición

35 La solicitud de datos de medición puede iniciarse por cualquier microcontrolador en el sistema. El receptor decodifica el mensaje, y responde con un bloque de datos válido.

consulta → <STX> dirección, ME, CS <ETX>

40 respuesta → <STX> dirección, ME, tensión, corriente, vatios, vares, ángulo de fase, CS <ETX>

EN- Solicitud de datos de energía

La solicitud de datos de energía puede iniciarse por cualquier microcontrolador en el sistema. El receptor decodifica el mensaje, y responde con un bloque de datos válido.

45 consulta → <STX> dirección, EN, CS <ETX>

respuesta → <STX> dirección, EN, Wh de entrada, VARh de entrada, Wh de salida, VARh de salida, CS <ETX>

- cualesquiera canales habilitados en la configuración están vacíos

50 DI - Solicitud de datos digitales

La solicitud de datos de entrada discretos puede iniciarse por cualquier microcontrolador en el sistema. El receptor decodifica el mensaje, y responde con un bloque de datos válido.

55 consulta → <STX> dirección, DI, {canal de inicio}, {canal de final}, CS <ETX>

- los números de canales válidos son 0 a 27 (0 a 26 para las entradas digitales reales, 27 es el estado de error del cargador de batería)

60 - el canal de inicio debe ser menor que el canal de final

- si el canal de inicio está vacío, el canal de inicio es 0

- si el canal de final está vacío, el canal de final es 27

65 respuesta → <STX> dirección, DI, primer valor del canal solicitado, ..., último valor del canal solicitado CS <ETX>

- los valores son 0 o 1
- canales que no estén habilitados en la configuración están vacíos

5 TS - Comando de sincronización de tiempo

El comando de sincronización de tiempo puede iniciarse por cualquier microcontrolador en el sistema. El receptor repone su reloj de tiempo real usando los datos del mensaje, y responde con un ACK (acuse de recibo) o NAK (acuse de recibo negativo).

10 consulta → <STX> dirección, TS, año, mes, día, hora, minuto, segundo, milisegundo, CS <ETX>

- el año es con 2 dígitos
- respuesta → ACK o NAK

15 RS - Comando de reposición acumuladores

El comando de reposición de acumuladores puede iniciarse por cualquier microcontrolador en el sistema. El receptor repone sus acumuladores de energía, y responde con un ACK o NAK.

consulta → <STX> dirección, RS, CS <ETX>

20 respuesta → ACK o NAK

FT - Solicitud de coeficientes FFT

No programado

25

WV - Solicitud de forma de onda de tensión

No programado

30 WA - Solicitud de forma de onda de corriente

No programado

AH - Solicitud de datos analógicos históricos

35

La solicitud de datos analógicos históricos puede iniciarse por cualquier microcontrolador en el sistema. El receptor responde con el bloque de datos solicitado.

consulta → <STX> dirección, AH, canal, número de valores, año de inicio, mes de inicio, día de inicio, hora de inicio, minuto de inicio, CS <ETX>

40

- los números de canal válidos son 0 a 26;
- solicita X número de valores comenzando en (e incluyendo) la hora de inicio y yendo atrás en el tiempo (orden cronológico inverso); por ejemplo, <STX> dirección, AH, 0, 3, 4, 4, E, 2, 2D, CS <ETX> devolverá (con un intervalo de registro de 15 minutos) los tres valores para el canal 0 para el 14 de abril de 2004 a las 2:45, 2:30 y 2:15 en ese orden;
- el tiempo es opcional (todo o nada — todos los campos de tiempo rellenos o ninguno de ellos—) - si está vacío, la hora de inicio es la hora del valor registrado más reciente para el canal;

50

- el número máximo de valores devueltos 50 (acepta solicitudes demás pero solo devolverá 50).
- respuesta → <STX> dirección, AH, canal, intervalo de registro, número de valores, año de inicio, mes de inicio, día de inicio, hora de inicio, minuto de inicio, valor más reciente, ..., valor menos reciente, CS <ETX>

55 - máximo de 50 valores en la respuesta, independientemente del número solicitado;

- el número de valores puede ser menor que el número solicitado si el número de valores solicitado es menor que el número de valores disponible (por ejemplo, petición de datos más antiguos que los que se almacenan en el dispositivo).

60

MH - Solicitud de datos históricos de medición

La solicitud de datos históricos de medición puede iniciarse por cualquier microcontrolador en el sistema. El receptor responde con el bloque de datos solicitado.

## ES 2 690 529 T3

consulta → <STX> dirección, MH, canal, número de valores, año de inicio, mes de inicio, día de inicio, hora de inicio, minuto de inicio, CS <ETX>

- los canales son: tensión = 0, corriente = 1, vatios = 2, vares = 3, ángulo de fase = 4.

5 respuesta → <STX> dirección, MH, canal, intervalo de registro, número de valores, año de inicio, mes de inicio, día de inicio, hora de inicio, minuto de inicio, CS <ETX>

HD - Comando de borrado de datos históricos

10 El comando de borrado de datos históricos puede iniciarse por cualquier microcontrolador del sistema. El receptor responde con un ACK para éxito o NAK para el fallo en llevar a cabo el comando. El controlador principal borra los datos históricos especificados.

consulta → <STX> dirección, HD, CS <ETX>

respuesta → ACK si correcto

15

SN - Solicitud del número de serie

La solicitud del número de serie puede iniciarse por cualquier microcontrolador el sistema. El receptor responde con el bloque de datos solicitado.

20 consulta → <STX> dirección, SN, CS <ETX>

respuesta → <STX> dirección, SN, número de serie, CS <ETX>

AD - Comando de configuración de dirección

25 El comando de configuración de dirección puede iniciarse por cualquier microcontrolador en el sistema. El receptor responde con un ACK para éxito o NAK para el fallo en llevar a cabo el comando. Tanto el controlador principal como el controlador de la fuente de alimentación cambian su dirección de comunicaciones en respuesta a este comando.

consulta → <STX> dirección, AD, nueva dirección, CS <ETX>

30 respuesta → ACK

- obsérvese que la dirección en el mensaje ACK es la dirección antigua.

AC - Solicitud de configuración analógica

35

La solicitud de configuración analógica puede iniciarse por cualquier microcontrolador en el sistema. El receptor responde con el bloque de datos solicitado.

solicitud → configuración analógica

consulta → <STX> dirección, AC, canal, CS <ETX>

40

- el canal es 0 a 26

respuesta → <STX> dirección, AC, canal, intervalo de registro, canal habilitado, multiplicador, desplazamiento, salto superior de diseño, salto inferior de diseño, CS <ETX>

45 - el valor de habilitación del canal es 0 para no habilitado, 1 para habilitado

- el intervalo de registro es entero, todos los campos de conversión son en coma flotante;

50 - los campos de conversión pueden estar vacíos, por ejemplo, si la conversión usa un multiplicador y desplazamiento entonces los campos de salto superior e inferior estarán vacíos y si la conversión usa saltos superior e inferior, los campos de multiplicador y desplazamiento estarán vacíos.

- si todos los campos de conversión están vacíos se supone un multiplicador de 1 y un desplazamiento de 0 (sin límites superior e inferior);

55

- los intervalos de registro están en minutos. Un 0 en este campo o un campo vacío significa que el canal no está registrado;

- los intervalos de registro válidos son 1, 5, 10, 15, 30 y 60 minutos.

60

AC - Comando de establecimiento de configuración analógica

El comando de configuración analógica puede iniciarse por cualquier microcontrolador en el sistema. El receptor acepta el bloque de datos de entrada para sustituir la información de configuración actual.

consulta → <STX> dirección, AC, canal, intervalo de registro, canal habilitado, multiplicador, desplazamiento, salto superior de diseño, salto inferior de diseño, CS <ETX>  
 respuesta → ACK o NAK

5 MC - Solicitud de configuración de medición

La solicitud de configuración de medición puede iniciarse por cualquier microcontrolador en el sistema. El receptor responde con el bloque de datos solicitado.

solicitud → configuración de medición

10 consulta → <STX> dirección, MC, CS <ETX>

respuesta → <STX> dirección, MC, intervalo de registro de voltios, multiplicador de voltios, desplazamiento de voltios, salto de diseño superior de voltios, salto de diseño inferior de voltios, intervalo de registro de corriente, multiplicador de corriente, desplazamiento de corriente, salto de diseño superior de corriente, salto de diseño inferior de corriente, intervalo de registro de vatios, multiplicador de vatios, desplazamiento de vatios, salto de diseño superior de vatios, salto de diseño inferior de vatios, intervalo de registro de vares, multiplicador de vares, al desplazamiento de vares, salto de diseño superior de vares, salto de diseño inferior de vares, intervalos de registro del ángulo de fase, ganancia de tensión, ganancia de corriente, entrada a escala completa, frecuencia de línea, error de ángulo de fase, CS <ETX>

20 - la ganancia de tensión, la ganancia de corriente, la entrada de escala completa y frecuencia de línea son enteros, todo lo demás es lo mismo que en el mensaje de configuración analógica.

MC - Comando de establecimiento de la configuración de medición

25 El comando de configuración de medición puede iniciarse por cualquier microcontrolador en el sistema. El receptor acepta el bloque de datos de entrada para sustituir la información de configuración actual.

consulta → <STX> dirección, AC, intervalo de registro de voltios, multiplicador de voltios, desplazamiento de voltios, salto de diseño superior de voltios, salto de diseño inferior de voltios, intervalo de registro de corriente, multiplicador de corriente, desplazamiento de corriente, salto de diseño superior de corriente, salto de diseño inferior de corriente, intervalo de registro de vatios, multiplicador de vatios, desplazamiento de vatios, salto de diseño superior de vatios, salto de diseño inferior de vatios, intervalo de registro de vares, multiplicador de vares, al desplazamiento de vares, salto de diseño superior de vares, salto de diseño inferior de vares, intervalos de registro del ángulo de fase, ganancia de tensión, ganancia de corriente, entrada a escala completa, frecuencia de línea, error de ángulo de fase, CS <ETX>

35 respuesta → ACK o NAK

EC - Solicitud de configuración de energía

40 La solicitud de configuración de energía puede iniciarse por cualquier microcontrolador en el sistema. El receptor responde con el bloque de datos solicitado.

solicitud → configuración de energía

consulta → <STX> dirección, EC, CS <ETX>

45 respuesta → <STX> dirección, EC, intervalo de registro, habilitado Wh de entrada, habilitado VARh de entrada, habilitado Wh de salida, habilitado VARh de salida, año del tiempo de reposición, mes en tiempo de reposición, día del tiempo de reposición, hora del tiempo de reposición, minuto del tiempo de reposición, segundo del tiempo de reposición, CS <ETX>

- 0 para no habilitado, 1 para habilitado;

50 - el intervalo de registro es para uso futuro;

- la reposición del tiempo es para todos los valores acumulados y se define mediante el relleno de los campos apropiados;

55 - el relleno en mes, día, hora, minuto y segundo provocará que los acumuladores se repongan anualmente el día y hora dados;

- el relleno en día, hora, minuto, segundo provocará que los acumuladores se repongan mensualmente en el día y hora dados;

60 - el relleno en hora, minuto, segundo provocará que los acumuladores se repongan diariamente a la hora dada;

- el relleno en todos los campos de tiempo, incluyendo el año, provocará que se repongan solo una vez.

65

EC - Establecimiento de la configuración de energía

El comando de establecimiento de la configuración de energía puede iniciarse por cualquier microcontrolador en el sistema. El receptor acepta el bloque de datos de entrada para sustituir la información de configuración actual.

5 consulta → <STX> dirección, EC, intervalo de registro, habilitado Wh de entrada, habilitado VARh de entrada, habilitado Wh de salida, habilitado VARh de salida, año del tiempo de reposición, mes en tiempo de reposición, día del tiempo de reposición, hora del tiempo de reposición, minuto del tiempo de reposición, segundo del tiempo de reposición, CS <ETX>  
 respuesta → ACK o NAK

10 DC - Solicitud de configuración digital

La solicitud de configuración digital puede iniciarse por cualquier microcontrolador en el sistema. El receptor responde con el bloque de datos solicitado.

15 solicitud → configuración digital  
 consulta → <STX> dirección, DC, CS <ETX>  
 respuesta → <STX> dirección, DC, canal 0 registrado, canal 1 registrado, ..., canal 27 registrado, CS <ETX>  
 - 0 para no registrado, 1 para registrado

20 DC - Establecimiento de la configuración digital

El comando de establecimiento de la configuración digital puede iniciarse por cualquier microcontrolador en el sistema. El receptor acepta el bloque de datos de entrada para sustituir la información de configuración actual.

25 consulta → <STX> dirección, DC, canal 0 registrado, canal 1 registrado, ..., canal 27 registrado, CS <ETX>  
 respuesta → ACK o NAK

WC - Solicitud de configuración de captura de forma de onda

No programado

30 WC -Comando de configuración de captura de forma de onda

No programado

35 PC - Solicitud de configuración del puerto serie

La solicitud de configuración del puerto serie (para el puerto extra, no el puerto de radio) puede iniciarse por cualquier microcontrolador en el sistema. El receptor responde con el bloque de datos solicitado.

40 solicitud → configuración puerto serie  
 consulta → <STX> dirección, PC, puerto, CS <ETX>  
 respuesta → <STX> dirección, PC, puerto, tasa de baudios, paridad, bits de datos, bits de parada, CS <ETX>  
 - el puerto es siempre 1;  
 - si el puerto no está en uso entonces todos los campos de configuración están vacíos;  
 45 - la paridad es 0 para par, 1 para impar y 2 para ninguna;  
 - los bits de datos son 7 u 8;  
 - los bits de parada son 1 o 2.

50 PC - Establecimiento de configuración del puerto serie

El comando de establecimiento de configuración del puerto serie puede iniciarse por cualquier microcontrolador en el sistema. El receptor acepta el bloque de datos de entrada para sustituir la información de configuración actual.

55 consulta → <STX> dirección, PC, puerto, tasa de baudios, paridad, bits de datos, bits de parada, CS <ETX>  
 respuesta → ACK o NAK

SC - Solicitud de configuración de sitio específico

La solicitud de configuración de sitio específico puede iniciarse por cualquier microcontrolador en el sistema. El receptor responde con el bloque de datos solicitado.

60 solicitud → configuración del sitio específico  
 consulta → <STX> dirección, SC, CS <ETX>  
 respuesta → <STX> dirección, SC, multiplicador de tensión, desplazamiento del ángulo de fase, CS <ETX>  
 - valores de diseño en coma flotante.

65

SC - Establecimiento de configuración de sitio específico

El comando de establecimiento de configuración de sitio específico puede iniciarse por cualquier microcontrolador en el sistema. El receptor acepta el bloque de datos de entrada para sustituir la información de configuración actual.

5 consulta → <STX> dirección, SC, multiplicador de tensión, desplazamiento del ángulo de fase, CS <ETX>  
 respuesta → ACK o NAK

BC - Solicitud de configuración de umbral del cargador de batería

10 La solicitud de configuración de umbral del cargador de batería puede iniciarse por cualquier microcontrolador en el sistema. El receptor responde con el bloque de datos solicitado.

solicitud → configuración del cargador de batería  
 consulta → <STX> dirección, BC, CS <ETX>  
 respuesta → <STX> dirección, BC, umbral del cargador de batería, CS <ETX>

15 - valores de diseño en coma flotante.

BC - Establecimiento de configuración del cargador de batería

20 El comando de establecimiento de configuración del cargador de batería puede iniciarse por cualquier microcontrolador en el sistema. El receptor acepta el bloque de datos de entrada para sustituir la información de configuración actual.

consulta → <STX> dirección, BC, umbral del cargador de batería, CS <ETX>  
 respuesta → ACK o NAK

25 CA - Comando de calibración del desplazamiento

El comando de establecimiento de la configuración de calibración del desplazamiento puede iniciarse por cualquier microcontrolador el sistema. El receptor acepta el bloque de datos de entrada para sustituir la información de configuración actual.

30 consulta → <STX> dirección, CA, CS <ETX>

- realiza una calibración.  
 respuesta → ACK o NAK

35 o,  
 consulta → <STX> dirección, CA, 0, CS <ETX>

- repone los desplazamientos de tensión y corriente a 0.  
 respuesta → ACK o NAK

40 LO - Comando del cargador de inicio

El comando del cargador de inicio puede iniciarse por cualquier microcontrolador en el sistema. El receptor acepta el bloque de datos de entrada para sustituir la información de configuración actual.

45 consulta → <STX> dirección, LO, CS <ETX>  
 respuesta → envía un ACK a continuación inicia el cargador

SA - Comando de configuración de guardado

El comando de configuración de guardado puede iniciarse por cualquier microcontrolador en el sistema. El receptor acepta el bloque de datos de entrada para sustituir la información de configuración actual.

50 consulta → <STX> dirección, SA, CS <ETX>

- guarda la configuración en la EEPROM.  
 respuesta → ACK o NAK

55 AS - Comando de configuración de autoescalado

El comando de configuración de autoescalado puede iniciarse por cualquier microcontrolador en el sistema. El receptor acepta el bloque de datos de entrada para sustituir la información de configuración actual.

60 consulta → <STX> dirección, AS, voltios de diseño, corriente de diseño, CS <ETX>

- realiza el autoescalado.  
 respuesta → ACK o NAK

65

SP - Comando de envío de datos de la fuente de alimentación

La solicitud de envío de datos de la fuente de alimentación se inicia por el controlador de la fuente de alimentación y se envía al controlador principal.

5 consulta → <STX> dirección, SP, tensión de la fuente de alimentación, temperatura de la fuente de alimentación, tensión en derivación, CS <ETX>

- desde la fuente de alimentación al controlador principal;  
respuesta → <STX> dirección, SP, CS <ETX>
- 10 - desde el controlador principal a la fuente de alimentación;
- todos los valores son lecturas “en bruto” de enteros de 16 bits.

GP - Comando de obtener datos de la fuente de alimentación

15 Recibe datos de la fuente de alimentación desde el controlador principal (para verificación).

Comando: “GP”

20 Datos: ninguno

Respuesta: “GP”

Datos: tensión de la fuente de alimentación (lectura en bruto de 16 bits)

25 Temperatura de la fuente de alimentación (lectura bruto de 16 bits)

Tensión en derivación (lectura bruto de 16 bits)

GS - Solicitud de obtención de estado el controlador principal

30 Devuelve las alarmas y otra información de estado desde controlador principal. El controlador de la fuente de alimentación consulta al controlador principal, que devuelve los datos a la fuente de alimentación:

35 consulta → <STX> dirección, GS, CS <ETX> - desde la fuente de alimentación al controlador principal

respuesta → <STX> dirección, GS, X, CS <ETX>

- en la que X es 0 para no alarmas, 1 si hay una alarma. La fuente de alimentación solo necesita la presencia o ausencia de alarmas –“llamar al centro” o no llamar al centro.

40

OL - Informe del estado en línea

La fuente de alimentación necesita enviar un mensaje al controlador principal cuando se conecta a la estación en tierra.

45 consulta → <STX> dirección, OL, CS <ETX> - desde la fuente de alimentación a la estación en tierra

respuesta → el mensaje ACK

AA - Comando de configuración de alarma analógica

50 El comando de configuración de alarma analógica se envía desde un procesador externo para proporcionar parámetros de configuración de alarma al controlador principal.

consulta → <STX> dirección, AA, canal, nivel de alarma baja, nivel 1 de alarma alta, nivel 2 de alarma alta, nivel 3 de alarma alta, banda muerta de la alarma, CS <ETX>

55 respuesta → el mensaje ACK

MA - Comando de configuración de la alarma de medición

El comando de configuración de la alarma de medición se envía desde un procesador externo para proporcionar parámetros de configuración de alarma al controlador principal.

60 consulta → <STX> dirección, MA, canal, nivel de alarma baja, nivel 1 de alarma alta, nivel 2 de alarma alta, nivel 3 de alarma alta, banda muerta de la alarma, CS <ETX>

respuesta → el mensaje ACK

AR - Estado de informe de la alarma analógica

El estado de informe de la alarma analógica se envía en respuesta a una consulta desde el controlador de la fuente de alimentación.

5 consulta → <STX> dirección, AR, CS <ETX>

respuesta → <STX> dirección, AR, tipo de alarma del primer canal, valor de alarma del primer canal,...., tipo de alarma del último canal, valor de alarma del último canal, CS <ETX>

10 - en el que el "tipo de alarma" es 1 para baja, 2 para nivel 1 de alarma alta, 3 para nivel 2 de alarma alta, 4 para nivel 3 de alarma alta y "valor de alarma" es el valor que causó la alarma.

MS - Estado de alarma analógica

15 El informe de estado de alarma de medición se envía en respuesta a una consulta desde el controlador de la fuente de alimentación. Se necesita consultar las alarmas de medición tan frecuentemente como las alarmas analógicas.

consulta → <STX> dirección, MS, CS <ETX>

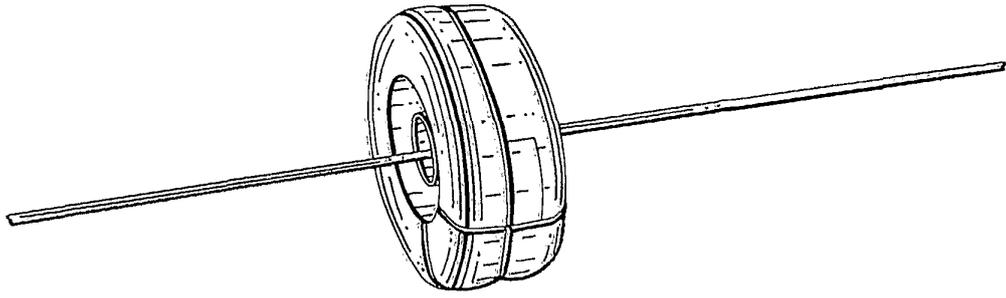
respuesta → <STX> dirección, MS, tipo de alarma del primer canal, valor de alarma del primer canal,...., tipo de alarma del último canal, valor de alarma del último canal, CS <ETX>

20 - en el que el "tipo de alarma" es 1 para baja, 2 para nivel 1 de alarma alta, 3 para nivel 2 de alarma alta, 4 para nivel 3 de alarma alta y "valor de alarma" es el valor que causó la alarma.

25 Se verá así que los objetos expuestos anteriormente, entre aquellos que se han hecho evidentes a partir de la descripción precedente, se alcanzan eficientemente y, debido a que pueden realizarse ciertos cambios al llevar a cabo el método anterior y en la(s) construcción(es) expuesta(s) sin apartarse del alcance de la invención, se pretende que toda la materia contenida en la descripción anterior y mostrada en los dibujos adjuntos deberá interpretarse como ilustrativa y no en un sentido limitativo.

**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato para supervisión de la operación de un conductor de potencia eléctrico, que comprende:
- 5 una carcasa que tiene una forma toroidal y medios para montaje sobre dicho conductor de potencia eléctrico; una pluralidad de instrumentos eléctricos en dicha carcasa para supervisión de diversos parámetros asociados con el conductor; medios de registro en dicha carcasa para registrar los diversos parámetros que se están supervisando; y medios de análisis en dicha carcasa para analizar eventos de perturbación y falta basándose en los diversos
- 10 parámetros que se están supervisando, en el que dichos medios de análisis producen informes de localización de falta basándose en los diversos parámetros supervisados desde un extremo del conductor.
2. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la pluralidad de instrumentos eléctricos incluye:
- 15 medios para medir una corriente eléctrica que circula a través del conductor; medios para medir un potencial eléctrico (tensión) del conductor con relación a un potencial de tierra; y medios para determinar una relación de fase entre la corriente y tensión medidas.
3. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente
- 20 medios para transmitir y recibir los diversos parámetros que se están supervisando a otro aparato en una localización diferente sobre el conductor.
4. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente medios para recibir una señal de posicionamiento global (GPS) para su uso por dichos medios de análisis.
- 25 5. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente medios de alimentación en dicha carcasa para la alimentación del aparato por inducción a partir de un campo electromagnético producido por el conductor energizado.
- 30 6. El aparato de acuerdo con la reivindicación 5, en el que dichos medios de alimentación incluyen:
- medios de almacenamiento de la energía para alimentar dicho aparato cuando el campo electromagnético producido por el conductor energizado está por debajo de un primer nivel de umbral; y
- 35 medios de carga para la carga del medio de almacenamiento de energía por inducción cuando el campo electromagnético excede un segundo nivel de umbral.
7. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la pluralidad de instrumentos eléctricos incluye:
- 40 medios para medir una temperatura del conductor; medios para detectar un ángulo de pendiente del conductor; medios para detectar el movimiento perpendicular a un eje longitudinal del conductor;
8. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente medios de actualización para
- 45 actualizar una programación de los medios de análisis sin retirar el aparato del conductor de potencia.
9. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la carcasa está habilitada para ser montada mientras el conductor está energizado.
- 50 10. El aparato de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la señal desde el GPS proporciona una señal para marcado de tiempos de los diversos parámetros que se están supervisando.



*FIG. 1*

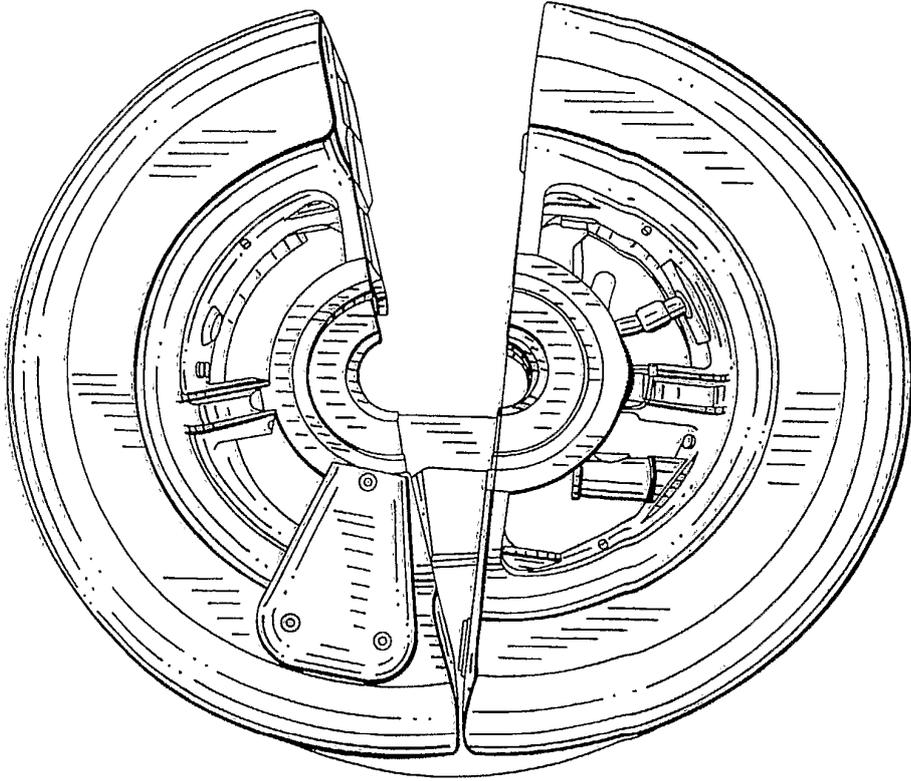


FIG. 2

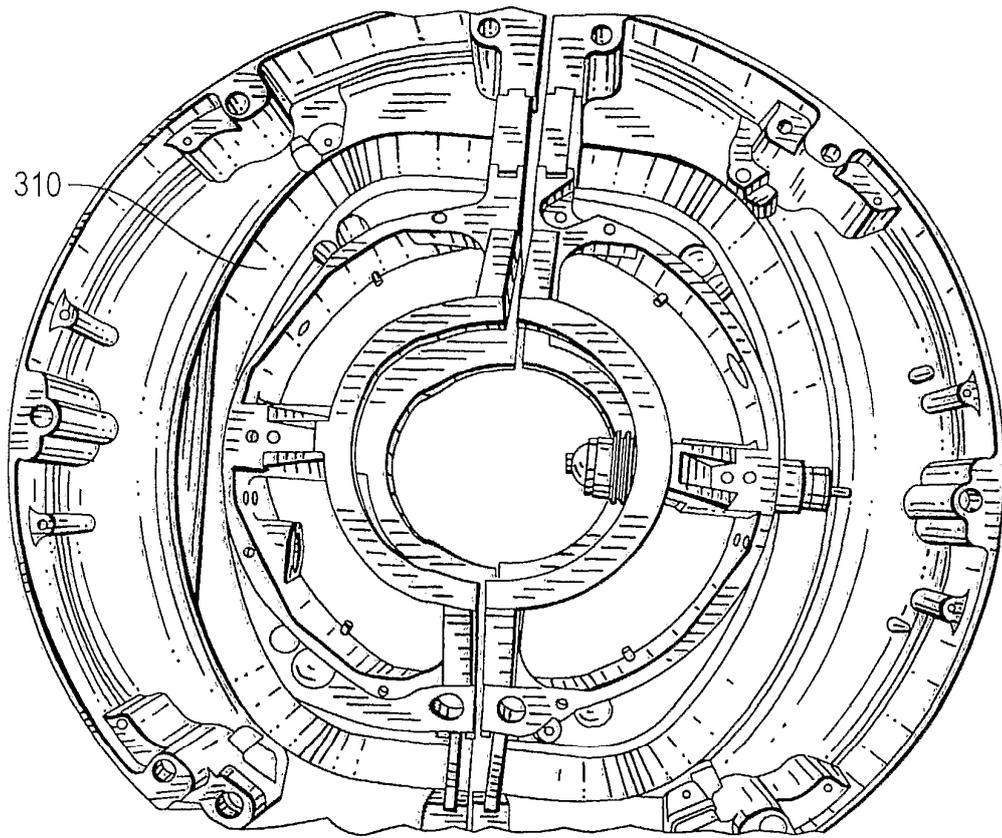


FIG. 3

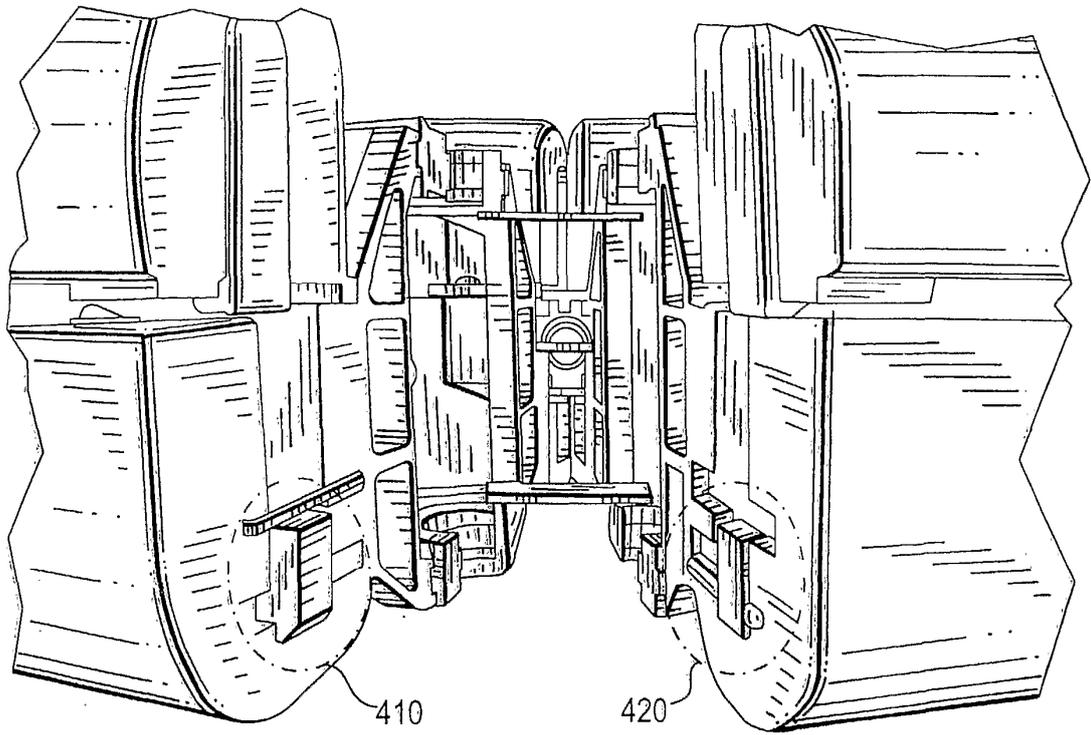


FIG. 4

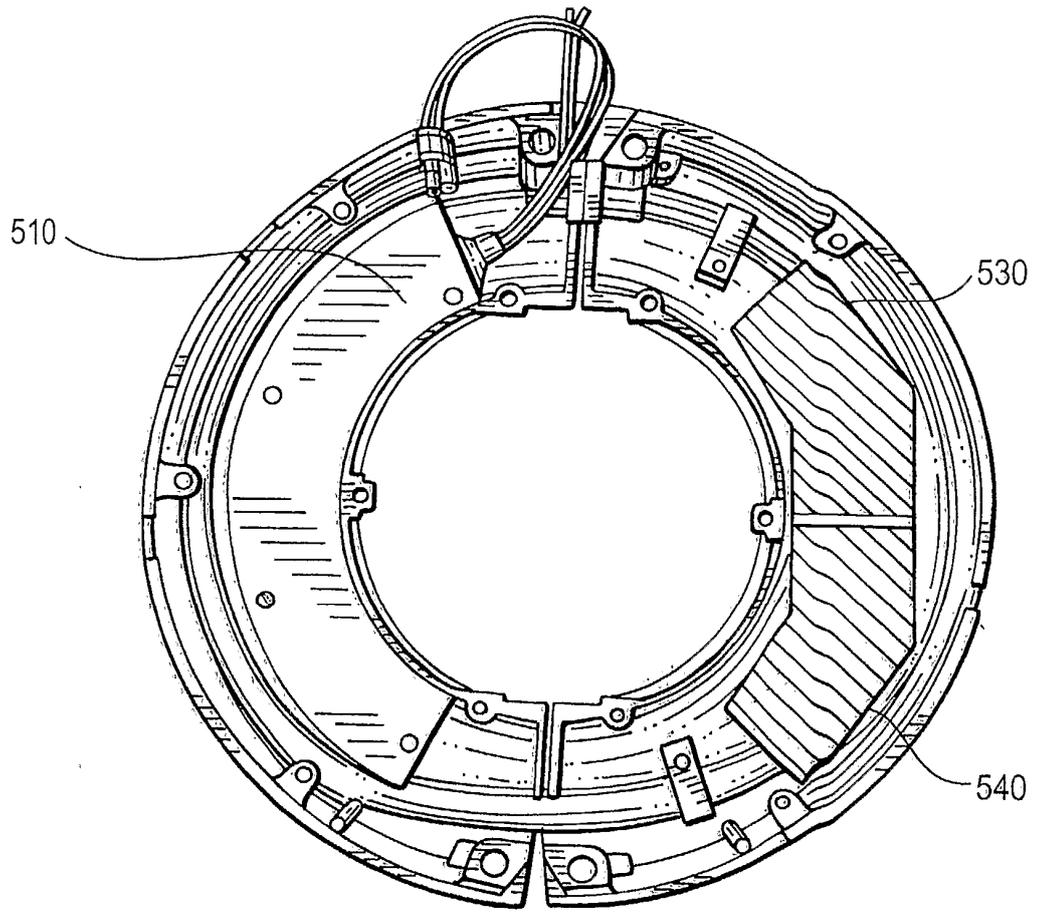


FIG. 5

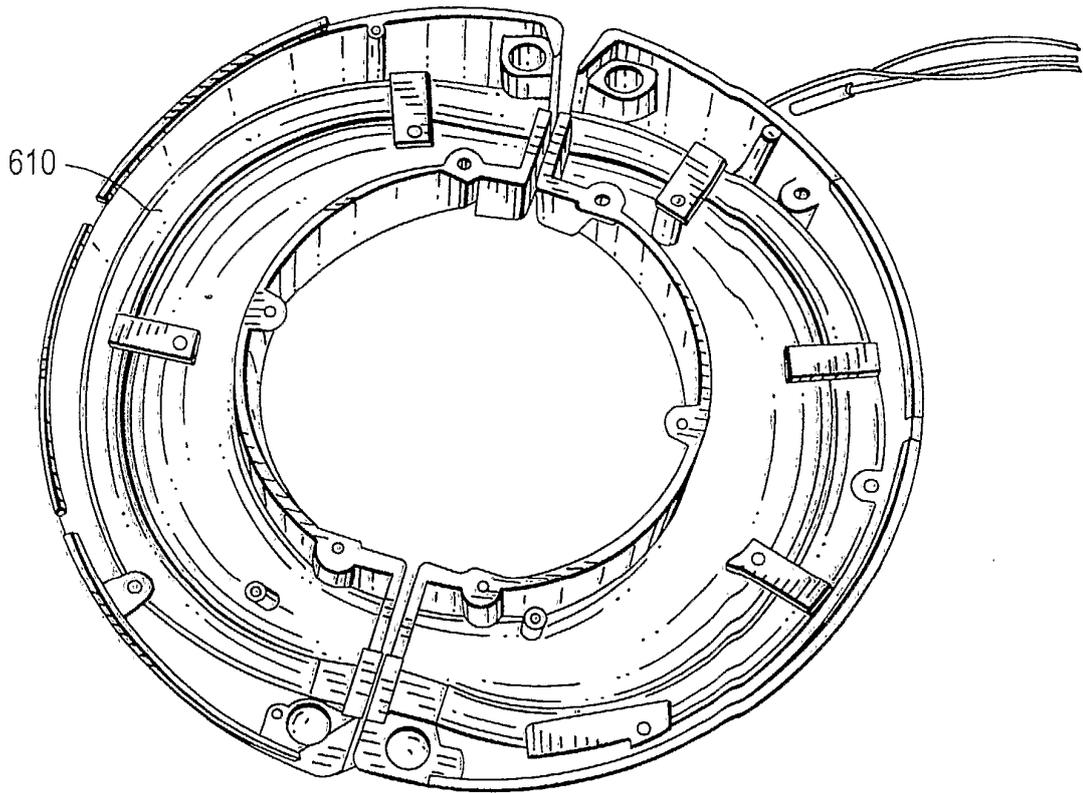


FIG. 6

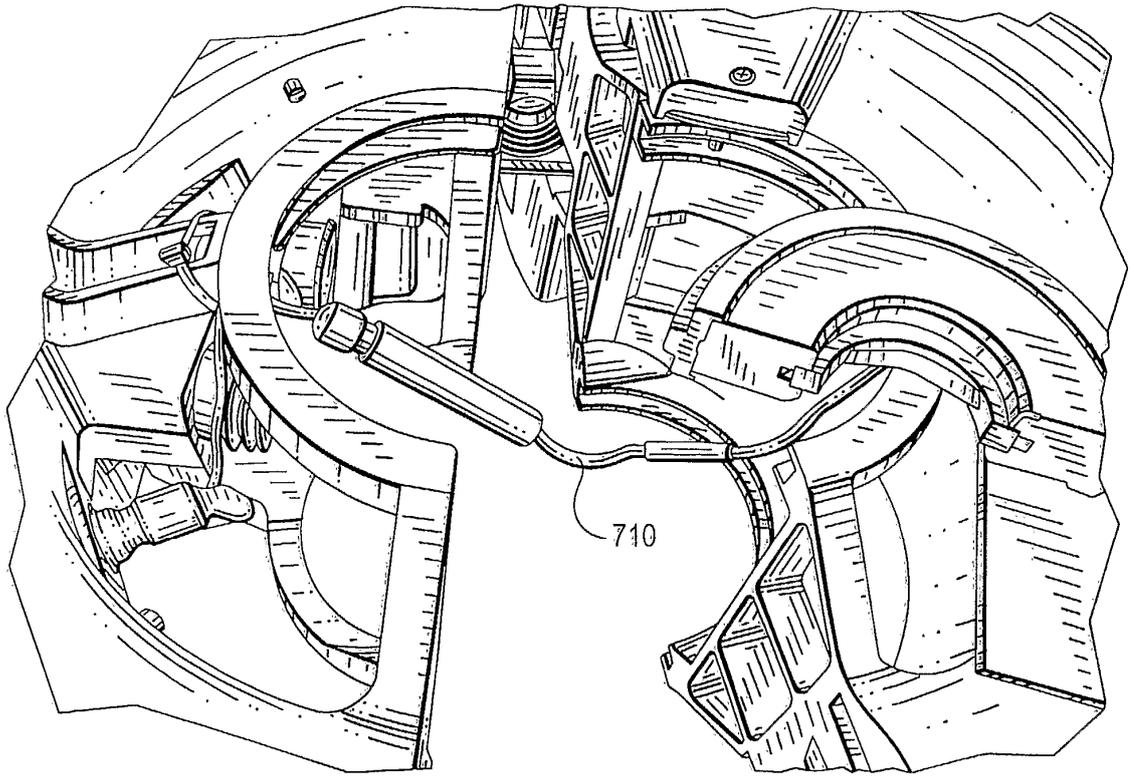


FIG. 7

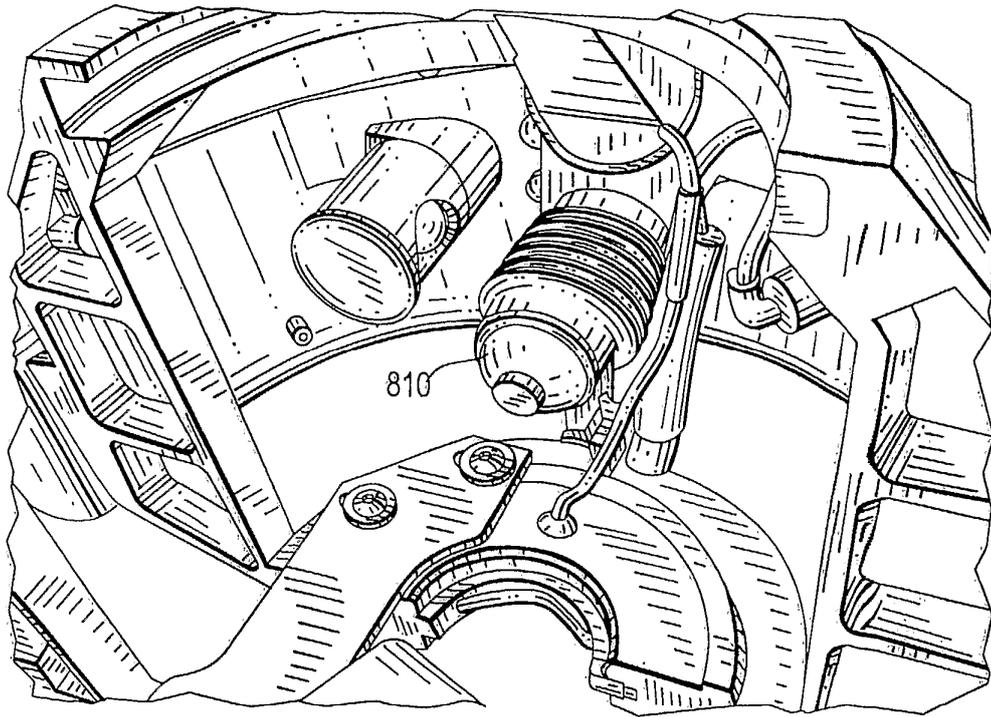


FIG. 8

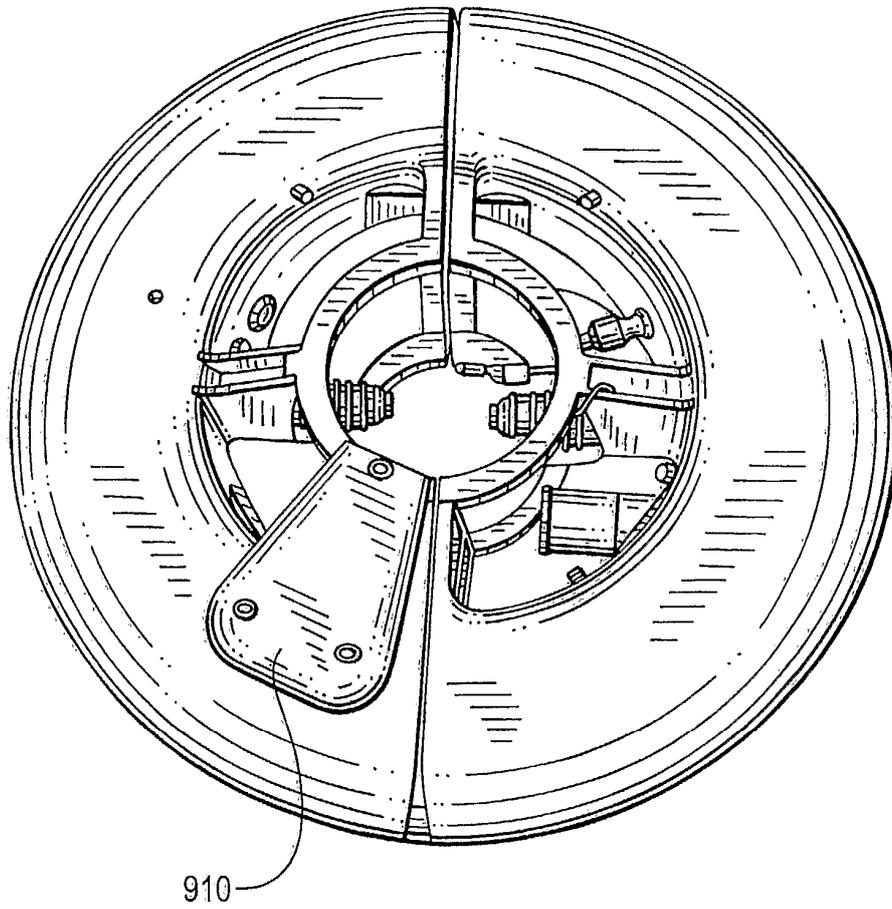


FIG. 9

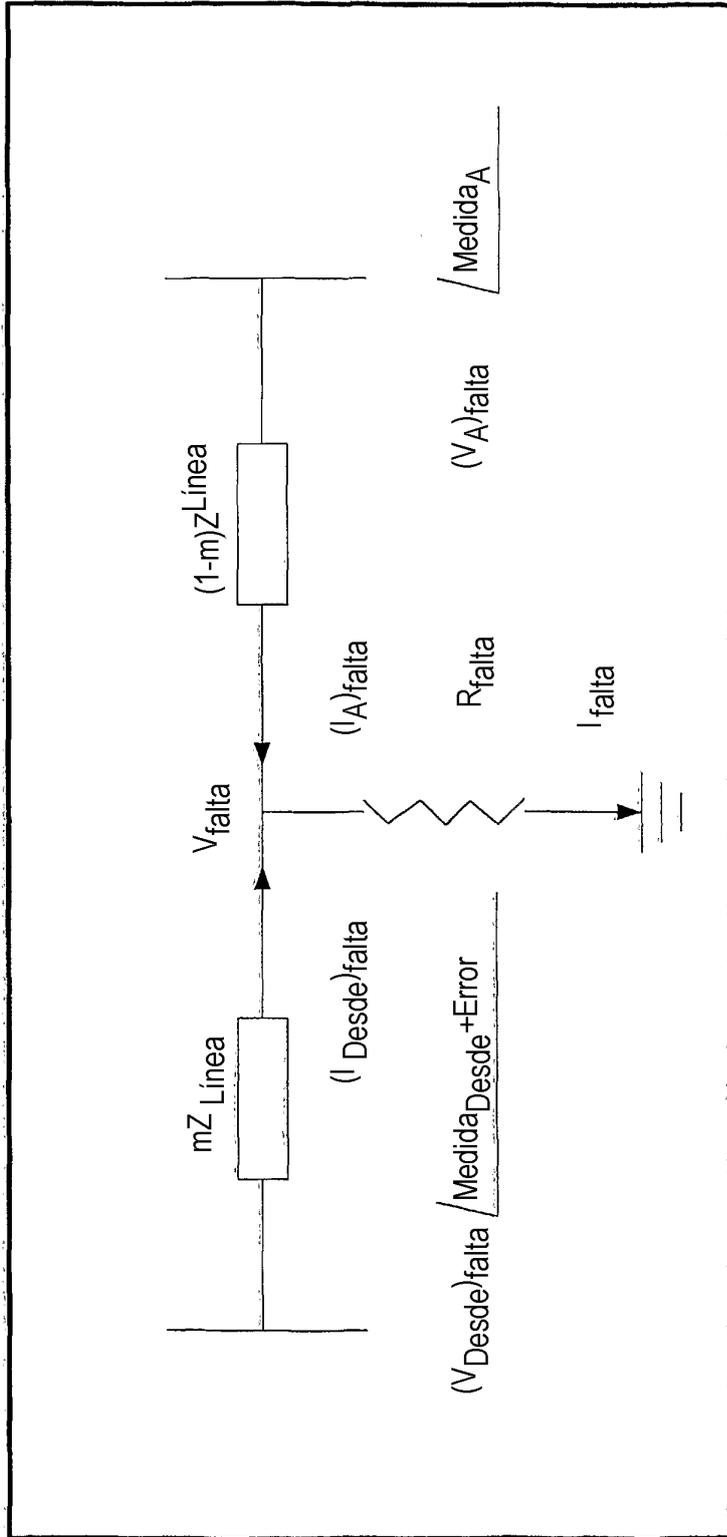


FIG. 10

TÉCNICA ANTERIOR