

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 754 324**

51 Int. Cl.:

C23F 13/04 (2006.01)

C23F 13/22 (2006.01)

F16L 58/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.06.2015 PCT/US2015/036337**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.12.2015 WO15195858**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.06.2015 E 15738514 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.08.2019 EP 3158108**

54 Título: **Sistema de gestión de protección catódica**

30 Prioridad:

18.06.2014 US 201462013580 P

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

17.04.2020

73 Titular/es:

**SENSUS SPECTRUM, LLC (100.0%)
8601 Six Forks Road, Suite 700
Raleigh, NC 27615, US**

72 Inventor/es:

**ATKINS, CHRISTOPHER M.;
SCHIRM, JACOB P. y
SHAY, KEVIN M.**

74 Agente/Representante:

RIZZO , Sergio

ES 2 754 324 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

Sistema de gestión de protección catódica

ANTECEDENTES

5 **[0001]** La presente descripción se refiere, por lo general, a un método y sistema para monitorizar dispositivos de protección catódica para tuberías. Más en concreto, la presente descripción se refiere a un sistema y método que se comunican con ambos puntos de prueba y rectificadores de un sistema de protección catódica y presenta actualizaciones de estado e inicia verificaciones de estado para los dispositivos del sistema de protección catódica.

10 **[0002]** Actualmente, el gas natural se transmite utilizando tuberías de transmisión o distribución de gas que están enterradas en el suelo. Muchas de estas tuberías están formadas a partir de un material de hierro o una aleación de hierro, como el acero. Los materiales que contienen hierro poseen un potencial eléctrico de aproximadamente 0,44 voltios. La corrosión del metal se produce cuando los electrones dejan la superficie de un material cargado más negativamente (el ánodo) y fluyen a través de un electrolito hacia un material cargado más positivamente (el cátodo). La diferencia en el potencial de voltaje puede darse entre un objeto y otro objeto cercano, o en distintas partes del mismo objeto. La salida de electrones consume el material. Además, la salida de electrones crea un ion con carga positiva en la superficie del material, que se une activamente con oxígeno u otros elementos. En el caso de un metal a base de hierro, como el acero, la unión con el oxígeno produce óxido y, en última instancia, corrosión.

20 **[0003]** Se forman muchas tuberías enterradas a partir de materiales que incluyen hierro. El hierro posee una carga más negativa que la tierra normal, que crea el potencial para la corrosión del caño de hierro. En el sector del gas natural, un fallo en la tubería puede ser catastrófico y, por lo tanto, gastar una cantidad significativa de recursos para proteger contra dicha corrosión.

25 **[0004]** Actualmente, existen dos técnicas similares, aunque distintas, que se utilizan para proteger las tuberías de gas de la corrosión. La técnica más habitual se denomina protección galvánica, y el método menos habitual, pero más complejo, se denomina protección de corriente impresa. Ambas técnicas habituales se denominan generalmente protección catódica, y ambas implican la manipulación del voltaje del caño de hierro para que los electrones fluyan hacia este en lugar de fluir desde este. El voltaje del caño que incluye hierro se manipula, forzando que se convierta en un cátodo, de donde procede el nombre de protección catódica.

30 **[0005]** La protección catódica, tal y como se muestra en la figura 1, se utiliza para describir la técnica en la que un material cargado más negativamente, como el magnesio o el zinc (el ánodo) se entierra en gran proximidad a una tubería de gas de hierro con carga negativa (el cátodo). Se utiliza un cable para conectar los dos metales distintos entre sí para permitir que los electrodos fluyan entre los dos materiales. El voltaje diferencial entre los dos metales distintos provocará que los electrones fluyan desde el ánodo (magnesio) a través del cable conector al acero de la tubería provocando que la tubería se vuelva negativamente polarizada. La polarización del hierro atraerá ahora iones positivos desde la tierra al acero, deteniendo así la corrosión del acero.

40 **[0006]** Al conectar el ánodo y el cátodo entre sí según lo descrito, el flujo de electrones resultante provocará que se polarice el caño de hierro y cambie el voltaje alrededor del punto medio del voltaje dinámico natural de los dos materiales. Con el tiempo, el ánodo de magnesio se consumirá y se tornará ineficaz. El ánodo de magnesio se denomina ánodo de sacrificio. Cuando el ánodo de sacrificio se consume, pierde la capacidad de proteger el caño y debe reemplazarse.

45 **[0007]** El segundo tipo de protección catódica se denomina protección de corriente impresa y se representa en la figura 2. En un sistema que utiliza protección de corriente impresa, se utiliza un rectificador para forzar que el flujo de electrones se dirija a una tubería de gas para detener la corrosión del acero. En este tipo de sistema, un rectificador de corriente CA convierte el voltaje CA a voltaje CC que presenta una salida CC máxima de entre 10-50 amperios y 50 voltios.

[0008] El terminal de salida CC positivo se conecta mediante cables a un conjunto de ánodos enterrados bajo tierra (el lecho de tierra del ánodo). Los ánodos del sistema de protección de corriente inducida suelen ser metales no activos o compuestos como el platino, el grafito, el hierro con alto contenido de silicio u otros materiales. Se conecta otro cable entre el terminal negativo del rectificador y la tubería.

50 **[0009]** Como los electrones fluyen de negativo a positivo, el circuito provoca que los electrones fluyan desde el ánodo, a través del circuito presente en rectificador, a la tubería. En el momento de la instalación del sistema, la salida operativa del rectificador se ajusta a un nivel óptimo.

[0010] Aunque los dos tipos de sistemas de protección catódica funcionan bien a la hora de proteger frente a la corrosión de la tubería de hierro, el Departamento de Transporte de Estados Unidos, según la Administración de

Seguridad de Tuberías y Materiales Peligrosos (PHMSA, por sus siglas en inglés) requiere que las instalaciones de gas comprueben periódicamente la efectividad de sus sistemas de protección catódica y registren los resultados. Las leyes federales y local también solicitan que las instalaciones corrijan los defectos en unos plazos que varían entre distintas ubicaciones.

5 **[0011]** Para cumplir los requisitos de la PHMSA, se construyen puntos de prueba a lo largo de la red de distribución de gas. Estos puntos de prueba están separados a lo largo de la longitud de las secciones de caño, independientemente de si las secciones de caño están protegidas mediante técnicas galvánicas o de corriente impresa. Cada punto de prueba debe ser estudiado al menos una vez al año.

10 **[0012]** Debido a que los rectificadores son elementos cruciales en los sistemas de corriente impresa, los rectificadores se deben estudiar de acuerdo con las regulaciones en un intervalo de una vez cada dos meses.

15 **[0013]** En algunas aplicaciones de la red pública, la red pública puede tener más de 100 000 puntos de prueba dispersos geográficamente y más de 3000 rectificadores. Como los 100 000 puntos de prueba deben ser estudiados una vez al año y los 3000 rectificadores deben ser estudiados seis veces al año, esto da como resultado 118 000 mediciones durante el período de un año. Debido a que las mediciones se realizan actualmente de forma manual, las redes públicas deben mantener una flota de vehículos muy grande y debe emplear una cantidad significativa de mano de obra para realizar estas mediciones.

20 **[0014]** Además de los requisitos físicos para realizar estas lecturas manuales, la red pública es actualmente incapaz de monitorizar el estado de los puntos de prueba entre las mediciones anuales o bimensuales. Por lo tanto, si un punto de prueba se avería o la protección catódica falla durante el intervalo de un año entre lecturas, la red pública es incapaz de detectar la avería hasta el siguiente ciclo de lecturas.

[0015] Por consiguiente, se necesita un sistema y método que pueda monitorizar automáticamente tanto los puntos de prueba de protección galvánica como los rectificadores utilizados para la protección de corriente impresa.

25 **[0016]** El documento US2011/0238347 da a conocer una protección catódica que comprende unidades de prueba remotas para medir varios voltajes y corrientes en ubicaciones remotas.

[0017] El documento US2011/0193577 da a conocer varias estaciones de monitorización remotas a lo largo de una tubería protegida contra la corrosión que presenta un único transceptor de radio de larga distancia conectado a una estación central de recogida de datos.

30 **[0018]** El documento WO2009/019707 da a conocer un sistema de protección catódica inteligente para monitorizar continuamente varias estaciones de prueba y para informar sobre el estado de los potenciales tuberías-suelo.

[0019] El documento US2008/0204274 da a conocer un monitor de protección catódica que se conecta eléctricamente a un rectificador de protección catódica.

35 **[0020]** El documento US2003/0189435 da a conocer un sistema de control/monitorización remoto y automático para un sistema de protección catódica para un objeto metálico enterrado basado en la monitorización de múltiples estaciones de prueba cupón.

SUMARIO

40 **[0021]** La presente descripción se refiere a un sistema de protección catódica que incluye una pluralidad de puntos de prueba y rectificadores que proporcionan protección catódica a zonas y longitudes de una tubería. El sistema incluye un monitor de punto de prueba asociado a cada uno de los puntos de prueba y un controlador de rectificador asociado a cada rectificador de los sistemas de protección catódica. Los monitores de punto de prueba y controladores de rectificador se comunican, cada uno, con una estación base, que, a su vez, transmite la información recibida a un servidor *backend*. El servidor *backend* incluye una aplicación de *software* que presenta la información recibida a un operador de manera que el operador pueda utilizarla para monitorizar el estado del sistema y cumplir con las directrices federales de monitorización.

50 **[0022]** De acuerdo con un aspecto de la descripción, cada uno de los monitores de punto de prueba y controladores de rectificador tienen órdenes de obtener una señal de sincronización de tiempo, de manera que los monitores de punto de prueba y controladores de rectificador estén en sincronización temporal entre sí. La sincronización temporal de los dos dispositivos permite que los dispositivos lleven a cabo distintos tipos de procesos de prueba y monitorización. A modo de ejemplo, el controlador de rectificador puede interrumpir la aplicación del voltaje de protección a la tubería. Cada uno de los monitores de punto de prueba puede obtener a continuación una medición de voltaje de la tubería tras un retraso de tiempo predeterminado desde la interrupción del voltaje de protección.

[0023] Cada uno de los monitores de punto de prueba de la presente descripción incluye una unidad de control. La unidad de control incluye *firmware* que permite que el monitor de punto de prueba se configure en función del tipo de punto de prueba. Por ejemplo, el monitor de punto de prueba puede estar configurado para interactuar con múltiples puntos de prueba de distintos tipos. En este sentido, el monitor de punto de prueba se puede configurar en la instalación, de tal manera que un único tipo de monitor de punto de prueba se pueda utilizar con distintos tipos de puntos de prueba.

[0024] El sistema de protección catódica puede incluir, además, una estación base que se sitúe de manera remota con respecto a los monitores de punto de prueba y los controladores de rectificador. La estación base se comunica de manera inalámbrica tanto con los monitores de punto de prueba como con los controladores de rectificador. Un servidor *backend* se comunica con la estación base para recibir mediciones de voltaje desde la pluralidad de monitores de punto de prueba y también se puede comunicar con los monitores de punto de prueba. El servidor *backend* que se comunica con la estación base se puede utilizar para dar órdenes al controlador de rectificador para que interrumpa la aplicación del voltaje de protección a la tubería y para que obtenga mediciones de voltaje desde los monitores de punto de prueba.

[0025] Se podrán observar otras características, ventajas y objetos de la invención a raíz de la siguiente descripción considerada junto con los dibujos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0026] Los dibujos representan la mejor forma de llevar a cabo la descripción actualmente contemplada. En los dibujos:

La figura 1 es una representación esquemática que muestra el elemento de un sistema de protección catódica galvánica;

La figura 2 es una representación esquemática que muestra el elemento de un sistema de protección catódica de corriente impresa;

La figura 3 es una representación esquemática de un sistema de la presente descripción para la comunicación entre múltiples puntos de prueba y rectificadores;

La figura 4A es una representación esquemática de uno de los monitores de punto de prueba utilizados en el sistema de la presente descripción;

La figura 4B es una representación esquemática de uno de los controladores de rectificador utilizados en el sistema de la presente descripción;

La figura 5 representa un sistema de protección galvánica de dos cables;

La figura 6 representa un sistema de protección galvánica de tres cables;

La figura 7 representa un sistema de protección galvánica de dos cables que incluye un cupón de un cable;

La figura 8 representa un sistema de protección de corriente impresa que incluye un cupón de un cable;

La figura 9 presenta una ilustración gráfica de un procedimiento de prueba de desconexión;

La figura 10 presenta una ilustración gráfica de la disminución del voltaje de la tubería tras la interrupción del sistema de protección galvánica de corriente impresa;

La figura 11 es una representación de muestra de un modo de funcionamiento para la aplicación de gestión de soluciones;

La figura 12 es una visualización en pantalla a nivel de red pública;

La figura 13 es una visualización en pantalla a nivel de división;

La figura 14 es una visualización en pantalla a nivel de zona;

La figura 15 es una visualización en pantalla a nivel de sección;

La figura 16 representa el funcionamiento de la aplicación de *software* de gestión de soluciones para gestionar alertas;

La figura 17 es una visualización que muestra múltiples alertas nuevas, eliminadas y etiquetadas;

La figura 18 es una visualización que muestra los detalles de un punto de prueba que genera una alerta;

La figura 19 es una visualización que muestra la tendencia gráfica del parámetro medido que generó la alerta;

La figura 20 es una representación esquemática de resolución de problemas utilizando distintos estudios;

La figura 21 es una visualización que muestra los tipos de estudios que se pueden generar;

La figura 22 es una visualización que muestra las lecturas de una serie de rectificadores;

5 La figura 23 es una visualización que muestra las lecturas de múltiples puntos de prueba;

La figura 24 es una visualización que muestra los resúmenes de alertas durante un período de un mes; y

La figura 25 es una representación esquemática que muestra la entrada de mediciones utilizando distintos estudios.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

10 **[0027]** La figura 1 representa un primer tipo de protección catódica utilizada para reducir y eliminar la corrosión en una sección de una tubería 10 formada a partir de un material que contiene hierro, como, sin carácter limitativo, acero. Cuando una sección de tubería 10 está enterrada en el suelo 12, los electrones dejan la superficie del material cargado más negativamente (ánodo) y fluyen a través de un electrolito hacia un material cargado más positivamente (el cátodo). En el caso del hierro (o una aleación de hierro como el acero) que forma una tubería de transmisión o distribución de gas enterrada en el suelo, el hierro posee una carga más negativa que el suelo para que los electrones fluyan de la tubería al suelo, lo cual provoca que el oxígeno se una a la superficie de la tubería, produciendo así corrosión.

15 **[0028]** La figura 1 representa un primer tipo de protección catódica denominada protección catódica galvánica. En la forma de realización representada en la figura 1, el esquema de protección galvánica 14 incluye un par de ánodos de magnesio 16 conectados cada uno a una porción de la tubería 10 a través de un cable 18. El cable 18 proporciona un canal para que fluyan los electrones desde el ánodo de magnesio o zinc con carga negativa 16 a la superficie exterior 20 de la tubería. La tubería 10 actúa como un cátodo, ya que la tubería tiene carga más positiva que el ánodo 16. La polarización en el acero de la tubería 10 atraerá iones positivos desde la tierra, deteniendo así la corrosión del acero. Una importante característica que debe monitorizarse para asegurar que no aparece corrosión es el voltaje en la superficie de la tubería 10. En la forma de realización que se muestra en la figura 1, un dispositivo de detección de voltaje 22 está conectado a la superficie del caño a través de un cable 24 y actúa como un punto de prueba para la tubería. Al monitorizar el voltaje en la superficie del caño a través del dispositivo de detección de voltaje 22, la red pública puede asegurar que los ánodos 16 no se han consumido ni se ha eliminado su protección.

20 **[0029]** En una forma de realización del sistema que se muestra en la figura 1, la conexión entre el ánodo y el cátodo da como resultado un flujo electrónico, provocando que la tubería de hierro se polarice y cambie su voltaje a aproximadamente el punto medio del voltaje galvánico natural de los dos materiales. Como ejemplo, el voltaje galvánico natural de magnesio es de -2,3 voltios, mientras que el voltaje iónico natural de hierro es de 0,44 voltios. La media entre estos dos voltajes es de aproximadamente -0,95 voltajes. Los expertos en la materia han determinado que se entiende que un cátodo con una carga negativa de -0,85 voltios o más negativa está protegido de manera eficaz contra la corrosión. Así, el voltaje del caño se prueba en múltiples ubicaciones a lo largo de la tubería que utiliza el dispositivo de detección de voltaje 22 para asegurar que la superficie de la tubería 10 tiene al menos -85 voltios y para asegurar que la tubería no está desarrollando corrosión.

25 **[0030]** Los puntos de prueba, como los representados por el dispositivo de detección de voltaje 22, se sitúan en ubicaciones geográficas separadas a lo largo de la tubería 10. En algunos sistemas de tuberías de servicios públicos, existen más de 100 000 puntos de prueba geográficamente dispersos que se deben estudiar manualmente al menos una vez al año.

30 **[0031]** La figura 2 representa un segundo tipo de sistema de protección catódica, que se denominará sistema de protección de corriente impresa y se muestra en la figura 2 mediante el número de referencia 26. En el sistema de protección de corriente impresa 26, un rectificador 28 se sitúa entre la tubería 10 y una serie de ánodos unidos 30. El rectificador 28 está conectado a un suministro eléctrico de red 32 y obliga a que los electrones fluyan a la tubería de gas 10 para detener la corrosión del acero. En este sistema, el rectificador alimentado con CA 28 convierte el voltaje CA a CC. El rectificador 28 tiene normalmente una salida CC máxima de entre 10-50 amperios y 50 voltios. Muchas redes públicas de gas limitan la cantidad de corriente impresa a no más de 40 amperios por motivos de seguridad.

35 **[0032]** El terminal de salida CC positiva 34 está conectado mediante una serie de cables 36 a un conjunto 38 de ánodos 30 enterrados bajo el suelo. Los ánodos 30 son normalmente metales no activos o compuestos como el platino, el grafito, el hierro con alto contenido de silicio u otros materiales similares. Se conecta otro cable 40 al terminal negativo del rectificador y se extiende a la superficie exterior 20 de la tubería 10. Como los electrones

fluyen de negativo a positivo, el circuito rectificador provocará que los electrones fluyan desde la franja de ánodo 38 a través del circuito presente en el rectificador 28 hasta la tubería 10. En el momento de la instalación del sistema 26, la salida de voltaje de protección desde el rectificador 28 se ajusta a un nivel óptimo y se registra para futuras referencias.

5 **[0033]** El rectificador 28 también se encuadra en las directrices del Departamento de Transporte de EE. UU., y debe probarse una vez cada dos meses.

[0034] Además del rectificador 28, también se sitúan múltiples puntos de prueba, que incluyen el dispositivo de detección de voltaje 22, a lo largo de la longitud de la tubería cerca del rectificador 28. La medición de voltaje obtenida en el punto de prueba, como en la forma de realización de la figura 1, necesita monitorizarse y registrarse al menos una vez al año.

10 **[0035]** La figura 3 representa un sistema de protección catódica 42 realizado de acuerdo con la presente descripción. El sistema de protección catódica 42 incluye una pluralidad de puntos de prueba 44 geográficamente dispersos junto con una pluralidad de rectificadores 28 también geográficamente dispersos. En la forma de realización representada en la figura 3, cada uno de los puntos de prueba 44 incluye un bloque de terminales 46 que proporciona conexiones eléctricas a la tubería 10 y al sistema de protección. El bloque de terminales 46 está conectado a su vez a un monitor de punto de prueba 48 que incluye un transmisor interno alimentado con batería que transmite información a través de una antena 50. La información enviada desde cada uno de los monitores de punto de prueba 48 se puede comunicar utilizando varios tipos distintos de protocolos de comunicación, como, entre otros, el protocolo de comunicación FlexNet® disponible en Sensus Metering. El monitor de punto de prueba 48 puede tanto transmitir como recibir información y puede registrar información relacionada con la sección de tubería 10 y comunicar esta información de manera automática.

15 **[0036]** Actualmente existen muchos tipos distintos de configuraciones físicas y bloques de terminales 46 para medir el voltaje en una superficie de la tubería 10. A modo de ejemplo, el bloque de terminales 46 se puede utilizar con un punto de prueba de dos cables, un punto de prueba de tres cables, un punto de prueba de cuatro cables, un punto de prueba de enlace crítico, un punto de prueba de revestimiento, o un punto de prueba de disminución de corriente. Cada uno de estos diferentes bloques de terminales utiliza una configuración diferente obteniendo el voltaje desde la superficie de la tubería 10.

20 **[0037]** El monitor de punto de prueba 48 incluye una unidad de control que incluye *firmware* interno que puede estar configurado para interactuar con cada uno de los distintos tipos de bloques de terminales 46. En el momento en que cada uno de los monitores de punto de prueba 48 se instala en los puntos de prueba 44, el *firmware* interno contenido en el monitor de punto de prueba 48 se configura en función del tipo de bloque de terminales 46. Basándose en las instrucciones al *firmware*, el monitor de punto de prueba 48 calculará un voltaje que está presente en la superficie de la tubería 10, que a continuación se transmite utilizando la antena 50 y el protocolo de comunicación.

25 **[0038]** Como se muestra además en la figura 3, el rectificador 28 está conectado a un controlador de rectificador 49 que presenta una antena 50. De este modo, el rectificador 28 puede tanto recibir como transmitir información relacionada con el estado operativo del rectificador 28.

30 **[0039]** El controlador de rectificador 49 conectado al rectificador 28 también incluye una unidad de control que incluye *firmware* que permite que el controlador de rectificador 49 controle el funcionamiento de los circuitos internos contenidos en el rectificador 28 conectado al suministro eléctrico de red 32. Como ejemplo ilustrativo, el *firmware* será capaz de desconectar la aplicación del voltaje de protección a la superficie de la tubería en intervalos deseados en función de las señales de comunicación recibidas en el controlador de rectificador 49. Se pueden llevar a cabo otras secuencias operativas distintas mediante la unidad de control del controlador de rectificador 49 utilizando las señales de control de comunicación recibidas por el controlador de rectificador 49 a través de la antena 50.

35 **[0040]** Como se muestra en la figura 3, el sistema de protección catódica 42 incluye una estación base 52 que es capaz de comunicarse de manera inalámbrica con la pluralidad de monitores de punto de prueba dispersos 48 y controladores de rectificador 49. La estación base 52 puede estar situada en una ubicación que se puede comunicar con un número máximo de monitores de punto de prueba 48 y controladores de rectificador 49. Se pueden utilizar múltiples estaciones base 52 cuando la dispersión geográfica de los monitores de punto de prueba 48 y controladores de rectificador 49 sea lo suficientemente amplia como para que una única estación base 52 no se pueda comunicar con todos los monitores de punto de prueba 48 y controladores de rectificador 49. Como se ha descrito anteriormente, el protocolo de comunicación FlexNet permite la comunicación entre la estación base 52 y una pluralidad de monitores de punto de prueba dispersos 48 y controladores de rectificador 49.

40 **[0041]** La estación base 52, a su vez, se comunica con uno o varios servidores *backend* 54 que utilizan una técnica de comunicación con cables o inalámbrica. Los servidores *backend* 54 procesan la información recibida

desde la pluralidad de monitores de punto de prueba 48 y controladores de rectificador 49. Los servidores *backend* 54 incluyen bases de datos que compilan información recibida desde los monitores de punto de prueba 48 y controladores de rectificador 49 y son capaces de presentar la información a un operador utilizando una aplicación de gestión de soluciones 56, como se muestra en la pantalla de visualización 58. La aplicación de gestión de soluciones 56 permite que uno o más operadores visualicen la información compilada por los servidores *backend* 54 y envíen comandos a los puntos de prueba individuales 44 y rectificadores 28 a través de los monitores de punto de prueba 48 y controladores de rectificador 49, como se describirá con más detalle más adelante. La aplicación de gestión de soluciones 56 proporciona una aplicación de software que es capaz de recoger y mostrar datos y proporcionar análisis para identificar y resolver problemas del sistema sin la necesidad de personal de servicio para leer manualmente la información en cada uno de los puntos de prueba 44 y rectificadores 28.

[0042] La figura 4A representa una forma de realización esquemática del monitor de punto de prueba 48 que se utiliza para comunicarse entre los puntos de prueba 44 y la estación base 54. La figura 4B representa una forma de realización del controlador de rectificador 49 que se utiliza para comunicarse entre los rectificadores 28 y la estación base 54.

[0043] Cada uno de los monitores de punto de prueba 48 y controladores de rectificador 49 incluye una unidad de control 60 que controla el funcionamiento del dispositivo asociado. La unidad de control 60 incluye *firmware* interno que controla la configuración del monitor de punto de prueba 48 cuando el monitor de punto de prueba 48 se utiliza con uno de los puntos de prueba. La unidad de control 60 controla el funcionamiento de un rectificador a través del controlador de rectificador asociado. La unidad de control 60 está acoplada a una batería 61 que proporciona energía para todos los componentes contenidos en el monitor de punto de prueba 48 o controlador de rectificador 49. Se contempla que la batería 61 será fácilmente sustituible y proporcionará una indicación a la unidad de control 60 cuando la batería 61 empiece a alcanzar un umbral de descarga. Tras alcanzar el umbral, la unidad de control 60 enviará señales de que la batería 61 necesita ser sustituida por técnicos de servicio.

[0044] Debido a que el controlador de rectificador 49 está instalado en una ubicación para monitorizar un rectificador conectado a un suministro eléctrico de red, la batería 61 se puede suprimir, ya que se puede utilizar un suministro de electricidad de red pública para alimentar los componentes internos del controlador de rectificador 49. En otras formas de realización y aplicaciones en las que la electricidad de red pública no esté disponible, la batería 61 alimentará los componentes internos del monitor de punto de prueba 48 o bien del controlador de rectificador 49.

[0045] La unidad de control 60 está acoplada a un transceptor 62 que es capaz tanto de transmitir como de recibir información desde la antena 50. La unidad de control 60 está acoplada a un dispositivo de memoria 64 que permite que la unidad de control 60 almacene información y recupere parámetros operativos almacenados introducidos en el dispositivo desde un dispositivo de entrada de usuario 66. La unidad de control 60 recibe información desde un detector de voltaje 68 y está acoplada a un elemento de conmutación 70. El elemento de conmutación 70 permite que la unidad de control 60 interrumpa el flujo de corriente y, por lo tanto, la aplicación del voltaje de protección, desde un rectificador a la tubería de un modo que se describirá con más detalle más adelante.

[0046] Durante la configuración inicial del monitor de punto de prueba 48, un técnico de servicio puede configurar el monitor de punto de prueba 48 para obtener lecturas del sistema con respecto a la tubería en un intervalo seleccionado, tal como cada hora o una vez al día, o tras un comando recibido. Además, el *firmware* del monitor de punto de prueba 48 puede estar configurado para interactuar con las distintas configuraciones físicas de los puntos de prueba que están disponibles y que se han descrito anteriormente. De este modo, el *firmware* es capaz de configurar el monitor de punto de prueba o los varios tipos distintos de puntos de prueba. La unidad de control 60 puede recibir además información desde el transceptor 62 en relación con la relación señal-ruido de comunicación del transceptor 62 y puede personalizar el funcionamiento conforme a ello.

[0047] Cuando los monitores de punto de prueba 48 y controladores de rectificador 49 se instalan inicialmente, se introducen las coordenadas GPS de la instalación en la unidad de control 60 a través del dispositivo de entrada 66 y se almacenan en la memoria 64. De manera alternativa, los monitores de punto de prueba 48 y controladores de rectificador 49 pueden incluir un dispositivo GPS interno y pueden registrar esta información de manera automática.

[0048] Además de esta información, el técnico también proporciona información a la unidad de control 60 con respecto al tipo de aplicación específica del sistema para la que se están utilizando los monitores de punto de prueba 48 y los controladores de rectificador 49. A modo de ejemplo, el monitor de punto de prueba 48 se puede utilizar como parte de un punto de prueba de protección galvánica o un punto de prueba de circuito impreso. Por consiguiente, cuando la unidad de control 60 envía señales a través del transceptor 62, la estación base y los servidores *backend* asociados pueden determinar el tipo de aplicación para la que se está utilizando el monitor de punto de prueba.

[0049] Además de esta información, un técnico puede introducir sensores de voltaje grueso y fino en el controlador de rectificador 49, en función de la configuración del rectificador 28.

[0050] Además, el tipo de esquema de protección que se utilice en el punto de prueba se puede introducir en el *firmware* del monitor de punto de prueba. Como se describirá más adelante, se pueden utilizar múltiples tipos distintos de esquemas de protección, como una protección de dos cables, protección de tres cables, protección de dos cables con un cupón de un cable, protección de enlace crítico o protección de revestimiento.

[0051] A través del transceptor 62, la unidad de control 60 puede recibir información desde el *software* de aplicación de gestión de soluciones de forma que la configuración y los ajustes de la unidad de control 60 se puedan ajustar. Por ejemplo, la frecuencia y el umbral de lectura del controlador se pueden ajustar por medio de señales recibida por el transceptor 62.

[0052] De acuerdo con una forma de realización de la descripción, el controlador de rectificador 49 representado en la figura 4B incluye un detector de voltaje 68 que puede medir y registrar voltaje CA de entrada tanto monofásico como trifásico, voltaje CC de hasta 50 voltios, corriente CC de hasta 50 amperios.

[0053] La figura 5 muestra un tipo de disposición de protección galvánica utilizada por redes públicas. En la forma de realización representada en la figura 5, el monitor de punto de prueba 48 se muestra acoplado al bloque de terminales de la estación base 46, que a su vez está acoplado a un sistema de protección galvánica de dos cables. En esta forma de realización, un cable 72 está conectado directamente desde el ánodo 16 a la tubería 10. En este caso, siempre hay carga en la tubería 10. Cuando se configura según lo representado, se presentan dos cables al bloque de terminales 46 de la estación de prueba, a saber, un primer cable 74 desde el cátodo y un segundo cable 76 desde una semicelda de referencia 78. En esta disposición, los únicos datos significativos que se pueden extraer será la diferencia de potencial entre la tubería 10 y la semicelda de referencia 78. El detector de voltaje 68 en un monitor de punto de prueba 48 detecta esta diferencia de voltaje. En la forma de realización representada, el monitor de punto de prueba 48 puede terminar ambas conexiones y medir el voltaje de la tubería 10 en relación con la semicelda 78.

[0054] La figura 6 representa otra disposición de protección denominada disposición de protección galvánica de tres cables. En esta forma de realización, se presentan tres cables en el bloque de terminales de la estación de prueba 46. Un primer cable 72 está conectado directamente al ánodo 16, un segundo cable 74 está conectado a la tubería del cátodo 10, mientras que el tercer cable 76 está conectado a la semicelda 78. El *firmware* interno del monitor de punto de prueba 48 y el elemento de conmutación 70 permiten que el monitor de punto de prueba 48 conecte el ánodo 16 al cátodo (tubería) 10 durante condiciones operativas normales. Durante los procesos de prueba, el monitor de punto de prueba 48 puede mover el elemento de conmutación 70 y el detector de voltaje 68 se puede utilizar para detectar la diferencia de voltaje entre la tubería 10 y la semicelda 78. El elemento de conmutación 70 permite que el monitor de punto de prueba 48 tenga la capacidad de terminar los tres cables e interrumpir el flujo de electrones desde el ánodo al cátodo. De este modo, el monitor de punto de prueba 48 puede medir tanto la diferencia de potencial entre el ánodo y la semicelda de referencia como la diferencia entre el caño no protegido y la semicelda de referencia.

[0055] La figura 7 representa otra disposición de protección galvánica más que se denomina protección galvánica de dos cables con cupón de un cable. En esta forma de realización, el ánodo 16 está conectado directamente a la tubería 10 a través del cable 72. La semicelda 78 se conecta al bloque de terminales 46 a través del cable 76.

[0056] Muchas redes públicas están empezando a preocuparse de que puedan cambiar las regulaciones federales, forzando así a que las redes públicas aumenten las pruebas en los sistemas galvánicas habituales con prueba de desconexión inmediata que se utilizan actualmente con métodos de corriente impresa. Para ello, la red pública enterrará un cupón 80 con características materiales similares a la tubería 10 en cercana proximidad al caño. El cupón 80 se conectará al caño que está siempre cargado mediante el ánodo. El cupón 80 se representa presentando un cable 82 extendiéndose al bloque de terminales y, por último, al elemento de conmutación 70. Esta conexión provocará que el cupón 80 alcance el mismo voltaje que el sistema conectado.

[0057] Cuando se configure según se muestra en la figura 7, el suministro de corriente al cupón 80 se puede interrumpir mediante el monitor de punto de prueba 48, permitiendo así un apagado instantáneo de voltaje medido entre el cupón y la semicelda de referencia. El monitor de punto de prueba 48, a través del elemento de conmutación 70, posee la capacidad de terminar los tres cables y proporciona una continuidad interrumpible entre el cupón 80 y la tubería 10. El monitor de punto de prueba 48 puede romper la conexión cupón a caño y con un retraso de cincuenta milisegundos, medir la diferencia de potencial entre el cupón y la semicelda de referencia.

[0058] La figura 8 representa un sistema de protección de corriente impresa que incluye un cupón de un cable; En la forma de realización representada en la figura 8, el rectificador 28 se sitúa entre el conjunto de ánodos 38 y la tubería 10 que forma el cátodo. El monitor de punto de prueba 48 que forma parte del punto de prueba se

conecta al bloque de terminales. La forma de realización representada en la figura 8 es similar a la forma de realización de la figura 7, excepto porque el rectificador 28 se sitúa entre el ánodo y la tubería 10.

[0059] Aunque no se muestra en las figuras, en situaciones en las que la tubería se enrute bajo una carretera u otra zona con carga significativa, las redes públicas revisten la zona del caño en función de la carga. En dicha situación, el revestimiento protector está aislado eléctricamente de las otras porciones del caño. Con el tiempo, las cargas pueden cambiar la orientación del revestimiento con el potencial para crear un cortocircuito entre el revestimiento exterior y la tubería. Dicha situación tendría el efecto de provocar que el caño no esté protegido por el sistema de protección catódica.

[0060] En este escenario, se pueden presentar dos cables en los bloques de terminales; uno desde el caño y el otro desde el revestimiento enterrado. El potencial de voltaje entre estas dos fuentes debería ser más negativo que 0,850 voltios. En dicha forma de realización, la pasarela inteligente puede terminar, por lo tanto, si el recubrimiento protector externo ha tenido un cortocircuito o no y enviar una señal para avisar a la red pública.

[0061] De nuevo en referencia a la figura 3, el controlador de rectificador 49 asociado a cada uno de los rectificadores 28 es capaz de llevar a cabo múltiples funciones distintas y obtener múltiples tipos distintos de lecturas relacionadas con el funcionamiento del rectificador 28. Por ejemplo, el controlador de rectificador 49 puede medir el voltaje de entrada CA al rectificador 28 desde el suministro eléctrico de la red pública 32, la salida CC desde el rectificador 28 a la tubería 10, así como la corriente CC a la tubería.

[0062] Cuando un operador visualiza la aplicación de gestión de soluciones 56 en la pantalla 58, el operador puede recibir una alarma que indica que se ha detectado una alarma de umbral bajo de corriente CC. La alarma de umbral bajo de corriente CC indica que el valor de corriente CC que fluye a la tubería 10 se inferior a un valor de umbral. Para solucionar esta situación de alarma, un operador emite un comando para obtener todos los parámetros críticos del rectificador 28 que están generando la condición de alarma. En función de esta información, el operador puede determinar que el voltaje de entrada CA es de 120 voltios, mientras que el voltaje de salida CC y la salida de corriente CC son 0. Dichas lecturas indican que el rectificador recibe energía CA desde la red pública pero que el rectificador no está funcionando de manera adecuada para suministrar la corriente y el voltaje necesarios a la tubería. En tal caso, el técnico puede enviar a un equipo de reparación para sustituir o reparar el rectificador dañado.

[0063] Además de esta situación de alarma, el sistema de la presente descripción permite que la red pública ejecute varios procesos de prueba distintos para el rectificador. Dicho procedimiento se denomina procedimiento PSP2:off testing. En este procedimiento, la corriente CC que fluye desde el rectificador a la tubería se interrumpe utilizando el dispositivo de conmutación representado en la figura 4. Como se muestra en la figura 9, la interrupción de la corriente CC se muestra mediante la transición 84. Tras esta interrupción, se asigna a cada punto de prueba un momento concreto para recoger lecturas de voltaje que tienen lugar 0,5 segundos después de interrumpir el flujo de corriente. Tras llevar a cabo estas mediciones, se restablece la electricidad a la sección de tubería, que se representa mediante la transición 86 en la figura 9. Durante esta interrupción en la corriente a la tubería, el sistema determina si cada punto de prueba devuelve una lectura o no que sea superior a la línea de 850 de voltaje crítico 88 representada en la figura 9. De este modo, el sistema es capaz de probar el voltaje de la tubería en cada uno de los puntos de prueba tras la interrupción del flujo de corriente desde el ánodo al cátodo.

[0064] Para llevar a cabo el proceso anteriormente descrito, el controlador de rectificador 49 asociado al rectificador y los monitores de punto de prueba 48 asociados a cada uno de los puntos de prueba deben estar sincronizados en el tiempo. De acuerdo con un aspecto de la presente descripción, cada uno de los monitores de punto de prueba 48 y controladores de rectificador 49 asociados con los puntos de prueba o con los rectificadores recibe una señal de sincronización temporal común. La señal de sincronización temporal está ligada a una señal del servidor *backend* o de un reloj GPS común. Debido a que los monitores de punto de prueba 48 para los puntos de prueba y los controladores de rectificador 49 para los rectificadores están conectados a la misma red, la sincronización temporal entre los rectificadores y los puntos de prueba se puede coordinar. Dicha coordinación no estaba disponible en sistemas de la técnica anterior.

[0065] Como ejemplo representativo, un rectificador 28 puede proporcionar corriente y, por lo tanto, un voltaje de protección a la tubería 10 que se muestra en la figura 3. La tubería 10 puede incluir un gran número de puntos de prueba, como veinte puntos de prueba, separados por una distancia, como cinco millas (aproximadamente 8 km). Para llevar a cabo el procedimiento de prueba representado en la figura 9, el controlador de rectificador 49 interrumpe el flujo de corriente y, por lo tanto, la aplicación del voltaje de protección a la superficie de la tubería. Como cada uno de los monitores de punto de prueba y controladores de rectificador están sincronizados entre sí, el monitor de punto de prueba en cada punto de prueba puede estar coordinado para recoger una lectura de voltaje que tiene lugar 0,5 segundos después de que se interrumpe el flujo de corriente en el rectificador. La medición de voltaje se guarda y se transmite de nuevo al servidor *backend* 54 para el análisis que utiliza el *software* de aplicación de gestión 56 representado en la figura 3.

[0066] La figura 10 indica el resultado de otro tipo de procedimiento de prueba que se puede implementar utilizando el sistema de la presente descripción. De acuerdo con los programas de pruebas, un operador ejecuta una prueba de polarización de 100 milivoltios. Durante esta prueba, la corriente CC se interrumpe para todos los rectificadores asociados a una sección de caño que está siendo probada. Tras la interrupción, el sistema registra lecturas de voltaje cada hora de cada uno de los puntos de prueba asociados a la sección de caño sometida al proceso de prueba. Para determinar los resultados de las pruebas, el software de aplicación calcula la diferencia entre la última medición de voltaje «on» antes de la prueba y el último voltaje «off» obtenido durante el proceso de prueba. Si el valor absoluto de la diferencia era mayor o igual a 100 milivoltios para un punto de prueba, el punto de prueba resultó aprobado. De lo contrario, el punto de prueba falló. La figura 10 representa la disminución en el valor de voltaje de la tubería tras el apagado instantáneo en el punto 90. Como se representa en la figura 10, el voltaje 92 desciende por debajo de la línea crítica de voltaje 88 y supera de nuevo la línea crítica cuando el rectificador se vuelve a activar, como se representa mediante la porción 94 de la firma de voltaje.

[0067] Como se puede entender en el proceso de prueba representado en las figuras 9 y 10, el *software* de aplicación del sistema es capaz de ejecutar una multitud de procesos de prueba distintos en función de la sincronización temporal entre los monitores de punto de prueba y los controladores de rectificador y la capacidad para comunicarse con los monitores de punto de prueba asociados a cada uno de los puntos de prueba 44 y los controladores de rectificador asociados a cada uno de los rectificadores 28. La comunicación bidireccional entre el *software* de aplicación y cada uno de los monitores de punto de prueba 48 y controladores de rectificador 49 permite que el operador pruebe la funcionalidad de los rectificadores y puntos de prueba a intervalos diseñados regularmente o en momentos definidos por el usuario.

[0068] Según se ha descrito con referencia a la figura 3, parte de la aplicación de protección catódica 42 es la aplicación de gestión de soluciones 56 que funciona en los servidores *backend* 54 y se presenta en la pantalla 58. La aplicación de gestión de soluciones 56 se mostrará y se describirá en relación con las figuras 11-25.

[0069] La figura 11 representa esquemáticamente una primera función de la aplicación de gestión de soluciones, que es la capacidad para monitorizar el estado del sistema completo. Como se muestra en la figura 11, un operador 100 que visualiza la pantalla 58 es capaz de monitorizar el estado del sistema en cuatro niveles separados representados mediante los números de referencia 102, 122, 130 y 139. En el nivel superior 102, el panel permite que el operador 100 visualice la red de suministro completa. La pantalla de visualización de la red de suministro se muestra más detalladamente en la figura 12. Como se muestra en la figura 12, la pantalla de visualización de la red pública se desglosa en cuatro divisiones separadas (Portland, Beaverton, Salem y Clackamas) que se muestran en la zona de visualización 104. Aunque se muestran cuatro divisiones separadas, se debe entender que, en función de la red pública, el número de divisiones podría ser mayor o menor que cuatro.

[0070] En la zona de visualización 104, el *software* de aplicación presenta al operador con la lista de las cuatro divisiones, el número de zonas en cada división y el número actual de alertas en un determinado momento en cada una de las divisiones. La zona de mapa 106 muestra visualmente cada una de las divisiones por medio de una línea divisoria 108. En cada una de las divisiones representadas, un indicador 110 muestra el número de alertas que tienen lugar en la zona.

[0071] En la pantalla que se muestra en la figura 12, un gráfico de información 112 muestra gráficamente el número de puntos de prueba galvánicos 114 y puntos de prueba de circuito impreso 116 en cada una de las divisiones separadas 120. De este modo, el operador puede visualizar rápidamente el desglose de cada una de las divisiones, el número de alertas en cada división y la ubicación de cada división superpuesta en un mapa.

[0072] Cuando un usuario selecciona una de las divisiones, el usuario se dirige a la pantalla de visualización representada en la figura 13. La pantalla de visualización a nivel de división 122 incluye una zona de mapa similar 106 que muestra visualmente el desglose de la división en zonas separadas. Las zonas se enumeran y se muestran en la zona de visualización 124 junto con un indicador 125 que muestra el número de alertas en la zona. En el ejemplo representado en la figura 13, la región Portland Metro incluye ocho zonas. El gráfico de información 126 muestra el número de sistemas de protección galvánica 114 y puntos de prueba de corriente impresa 116 en cada una de las zonas. La pantalla 122 representada en la figura 13 muestra, además, el desglose de los puntos de prueba en cada una de las zonas.

[0073] Si el operador selecciona la zona 4 como indica el cursor 128 en la figura 13, el usuario se presenta con otro mapa en la pantalla de visualización de zona 130 de la figura 14. La pantalla de zona 130 incluye secciones individuales representadas en la zona de visualización 132. Cada sección de zona incluye una columna de visualización de rectificadores 134 y una columna de visualización de puntos de prueba 136 que indican el número de cada uno en cada sección. La columna de alertas 138 indica rápidamente al operador el número de alertas en cada una de las secciones. La sección destacada 140, denominada Rock Creek en el ejemplo

ilustrativo, indica que tiene lugar una alerta en esta área. El cursor 128 se puede utilizar para destacar esta zona en el mapa y, cuando se seleccione, conduce al usuario a la pantalla de sección que se muestra en la figura 15.

[0074] En la figura 15, el operador se presenta ante un mapa más detallado 106, así como una lista completa 140 que muestra cada uno de los rectificadores en la zona concreta. En la forma de realización que se muestra en la figura 15, se representan y se etiquetan cinco rectificadores con las letras a-e. En el caso del rectificador a, el voltaje CA, la corriente y el voltaje CC se muestran al operador. El rectificador a posee seis puntos de prueba, los cuales se listan en su totalidad en la sección de tabla 142. La última lectura del voltaje en el punto de prueba se indica en la columna 144.

[0075] Como se puede entender a raíz de los menús desplegables y pantallas que se muestran en las figuras 12-15, un operador puede identificar qué punto de prueba puede estar generando una alarma seleccionando áreas más detalladas de un mapa y, en función de esta selección, identificando qué punto de prueba del sistema de la red pública está generando una condición de alarma.

[0076] Como se ha descrito anteriormente, cada uno de los puntos de prueba es capaz de comunicarse de manera bidireccional con el servidor *backend* a través de su propio monitor de punto de prueba 48. El servidor *backend* 54 acumula estos datos y presenta los datos al operador de un modo comprensible visualmente para permitir que el operador acceda a los datos a voluntad desde una ubicación centralizada.

[0077] Además de monitorizar el estado del sistema, la figura 16 muestra que un operador 100 puede gestionar alertas que se indican en la pantalla 58. La primera etapa de este proceso se destina a que el operador verifique si se ha generado una alerta y, en función del motivo detrás de la alerta, eliminar la alerta según se muestra en la etapa 150 o generar una orden de trabajo, como se muestra en la etapa 152.

[0078] La figura 17 muestra una pantalla de visualización de alertas 154 que indica todas las alertas que tienen lugar a lo largo de la red de suministro. Cada una de las alertas se identifica mediante un identificador textual 156, así como una representación visual 158. La representación visual 158 tiene un código de color e indica si la alerta es nueva, si es antigua y requiere seguimiento, o si ha sido eliminada. Cada fila en la pantalla 154 indica la ubicación de la alerta, en qué sección de tubería ha ocurrido la alerta, qué tipo de dispositivo está generando la alerta y el tipo de protección que proporciona el dispositivo. La columna 160 muestra el último valor leído en el dispositivo que genera la alerta. Un botón de acción 162 otorga al operador una serie de funciones que el operador puede seleccionar en función de la alerta.

[0079] Si el usuario selecciona la primera alerta que se muestra en la figura 17, el usuario se desplaza a la pantalla de visualización 164 que se muestra en la figura 18. En esta pantalla de visualización, el *software* de aplicación presenta al usuario una indicación del tipo de alarma 166, así como del momento en el que sucedió la alarma. El valor 168 que desencadenó la alarma se presenta al operador. Una fila de resumen 170 permite que el operador determine rápidamente el tipo de alarma, el tipo de protección proporcionada por el dispositivo, así como la dirección de red y la fecha de instalación del dispositivo. La fila de resumen 170 también indica la frecuencia con la que se prueba el punto de prueba. En la forma de realización representada, el punto de prueba se prueba una vez cada veinticuatro horas. Un botón de acción 172 permite al usuario iniciar varias funciones conforme a lo representado.

[0080] La figura 19 representa el mismo punto de prueba que se muestra en la figura 18 con un cuadro de los voltajes del punto de prueba representados mediante el gráfico que se muestra en la zona 174. La representación gráfica permite que el operador revise rápidamente el cambio del valor registrado durante un amplio período de tiempo.

[0081] De nuevo en relación con la figura 18, si el operador determina que se precisa una orden de servicio, el operador puede ordenar rápidamente la orden de servicio directamente desde la pantalla de visualización que se muestra en la figura 18. Si la alarma se generó basándose en una llamada de servicio conocida u otro proceso, el operador puede simplemente eliminar la alarma utilizando uno de los elementos de acción que se muestran en la figura 18.

[0082] Además de las funciones descritas en la sección de alertas del *software* de aplicación, la aplicación de *software* de protección catódica de la presente descripción se puede utilizar también para solucionar problemas iniciando un estudio de los rectificadores y puntos de prueba de protección catódica. Como se muestra en la figura 20, un operador 100 puede iniciar el estudio a través de la pantalla 58. Al iniciarse, la solicitud de estudio se transmite desde la estación base 52 a cada uno de los rectificadores 28 y puntos de prueba 44 que incluyen, cada uno, uno de los monitores de punto de prueba 48 o controladores de rectificador 49. La información registrada por cada uno de los monitores de punto de prueba 48 y controladores de rectificador 49 se devuelve a la estación base 52 y se resumen por medio del servidor *backend* y se presentan al operador 100 en la pantalla 58.

- 5 **[0083]** La figura 21 muestra la capacidad del operador para iniciar un proceso PSP-off que se muestra en el cuadro de selección 180. Una vez se haya iniciado el estudio, cada uno de los puntos de prueba lleva a cabo la función de estudio y devuelve el valor medido al servidor *backend*. A su vez, el servidor *backend* presenta los resultados del estudio en la lista 182 que se muestra en la figura 22. De este modo, el operador puede realizar un estudio de cada uno de los rectificadores. En la pantalla 182 que se muestra en la figura 22, los rectificadores que incluyen una alarma de manipulación de puerta abierta 184 se muestran al operador.
- 10 **[0084]** La figura 23 muestra una pantalla 186 de cada uno de los puntos de prueba que ha tenido una alarma de voltaje CC 188. Los resultados se ordenan por el más reciente y se presentan fácilmente a un operador de manera que el operador pueda actuar con respecto a las alertas de manera rápida y decisiva.
- 15 **[0085]** La figura 24 representa una pantalla de análisis 190 que permite que un operador determine rápidamente el número de alertas que se han recibido en un período predeterminado de tiempo. En la forma de realización representada, las alertas se muestran para un período de un mes. Una representación gráfica 192 muestra las visualizaciones diarias, mientras que la representación del gráfico circular 194 muestra los tipos de alertas que se generaron durante este mismo período de un mes. Como indica la representación del análisis, un operador puede evaluar rápidamente el número de alertas generadas, el tipo de alertas generadas y crear varios informes mientras se sitúan en el terminal sin tener que dirigirse individualmente a cada uno de los puntos de prueba y rectificadores.
- 20 **[0086]** Además de estudiar automáticamente cada uno de los dispositivos, el personal de campo cualificado puede llevar a cabo un estudio de campo, como se representa en la etapa 208. En función de los resultados del estudio de campo, el técnico puede importar manualmente los resultados en el servidor *backend* para su visualización 58.
- 25 **[0087]** Esta descripción escrita utiliza ejemplos para describir la invención, incluyendo el mejor modo, y también para permitir que cualquier experto en la materia pueda realizar y utilizar la invención. El alcance patentable de la invención se define mediante las reivindicaciones, y puede incluir otros ejemplos que se le ocurran a los expertos en la materia. Dichos otros ejemplos se destinan a incluirse en el alcance de las reivindicaciones si poseen elementos estructurales que no difieren del lenguaje literal de las reivindicaciones, o si se incluyen elementos estructurales equivalentes con diferencias no significativas con respecto a los lenguajes literales de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Sistema para monitorizar la protección catódica de una tubería, comprendiendo:

- 5 una pluralidad de puntos de prueba geográficamente dispersos en una pluralidad de ubicaciones a lo largo de la tubería, incluyendo cada uno de los puntos de prueba una de una pluralidad de configuraciones de conexión para conectar el punto de prueba a una superficie exterior de la tubería;
- un rectificador asociado a la pluralidad de puntos de prueba, donde el rectificador puede utilizarse para transmitir un voltaje de protección en la tubería;
- 10 una pluralidad de monitores de puntos de prueba, cada uno en comunicación con uno de la pluralidad de puntos de prueba para determinar al menos una medición de voltaje asociada a la tubería en la ubicación del punto de prueba, donde cada uno de los monitores de punto de prueba incluye una unidad de control que incluye *firmware* programable de manera selectiva en función de la configuración específica del punto de prueba y un transceptor tanto para transmitir como para recibir señales de comunicación inalámbrica;
- 15 un controlador de rectificador en comunicación con el rectificador para controlar esa aplicación del voltaje de protección en la tubería, donde cada uno de los monitores de punto de prueba y el controlador de rectificador tienen órdenes de recibir una señal de sincronización de tiempo, de manera que los monitores de punto de prueba y el controlador de rectificador estén en sincronización temporal entre sí;
- al menos una estación base ubicada remotamente con respecto a los monitores de punto de prueba y el controlador de rectificador y en comunicación con la pluralidad de monitores de punto de prueba y el controlador de rectificador; y
- 20 un servidor *backend* en comunicación con la estación base, donde el servidor *backend* recibe al menos las mediciones de voltaje procedentes de la pluralidad de monitores de punto de prueba y transmite comandos a la pluralidad de monitores de punto de prueba y al controlador de rectificador,
- donde el servidor *backend* en comunicación con la estación base se puede utilizar para enviar una instrucción al controlador de rectificador, pudiendo utilizarse el controlador de rectificador para recibir la instrucción para interrumpir la aplicación del voltaje de protección en la tubería desde el rectificador y para obtener la medición de voltaje desde cada uno de los puntos de prueba tras un período de tiempo predeterminado.
- 25
- 30 **2.** Sistema según la reivindicación 1, comprendiendo, además, un terminal de interfaz de operador asociado al servidor *backend*, estando configurado el terminal de interfaz de operador para mostrar las mediciones de la pluralidad de monitores de punto de prueba tras el período de tiempo predeterminado y opcionalmente donde el servidor *backend* registra las mediciones de los monitores de punto de prueba en una base de datos y está configurado para dar acceso a un operador a las mediciones registradas a través del terminal de interfaz de operador.
- 35 **3.** Sistema según la reivindicación 1 donde el servidor *backend* está configurado para generar una alerta cuando las mediciones de voltaje tras el período de tiempo predeterminado descienden por debajo de un valor de referencia.
- 4.** Sistema según la reivindicación 1 donde el controlador de rectificador asociado al rectificador funciona para medir al menos el voltaje de entrada de red pública, un voltaje de salida del rectificador y una corriente de salida del rectificador.
- 40 **5.** Sistema según la reivindicación 1, comprendiendo, además, un terminal de interfaz de operador asociado al servidor *backend* para mostrar las mediciones de la pluralidad de monitores de punto de prueba.
- 6.** Sistema según la reivindicación 5, donde el terminal de interfaz de operador incluye una aplicación de *software* que se puede utilizar para mostrar las mediciones de voltaje de los monitores de punto de prueba.
- 7.** Sistema según la reivindicación 5 donde cada uno de la pluralidad de monitores de punto de prueba se puede utilizar para generar una alerta cuando las mediciones de voltaje descienden por debajo de los parámetros operativos normales.
- 45 **8.** Sistema según la reivindicación 6 donde la aplicación de *software* muestra alertas recibidas de la pluralidad de monitores de punto de prueba.
- 9.** Sistema según la reivindicación 6 donde la aplicación de *software* muestra visualmente las alertas recibidas desde los monitores de punto de prueba.

- 10.** Sistema según la reivindicación 6 donde la aplicación de *software* presenta un operador con una pluralidad de acciones para cada una de las alertas recibidas desde los monitores de punto de prueba.
- 11.** Sistema según la reivindicación 5 donde la aplicación de *software* permite que un operador inicie mediciones en la pluralidad de monitores de punto de prueba.
- 5 **12.** Método de monitorización de la protección catódica de una tubería, comprendiendo:
- situar una pluralidad de puntos de prueba a lo largo de la tubería, presentando cada uno de los puntos de prueba una de una pluralidad de configuraciones físicas;
 - situar un rectificador en una posición para transmitir un voltaje de protección en la tubería, donde el rectificador está asociado a la pluralidad de puntos de prueba;
- 10 situar un monitor de punto de prueba en cada uno de los puntos de prueba y un controlador de rectificador en el rectificador, incluyendo cada uno de los monitores de punto de prueba y controladores de rectificador un transceptor y una unidad de control;
- configurar una unidad de control del monitor de punto de prueba que utiliza *firmware* de la unidad de control para comunicarse con el punto de prueba en función de la configuración física del punto de prueba;
- 15 sincronizar temporalmente cada uno de la pluralidad de monitores de punto de prueba entre sí y el controlador de rectificador;
- generar un comando al controlador de rectificador asociado con el rectificador para interrumpir la aplicación del voltaje de protección a la tubería y a los monitores de punto de prueba asociados con la pluralidad de puntos de prueba para obtener mediciones de un voltaje de la tubería tras un período de tiempo predeterminado desde la interrupción del voltaje de protección;
- 20 transmitir de manera inalámbrica las mediciones de voltaje a un servidor *backend*;
- comparar las mediciones de voltaje con un umbral de alarma; y
 - generar una alerta cuando las mediciones de voltaje violan el umbral de alarma.
- 25 **13.** Método según la reivindicación 12 donde las mediciones de voltaje y las alertas se muestran visualmente basándose en una ubicación geográfica de los puntos de prueba.
- 14.** Método según la reivindicación 13 donde el controlador de rectificador asociado al rectificador se puede utilizar para medir el voltaje de la red pública, el voltaje de salida del rectificador y la corriente de salida del rectificador, donde las mediciones del controlador de rectificador se transmiten de manera inalámbrica al servidor *backend*.
- 30 **15.** Método según la reivindicación 12, comprendiendo, además, la etapa de permitir que un operador inicie un ciclo de medición desde una pantalla acoplada al servidor *backend*.

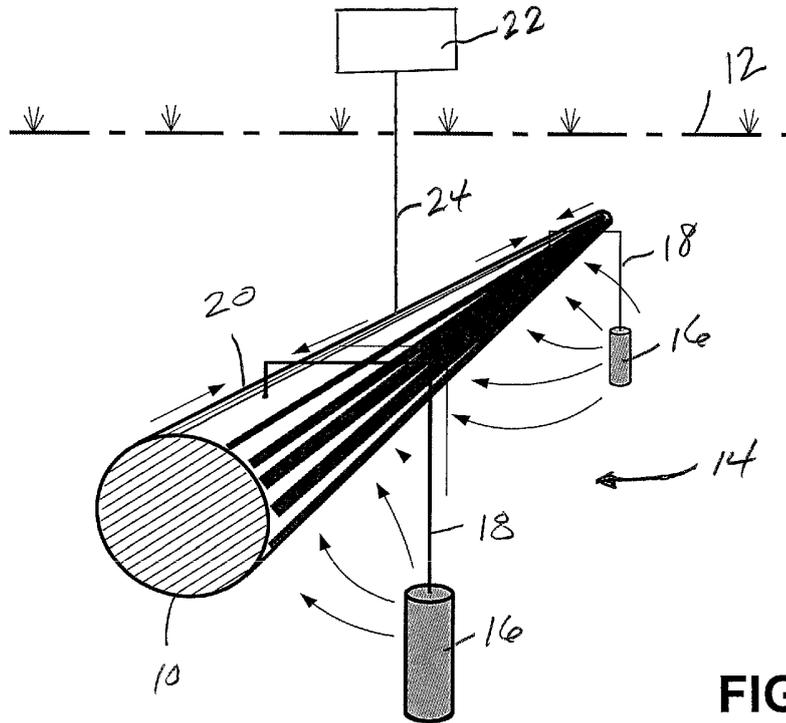


FIG. 1

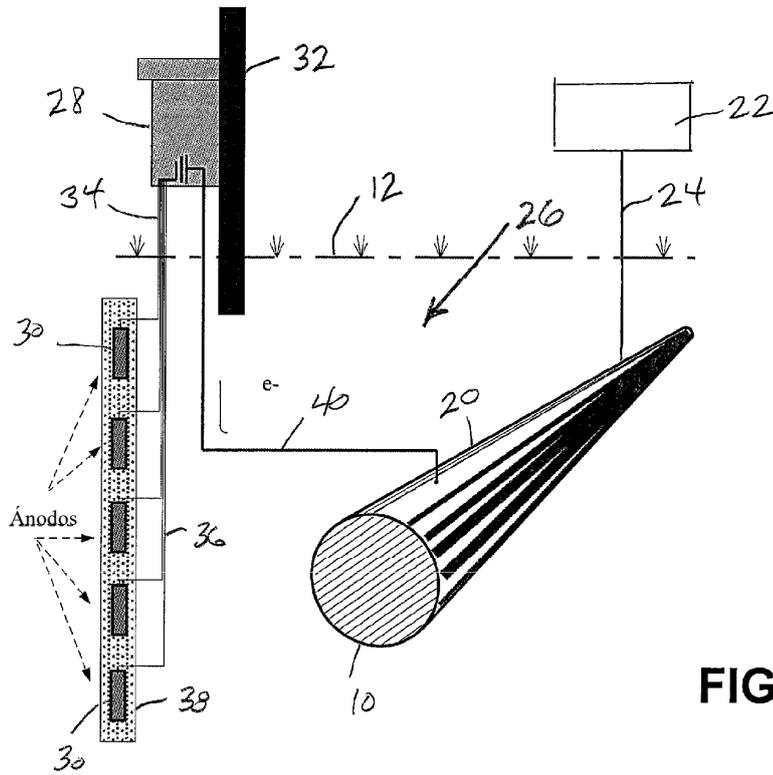


FIG. 2

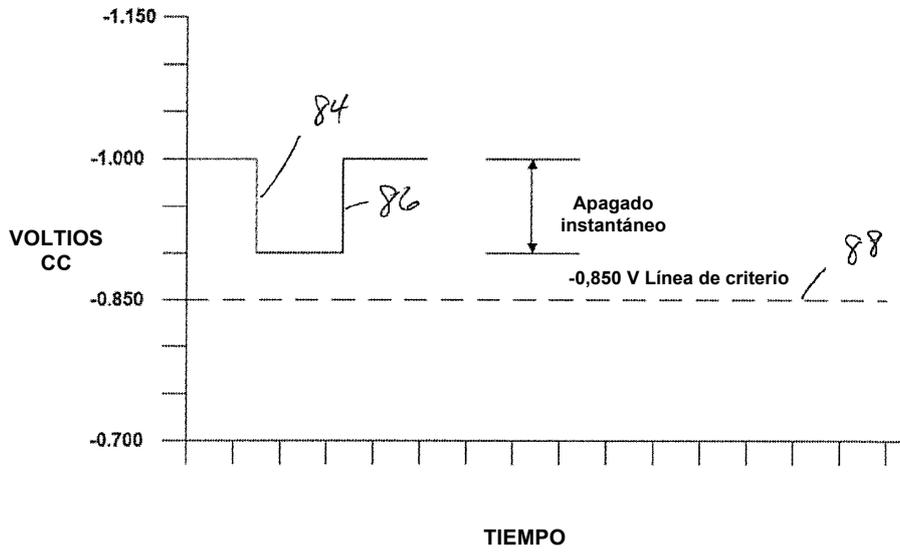


FIG. 9

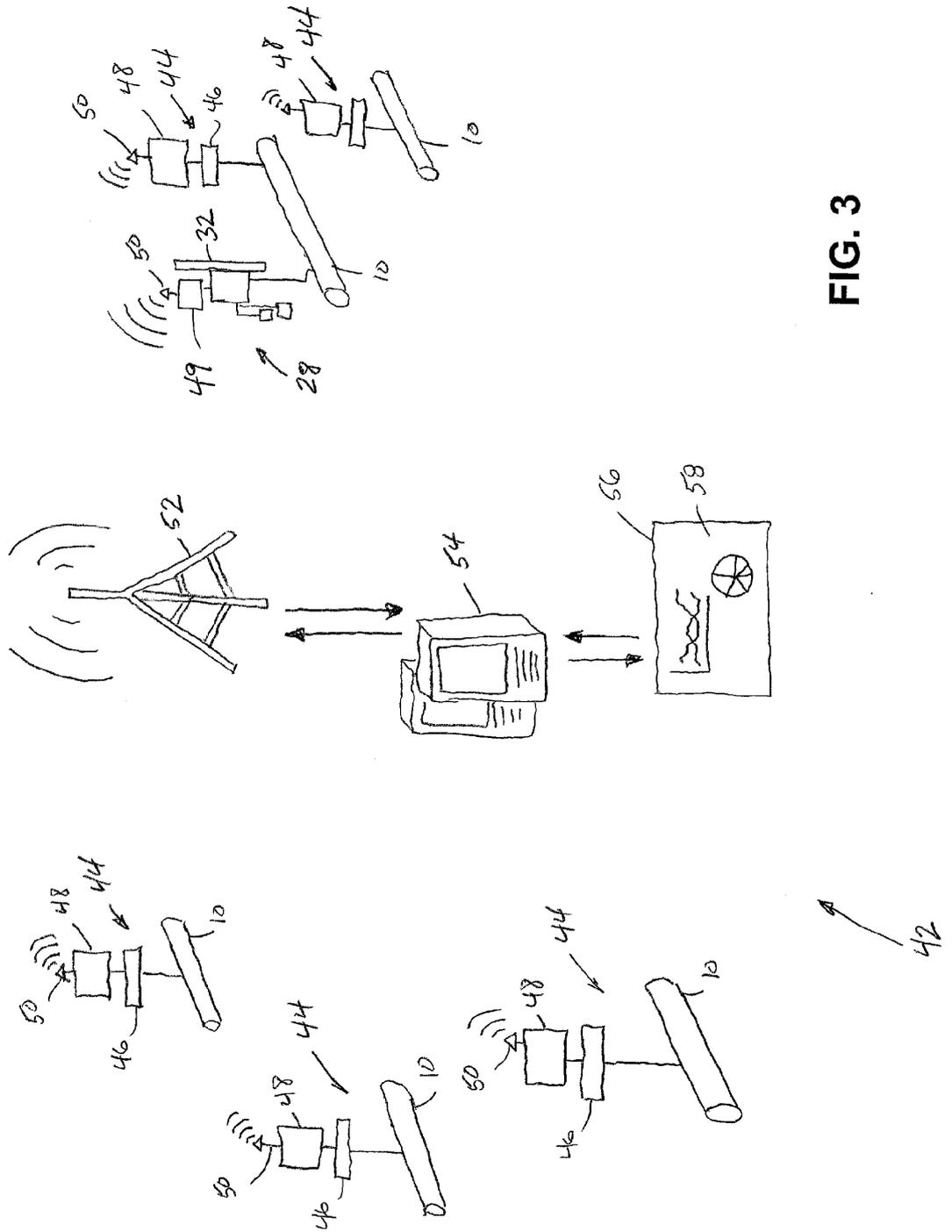


FIG. 3

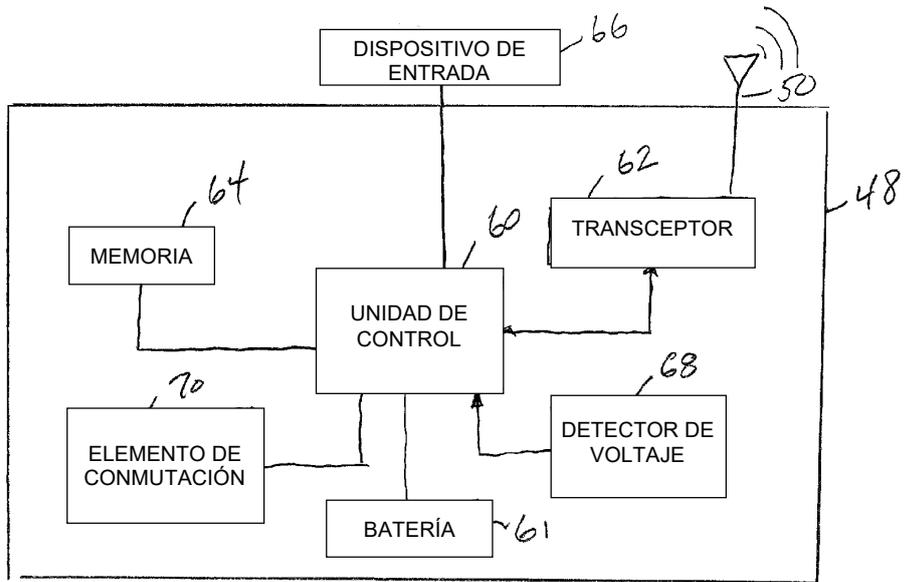
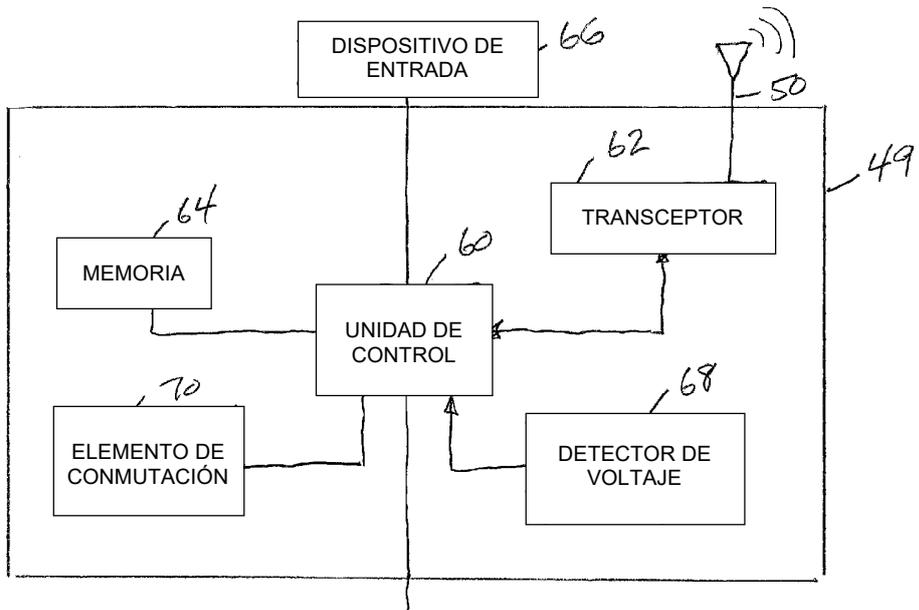
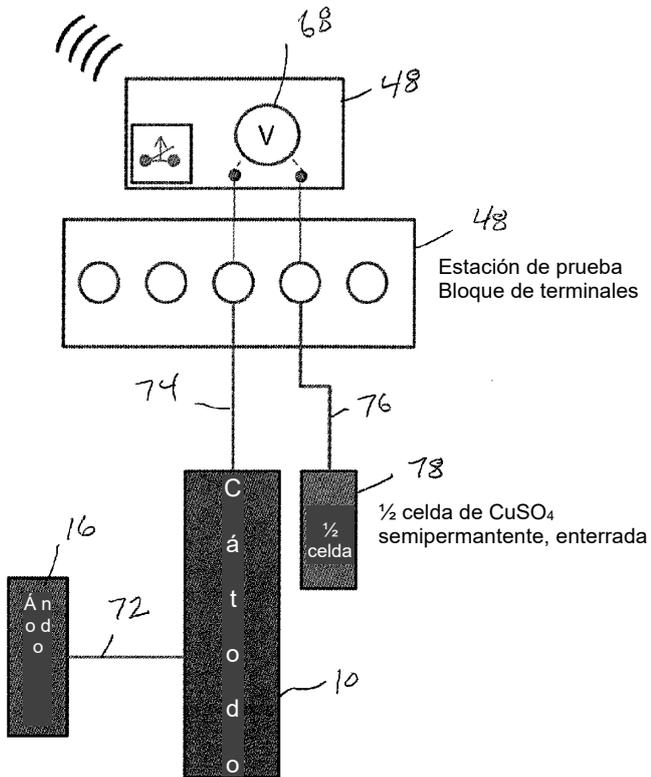
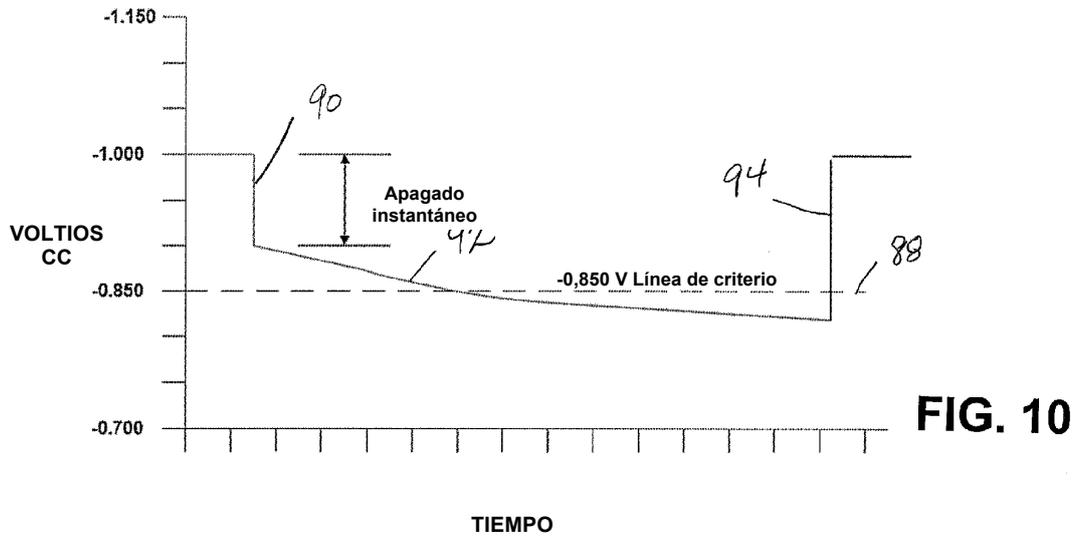


FIG. 4A



A LA RED
PÚBLICA DE
SUMINISTRO DE
ELECTRICIDAD

FIG. 4B



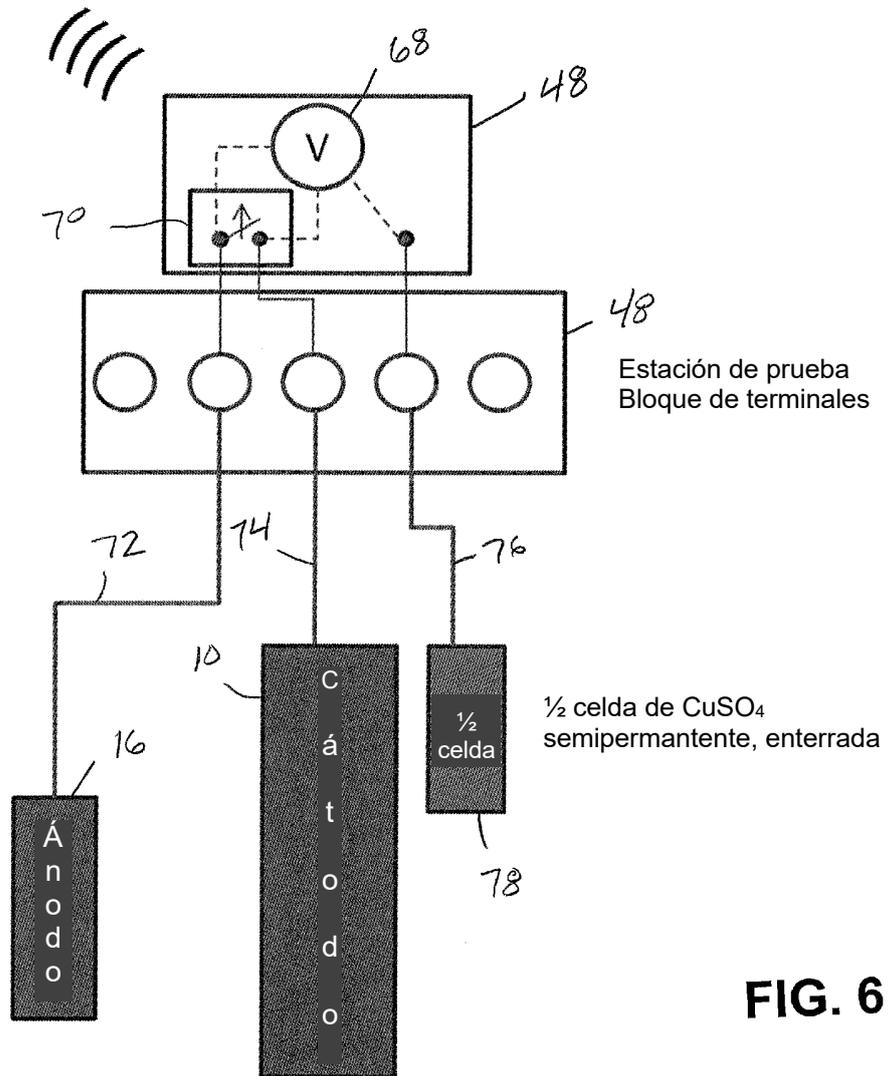


FIG. 6

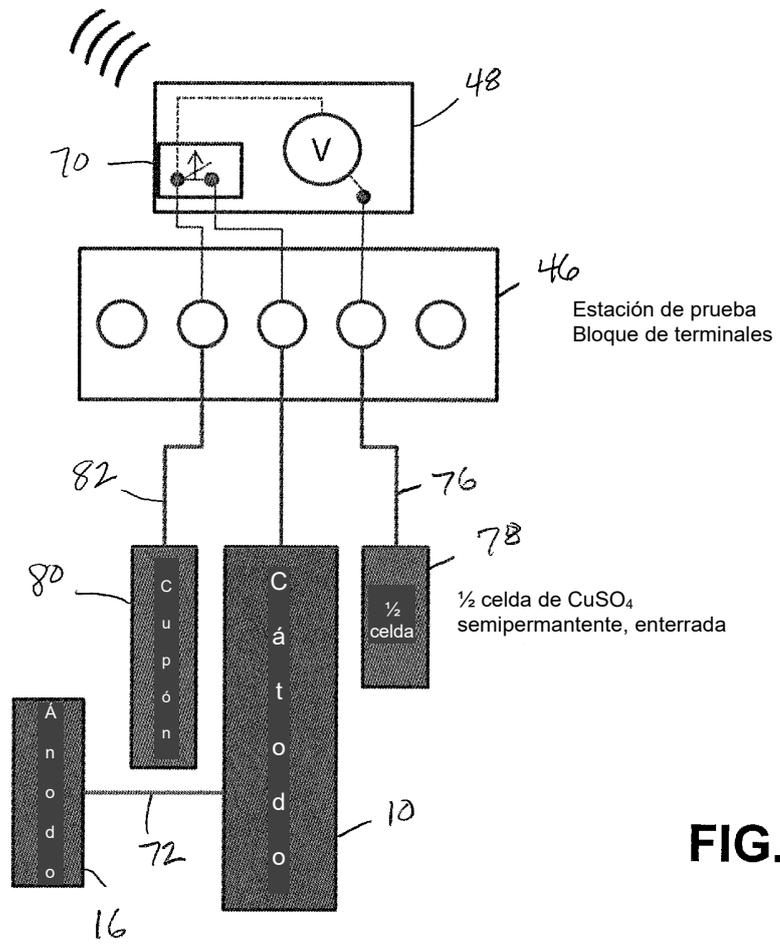


FIG. 7

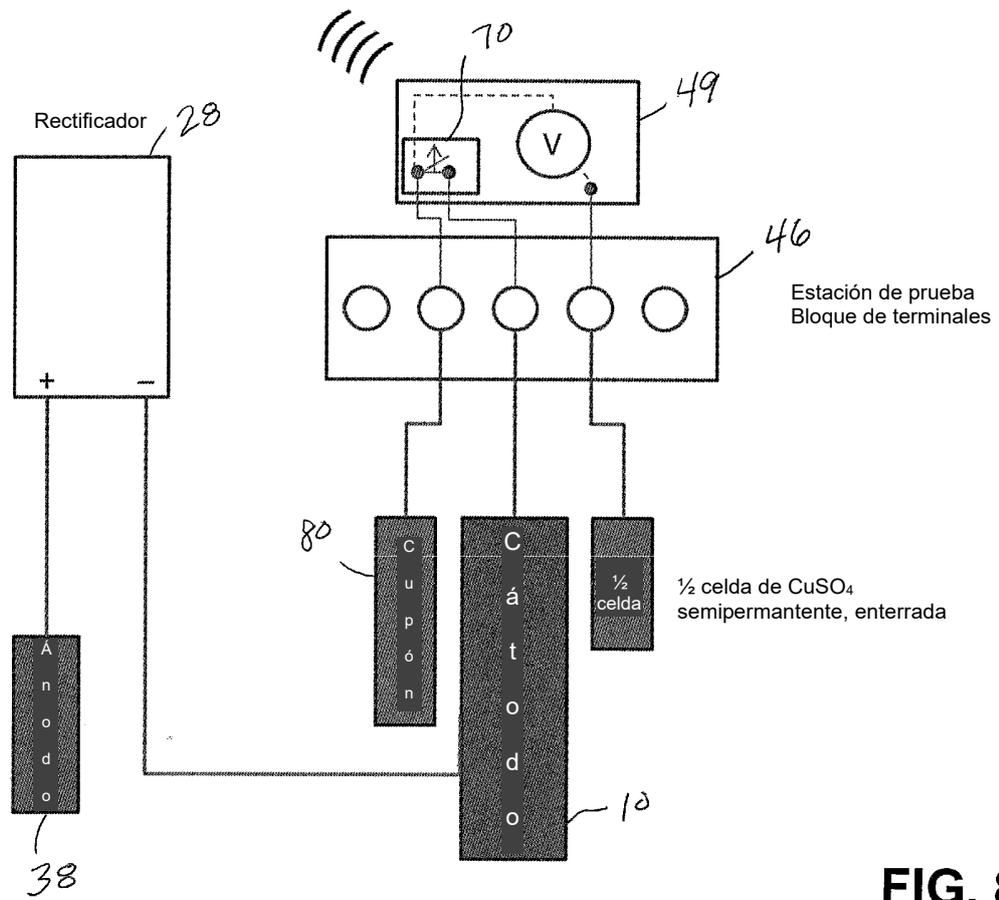


FIG. 8

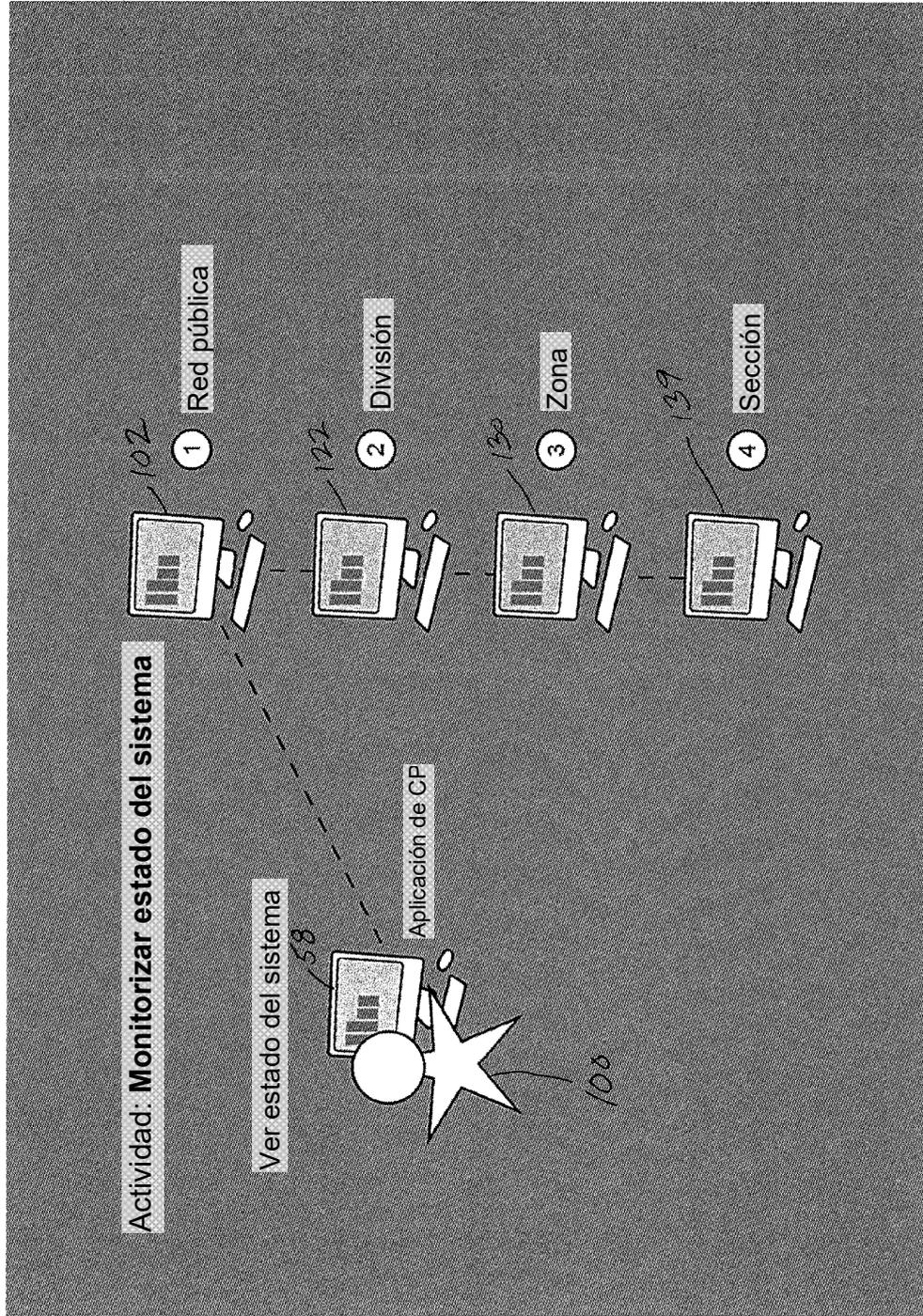


FIG. 11

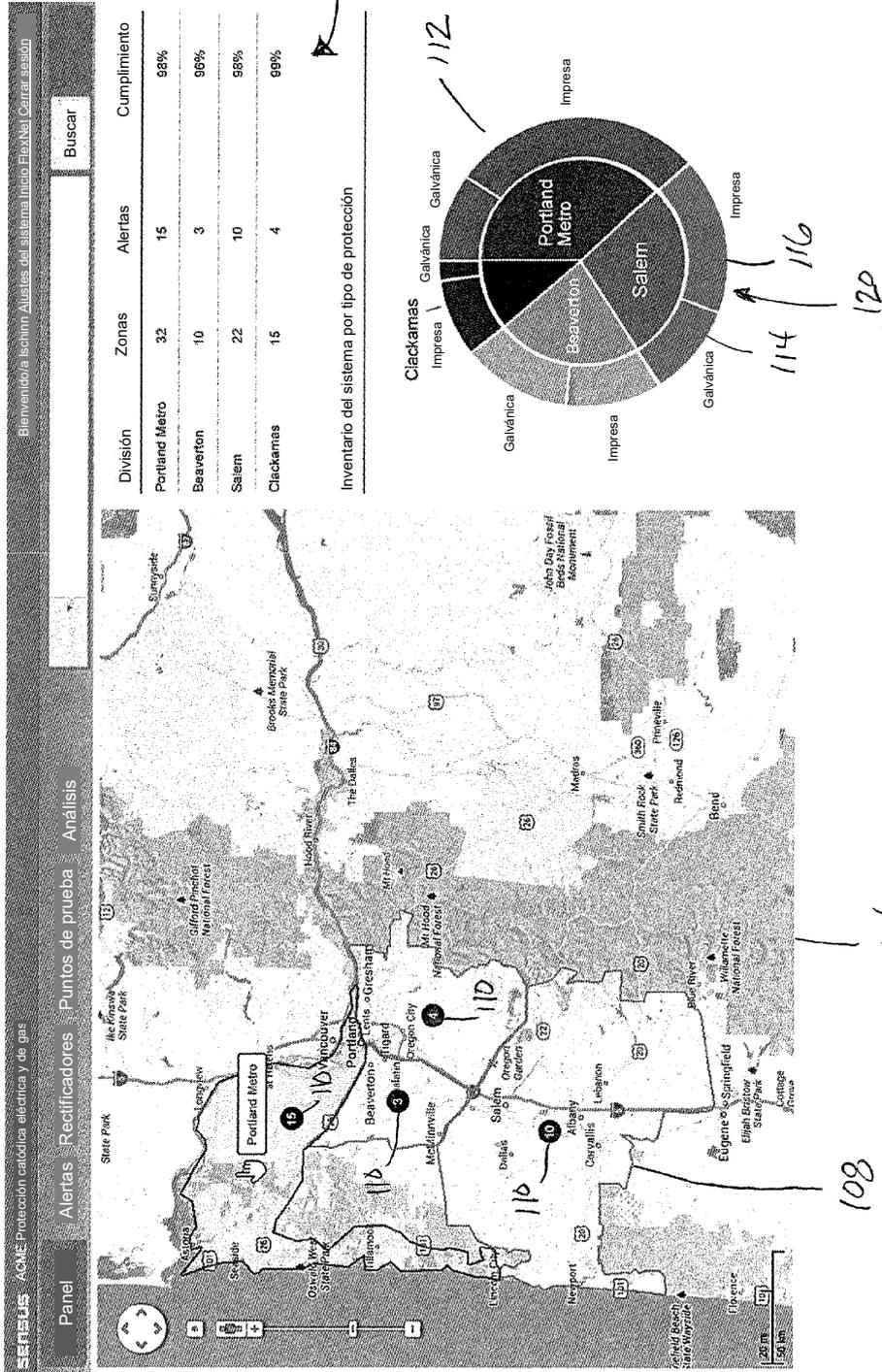


FIG. 12

SEFASUS - ACME Protección catódica eléctrica y de gas

Panel Alertas Rectificadores Puntos de prueba Analysis

Bienvenido/a Ischinn Ajustes del sistema Inicio FlexNet Contrar sesión

Buscar

| Zona | Secciones | Alertas | Cumplimiento |
|---------|-----------|---------|--------------|
| Zona 01 | 32 | 0 | 96% |
| Zona 02 | 26 | 1 | 98% |
| Zona 03 | 22 | 1 | 96% |
| Zona 04 | 15 | 1 | 88% |
| Zona 05 | 04 | 3 | 90% |
| Zona 06 | 10 | 2 | 95% |
| Zona 07 | 03 | 2 | 96% |
| Zona 08 | 35 | 0 | 97% |

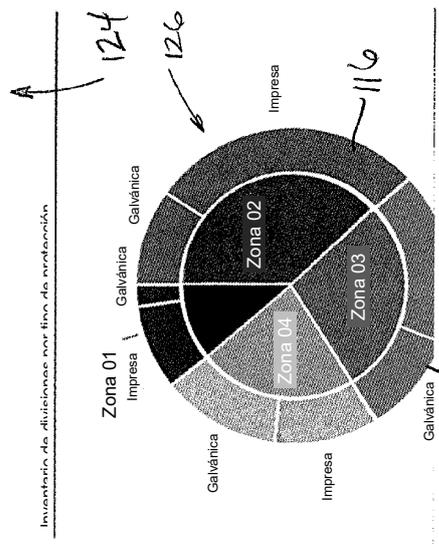
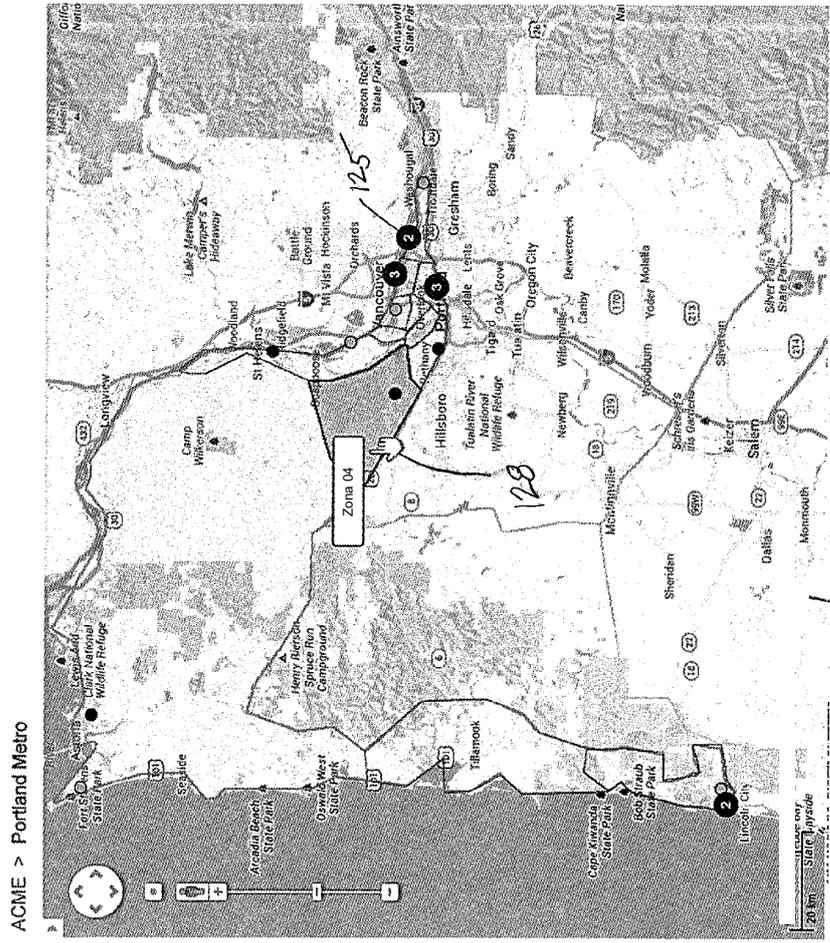


FIG. 13

ACME > Portland Metro > Zona 4

Panel Alertas Rectificadores Puntos de prueba Analisis

Blender de Iscrami Ajustes del sistema Inicio FlexMap Carreracion

134 130 138

132

| Sección | Rectificadores | Puntos de prueba | Alertas | Cumplimiento |
|----------------------|----------------|------------------|---------|--------------|
| Rock Creek Upper 4 | 4 | 35 | 0 | 98% |
| Stony Footh Sec 1 | 1 | 15 | 0 | 98% |
| Mission Ridge Hills | 2 | 22 | 0 | 98% |
| Oiler Rock Creek | 0 | 15 | 0 | 98% |
| Snowbury Park Sect 1 | 3 | 43 | 0 | 99% |
| Rock Creek Sec 2 | 8 | 125 | 0 | 98% |
| Mission Ridge Hills | 2 | 22 | 0 | 98% |
| Oiler Rock Creek | 0 | 15 | 0 | 98% |
| Snowbury Park Sect 1 | 3 | 43 | 0 | 98% |
| Rock Creek | 8 | 125 | 1 | 98% |
| Rock Creek Sec 3 | 5 | 65 | 0 | 98% |
| Mission Ridge Hills | 2 | 22 | 0 | 98% |
| Oiler Rock Creek | 0 | 15 | 0 | 98% |
| Snowbury Park Sect 1 | 3 | 43 | 0 | 98% |
| Rock Creek Sec 2 | 8 | 125 | 0 | 98% |
| Rock Creek Sec 3 | 5 | 65 | 0 | 98% |
| Mission Ridge Hills | 2 | 22 | 0 | 98% |
| Oiler Rock Creek | 0 | 15 | 0 | 98% |
| Mission Ridge Hills | 2 | 22 | 0 | 98% |
| Oiler Rock Creek | 0 | 15 | 0 | 98% |
| Snowbury Park Sect 1 | 3 | 43 | 0 | 98% |

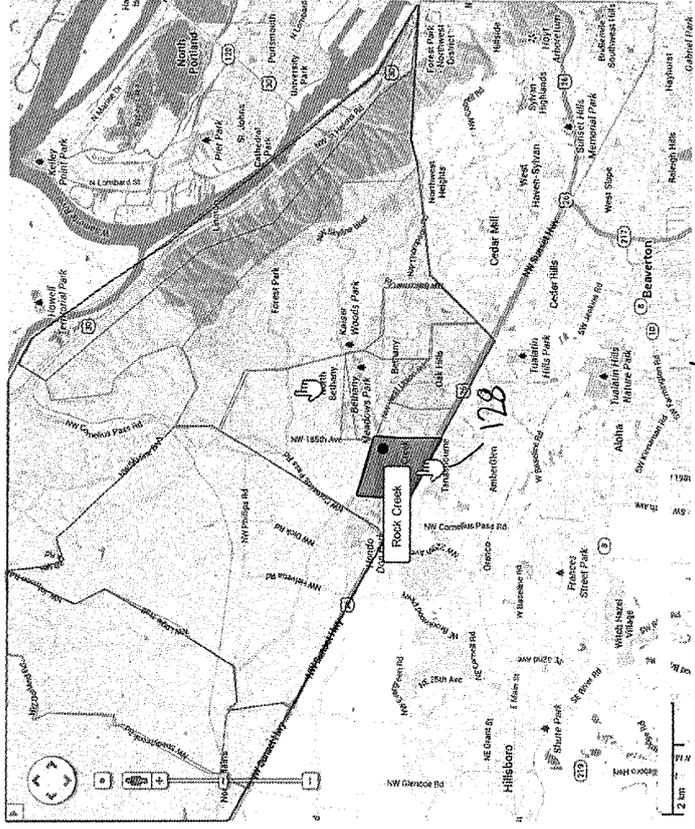


FIG. 14

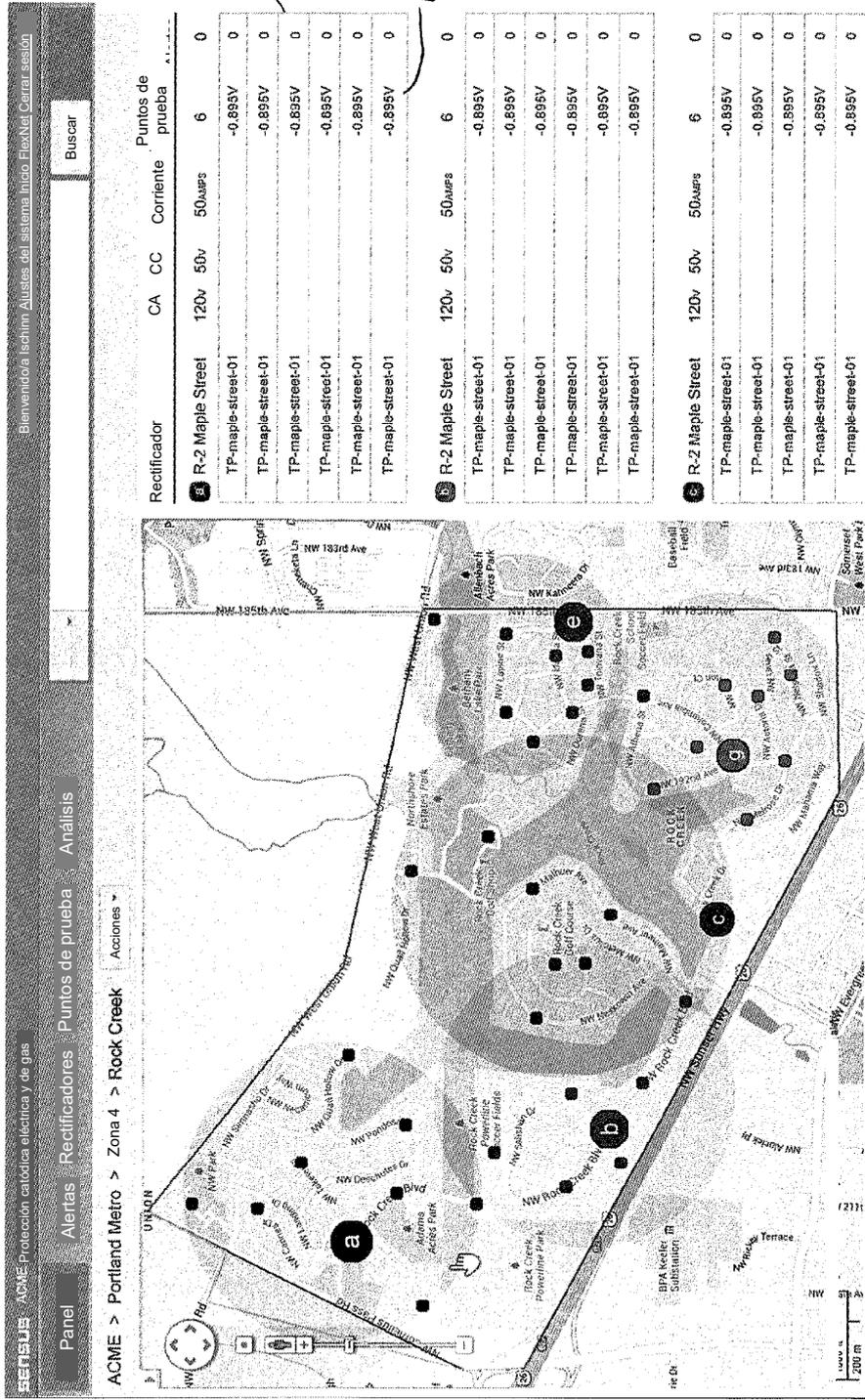


FIG. 15

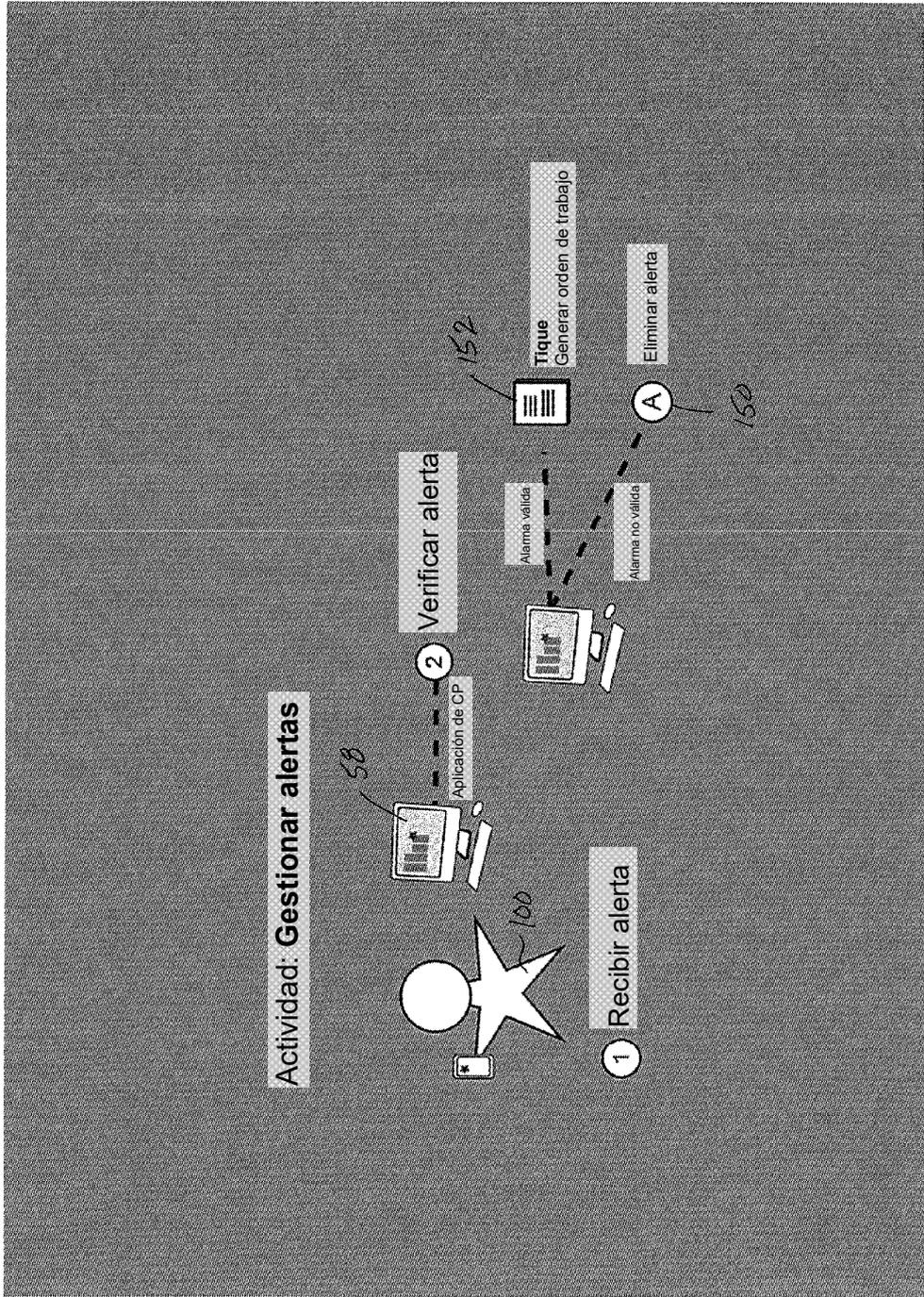


FIG. 16

156 150 154

Bienvenido al sistema Inicio Elctricidad

Alertas

0 alertas seleccionadas

Exportar csv

Lista Hbrido Mapa

50 alertas

| Alerta | Ubicación | Tubería | Tipo | Protección | Últ. lectura | Acciones | Recepción |
|--|----------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|--------------|----------|-----------------------|
| Alarma de voltaje CC TEST POINT PAUNIVERSITY-11 | Entre 230 y 240 University | PDX-543 | Punto de prueba | Galvánica | -0.825V | Acciones | 6:34:09PM |
| Aviso de voltaje CC TEST POINT PAUNIVERSITY-01 | 3435-6 Maple Street | PDX-088 | Punto de prueba | Galvánica | -0.862V | Acciones | 6:24:09PM |
| Alarma de voltaje CC RECTORIA 2 MAPLE STREET | Esquina 500 Maple Street | PDX-345 | Rectificador | Corriente impresa | 35.4amps | Acciones | 1:24:12PM |
| Alarma de voltaje CC TEST POINT PALOVERMAPLE-03 | East Lower Maple Street | GR-387 | Punto de prueba | Galvánica | -0.809V | Acciones | 1:10:12PM |
| Alarma de voltaje CC TEST POINT PALOVERMAPLE-05 | 200-23 Midhill | PDX-093 | Punto de prueba | Galvánica | -0.815V | Acciones | 12:14:49PM |
| Alarma de voltaje CC TEST POINT PALOVERMAPLE-06 | Upper Boones entre 3ª y 5ª | PDX-860 | Punto de prueba | Galvánica | -0.806V | Acciones | 10:15:15AM |
| Alarma de voltaje CC TEST POINT PALOVERMAPLE-01 | 143 Harvard Circle | PDX-405 | Punto de prueba | Galvánica | -0.800V | Acciones | AYER 10:14:00PM |
| Aviso de voltaje CC TEST POINT PALOVERMAPLE-01 | NW Third Street en Boona | HL-462 | Punto de prueba | Galvánica | -0.800V | Acciones | AYER 9:49:56PM |
| Alarma de voltaje CC TEST POINT PALOVERMAPLE-02 | Lower Jolie Point | PDX-543 | Punto de prueba | Galvánica | -0.799V | Acciones | AYER 6:31:00AM |
| Alarma de voltaje CC TEST POINT PALOVERMAPLE-03 | 224-5 Dollar Street | PDX-543 | Punto de prueba | Galvánica | -0.814V | Acciones | 06/17/2013 11:14:32PM |
| Alarma de voltaje CC TEST POINT PALOVERMAPLE-09 | East Lower Maple Street | Punto de prueba | PDX-839 | Galvánica | -0.811V | Acciones | 06/17/2013 9:24:15PM |
| Alarma de voltaje CC TEST POINT PALOVERMAPLE-01 | 2ª y Marble Street | PDX-002 | Punto de prueba | Galvánica | -0.831V | Acciones | 06/17/2013 6:12:24PM |
| Alarma de voltaje CC TEST POINT PALOVERMAPLE-01 | East Windle Way | PDX-209 | Punto de prueba | Galvánica | -0.832V | Acciones | 06/17/2013 2:24:15PM |
| Alarma de voltaje CC TEST POINT PALOVERMAPLE-12 | University entre 3ª y 4ª | PDX-369 | Punto de prueba | Corriente impresa | -0.799V | Acciones | 06/16/2013 11:24:32PM |
| Alarma de voltaje CC TEST POINT PALOVERMAPLE-13 | University entre 3ª y 4ª | WL-001 | Punto de prueba | Corriente impresa | -0.818V | Acciones | 06/17/2013 6:34:16PM |

FIG. 17

SENEBUS ACME Protección catódica eléctrica y de gas

Alertas Rectificadores Puntos de prueba Analisis

Resumen de p. de prueba Estudios Historia

Bienvenido a Ichinn Alistas del sistema Inicio FlexNet Central sesion

Punto de prueba Buscar

Ultimo mensaje de estado recibido el 17 de junio de 2013 a las 10:24 p.m.

STG: 24^{hr} Voltios

Ultima lectura: -0.825V 07/02/2013

Fecha de instalación: 5/20/2012 Referencia: Ref:0281

Dirección de red: FNID#34598734

Protección: Galvánica

Ultimo estudio: FALLO 06/18/2013 Acciones

Alarma de voltaje CC 02/17/2013 a las 05:34:00AM

1^a alarma

Limite de voltaje CC de -0.850 V superado

Voltaje diario del punto de prueba

Exportar

Acciones: Limpiar Eliminar Seguimiento Orden de servicio

Ubicación: Entre 230 y 240 University Portland OR 90997

Dirección: Entre 230 y 240 University Portland OR 90997

Latitud: 45.522958°

Longitud: -122.649272°

Huso horario: Pacific Standard Time

Información

N.º de zona: 182-29

Nombre de tubería: PDX-543

Tamaño de tubería: 6"

Longitud de tubería: 3484'

Tipo de suelo: Arenoso/arcilloso:

Configuración

Protección: Galvánica

STR: 24^{hr}

Unidad de medida: Voltios

Estudio: PSP-ON

Inicio de la auditoría: 10:25

Alarma de voltaje CC

1^a alarma 02/17/2013 a las 05:34:00AM

166

| Fecha de muestra | Hora de muestra | Voltaje diario del punto de prueba |
|------------------|-----------------|------------------------------------|
| CONTROL | 10:25:23AM | -0.825 |
| Hoy | 10:25:23AM | -0.825 |
| Ayer | 10:25:23AM | -0.851 |
| 15 de junio | 10:25:23AM | -0.851 |
| 14 de junio | 10:25:23AM | -0.851 |
| 13 de junio | 10:25:23AM | -0.851 |
| 12 de junio | 10:25:23AM | -0.851 |
| 11 de junio | 10:25:23AM | -0.851 |
| 10 de junio | 10:25:23AM | -0.852 |
| 9 de junio | 10:25:23AM | -0.854 |
| 8 de junio | 10:25:23AM | -0.855 |
| 7 de junio | 10:25:23AM | -0.858 |
| 6 de junio | 10:25:23AM | -0.860 |
| 5 de junio | 10:25:23AM | -0.865 |
| 4 de junio | 10:25:23AM | -0.870 |
| 10:25:23AM | | A 870 |

FIG. 18

SENUS ACME: Protección catódica eléctrica y de gas

Alertas Recificadores Puntos de prueba Análisis

Resumen de p. de prueba Estudios Historial

Bienvenido a Ichimmi Análisis del sistema Inhibo ElectroNet Control sesión

Buscar

P. de prueba TP-university-11
Entre 230 y 240 University, Portland OR 90887

Alarma de voltaje CC
1.ª alarma 08/17/2012 at 06:34:09AM

Estado: 1 s 2 s 5 m 1 h 1 d Toda

Ultimo mensaje de estado recibido el 17 de junio de 2013 a las 10:24 pm

Fecha de instalación: 5/20/2012
Referencia: Half-cell

Fecha de prueba: 5/20/2012
STR: 24th
Volts

Última lectura: -0.825
8/16/2013

Protección: Galvánica

Último estudio: FALLO
08/16/2013

Mapa:

Ubicación: Entre 230 y 240 University, Portland OR 90887
 Latitud: 45.527558°
 Longitud: -122.649272°
 Huso horario: Pacific Standard Time

Información: N.º de zona: 182-29
 Nombre de tubería: PDX-543
 Tamaño de tubería: 6"
 Longitud de tubería: 3484'
 Tipo de suelo: Arenoso/arcilloso.

Configuración: Protección: Galvánica
 STR: 24th
 Unidad de medida: Volts
 Estudio: PSP-ON
 Inicio de la auditoría: 19/25

Exportar PDF CSV

Detalles Acciones

Alarma de voltaje CC

Limite de voltaje CC de -0.850 V superado

174

Voltaje diario del punto de prueba

| Fecha | Voltaje |
|----------|---------|
| 18 mayo | -0.825 |
| 22 mayo | -0.825 |
| 26 mayo | -0.825 |
| 1 junio | -0.825 |
| 5 junio | -0.825 |
| 9 junio | -0.825 |
| 13 junio | -0.825 |
| 17 junio | -0.825 |

AUDITORIA

| Fecha de muestra | Hora de muestra | Voltaje diario del punto de prueba |
|------------------|-----------------|------------------------------------|
| 25/10/2012 | 10:25:23AM | -0.825 |

Mayo Junio

FIG. 19

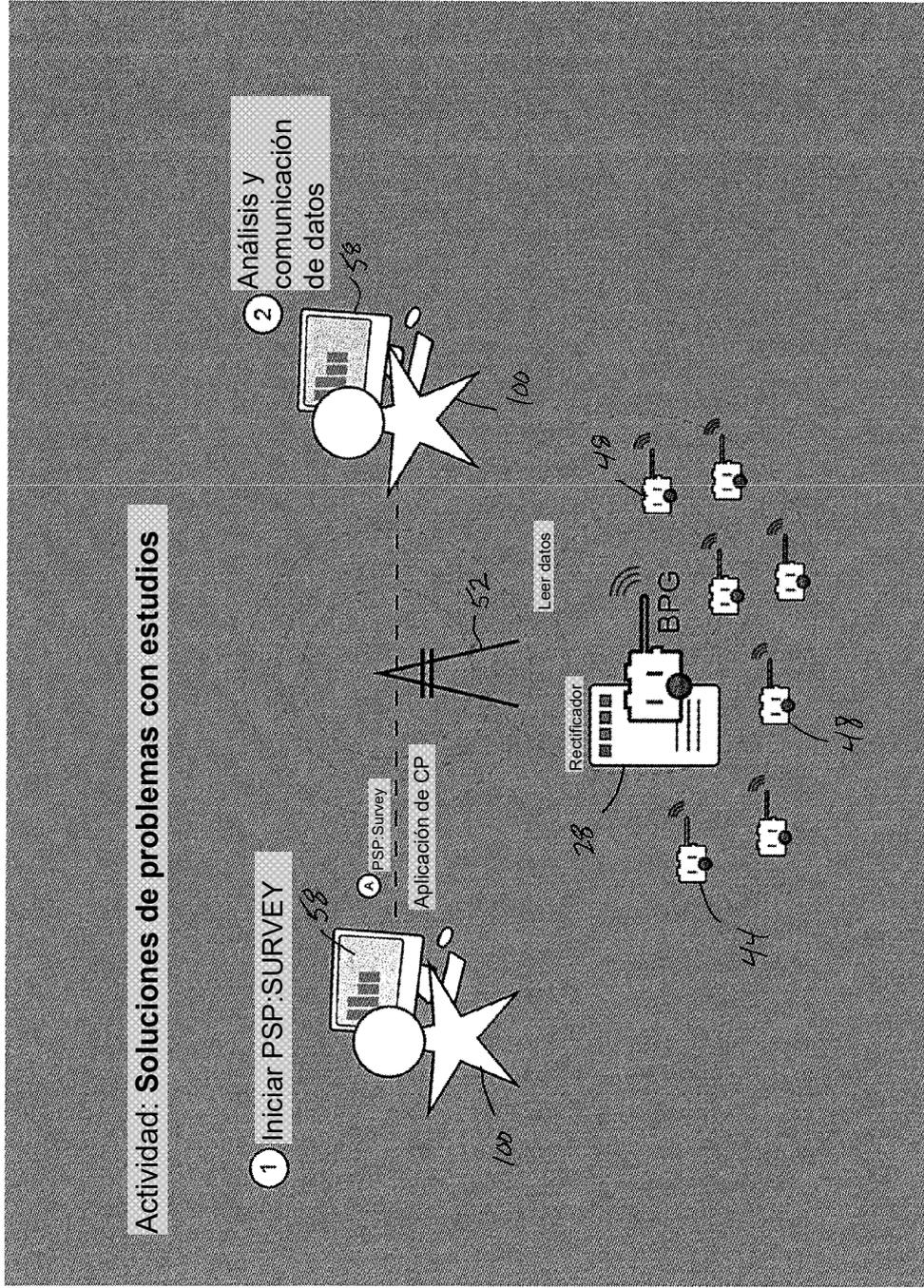


FIG. 20

BIENVENIDA Ischim Alistas del sistema Inicio Flecha Configuración

Recargar Buscar

Resumen de rectificador Estudios P de prueba Historial

Ultimo mensaje de estado recibido el 17 de junio de 2013 a las 10:24 p1

Rectificador R-2 Maple Street
Esquina 500 Maple Street, Portland OR 90087

362342345456

Volaje CA de entrada 120V
Volaje CC de salida 48V
Corriente CC de salida 48V

STP 24Hr
Puntos de prueba 20
Ultimo estudio APROBADO

Acciones

Todos > Estudios

PSP-ON
PSP-OFF
PSP:100mV Polarización

Ubicación

1234 Maple
Portland OR

Dirección

45.522558°
-122.649272°

Latitud
Longitud

Huso horario: Pacific Standard Time

Información

N° de zona: 18229
Nombre de tubería: PDY-543
Tamaño de tubería: 6"
Longitud de tubería: 3484'
Tipo de suelo: Arenoso/arcilloso

Configuración

Protección: Corriente impresa:
STR: 24Hr

Medida: Volillos
Umbral: 120.000V
Limite: 50.000V

Medida: Volillos
Umbral: 50.000V
Limite: 40.000V

CC de salida:

Exportar PDF CSV

Detalles Acciones

Corriente CC de salida

Volaje CA de entrada

Volaje CC de salida

Corriente CC de salida

Alarma de corriente CC
1ª alarma 06/17/2013 a las 12:54 PM

Cuadro

| Fecha de muestra | Hora de muestra | Volaje CA de entrada | Volaje CC de salida | Corriente CC de salida |
|------------------|-----------------|----------------------|---------------------|------------------------|
| 10 de junio | 10:25:23AM | 119 | 48 | 50 |
| 9 de junio | 10:25:23AM | 118 | 49 | 48 |
| 8 de junio | 10:25:23AM | 120 | 46 | 48 |
| 7 de junio | 10:25:23AM | 119 | 48 | 50 |
| 6 de junio | 10:25:23AM | 119 | 47 | 50 |
| 5 de junio | 10:25:23AM | 119 | 48 | 49 |
| 4 de junio | 10:25:23AM | 120 | 50 | 50 |
| 3 de junio | 10:25:23AM | 120 | 48 | 50 |
| 2 de junio | 10:25:23AM | 119 | 49 | 50 |
| 1 de junio | 10:25:23AM | 116 | 49 | 50 |
| 31 de mayo | 10:25:23AM | 118 | 49 | 48 |
| 30 de mayo | 10:25:23AM | 118 | 49 | 48 |
| 29 de mayo | 10:25:23AM | 119 | 49 | 50 |
| 28 de mayo | 10:25:23AM | 120 | 50 | 48 |

Limites de corriente CC de 46,00 amperios superado

Ultima actualización: 06/27/11 22:42 EST

FIG. 21

184

182

850 puntos de prueba

| ALARMAS | Recificador | Ubicación | Ciudad | Dirección de red | CÁ de entrada | CC de salida | Corriente CC de salida | Fecha último estudio | Puntos de prueba | Alertas |
|---|------------------|--------------------|----------|------------------|---------------|--------------|------------------------|----------------------|------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Todas las alarmas | R-Maple Street | 34353 Maple Street | Portland | FND#362342345434 | 120V | 50V | 50AMPS | 6/1/2013 | 20 | MANIPULACION PUERTA ABIERTA 6/12/2013 - 12:24:59 |
| <input type="checkbox"/> Alarma de voltaje CA | R-2 Maple Street | 14353 Maple Street | Portland | FND#36234234543 | 120V | 50V | 50AMPS | 5/12/2013 | 22 | MANIPULACION PUERTA ABIERTA 5/12/2013 - 12:24:59 |
| <input type="checkbox"/> Alarma de corriente CC | R-3 Maple Street | 34353 Maple Street | Portland | FND#362342345434 | 120V | 50V | 50AMPS | 4/22/2013 | 41 | MANIPULACION PUERTA ABIERTA 4/22/2013 - 12:24:59 |
| <input type="checkbox"/> Alarma de voltaje CC | R-5 Maple Street | 14353 Maple Street | Portland | FND#36234234543 | 120V | 50V | 50AMPS | 6/1/2013 | 26 | MANIPULACION PUERTA ABIERTA 6/12/2013 - 12:24:59 |
| <input type="checkbox"/> Alarma de manipulación | R-5 Maple Street | 34353 Maple Street | Portland | FND#362342345434 | 120V | 50V | 50AMPS | 5/12/2013 | 29 | MANIPULACION PUERTA ABIERTA 5/12/2013 - 12:24:59 |
| AVISOS | R-Elm Street | 153 Elm Street | Portland | FND#36234234543 | 120V | 50V | 50AMPS | 6/1/2013 | 33 | MANIPULACION PUERTA ABIERTA 6/12/2013 - 12:24:59 |
| <input type="checkbox"/> Todos los avisos | R-2 Elm Street | 2353 Elm Street | Portland | FND#362342345434 | 120V | 50V | 50AMPS | 5/12/2013 | 27 | MANIPULACION PUERTA ABIERTA 5/12/2013 - 12:24:59 |
| <input type="checkbox"/> Sin comunicación | R-3 Elm Street | 4224 Elm Street | Portland | FND#36234234543 | 120V | 50V | 50AMPS | 6/1/2013 | 42 | MANIPULACION PUERTA ABIERTA 6/12/2013 - 12:24:59 |
| <input type="checkbox"/> Corriente interrumpida | R-4 Elm Street | 22353 Elm Street | Portland | FND#362342345422 | 120V | 50V | 50AMPS | 5/12/2013 | 36 | MANIPULACION PUERTA ABIERTA 5/12/2013 - 12:24:59 |
| <input type="checkbox"/> Estudio aplazado | R-5 Elm Street | 14353 Elm Street | Portland | FND#36234234098 | 120V | 50V | 50AMPS | 4/22/2013 | 32 | MANIPULACION PUERTA ABIERTA 4/22/2013 - 12:24:59 |
| PUNTOS DE PRUEBA | R-6 Elm Street | 32353 Elm Street | Portland | FND#362342345434 | 120V | 50V | 50AMPS | 6/1/2013 | 22 | MANIPULACION PUERTA ABIERTA 6/12/2013 - 12:24:59 |
| TUBERÍA | R-7 Elm Street | 14353 Elm Street | Portland | FND#3623423443 | 120V | 50V | 50AMPS | 5/12/2013 | 36 | MANIPULACION PUERTA ABIERTA 5/12/2013 - 12:24:59 |
| CA DE ENTRADA | R-8 Elm Street | 34353 Elm Street | Portland | FND#362342345434 | 120V | 50V | 50AMPS | 4/22/2013 | 35 | MANIPULACION PUERTA ABIERTA 4/22/2013 - 12:24:59 |
| CC DE SALIDA | R Broadway | 1 Broadway | Portland | FND#36234234543 | 120V | 50V | 50AMPS | 5/12/2013 | 50 | MANIPULACION PUERTA ABIERTA 5/12/2013 - 12:24:59 |
| COR. CC DE SALIDA | R-1 Broadway | 10 Broadway | Portland | FND#362342345351 | 120V | 50V | 50AMPS | 5/12/2013 | 40 | MANIPULACION PUERTA ABIERTA 5/12/2013 - 12:24:59 |
| FECHA ÚLT. PRUEBA | R-2 Broadway | 24353 Broadway | Portland | FND#36234234799 | 120V | 50V | 50AMPS | 5/12/2013 | 50 | MANIPULACION PUERTA ABIERTA 5/12/2013 - 12:24:59 |
| DIRECCIÓN | | | | | | | | | | |
| ETIQUETAS | | | | | | | | | | |

FIG. 22

188

186

850 puntos de prueba

| Punto de prueba | Ubicación | Ciudad | Dirección de red | Tipo de protección | Rectificador | Fecha último estudio | Última lectura | Mapa | Alertas |
|--------------------|--------------------|----------|------------------|--------------------|----------------|----------------------|----------------|------|---|
| TP-maple-street-01 | 34353 Maple Street | Portland | FND#372342345434 | Corriente impresa | R-Maple Street | 12/5/2013 | -0.825V HOY | | ALARMA DE VOLTAJE CC 9/15/2013 - 12:24:49 |
| TP-maple-street-02 | 32614 Maple Street | Portland | FND#372342345445 | Corriente impresa | R-Maple Street | 12/5/2013 | -0.828V HOY | | ALARMA DE VOLTAJE CC 9/15/2013 - 12:24:49 |
| TP-maple-street-03 | 32343 Maple Street | Portland | FND#372342345473 | Corriente impresa | R-Maple Street | 12/5/2013 | -0.822V HOY | | ALARMA DE VOLTAJE CC 9/15/2013 - 12:24:49 |
| TP-maple-street-04 | 31314 Maple Street | Portland | FND#372342345189 | Corriente impresa | R-Maple Street | 12/5/2013 | -0.821V HOY | | ALARMA DE VOLTAJE CC 9/15/2013 - 12:24:49 |
| TP-maple-street-05 | 36125 Maple Street | Portland | FND#372342345485 | Corriente impresa | R-Maple Street | 12/5/2013 | -0.820V HOY | | ALARMA DE VOLTAJE CC 9/15/2013 - 12:24:49 |
| TP-maple-street-05 | 28432 Maple Street | Portland | FND#372342345654 | Corriente impresa | R-Maple Street | 12/5/2013 | -0.810V TODAY | | ALARMA DE VOLTAJE CC 9/15/2013 - 12:24:49 |
| TP-maple-street-06 | 34353 Maple Street | Portland | FND#372342345434 | Corriente impresa | R-Maple Street | 12/5/2013 | HOY | | ALARMA DE VOLTAJE CC 9/15/2013 - 12:24:49 |
| TP-maple-street-07 | 32614 Maple Street | Portland | FND#372342345445 | Corriente impresa | R-Maple Street | 12/5/2013 | -0.828V HOY | | ALARMA DE VOLTAJE CC 9/15/2013 - 12:24:49 |
| TP-maple-street-08 | 34353 Maple Street | Portland | FND#372342345434 | Corriente impresa | R-Maple Street | 12/5/2013 | -0.825V HOY | | ALARMA DE VOLTAJE CC 9/15/2013 - 12:24:49 |
| TP-maple-street-09 | 32614 Maple Street | Portland | FND#372342345445 | Corriente impresa | R-Maple Street | 12/5/2013 | -0.828V HOY | | ALARMA DE VOLTAJE CC 9/15/2013 - 12:24:49 |
| TP-maple-street-10 | 34353 Maple Street | Portland | FND#372342345434 | Corriente impresa | R-Maple Street | 12/5/2013 | -0.825V HOY | | ALARMA DE VOLTAJE CC 9/15/2013 - 12:24:49 |
| TP-maple-street-11 | 32614 Maple Street | Portland | FND#372342345445 | Corriente impresa | R-Maple Street | 12/5/2013 | -0.828V HOY | | ALARMA DE VOLTAJE CC 9/15/2013 - 12:24:49 |
| TP-maple-street-12 | 34353 Maple Street | Portland | FND#372342345434 | Corriente impresa | R-Maple Street | 12/5/2013 | -0.825V HOY | | ALARMA DE VOLTAJE CC 9/15/2013 - 12:24:49 |
| TP-maple-street-13 | 32614 Maple Street | Portland | FND#372342345445 | Corriente impresa | R-Maple Street | 12/5/2013 | -0.828V HOY | | ALARMA DE VOLTAJE CC 9/15/2013 - 12:24:49 |
| TP-maple-street-14 | 34353 Maple Street | Portland | FND#372342345434 | Corriente impresa | R-Maple Street | 12/5/2013 | -0.825V HOY | | ALARMA DE VOLTAJE CC 9/15/2013 - 12:24:49 |
| TP-maple-street-15 | 32614 Maple Street | Portland | FND#372342345445 | Corriente impresa | R-Maple Street | 12/5/2013 | -0.828V HOY | | ALARMA DE VOLTAJE CC 9/15/2013 - 12:24:49 |
| TP-maple- | 3/1/5/1 Maple | | | | R-Merida | | -0.875V | | ALARMA DE |

FIG. 23

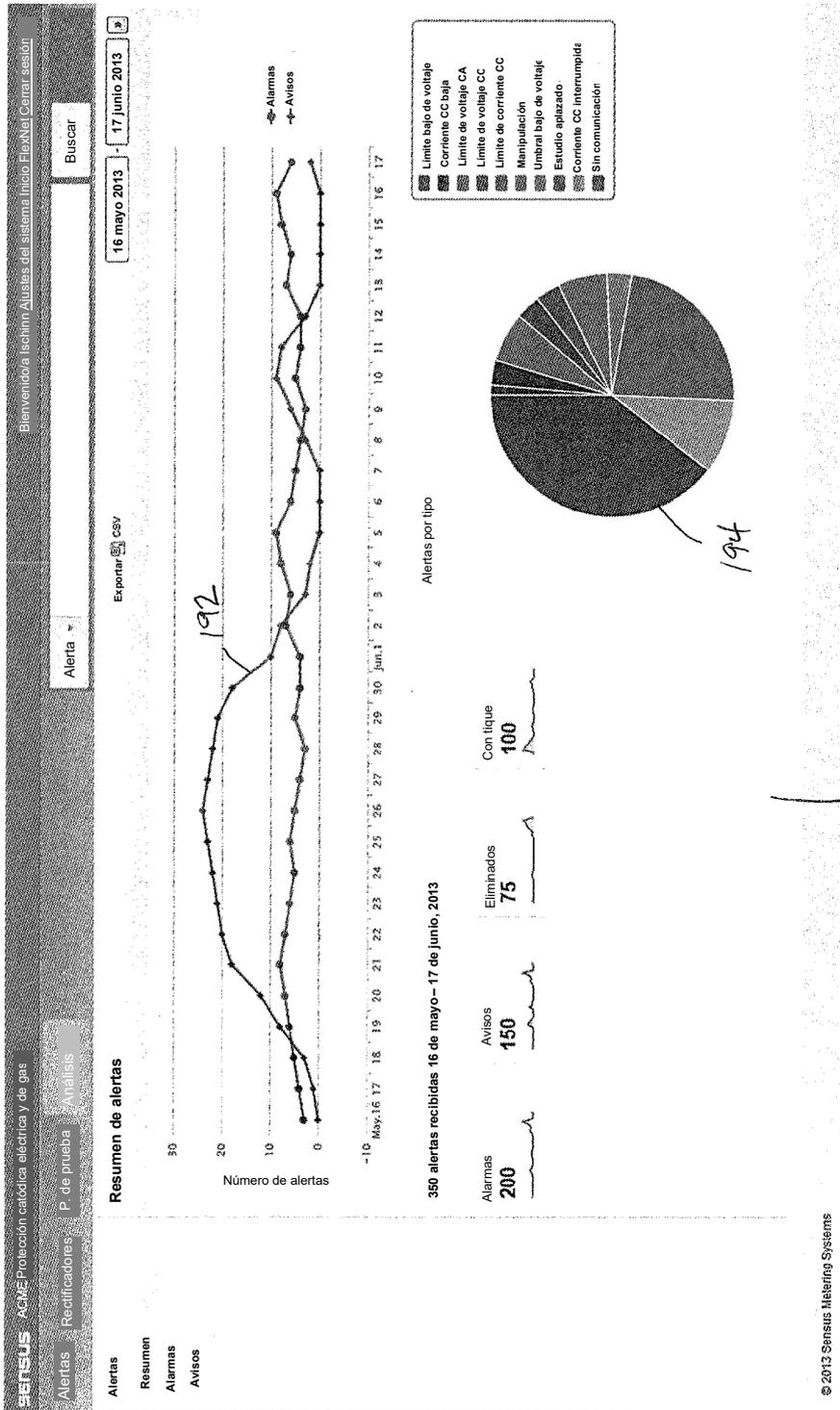


FIG. 24

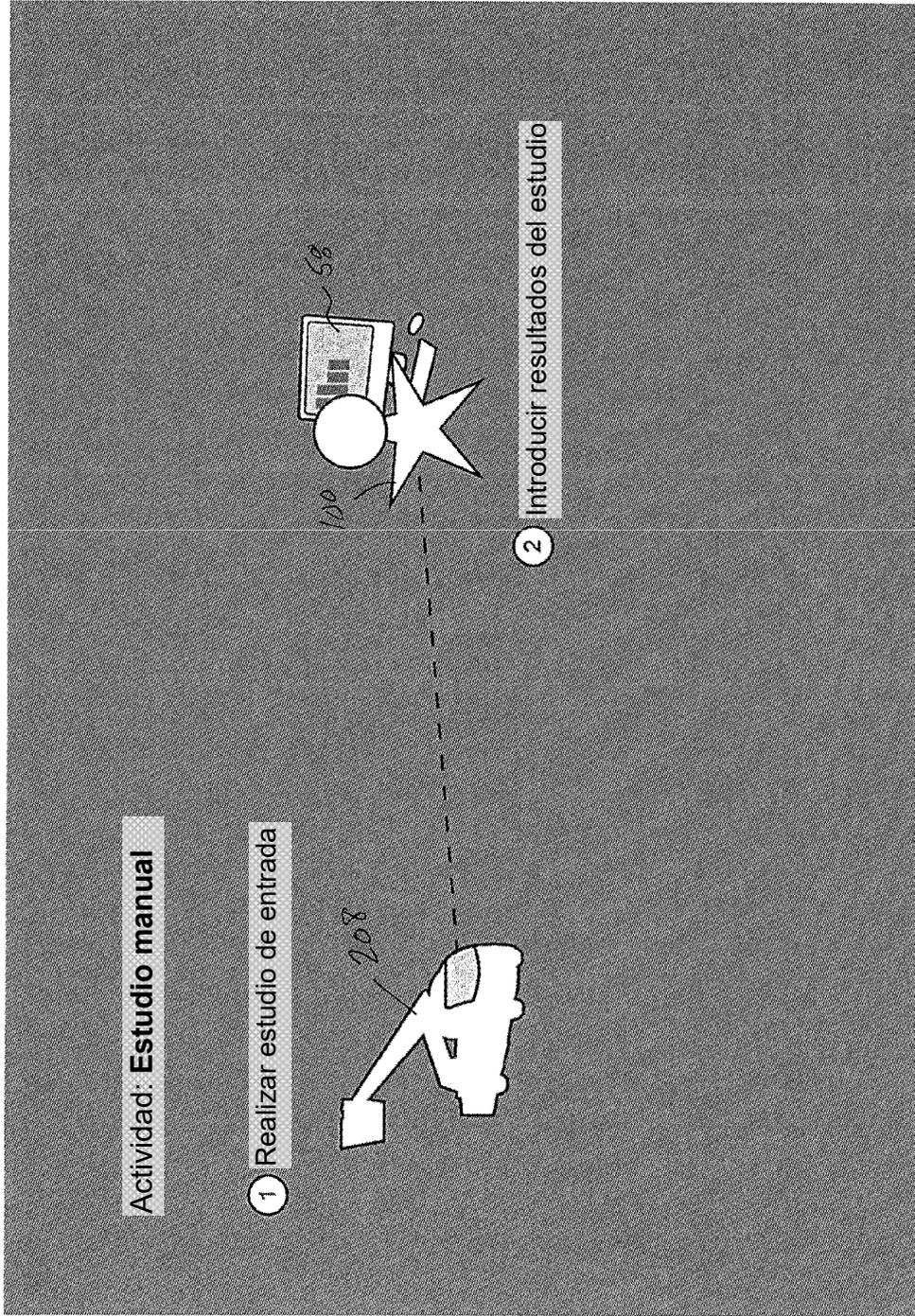


FIG. 25