

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 962 304**

51 Int. Cl.:
G01R 29/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.02.2018 PCT/US2018/016852**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **08.11.2018 WO18203945**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.02.2018 E 18794631 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.09.2023 EP 3577472**

54 Título: **Aparato y método para la detección de objetos energizados peligrosamente**

30 Prioridad:

06.02.2017 US 201762455200 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.03.2024

73 Titular/es:

**OSMOSE UTILITIES SERVICES, INC. (100.0%)
635 Highway 74 South
Peachtree City, GA 30269, US**

72 Inventor/es:

KALOKITIS, DAVID

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 962 304 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

Aparato y método para la detección de objetos energizados peligrosamente

Antecedentes**Campo**

- 5 La presente invención se refiere a la detección de campos eléctricos y, más particularmente, a aparatos y métodos para detectar objetos energizados peligrosamente utilizando los campos eléctricos.

Descripción de la técnica relacionada

10 Los grandes sistemas de distribución de energía, especialmente aquellos en grandes áreas metropolitanas, están sujetos a muchas tensiones, que ocasionalmente pueden dar como resultado la generación de anomalías indeseables o peligrosas. Un problema poco frecuente pero recurrente en las infraestructuras de distribución eléctrica es la presencia de "tensiones parásitas" en el sistema. Estas tensiones parásitas pueden presentarse cuando objetos, tales como tapas de alcantarillas, enrejados, postes de alumbrado público, cabinas telefónicas y similares, resultan energizadas eléctricamente (por ejemplo, a 120 V de CA). Se puede establecer un trayecto eléctricamente conductor entre el cableado de la red secundaria subterránea y estos objetos mediante daños físicos al aislamiento eléctrico que dan como resultado el contacto directo entre elementos eléctricamente conductores o mediante la introducción de agua que actúa como conductor. Estos objetos energizados presentan peligros evidentes para las personas y los animales en general.

15 Detectar la existencia de tensiones parásitas mediante la evaluación de la radiación electromagnética no es práctico porque la longitud de onda de una onda electromagnética de 60 Hz es de aproximadamente 5.000 kilómetros (es decir, aproximadamente 3.107 millas). Para irradiar ondas electromagnéticas de manera efectiva, un objeto radiante (por ejemplo, una tapa de alcantarilla o un poste de alumbrado público) debe representar al menos $\frac{1}{4}$ de longitud de onda (es decir, aproximadamente 1250 Km (776,75 millas)) y una "antena" receptora debe estar a una distancia de entre $1\frac{1}{2}$ y 2 longitudes de onda alejada de la fuente emisora (aproximadamente 10.000 Km (6.214 millas)). Dos longitudes de onda es la distancia necesaria para que los campos eléctricos y magnéticos entren en fase temporal y cuadratura espacial donde se comportan como una onda plana. Un sistema de detección normalmente estará entre 3,04 m y 9,12 m (10 y 30 pies) de distancia del objeto energizado, de modo que la detección tendrá lugar en el campo cercano extremo donde los campos eléctricos y magnéticos existen en un patrón temporal y espacial complejo, no como una onda plana electromagnética unificada. Por tanto, los campos eléctricos y magnéticos deben considerarse y medirse por separado.

20 Debido a que las redes de distribución de energía suelen tener muchos kilómetros de cable enterrado que transportan quizás miles de amperios de corriente, es probable que el campo magnético en cualquier ubicación debido a dicha carga normal sea muy alto. Detectar campos magnéticos que surgen de una anomalía de tensión parásita relativamente débil sería muy difícil debido a la interferencia de fuertes campos magnéticos ambientales que surgen de cargas normales y, por lo tanto, se ha determinado que la mejor manera de detectar una anomalía de tensión parásita es evaluar el campo eléctrico.

25 Las técnicas para la detección de tensiones parásitas suelen llevarse a cabo mediante la inspección manual de las infraestructuras eléctricas circundantes en busca de signos de corriente de fuga. Se puede emplear un equipo de inspección equipado, por ejemplo, con dispositivos de detección portátiles para realizar inspecciones físicas directas de las infraestructuras eléctricas. Sin embargo, los inspectores que utilizan estos dispositivos de detección generalmente se requiere que entren en contacto con partes de las infraestructuras eléctricas, tales como bases de farolas de alumbrado público o tapas de alcantarillas, para obtener mediciones precisas que determinen la existencia de tensiones parásitas potencialmente peligrosas. Sin duda, estas inspecciones manuales consumen mucho tiempo y dan una falsa sensación de seguridad.

30 Por ejemplo, el documento WO 2016/073020 describe un aparato móvil montado en un vehículo de motor para detectar objetos energizados. El aparato móvil incluye dos o más sensores fotónicos, montados en el vehículo de motor y acoplados a un fotorreceptor, en donde el fotorreceptor genera una señal correspondiente a un campo eléctrico detectado por los dos o más sensores fotónicos, para reducir la ubicación de un objeto peligrosamente energizado. El documento US 2009/195255 describe un aparato para detectar un campo eléctrico que tiene al menos una sonda detectora para generar datos correspondientes a un campo eléctrico detectado por al menos una sonda detectora, en donde la al menos una sonda sensora comprende al menos un electrodo. Un procesador, acoplado a la al menos una sonda detectora, está previsto para analizar los datos para identificar una anomalía de tensión en el campo eléctrico. El documento WO2006/071572 describe un sensor para detectar un campo eléctrico que incluye una sonda detectora móvil. El documento US 2006/139032 describe un método para detectar un campo eléctrico que incluye el procesamiento de señales de campo eléctrico digitalizadas, por ejemplo, procedentes de una sonda detectora de campo eléctrico. El procesamiento incluye realizar una Transformada Rápida de Fourier de las señales del campo eléctrico digitalizadas para proporcionar una indicación de la magnitud del campo eléctrico. El documento US 2014/085095 describe un aparato móvil para detectar un campo eléctrico producido por un objeto energizado por una

anomalía de tensión que tiene al menos una sonda detectora para detectar el campo eléctrico y proporcionar una primera señal correspondiente al campo eléctrico detectado y un procesador de señal para filtrar la pluralidad de muestras en el dominio del tiempo según una frecuencia deseada. El documento US 2011/184679 describe un método y aparato para discriminar entre fuentes de campos eléctricos. Un procesador está acoplado a una sonda detectora para procesar datos recibidos desde la sonda detectora para generar una primera intensidad de campo y al menos una segunda intensidad de campo para determinar si la fuente de campo eléctrico es potencialmente peligrosa.

Por consiguiente, existe la necesidad de proporcionar un medio más eficiente para detectar e identificar fuentes de anomalías de tensión parásita y objetos energizados peligrosamente en vastas áreas geográficas, particularmente áreas urbanas, suburbanas y rurales pobladas.

10 Compendio

Las realizaciones de la presente invención se refieren generalmente a un método y aparato para detectar e identificar objetos peligrosos en campos eléctricos. Según la invención, se proporciona un aparato para detectar e identificar objetos peligrosos en campos eléctricos según la reivindicación 1 y un método para detectar e identificar objetos peligrosos en campos eléctricos según la reivindicación 8. Otras características, aspectos, detalles e implementaciones se describen en la especificación detallada, los dibujos y las reivindicaciones dependientes.

Varias ventajas, aspectos y características novedosas de la presente descripción, así como detalles de una realización ilustrada de la misma, se entenderán más completamente a partir de la siguiente descripción y dibujos.

Breve descripción de los dibujos

Las realizaciones de la presente invención, brevemente resumidas anteriormente y analizadas con mayor detalle a continuación, pueden entenderse con referencia a las realizaciones ilustrativas de la invención representadas en los dibujos adjuntos. Cabe señalar, sin embargo, que los dibujos adjuntos ilustran sólo realizaciones típicas de esta invención y, por lo tanto, no deben considerarse limitativos de su alcance, ya que la invención puede admitir otras realizaciones igualmente efectivas.

La FIG. 1 es un diagrama esquemático de un sistema sensor ejemplar según algunas realizaciones de la presente invención;

Las FIGS. 2 - 2A son diagramas esquemáticos que ilustran el funcionamiento del sistema sensor que emplea procesamiento electrónico digital según algunas realizaciones de la presente invención;

Las FIGS. 3-5 son ilustraciones de una unidad de sistema de detección (DSU) según algunas realizaciones de la presente invención;

La FIG. 6 es un diagrama esquemático de un sistema de sensor ejemplar que utiliza la DSU ilustrada en la FIG. 5;

Las FIGS. 7 - 8 son ilustraciones de una vista isométrica de una disposición de sonda detectora triaxial montada en una disposición de cúpula de radar (radomo) según algunas realizaciones de la presente invención;

La FIG. 8A es una ilustración de una disposición de una sonda detectora triaxial vista desde arriba montada en una disposición de radomo según algunas realizaciones de la presente invención;

La FIG. 9 es una ilustración de una DSU montada en un vehículo según algunas realizaciones de la presente invención;

La FIG. 10 es un dispositivo ejemplar de visualización de pantalla de una interfaz gráfica de ordenador según algunas realizaciones de la presente invención;

La FIG. 11 ilustra un dispositivo ejemplar de visualización de inicio de sesión de la interfaz gráfica de usuario según algunas realizaciones de la presente invención;

La FIG. 12 ilustra un dispositivo de visualización principal ejemplar de la interfaz gráfica de usuario rellena con datos de sensores según algunas realizaciones de la presente invención;

La FIG. 13 ilustra una vista ampliada del panel de control del dispositivo de visualización principal de la interfaz gráfica de usuario según algunas realizaciones de la presente invención;

La FIG. 14 ilustra un dispositivo ejemplar de visualización de preferencias producidas por la interfaz gráfica de usuario tras la selección de una opción de preferencias según algunas realizaciones de la presente invención;

- La FIG. 15 ilustra un dispositivo ejemplar de visualización de espera producida por el sistema al seleccionar una opción de captura de eventos proporcionada en el dispositivo de visualización principal según algunas realizaciones de la presente invención;
- 5 La FIG. 16 ilustra un dispositivo ejemplar de visualización de captura de eventos producida por el sistema al finalizar el procesamiento de una solicitud para capturar un evento según una realización de la presente invención;
- Las FIGS. 17-18 ilustran una vista ampliada de una anomalía de tensión parásita detectada tal como puede ser proporcionada en el dispositivo ejemplar de visualización de captura de eventos;
- 10 La FIG. 19 ilustra una vista ampliada de un panel de control de reproducción del dispositivo de visualización de captura de eventos según algunas realizaciones de la presente invención;
- La FIG. 20 ilustra una vista ampliada de una sección de elección de objetos del panel de control de reproducción según algunas realizaciones de la presente invención;
- La FIG. 21 ilustra una vista ampliada de una sección de eventos guardados del panel de control de reproducción según algunas realizaciones de la presente invención;
- 15 La FIG. 22 es un diagrama de flujo que ilustra las etapas empleadas por el sistema para monitorizar campos eléctricos según algunas realizaciones de la presente invención;
- Las FIGS. 23 - 23A son ilustraciones de un perfil de campo eléctrico detectado por la DSU según algunas realizaciones de la presente invención;
- 20 La FIG. 24 es un diagrama de flujo esquemático que ilustra un método para obtener un promedio móvil y un activador de alarma según algunas realizaciones de la presente invención;
- La FIG. 25 es una presentación gráfica de un ejemplo de datos producidos por el método para obtener un promedio móvil y un activador de alarma según algunas realizaciones de la presente invención;
- La FIG. 26 es un diagrama de bloques de un comparador de señal diferencial acoplado al procesador de señal digital según realizaciones ejemplares de la presente invención;
- 25 La FIG. 27 ilustra una vista en perspectiva de una configuración de dos sensores de campo eléctrico montados en la parte trasera de un vehículo automóvil según realizaciones ejemplares de la presente invención;
- La FIG. 28 ilustra una vista desde arriba hacia abajo de una configuración de dos sensores de campo eléctrico montados en la parte trasera de un vehículo automóvil según realizaciones ejemplares de la presente invención;
- 30 La FIG. 29 ilustra un trazado gráfico que muestra la salida de los sensores de campo eléctrico mostrados en las Figs. 27-28 según realizaciones ejemplares de la presente invención;
- La FIG. 30 ilustra un trazado gráfico con ruido reducido que muestra la salida de los sensores de campo eléctrico mostrados en las Figs. 27-28 según realizaciones ejemplares de la presente invención;
- 35 La FIG. 31 ilustra una vista en perspectiva de la configuración de sensores de campo eléctrico montados en la parte delantera y trasera de un vehículo automóvil según realizaciones ejemplares de la presente invención;
- La FIG. 32 ilustra una vista posterior de la configuración de sensores de campo eléctrico montados en la parte delantera y trasera de un vehículo automóvil según realizaciones ejemplares de la presente invención;
- 40 La FIG. 33 ilustra una vista desde arriba hacia abajo de la configuración de sensores de campo eléctrico montados en la parte delantera y trasera de un vehículo automóvil según realizaciones ejemplares de la presente invención;
- La FIG. 34 ilustra un trazado gráfico de la salida de los sensores ilustrados en las FIGS. 31-33 según realizaciones ejemplares de la presente invención;
- 45 La FIG. 35 ilustra un trazado gráfico de la salida de los sensores ilustrados en las FIGS. 31-33 según realizaciones ejemplares de la presente invención;
- La FIG. 36 es un diagrama de flujo de un método para detectar e identificar objetos peligrosos en campos eléctricos según una o más realizaciones de la presente invención; y

La Figura 37 ilustra dispositivos de visualización de usuario que muestran las salidas de los sensores de campo eléctrico de la FIG. 33 según realizaciones ejemplares de la presente invención.

5 Para facilitar la comprensión, se han utilizado números de referencia idénticos, donde sea posible, para designar elementos idénticos que son comunes a las figuras. Las figuras no están dibujadas a escala y pueden simplificarse para mayor claridad. Se contempla que los elementos y características de una realización pueden incorporarse beneficiosamente en otras realizaciones sin más mención.

Descripción detallada

10 Las realizaciones de la presente invención se refieren generalmente a aparatos y métodos para detectar una anomalía de tensión parásita en un campo eléctrico. Para fines de claridad, y no a modo de limitación, se describen representaciones ilustrativas de la presente invención con referencias a las figuras de los dibujos identificados anteriormente.

15 La FIG. 1 es un diagrama esquemático de un sistema sensor ejemplar según algunas realizaciones de la presente invención. Las FIGS. 2 - 2A son diagramas esquemáticos que ilustran el funcionamiento del sistema sensor que emplea procesamiento electrónico digital según algunas realizaciones de la presente invención. Para comprender mejor la invención, el lector debe consultar las FIGS. 1, 2 y 2A simultáneamente.

20 Según algunas realizaciones de la presente invención, el sistema sensor 100 generalmente comprende una unidad 110 de sistema de detección (DSU), que puede recibir mediciones de campo eléctrico procedentes de una o más sondas detectoras, en donde cada sonda detectora comprende al menos un electrodo. Por ejemplo, las sondas detectoras 110x, 110y o 110z pueden comprender cada una respectivamente dos electrodos 110x - 110x, 110y - 110y y 110z - 110z. La DSU 110 puede emplear cualquier número de sondas detectoras con el propósito de medir un campo eléctrico en cualquier área particular de interés que se esté investigando para detectar anomalías de tensión parásita en campos eléctricos, tales como las realizaciones analizadas a continuación con respecto a las FIGS. 3-5 y 7 - 8A. Por ejemplo, la DSU 110 puede emplear solo una de dichas sondas detectoras 110x, 110y o 110z, sondas detectoras adicionales para complementar las mediciones obtenidas por las sondas detectoras 110x, 110y o 110z o cualquier otra combinación adecuada de sondas detectoras. Por ejemplo, en algunas realizaciones, puede ser tal que las señales procedentes de un par de electrodos normalmente no proporcionen datos de campo eléctrico que sean de interés, por ejemplo, cuando están presentes cables aéreos de distribución de energía que producen un alto campo, y por lo tanto el par de electrodos, por ejemplo, 110z - 110z, que detectan los componentes del campo vertical pueden omitirse, pero no es necesario. En algunas realizaciones, la DSU 110 puede emplear una disposición de sonda de sensor de múltiples ejes como las descritas, por ejemplo, en los documentos de Patente de EE. UU., 7,248,054, presentada el 13 de septiembre, de 2005 y expedida el 24 de julio de 2007, y de Patente de EE. UU., 7,253,642, presentada el 13 de septiembre, de 2005 y expedida el 7 de agosto de 2007.

35 El sistema sensor 100 emplea un sistema de procesamiento digital (DPS) 112 capaz de procesar datos de electrodos proporcionados por la DSU 110 casi en tiempo real (por ejemplo, con menos de un segundo de latencia). En algunas realizaciones, tal como la realización representada en la FIG. 1, el DPS 112 está dispuesto para interconectarse directamente con una disposición de sonda sensora de tres ejes, tal como la DSU 110.

40 En algunas realizaciones, el DPS 112 comprende un convertidor de analógico a digital (ADC) multicanal 122, un procesador 124 de señal digital (DSP), una memoria (EEPROM) 126, un amplificador 128 de audio, un dispositivo transductor audible (altavoz) 130, uno o más convertidores 132 de datos (por ejemplo, convertidores SPI a RS-232 unidireccionales o bidireccionales), y una fuente de energía eléctrica, tal como un convertidor 134 de potencia. El convertidor 134 de potencia proporciona las diversas tensiones para operar el DPS 112 y otros dispositivos electrónicos. En algunas realizaciones, la energía eléctrica para el sistema sensor 100 se puede obtener de cualquier fuente de energía eléctrica conveniente, tal como el sistema eléctrico o la batería 105 del vehículo (por ejemplo, camión) en o con el cual se opera el sistema sensor 100 o una batería separada.

45 El DPS 112 está acoplado a la DSU 110 a través de una sección 114 de entrada (analógica), que comprende filtros pasa bajos 116 y amplificadores 120 de separación. En algunas realizaciones, por ejemplo como la realización representada en la FIG. 1, la sección 114 de entrada comprende al menos uno (se muestran seis) filtros pasa bajos 116, uno para cada electrodo de las sondas detectoras 110x, 110y, 110z, cada uno precedido por un amplificador 118, y seguido por un amplificador de separación 120. En algunas realizaciones, el amplificador 118 tiene una entrada alta impedancia y muestra cierta ganancia.

55 En algunas realizaciones, la frecuencia de corte del filtro pasa bajos 116 puede seleccionarse para minimizar los efectos del solapamiento. Por ejemplo, cuando el ADC 122 muestrea datos proporcionados desde las sondas detectoras 110x, 110y, 110z a una tasa de 960 muestras por segundo, un filtro pasa bajos adecuado 116 puede tener una frecuencia de corte (a -3 dB) de aproximadamente 240 Hz y una pendiente de -24 dB por octava. Así, a 900 Hz, la primera frecuencia que se solapa directamente la frecuencia de interés de 60 Hz, el filtro pasa bajos 116 proporciona un rechazo o atenuación de aproximadamente 46 dB.

En algunas realizaciones, un ADC 122 adecuado puede funcionar a una tasa de ráfaga de conversión de aproximadamente 842 KSPS (kilo-muestras por segundo). Por ejemplo, cada $1/960^{\text{ésimo}}$ de segundo, se ordena al ADC 122 que realice 96 conversiones, específicamente 16 lecturas de cada uno de los seis electrodos 110x - 110x, 110y - 110y, 110z - 110z. Las lecturas convertidas por el ADC 122 pueden alternarse de manera que se minimicen los efectos de distorsión temporal. Por ejemplo, el ADC 122 convierte los datos del electrodo 1 de placa (+ 110z), luego los datos del electrodo 2 de placa (- 110z), y así sucesivamente a través del electrodo 6 de placa (- 110x). Luego repite esta secuencia de seis conversiones 16 veces para un total de 96 conversiones. Esta ráfaga de conversiones tarda aproximadamente 114 microsegundos (96/842 KHz), que es aproximadamente el 11% del tiempo de $1/960^{\text{ésimo}}$ de segundo asignado para la conversión, al tiempo que se reducen los errores de cuantificación por un factor de cuatro. Se pueden emplear otras disposiciones de ADC y/u otras disposiciones de control de ADC.

Los datos pueden transferirse a la memoria 126 desde el ADC 122 a través de un enlace en serie controlado por una función de Acceso Directo a la Memoria (DMA) dentro del DSP 124. En algunas realizaciones, tal como en la FIG. 2, se pueden obtener datos diferenciales a partir de datos de un solo extremo proporcionados al DSP 124 mediante la negación 221 de uno del par de valores de datos de un solo extremo y la suma 223 de un valor de datos de un solo extremo con el valor de datos negado. En tales realizaciones, las señales de un solo extremo procedentes de los electrodos 110x - 110x, 110y - 110y, 110z - 110z pueden acoplarse a los amplificadores diferenciales 118 de un solo extremo que proporcionan entradas equilibradas con ganancia y convierten la señal en formato analógico de un solo extremo para simplificar el procesamiento posterior, por ejemplo, mediante filtros pasa bajos 116. Un filtro pasa bajos activo 116 de múltiples etapas luego procesa la señal para reducir señales distintas de la señal deseada de 60 Hz, es decir, para ayudar a separar la señal deseada de las señales de campo E que interfieren de frecuencia cercana. Luego, la señal se amplifica aún más, se almacena en una memoria intermedia y se encamina al ADC 122.

Al finalizar cada conversión de ráfaga de 96 eventos, como se describió anteriormente en referencia a la operación del ADC 122, el DSP 124 promedia los datos para obtener seis valores (uno para cada uno de los seis electrodos 110x - 110x, 110y - 110y, 110z - 110z), y almacena los seis valores, por ejemplo, en una sola fila de una matriz de 6x256 puntos de una memoria interna del DSP 124. Esta acción se repite 256 veces hasta que se llena toda la matriz de la memoria interna del DSP 124, momento en el que el DSP 124 realiza seis Transformadas Rápidas de Fourier (FFT) 224 en los seis vectores de columna. Cada FFT 224 produce una representación en el dominio de la frecuencia de las 256 muestras anteriores (para cada electrodo 110x - 110x, 110y - 110y, 110z - 110z) en forma de 128 valores complejos. Cada uno de estos valores complejos representa la fase y amplitud de la señal del electrodo opuesto 110x - 110x, 110y - 110y, 110z - 110z dentro de un contenedor 226 de $960 \text{ Hz}/256 = 3,75 \text{ Hz}$. El contenedor 226 de la 16^{a} FFT contiene la información de 60 Hz, que es la única información que es de interés con respecto a la detección de tensiones parásitas de 60 Hz. El procesador DSP 124 calcula la magnitud al cuadrado de estos datos del contenedor 226 (su parte real al cuadrado sumada con su parte compleja al cuadrado) y asigna este valor como la intensidad de campo para el electrodo 110x - 110x, 110y - 110y, 110z - 110z que lo produjo. Este proceso produce seis valores de intensidad de campo a una tasa de $960 \text{ Hz}/256 = 3,75 \text{ Hz}$.

En algunas realizaciones, tal como las representadas en la FIG. 2A, se calculan las diferencias entre los valores en el dominio del tiempo para los electrodos 110x - 110x, 110y - 110y, 110z - 110z, dando como resultado una matriz de 3x256 puntos, que luego se procesa usando la FFT 224 como se describe en el párrafo anterior.

En algunas realizaciones, los datos de campo medidos procedentes de las sondas detectoras 110x, 110y, 110z se almacenan como datos medidos ("datos sin procesar"), por ejemplo, como seis conjuntos de datos producidos por los electrodos 110x - 110x, 110y - 110y, 110z - 110z, o como tres conjuntos de datos diferenciales producidos por los tres pares de electrodos de sonda 110x - 110x, 110y - 110y, 110z - 110z, o ambos. Los datos pueden almacenarse en una memoria 126 del DSP 124, o proporcionarse a un ordenador 136 o a cualquier otro dispositivo para su almacenamiento y/o análisis adicional según lo desee el usuario.

El ordenador 136 puede proporcionar una interfaz gráfica de usuario (GUI) 138 para que un operador controle el funcionamiento de las sondas detectoras 110x, 110y, 110z y el sistema sensor 100, en particular, el DSP 124, y para monitorizar los datos de campo medidos. Por ejemplo, un operador puede ajustar los valores de las constantes y factores de escala utilizados en el procesamiento de detección y promediado para producir una alarma audible como se describe. A continuación, se expone un ejemplo de un conjunto de comandos para el ordenador 138. Los comandos se pueden ejecutar mediante entradas de una sola pulsación de tecla, entradas de pulsaciones de varias teclas o clics del ratón. Los datos pueden almacenarse en cualquier formato que permita exportar los datos almacenados a un formato legible, tal como una base de datos, una hoja de cálculo, un documento de texto o similar.

Listado de conjuntos de comandos del sistema sensor

- A continuación se ofrece una breve descripción de comandos del sistema sensor ejemplar que están disponibles para un usuario del sistema sensor según algunas realizaciones de la presente invención. Los comandos se pueden ejecutar en respuesta al símbolo (dado en el margen izquierdo a continuación) que se introduce mediante el teclado del ordenador o mediante una entrada de apuntar y hacer clic. Nota: Los caracteres no reconocidos generan un signo de interrogación "?" y un eco de ese carácter para indicar que se ha introducido un comando no válido.
- H Mostrar Pantalla de Ayuda: Hace que se muestre la pantalla de Ayuda que enumera todos los comandos.
- { Introducir el Modo de Consola GPS: la GUI se comunica directamente con el GPS y todas las entradas del teclado se reenvían al GPS, es decir, no se interpretan como comandos SVD)
- 10 } Salir del Modo de Consola GPS
- Z Mostrar la hora Zulú en la consola.
- V Mostrar el número de Versión actual del software
- L Mostrar la Latitud, Longitud, Elevación y hora Zulú del GPS actuales.
- 15 > Introducir los datos del Modo de Lanzamiento de Datos de Detección de Tensión Parásita para la totalidad de las seis placas de sonda se muestran a la tasa de 3,75 Hz a la que se producen
- < Salir del Modo de Lanzamiento de datos de detección de Tensión Parásita
- + Aumentar el umbral manual de alarma de audio SVD en 1 dB (solo en modos de pitido "P" o "D")
- Disminuir el umbral manual de alarma de audio SVD en 1 dB (solo en modos de pitido "P" o "D")
- 20 P Modo de Sonda Diferencial OFF-Beep (tono de audio) si la señal procedente de cualquier placa de sonda excede el umbral SVD. (Tono de 500 Hz @ al 50% del ciclo de trabajo a una tasa de 3,75 Hz)
- D Modo de Sonda Diferencial ON-Audio: el tono de audio se basa en el promedio de las señales de los tres pares de placas diferenciales si están en los modos "S" o "U" (de lo contrario, tono de 500 Hz @ al 50 % del ciclo de trabajo a una tasa de 3,75 Hz si algún par diferencial de las sondas superan el umbral SVD)
- X Desactivar (o silenciar) el pitido (tono de audio) hasta el comando "P" o "D" o "S".
- 25 S Tono de audio ajustado proporcionalmente a la intensidad del campo de 60 Hz *al cuadrado*
- U El tono de audio es el promedio no ponderado de los últimos 32 valores de magnitud al cuadrado.
- | Alternar la visualización al siguiente nivel de velocidad (en mph), distancia (en pulsos de velocidad de la rueda) y OFF
- F Mostrar la velocidad actual del vehículo (en mph).
- 30 A Poner DSP en modo Automático (transmisión de datos) para mostrar el archivo de registro a medida que se genera
- M Poner DSP en modo Manual (para control de terminal), saliendo del modo "A"
- # Visualización de datos de lanzamiento para los tres pares de sondas diferenciales a una tasa de 60 líneas/segundo.
- 35 T Aumentar el umbral de corte de "singer" (tono de audio) en ~0,5 dB y mostrar el nuevo valor
- t Disminuir el umbral de corte de "singer" (tono de audio) en ~0.5 dB y mostrar el nuevo valor
- G Aumentar la ganancia del tono "singer" (tono de audio) en ~0.5 dB y mostrar el nuevo valor
- g Disminuir la ganancia del tono de "singer" (tono de audio) en ~1 dB y mostrar el nuevo valor
- * Restaurar las configuraciones por defecto.
- 40 0 Operar en Modo Diferencial con tono basado en el promedio de las seis placas (igual que D anterior)
- 1 Operar en Modo Diferencial con tono basado en las placas 1 - 2 (placas superior e inferior)

ES 2 962 304 T3

2 Operar en Modo Diferencial con tono basado en las placas 3-4 (placas izquierda y derecha)

3 Operar en modo diferencial con tono basado en las placas 5 - 6 (placas delantera y trasera)

4 Conectar electrodos auxiliares X juntos (alternar conexión/desconexión)

5 Conectar los electrodos auxiliares Y juntos (alternar conexión/desconexión)

5 6 Conectar los electrodos auxiliares Z juntos (alternar conexión/desconexión)

§ Conectar los electrodos auxiliares X en común (alternar conexión/desconexión)

% Conectar los electrodos auxiliares Y en común (alternar conexión/desconexión)

^ Conectar los electrodos auxiliares Z en común (alternar conexión/desconexión)

10 Con este fin, el DSP 124 puede comprender además un transmisor 240 de datos que proporciona los datos no promediados independientemente de las configuraciones de los interruptores 229, 231 de software. Los datos proporcionados por el transmisor 240 de datos, por ejemplo, en un formato SPI, pueden convertirse en otro formato de datos digital estándar, por ejemplo, en formato RS-232, mediante convertidores 132 de datos. Los convertidores 132 de datos también pueden convertir datos recibidos en un formato dado, por ejemplo, formato RS-232, a un formato compatible con el DSP 124, por ejemplo, formato SPI, como es el caso para los datos proporcionados por el receptor 140 del sistema de posicionamiento global (GPS). El receptor 140 de GPS puede ser cualquier dispositivo de localización capaz de recibir señales procedentes de una antena 142 transmitidas por uno o más satélites GPS que orbitan la Tierra para determinar a partir de ellas su ubicación en la Tierra.

20 Una vez que se determinan los seis valores de intensidad de campo (o tres valores diferenciales de intensidad de campo), los procedimientos de nivel superior emplean estos seis valores (o tres valores) para producir datos en una forma que sea significativa para el usuario.

25 En algunas realizaciones, la alarma de detección puede producir una salida continua cuyo tono es proporcional a la intensidad del campo. Para lograr el aspecto continuo de esta salida audible, los valores de intensidad de campo se pueden calcular a una tasa mucho mayor que los 3,75 Hz básicos de los datos FFT. Con este fin, el algoritmo de procesamiento realiza la FFT 224 de 256 puntos en las 256 muestras recolectadas más recientes (para cada electrodo 110x - 110x, 110y - 110y, 110z - 110z) como antes, pero para realizar esta operación a una frecuencia de 60 Hz. Por lo tanto, después de que se recopilen 16 valores de conjunto de muestras promediados adicionales, se vuelve a realizar la FFT 224, produciendo los seis valores de intensidad de campo (uno para cada electrodo 110x - 110x, 110y - 110y, 110z - 110z) a una tasa de $960 \text{ Hz}/16=60\text{Hz}$. El elevado grado de superposición en el dominio del tiempo desde cada FFT 224 a la siguiente FFT 224 mientras se utiliza este proceso produce un flujo de salida mucho más suave que el que se produce a la frecuencia básica de 3,75 Hz.

30 Los valores de intensidad de campo producidos por el proceso FFT 224 oscilan desde aproximadamente cero a aproximadamente dos millones. Ejemplos de frecuencias razonables audibles para los seres humanos para este tipo de sistema de detección caerían dentro de un intervalo de entre aproximadamente 70 Hz y aproximadamente 3 KHz. El contador temporizador de 16 bits en el DSP 124 puede comprender además un escalador previo de 4 bits que permite que su reloj de incidencia sea dividido previamente (escalado previamente) por un valor programable de entre aproximadamente 1 y aproximadamente 16. Con un factor de escalado previo de 16, se produce una reducción adicional de frecuencia de división por dos debido a la naturaleza de alternancia de la salida del contador-temporizador como se describe anteriormente, y a un valor de período máximo de $2^{16}=65536$, resulta un tono de audio de $144 \text{ MHz}/(16 \cdot 65536)=68,66 \text{ Hz}$. Debido a que los pequeños datos útiles contenidos en los valores de intensidad de campo son inferiores a aproximadamente 10, estos valores de intensidad de campo están programados para no producir una salida no audible. Para una intensidad de campo de 10, se produce un tono de 69,3 Hz, provocado por la escritura de 64939 en el registro del período del temporizador-contador.

45 Para compensar la incapacidad del oído humano típico para discernir con precisión las diferencias de tono de una octava de paso (un medio tono se define como un cambio de tono de $2^{1/12}$, equivalente a la diferencia entre notas adyacentes en la escala cromática de afinado igual, comúnmente utilizada en la música occidental), la tabla de tonos utilizada se basa en esta cantidad de cambio de tono, de modo que un oyente humano percibiría los cambios de tono discretos como un tono continuo. Por tanto, un cambio de tono incremental en la salida de audio del sistema sensor 100 da como resultado un cambio de frecuencia de $\pm(1-2^{1/96})$, o $\pm 0,7246\%$. De este modo se consigue el efecto de una salida de tono aparentemente continua a partir de un sistema de tono discreto. La tabla de tono de 512 pasos empleada cubre un intervalo de tono de 69,3 Hz a $2^{(512/96)} \cdot 69,3=2,794 \text{ KHz}$.

50 En algunas realizaciones, los datos de intensidad de campo del DSP 124 pueden oscilar desde aproximadamente 10 a aproximadamente 2.100.000, o aproximadamente 5,3 décadas. Estos datos también se analizan logarítmicamente para ajustarse a la tabla de paso de 512 elementos, de modo que cualquier aumento de $10^{1/96}$ produciría un aumento de un incremento en el paso. Así, por cada 10 dB que aumenta la intensidad del campo, el tono de la salida

275 de audio aumenta aproximadamente una octava. El valor del período escrito en el temporizador-contador es, por tanto, 144×10^6 dividido por 32 (o 4,5 millones) dividido por la frecuencia de salida deseada. La tabla de tono de 512 elementos se compone, por tanto, de dos columnas, una que representa la intensidad del campo y otra que representa el período del temporizador-contador. El proceso para determinar el tono de audio de salida encuentra el valor de la tabla de intensidad de campo más cercano, pero no mayor, al valor de intensidad de campo real actual, y aplica el valor del período que lo acompaña a un oscilador controlado numéricamente (NCO) 232.

En algunas realizaciones, como la realización descrita anteriormente, el NCO 232 comprende tanto un registro de período como un registro de temporizador. Cuando el registro del temporizador cuenta regresivamente hasta cero, se recarga desde el registro del período y luego cuenta regresivamente desde el valor del período. El proceso descrito sólo puede actualizar el registro del período, evitando así la generación de discontinuidades tonales transitorias que sonarían al oído como un "pop" o "crack". El registro de conteo puede actualizarse durante las transiciones de alto a bajo o de bajo a alto de la salida de audio, produciendo así un tono de salida de quasi- portamento (efecto de deslizamiento de un sonido a otro) continuo.

En algunas realizaciones, por ejemplo, cuando un tono de audio es la salida principal para el usuario, un mayor suavizado de los datos puede proporcionar lo que podría considerarse una salida audible más agradable. Las discontinuidades de tono causadas por la vibración de los electrodos 110x - 110x, 110y - 110y, 110z - 110z y otros efectos transitorios pueden hacer que la salida de audio sea significativamente menos importante para el usuario. Un filtro 227 de promedio de 32 puntos no ponderado que precede directamente al NCO 232 en la cadena de procesamiento de audio, aunque introdujo una latencia adicional de $32/60 \text{ Hz} = 0,533$ segundos al sistema 100, puede mitigar significativamente estos efectos transitorios, aumentando así la efectividad del usuario en Interpretar los datos de audio. La latencia total del sistema, con este filtro 227 de promedio adicional habilitado (puede ser habilitado o deshabilitado por el usuario mediante el interruptor 231 de software), es por lo tanto $32/60 \text{ Hz} + 256/960 \text{ Hz} = 0,8$ segundos. Esta es específicamente la latencia entre la detección de un campo por la sonda detectora 110x, 110y, 110z y su producción de tono resultante por el sistema de audio (por ejemplo, amplificador 128 de audio y altavoz 130).

En algunas realizaciones, el software del DSP 124 puede estructurarse para soportar datos diferenciales cuando se utiliza el modo de tasa de datos de salida de 60 Hz. Los datos del electrodo de sonda diferencial se pueden usar para proporcionar una relación señal-ruido más alta en comparación con la de cualquier electrodo de una sola placa. Al usuario se le puede dar la capacidad de seleccionar, por ejemplo, configurando los interruptores 229, 231 de software, mediante la interfaz gráfica de usuario (GUI) 138 del ordenador 136, cuál de los electrodos 110x - 110x, 110y - 110y, 110z - 110z usar para activar el sistema de amplificador 128 de audio y altavoz 130, más una cuarta opción, el promedio 228 de los tres pares. Los datos de salida de 60 Hz controlan entonces un oscilador controlado numéricamente (NCO) 232 dentro del DSP 124 para producir un tono de audio (tono) que es proporcional a la intensidad de campo. Debido a que la percepción del tono en los seres humanos es logarítmica, el DSP 124 convierte los datos sin procesar de intensidad de campo a una escala logarítmica, lo que se puede lograr de cualquier manera conveniente, por ejemplo, mediante una tabla de consulta.

En algunas realizaciones, para ciertos dispositivos DSP 124, por ejemplo, un procesador de señal digital tipo TMS320VC5509 disponible en Texas Instruments ubicado en Dallas, Texas, el NCO 232 que produce la salida de audio (nominalmente una onda cuadrada) es la salida de un temporizador-contador integral al circuito integrado (IC) del DSP 124. El DSP 124 establece la frecuencia de este temporizador-contador escribiéndole un valor de período. El reloj nominal del DSP 124 (144 MHz, en un ejemplo) hace que el temporizador-contador realice un conteo regresivo desde este valor de período hasta cero, momento en el cual una señal de salida alterna el estado de alto a bajo (o de bajo a alto).

En algunas realizaciones, un receptor 140 del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) proporciona una referencia de ubicación que incluye latitud, longitud, elevación, hora y fecha de modo que la ubicación del sistema sensor 100 se conozca con una precisión razonablemente alta. Los datos de posición GPS se pueden exportar a un software de mapeo GPS convencional para su utilización. La información de ubicación GPS puede almacenarse, por ejemplo, en la memoria del DSP 124 o del ordenador 136, de modo que haya una ubicación de precisión almacenada y una referencia de tiempo asociada con las mediciones almacenadas de datos de campo de 60 Hz de la DSU 110.

Por lo tanto, los datos de ubicación GPS proporcionan un registro de la ubicación en la que se detectó cada campo de tensión parásita detectado y el momento del mismo, como se puede desear para análisis posteriores, por ejemplo, para revisar la ubicación de una anomalía de tensión parásita e identificar la fuente de la misma. Debido a que el pico de la respuesta a una fuente de anomalía de tensión parásita no se puede determinar hasta que el vehículo ha pasado por la fuente, es posible que la ubicación exacta de la fuente no pueda ser observada hasta después del momento en que se detecta, es decir, hasta después de que haya pasado. Aunque es deseable y beneficioso tener registrados estos datos de ubicación y tensión parásita, en un entorno de servicio típico, por ejemplo, en una calle de la ciudad, no es práctico detener el sistema de transporte del vehículo cada vez que se detecta una tensión parásita, ni hacer retroceder el vehículo. hasta determinar la ubicación exacta en la que tuvo lugar la detección.

Debido a que el sistema sensor 100 puede ser operado en entornos urbanos/ciudades donde los edificios y otros obstáculos distorsionan y/o bloquean las señales procedentes de un sistema de satélite GPS para que no lleguen a la antena GPS 142 a través de una ruta directa, la información de ubicación GPS puede tener una precisión degradada, o puede no estar disponible. Se pueden utilizar otros medios para determinar la ubicación del sistema sensor 100, tal como un sensor 144 de velocidad de rueda, en lugar de, o junto con, la información de ubicación GPS. Normalmente, el sensor 144 de velocidad de la rueda puede detectar las revoluciones de la rueda 146 y, debido a que se conoce la circunferencia de la rueda 146, se pueden determinar la distancia y la velocidad a partir del giro de la rueda 146.

Por ejemplo, el sensor 144 de velocidad de la rueda puede producir cuatro señales, típicamente pulsos, para cada giro de la rueda W, en donde cada señal representa aproximadamente 16 pulgadas (aproximadamente 40-41 cm) de recorrido lineal. La mayoría de las tapas de alcantarillas MHC tienen aproximadamente 30 a 40 pulgadas (aproximadamente 0,75 a 1,0 m) de diámetro, por lo que las indicaciones de velocidad de las ruedas, cada uno a dos pies (aproximadamente 0,3 a 0,6 m) son suficientes para localizar una tapa de alcantarilla MHC que tenga tensión parásita en la misma. Una realización adecuada del sensor 144 de velocidad de la rueda utiliza un sensor de efecto Hall montado de modo que los elementos de rueda (espárragos y tuercas) que sujetan la rueda W a un eje pasen lo suficientemente cerca como para que el sensor de efecto Hall produzca un pulso de salida detectable desde allí.

Esto puede eliminar ventajosamente la necesidad de una referencia de temporización transmitida u otra de 60 Hz y, por lo tanto, puede disponerse y operarse desde un vehículo que se mueve a una velocidad sustancial, por ejemplo, de hasta 15-25 millas por hora (aproximadamente 24-40 km/h), o más rápido. Además, esto permite el procesamiento de los datos de tensión parásita detectados esencialmente en "tiempo real" para facilitar que el operador comprenda los datos detectados y responda a los mismos. Por ejemplo, en algunas realizaciones el sistema sensor 100 puede detectar una tapa de alcantarilla energizada a una distancia de aproximadamente 15 pies (aproximadamente 4,5 metros) cuando se mueve a velocidades de hasta aproximadamente 10 mph (aproximadamente 16 km/h) o menos, y consistentemente detectar una farola de alumbrado público energizada a una distancia de aproximadamente 25 pies (aproximadamente 7,5 metros) cuando se mueve a velocidades de hasta aproximadamente 20 mph (aproximadamente 32 km/h) o menos.

En algunas realizaciones, el sistema sensor 100 puede comprender adicionalmente una unidad de sistema de formación de imágenes (ISU) 106, que puede recibir entrada de vídeo desde una o más cámaras. La ISU 106 puede emplear cualquier número de cámaras adecuadas para proporcionar imágenes de transmisión en directo de una escena patrullada. Las cámaras empleadas pueden ser cámaras de vídeo, cámaras estéreo, distintas cámaras digitales, una combinación de las cámaras antes mencionadas o cualquier otra cámara y disposición de cámaras adecuadas para tomar imágenes de una escena patrullada.

En algunas realizaciones, se pueden prever una o más cámaras para obtener imágenes de los alrededores donde se emplea el sistema sensor 100. Por ejemplo, cuando el sistema sensor 100 se despliega en un vehículo patrulla o remolque, se pueden prever dos cámaras en el mismo, en donde cada cámara está dirigida para ver en una dirección de aproximadamente 90° a la izquierda de la dirección de desplazamiento y 90° a la derecha de la dirección de desplazamiento, de modo que se obtengan imágenes de lo que hay a la izquierda y a la derecha del vehículo de patrulla. Se pueden grabar imágenes de vídeo a partir de la mismo cuando el sistema sensor 100 atraviesa un entorno patrullado.

Las imágenes de vídeo se pueden obtener a una tasa de vídeo estándar, por ejemplo, a 30 o 60 fotogramas por segundo, pero puede ser a velocidades mucho más lentas, por ejemplo, uno o dos fotogramas por segundo, consistentes con las velocidades a las que se mueve el vehículo de patrulla. Por ejemplo, si un vehículo se mueve a entre 10 y 20 mph (aproximadamente 14 a 28 pies por segundo o aproximadamente 4,2 a 8,5 m/s), el vídeo a una velocidad de dos fotogramas por segundo proporcionaría una nueva imagen durante aproximadamente cada 14 pies (aproximadamente 4,2 m) o menos de recorrido, lo que debería ser suficiente para identificar la ubicación en donde se detectó la tensión parásita.

Se pueden grabar (almacenar) todas las imágenes de vídeo o sólo se pueden grabar imágenes seleccionadas. En algunas realizaciones, las imágenes de vídeo se almacenan en una memoria intermedia de datos de fotogramas de vídeo que tiene capacidad para almacenar un número de fotogramas de datos de vídeo durante un período de tiempo determinado. A medida que se almacena cada nuevo fotograma, el fotograma anterior más antiguo se pierde. Por tanto, la memoria intermedia de datos de vídeo contiene fotogramas de vídeo del período de tiempo más reciente. En algunas realizaciones, se puede emplear una tarjeta "grabadora de fotogramas", en forma de una tarjeta PCMCIA o una tarjeta interna, para sincronizar los datos del campo eléctrico detectados por la DSU 110 con los datos de vídeo procesados de la ISU 106.

Tras la detección de una tensión parásita, el operador puede hacer que las imágenes de vídeo se almacenen en una memoria más permanente, o en otra memoria intermedia, por ejemplo, activando una función de "Captura" del ordenador 136, mediante la cual el vídeo de las escenas a la izquierda y a la derecha del vehículo durante un período de treinta segundos, incluido el momento en que se detectó la tensión parásita, se almacenan y pueden revisarse a conveniencia del operador, por ejemplo, bien en ese momento, o en un momento posterior. Dicha acción de almacenamiento puede proporcionarse impidiendo que la memoria intermedia de vídeo acepte fotogramas adicionales

de datos de vídeo, congelando así los datos entonces almacenados en la misma, o puede ser transfiriendo los datos entonces almacenados en la memoria intermedia de vídeo a otro dispositivo de memoria, tal como el disco duro del ordenador 136 y/o una memoria extraíble, por ejemplo, un disquete, un disco CD ROM, una memoria USB, una tarjeta de memoria, un pincho de memoria o similares.

5 En algunas realizaciones, además de almacenar las imágenes de vídeo, se almacenan los tonos de audio producidos por el sistema sensor 100 (y/o los datos que representan los tonos), los datos de ubicación GPS, los datos del sensor 144 de velocidad de la rueda o una combinación de los mismos de modo que las imágenes de vídeo puedan revisarse en sincronismo con el tono de detección (y/o los datos que representan el tono) y la ubicación GPS para permitir que un usuario/operador ubique con mayor precisión dónde se detectó la tensión parásita. Por ejemplo, tras la reproducción de los datos de vídeo, se puede mostrar la información de ubicación GPS y/o se puede reproducir el tono de audio, de modo que el operador pueda localizar con precisión la fuente de la tensión parásita. El control del mismo puede realizarse mediante iconos y otros controles proporcionados por una interfaz gráfica de usuario (GUI) 138 del ordenador 136, tal como se describe a continuación con respecto a las FIGS. 10 - 21. La reproducción de los datos almacenados sincronizados también puede utilizarse para formar al personal en el funcionamiento del sistema sensor 100.

En algunas realizaciones, el sistema sensor 100 puede comprender además un componente transceptor 148 configurado para transmitir y recibir transmisiones de datos hacia y desde transceptores remotos. Por ejemplo, el componente transceptor 148 puede ser un transceptor del tipo que sea compatible con el estándar Wi-Fi IEEE 802.11, BLUETOOTH™ habilitado, una combinación de estándares de red de área local (LAN), de red de área amplia (WAN), de red de área inalámbrica (WLAN), de red de área personal (PAN) o cualquier otra combinación adecuada de medios de comunicación para permitir la transmisión de datos. Por ejemplo, el componente transceptor 148 puede ser un dispositivo BLUETOOTH™ habilitado, proporcionando así un medio para comunicar información relacionada con tensiones parásitas entre el sistema sensor 100 y un dispositivo remoto, tal como asistentes digitales personales (PDA), teléfonos móviles, ordenadores portátiles y de escritorio, impresoras, cámaras digitales o cualquier otro dispositivo electrónico adecuado, a través de una radiofrecuencia segura de corto alcance. Después de ello, un miembro de la empresa de servicios públicos equipado con el dispositivo remoto configurado para recibir la comunicación relacionada con la tensión parásita puede ser enviado a un sitio determinado para tener una anomalía potencial de tensión parásita con el fin de neutralizar la anomalía. Cabe señalar que lo antes mencionado se proporciona simplemente como medio ejemplar para la transmisión inalámbrica de datos relacionados con tensiones parásitas. En la presente invención se pueden emplear otros medios inalámbricos de transmisión y recepción adecuados.

El ordenador 136 u otro sistema informático adecuado puede proporcionar una GUI 138 para que un operador controle el funcionamiento del sistema sensor 100, particularmente los componentes de medición y procesamiento asociados con la DSU 110, y para monitorizar los datos del campo eléctrico medidos. Por ejemplo, un operador puede ajustar los valores de las constantes y factores de escalado utilizados en el procesamiento de detección y promediado para producir una alarma audible (descrita en detalle a continuación). El ordenador 136 también puede proporcionar un medio conveniente para almacenar una grabación o registro de los datos de campo y ubicación (GPS) medidos para su posterior revisión y/o análisis, como podría desearse para determinar cuándo y dónde existía una anomalía de tensión parásita.

La GUI 138 recibe datos, directa o indirectamente, procedentes de varios componentes descritos junto con el sistema sensor 100 y, por consiguiente, los muestra al operador con el fin de controlar y monitorizar la detección de anomalías de tensión parásita presentes en áreas patrulladas. La GUI 138 puede ser una interfaz basada en vídeo que tiene un dispositivo de visualización de vídeo. Los datos proporcionados a la GUI 138 proporcionan al operador de la interfaz la oportunidad de monitorizar y analizar visualmente los datos entrantes medidos por un sistema de detección de tensión parásita en la pantalla de vídeo.

La FIG. 3 es un diagrama esquemático de una DSU 110 según algunas realizaciones de la presente invención. En algunas realizaciones, tales como cuando la DSU 110 no tiene acceso a una referencia de tierra, la DSU 110 puede usar un sensor diferencial. La DSU 110 puede comprender dos electrodos de placa metalizada espaciados 110x - 110x (par de electrodos 110x), separados por una estructura aislante 302x. La estructura aislante 302x puede ser rígida de modo que la vibración u otro movimiento físico de la DSU 110 en presencia de campos estáticos y de baja frecuencia no provoque salidas espurias en la región de frecuencia de 60 Hz. Los electrodos 110x - 110x pueden conectarse a un amplificador 304. En algunas realizaciones, el amplificador 304 es un amplificador de alta impedancia de entrada (por ejemplo, aproximadamente 60 Tera-ohmios). La sensibilidad de la DSU 110 es función del tamaño y la separación de los electrodos de la placa.

La eficiencia y la sensibilidad de la DSU 110 pueden verse afectadas negativamente por interferencias procedentes de otros campos eléctricos. Otros dispositivos electrificados, tales como carteles de escaparates, dispositivos electrónicos o similares, pueden producir campos eléctricos de interferencia. Además, cuando las personas se mueven, por ejemplo, tal como peatones, tienden a generar cargas eléctricas en su ropa. Estos campos eléctricos antecedentes que interfieren causados por las cargas eléctricas asociadas con las personas generalmente ocurren en el intervalo de frecuencia de CC a 20 Hz. Los campos eléctricos que interfieren potencialmente antes mencionados

pueden producir cargas que pueden inducir una tensión en los electrodos 110x - 110x de la DSU 110, reduciendo así la sensibilidad de la DSU 110. Este problema puede mitigarse empleando retroalimentación en el amplificador 304 (es decir, el preamplificador diferencial analizado anteriormente) que reduce su sensibilidad a campos de baja frecuencia sin reducir la muy alta impedancia de entrada a 60 Hz que ayuda a darle al sistema sensor 100 su alta sensibilidad a campos de 60 Hz.

La FIG. 4 es un diagrama esquemático de una DSU 110 de tres ejes (triaxial) según algunas realizaciones de la presente invención. Se puede emplear una disposición de tres ejes para realizar mediciones del campo eléctrico en los ejes X, Y, y Z simultáneamente. La DSU 110, representada esquemáticamente en relación con una tapa de alcantarilla MHC, comprende tres pares de electrodos espaciados 110x - 110x, 110y - 110y, 110z - 110z (pares de electrodos 110x, 110y, 110z), del tipo mostrado en la FIG. 2 dispuestos en tres direcciones mutuamente ortogonales y cada una soportada por una estructura aislante 302x, 302y, 302z. Se puede asociar un amplificador 304 de alta impedancia de entrada con cada par de electrodos, y se puede incorporar en cualquier disposición de circuito diferencial, de circuito de un solo extremo, o una combinación de los mismos, según sea conveniente.

La FIG. 5 es un diagrama esquemático de la DSU 110 según algunas realizaciones de la presente invención. En algunas realizaciones, la DSU 110 puede comprender además al menos un par (se muestran tres) de electrodos auxiliares eléctricamente conductores 500x - 500x, 500y - 500y, 500z - 500z (pares de electrodos auxiliares 500x, 500y, 500z) además de los pares de electrodos 110x, 110y, 110z. Los pares de electrodos auxiliares 500x, 500y, 500z pueden soportarse de manera similar a los pares de electrodos 110x, 110y, 110z como se describió anteriormente. En algunas realizaciones, los electrodos auxiliares 500x - 500x, 500y - 500y, 500z - 500z pueden ser planos y estar dispuestos generalmente paralelos entre sí y fuera de los pares de electrodos 110x, 110y, 110z (más lejos del centro de la DSU 110) a lo largo de sus respectivos ejes.

Los electrodos auxiliares 500x - 500x, 500y - 500y, 500z - 500z pueden tener cualquier forma o tamaño adecuado para permitir mediciones precisas. En algunas realizaciones, los electrodos auxiliares 500x - 500x, 500y - 500y, 500z - 500z pueden ser más pequeños, del mismo tamaño o más grandes que los electrodos 110x - 110x, 110y - 110y, 110z - 110z. En algunas realizaciones, los electrodos auxiliares 500x - 500x, 500y - 500y, 500z - 500z tienen aproximadamente dos veces el tamaño de los electrodos 110x - 110x, 110y - 110y, 110z - 110z, y pueden estar dispuestos para definir un cubo que es aproximadamente dos veces más grande que el tamaño de un cubo definido por los pares de electrodos 110x, 110y, 110z. En algunas realizaciones, los electrodos auxiliares 500x - 500x, 500y - 500y, 500z - 500z pueden colocarse generalmente paralelos a los electrodos 110x - 110x, 110y - 110y, 110z - 110z, respectivamente.

En algunas realizaciones, por ejemplo cuando se utilizan pares de electrodos 500x, 500y, 500z, los pares de electrodos 500x, 500y, 500z son eléctricamente flotantes, es decir, no están conectados eléctricamente a ninguno de los pares de electrodos 110x, 110y, 110z o a la DSU 110 o al sistema sensor 100. Cuando no están conectados eléctricamente, los pares de electrodos auxiliares 500x, 500y, 500z pueden alterar el campo eléctrico, pero no afectan inaceptablemente la detección del mismo por los pares de electrodos 110x, 110y, 110z.

En algunas realizaciones, cuando se desea limitar o dirigir la sensibilidad de los pares de electrodos 110x, 110y, 110z, en una dirección particular, entonces uno o más de los electrodos auxiliares 500x - 500x, 500y - 500y, 500z - 500z, son conectados a uno o más de otros electrodos auxiliares 500x - 500x, 500y - 500y, 500z - 500z. Una de dichas conexiones consiste en realizar una conexión eléctrica entre los pares de electrodos auxiliares 500x, 500y, 500z que están en el mismo eje.

En algunas realizaciones, por ejemplo, cuando una fuente de alta tensión es aérea, como cuando las líneas de distribución de energía eléctrica de alta tensión son aéreas, los electrodos auxiliares 500z - 500z, que están espaciados a lo largo del eje Z (o vertical), pueden conectarse juntos mientras realizan mediciones de campo laterales (es decir, de adelante-atrás y de izquierda-derecha). Como resultado de esta conexión de electrodos auxiliares 500z - 500z, se evita que los campos orientados verticalmente, o al menos campos orientados principalmente de forma vertical, procedentes de fuentes aéreas tengan fugas o provoquen una salida de señal en los pares de electrodos 110x, 110y de los ejes X e Y, o al menos el efecto de tales campos orientados verticalmente sobre los pares de electrodos 110x, 110y de los ejes X e Y se reduzca sustancialmente. Además, el par de electrodos auxiliares 500z puede conectarse a un punto de referencia o a tierra, si está disponible. Alternativamente, cualquier par de electrodos auxiliares 500x, 500y, 500z se puede conectar juntos para alterar de manera similar la sensibilidad direccional.

En algunas realizaciones, por ejemplo, cuando una fuente de alta tensión está al lado, como cuando el equipo de distribución de energía eléctrica de alta tensión está cerca y junto al nivel del suelo, los dos pares de electrodos auxiliares 500x y 500y, que están espaciados a lo largo de los ejes X e Y (o laterales), pueden conectarse respectivamente entre sí mientras se realizan mediciones de campo verticales (es decir, eje Z). Como resultado de estas conexiones de pares de electrodos auxiliares 500x, 500y, se evita que los campos orientados lateralmente, o al menos campos orientados principalmente de forma lateral, de fuentes a nivel del suelo tengan fugas o provoquen una salida de señal sobre el par de electrodos 110z del sensor en el eje Z, o al menos se reduzca sustancialmente el efecto de dichos campos orientados lateralmente sobre el par de electrodos 110z del sensor en el eje Z. Además, y opcionalmente, los pares de electrodos auxiliares 500x, 500y pueden estar conectados a un punto de referencia, o a

tierra, si está disponible. Alternativamente, dos pares cualesquiera de electrodos auxiliares 500x, 500y, 500z pueden conectarse entre sí para aumentar de manera similar la sensibilidad direccional.

5 En algunas realizaciones, por ejemplo como se representa en la FIG. 6, los electrodos auxiliares 500x - 500x, 500y - 500y, 500z - 500z, pueden conectarse selectivamente entre sí mediante interruptores S1x, S1y, S1z, respectivamente. Los interruptores S1x, S1y y S1z son suficientes para proporcionar la función de conmutación seleccionable respectiva deseada para los pares de electrodos auxiliares 500x, 500y, 500z para permitir el direccionamiento selectivo de la sensibilidad de los pares de electrodos 500x, 500y, 500z, respectivamente. El control de los interruptores S1x, S1y, S1z se puede efectuar usando el ordenador 136 a través del DPS 112, activando los respectivos comandos de tipo palanca usando la GUI 138 del ordenador 136, aunque se pueden emplear otras disposiciones de control.

10 En cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente, cualquier par de electrodos 110x, 110y, 110z utilizado puede conectarse a un punto de referencia común, que podría ser tierra, si hay tierra disponible, o podría ser una línea de suministro de energía o una línea común de suministro de energía. o podría ser una estructura de vehículo. La referencia común puede ser cualquier punto de referencia que probablemente tenga un potencial relativamente fijo con respecto a los potenciales utilizados por el sistema sensor 100.

15 Aunque lo anterior describe una realización que comprende tener seis (tres pares de) electrodos 110x - 110x, 110y - 110y, 110z - 110z y seis (tres pares de) electrodos auxiliares 500x - 500x, 500y - 500y, 500z - 500z, tal cosa no es necesaria. Normalmente, cualquier número de pares de electrodos auxiliares que sea menor o igual al número de pares de electrodos puede proporcionar una disposición útil, y podría proporcionarse un mayor número de electrodos auxiliares. Por ejemplo, en una circunstancia en donde se omiten los electrodos 110z de detección de campo vertical, puede ser deseable conservar los electrodos auxiliares 500z para dirigir la sensibilidad para detectar campos no verticales.

20 La FIG. 7 es un diagrama esquemático de una DSU triaxial 110 montada en una disposición de cúpula de radar (radomo) según algunas realizaciones de la presente invención. Los electrodos 110x - 110x, 110y - 110y, 110z - 110z pueden colocarse como si estuvieran sobre las seis superficies de un cubo, o pueden estar soportados por una estructura 702 similar a un cubo. Además, la estructura similar a un cubo puede estar soportada adicionalmente, por una estructura 704 de soporte. La estructura 702 similar a un cubo y la estructura 704 de soporte pueden construirse de cualquier material adecuado que proporcione soporte estructural y no interfiera mecánica o eléctricamente con la DSU 110. Por ejemplo, la estructura 702 similar a un cubo o la estructura 704 de soporte puede comprender un material aislante, un plástico dieléctrico (por ejemplo, PVC), Styrofoam™, espuma de uretano, madera, madera contrachapada o similares. La estructura 704 de soporte puede emplearse para suspender el cubo a una distancia suficiente del vehículo que transporta la DSU 110 o de la superficie del suelo para que los efectos del movimiento del cubo, por ejemplo, debido al movimiento del vehículo, irregularidades de la superficie (pavimento), movimiento de suspensión del vehículo, y/o movimiento del soporte del cubo, sean relativamente pequeños con relación a la distancia desde el vehículo y desde el suelo.

35 Las FIGS. 8 - 8A son diagramas esquemáticos de una vista isométrica y de una vista superior de una DSU triaxial 110 montada en una disposición de radomo según algunas realizaciones de la presente invención. La DSU 110 comprende cuatro lados 832 unidos en las esquinas de un cubo. Cada uno de los lados 832 tiene forma trapezoidal que comprende una porción cuadrada que define un lado de un cubo y una porción triangular contigua 833 que sirve como miembro de refuerzo junto con la base 834 a la que se sujetan los lados 832. La base 834 es un cuadrado que tiene una longitud lateral sustancialmente la dimensión de punta a punta de los lados adyacentes 832, con las puntas en las esquinas de la base 834. Una parte superior cuadrada 838 está sujeta a los lados 832. Internamente a la DSU 110 hay un par de refuerzos sustancialmente rectangulares 836 que se intersecan sustancialmente de forma perpendicular y se fijan en las líneas medias de los lados respectivos 832, y a la base 834 y la parte superior 838. Se pueden prever refuerzos adicionales 839 en las esquinas de la DSU 110 en un ángulo dentro de las esquinas definidas por los refuerzos 833 y sus respectivos lados adyacentes 832.

45 En las realizaciones descritas anteriormente con respecto a las FIGS. 7 y 8A - B, amplificadores de alta impedancia de entrada (no mostrados) asociados con los tres pares de electrodos 110x - 110x, 110y - 110y, 110z - 110z pueden disponerse dentro del cubo definido por los electrodos 110x - 110x, 110y - 110y, 110z - 110z.

50 Aunque se ha descrito anteriormente una disposición cúbica de electrodos 110x - 110x, 110y - 110y, 110z - 110z, se pueden emplear otras disposiciones no cúbicas, por ejemplo, una disposición sólida rectangular o una disposición esférica. Asimismo, aunque se muestran los electrodos cuadrados 110x - 110x, 110y - 110y, 110z - 110z, los electrodos 110x - 110x, 110y - 110y, 110z - 110z pueden ser circulares, rectangulares, hexagonales o de cualquier otra forma adecuada.

55 En algunas realizaciones, como las que se representa en la FIG. 9, la DSU 110 puede montarse en una base 902 de bastidor de soporte que está montada en un vehículo, tal como directamente en un automóvil o camión, o en un remolque 904 con ruedas capaz de ser remolcado por un vehículo. La base 902 del bastidor de soporte puede construirse de cualquier material adecuado que proporcione soporte estructural y no interfiera mecánica o eléctricamente con la DSU 110, tal como un material aislante, un plástico dieléctrico (por ejemplo, PVC), madera,

madera contrachapada o similar. En algunas realizaciones, la base 902 del bastidor de soporte puede construirse de madera para proporcionar una estructura rígida, al mismo tiempo que proporciona amortiguación para que se puedan evitar resonancias cercanas a 60 Hz. En algunas realizaciones, se pueden emplear otros materiales aislantes de manera consistente con la alta impedancia de entrada de los preamplificadores diferenciales para electrodos 110x - 110y, 110y - 110y, 110z - 110z.

La base 902 del bastidor de soporte puede comprender un bastidor compartimentado 962 que tiene unas caras superior e inferior que pueden llenarse con lastre. El bastidor compartimentado 962 puede llenarse con una cantidad suficiente de lastre para acercarse al límite de peso de carga para el remolque 904, por ejemplo, aproximadamente 45,36 Kg (100 libras) por debajo del límite de peso, para reducir la frecuencia natural del remolque 904 y su suspensión. En algunas realizaciones, la base 902 del bastidor de soporte está montada en la plataforma del remolque 904 mediante cuatro aisladores 966 de vibración opcionales ubicados respectivamente en cada una de las cuatro esquinas de la base 902 del bastidor de soporte para reducir la frecuencia natural muy por debajo de 60 Hz, por ejemplo, a aproximadamente 12,5 Hz.

En algunas realizaciones, la base 902 del bastidor de soporte se monta directamente en la plataforma del remolque 904 y la DSU 110 está en voladizo detrás del remolque 904 sobre una estructura 906 de soporte que comprende al menos un estabilizador (se muestran dos) 942 que se extienden hacia atrás de modo que la DSU 110 se coloca detrás del remolque 904. En algunas realizaciones, la DSU 110 puede colocarse lo suficientemente alejada del remolque 904 como para eliminar o reducir la interferencia procedente de superficies metálicas o fuentes eléctricas en el remolque 904. En algunas realizaciones, la DSU 110 está colocada desde aproximadamente 0,9 hasta aproximadamente 1,6 metros (aproximadamente 3 a aproximadamente 5 pies) desde la parte trasera de la base 902 del bastidor de soporte y el remolque 904, y aproximadamente 0,9 a aproximadamente 1,6 metros (aproximadamente 3 a aproximadamente 5 pies) por encima del suelo (por ejemplo, pavimento).

Los estabilizadores 942 pueden comprender además al menos uno (se muestran dos) miembros transversales 944 para proporcionar resistencia adicional. Las partes traseras del remolque 904, tales como el travesaño trasero, pueden retirarse para separar aún más la DSU 110 del metal que podría distorsionar el campo que se está detectando.

En algunas realizaciones, se podrían emplear estabilizadores fijos o telescópicos u otra forma de estabilizador o extensión plegable para que la DSU 110 pueda acercarse al vehículo (es decir, almacenarse) para el tránsito y alejarse del vehículo (es decir, desplegarse) para su operación para facilitar el ajuste de la sensibilidad de la DSU 110.

Aunque se describe un sistema sensor 100 montado en un vehículo, se contempla que el aparato que emplea las disposiciones y métodos descritos en la presente memoria pueda preverse en una caja o mochila que podría ser transportada por una persona. En tales realizaciones, el ordenador 136 puede ser un asistente digital personal u otro dispositivo pequeño.

Las FIGS. 10-21 ilustran visualizaciones ejemplares que pueden preverse en el dispositivo de visualización de vídeo de la GUI 138 para monitorizar y controlar el funcionamiento del sistema sensor 100, según algunas realizaciones de la presente invención. Para comprender mejor la invención, el lector debe consultar las FIGS. 10-21 simultáneamente.

Como se describió anteriormente, la GUI 138 puede preverse sobre un ordenador 136. Al iniciar la GUI 138 del sistema de sensor 100, por ejemplo, seleccionando o haciendo clic en un icono mostrado en el "escritorio" previsto en una monitor de un ordenador 136, un programa informático para proporcionar la GUI 138 inicializará un dispositivo de visualización principal 1000, como se ilustra en la FIG. 10. La GUI 138 puede ejecutarse en un ordenador 136 que ejecute cualquier sistema operativo adecuado, tal como Microsoft Windows®, linux®, Ms-Dos®, Mac OS®, o similares, para proporcionar información visual o audible con respecto a la detección de anomalías de tensión parásita en un campo eléctrico con respecto a un valor umbral manual seleccionado por el usuario o a un valor umbral determinado automáticamente.

El dispositivo principal 1000 de visualización proporciona a una interfaz de usuario un entorno de monitorización en tiempo real del área que se está patrullando para detectar anomalías de tensión parásita. El dispositivo principal 1000 de visualización puede estar compuesto de un dispositivo 1002 de visualización de vídeo y un panel 1004 de control. Se pueden proporcionar mediciones de campo eléctrico en tiempo real y fotogramas de vídeo del entorno patrullado en el dispositivo 1002 de visualización de vídeo, que se complementa con un trazado gráfico que tiene un eje x 1002x indicativo de la distancia lineal recorrida por el vehículo patrulla frente a un eje y 1002y indicativo de la intensidad de la señal del campo eléctrico medido asociado con varias ubicaciones del vehículo patrulla. Para iniciar el sistema de detección y monitorización del sistema sensor 100, el usuario de la interfaz puede seleccionar una opción 1006 de comando de ejecución proporcionada en el dispositivo principal 1000 de visualización.

La opción 1006 del comando de ejecución, cuando se selecciona, solicitará que se introduzca información en una pantalla de identificación inicial. La pantalla de identificación inicial puede ser, por ejemplo, el dispositivo 1100 de visualización de inicio de sesión del sistema de la FIG. 11. El dispositivo 1100 de visualización de inicio de sesión del sistema puede solicitar al operador de la interfaz que proporcione un nombre de usuario en el campo 1102, un nombre de vehículo de patrulla en el campo 1104 y un número de vehículo de patrulla en el campo 1106 con el fin de autorizar

el acceso a los controles operativos y de monitorización del sistema sensor 100. Cuando el operador de la interfaz ha proporcionado la información requerida en los campos 1102, 1104 y 1106, el operador de la interfaz puede entonces seleccionar la opción 1108 de comando de inicio de sesión para proseguir con la verificación del sistema de acceso autorizado al sistema sensor 100. De manera similar, el operador de la interfaz puede seleccionar la opción 1110 de comando de cancelar para terminar los procedimientos de inicio de sesión para el sistema sensor 100.

Tras un inicio de sesión satisfactorio en el dispositivo 1100 de visualización, se inicia el muestreo de datos y el dispositivo principal 1000 de visualización se llena con datos del sensor, como se ilustra en el dispositivo principal 1000 de visualización de la FIG. 12. Los datos del sensor se proporcionan en el dispositivo 1002 de visualización de video, que puede proporcionarse en un formato de pantalla dividida para mostrar múltiples fotogramas de imágenes de video (uno de cada cámara). Múltiples vistas 1202, 1204 de pantalla dividida pueden mostrar fotogramas de imágenes de vídeo recibidos desde una o más cámaras contenidas en la ISU 106. Por ejemplo, como se describió anteriormente con respecto a la FIG. 1, un vehículo patrulla puede estar equipado con dos cámaras colocadas en lados opuestos para proporcionar fotogramas de imágenes de vídeo correspondientes desde ambos lados de la trayectoria de desplazamiento del vehículo patrulla. Aunque el dispositivo principal 1000 de visualización de la FIG. 12 se muestra con dos pantallas divididas 1202 y 1204, se pueden incorporar pantallas divididas adicionales en el dispositivo 1002 de visualización de video para facilitar la utilización de más de dos cámaras.

Se proporcionan tres líneas de trazado, un trazado 1206 de medición del campo eléctrico sin procesar, un trazado 1208 de umbral adaptativo establecido con relación al nivel de ruido ambiental o de fondo local y un trazado suavizado 1210 junto con el trazado gráfico superpuesto sobre los fotogramas de imágenes de vídeo mostrados en el dispositivo 1002 de visualización de vídeo. El trazado 1208 de umbral adaptativo se genera a partir de los datos recopilados antes y después de que la DSU 110 detectara la tensión sin procesar. El trazado suavizado 1210 es una versión suavizada del trazado 1206 de medición del campo eléctrico sin procesar que se ha filtrado para eliminar contenido espurio. Se indica una tensión parásita potencial cuando el trazado suavizado 1210 excede el trazado 1208 de umbral adaptativo.

El panel 1004 de control del dispositivo principal 1000 de visualización proporciona al operador de la interfaz una pluralidad de opciones de monitorización y control. Una vista ampliada del panel 1004 de control, como se ilustra en la FIG. 12, se proporciona y describe con respecto a la FIG. 13. El panel 1004 de control puede incluir un indicador 1302 de monitor del sistema, un indicador 1304 de umbral de audio y un indicador 1306 de repetición de audio. Además, una opción 1308 de comando de borrado, una opción 1310 de comando de suspensión, una opción 1312 de comando de preferencias, una opción 1314 de comando de captura de eventos y una opción 1316 de comando de parada se proporcionan al operador de la interfaz en el panel 1004 de control. El panel 1004 de control también puede proporcionar información en un dispositivo 1318 de visualización de latitud, un dispositivo 1319 de visualización de longitud, un dispositivo 1320 de visualización de dirección, un dispositivo 1322 de visualización de intensidad de señal, un dispositivo 1324 de visualización de velocidad y un dispositivo 1326 de visualización de formato completo de fecha.

Los indicadores 1302, 1304 y 1306 pueden ser indicadores visuales, configurados para cambiar de color o parpadear al satisfacer los criterios programados previamente. El indicador 1302 del monitor del sistema puede ser de color verde cuando funciona dentro de las especificaciones del sistema. Cuando se detecta un problema en conexión con la GUI 138, el indicador 1302 del monitor del sistema puede volverse amarillo para notificar al operador de la interfaz que existe un problema, tal como falta de señal de GPS. En este caso, no se puede mostrar información de latitud, longitud o dirección, respectivamente, en los dispositivos 1318, 1319 y 1320 de visualización. Otro posible desencadenante indicativo de un problema es la falta de datos de video o de medición de campo eléctrico, en donde no habría ningún fotograma de imágenes de vídeo. o lecturas de medición en el dispositivo 1002 de visualización de video. Otros problemas potenciales que pueden activar el indicador 1302 pueden ser espacio en disco agotado para registrar eventos capturados (descritos en detalle a continuación) o pérdida de comunicación entre el DPS 112 y la GUI 138.

La generación de una señal de salida de tono audible que tiene un tono que es proporcional a la intensidad de la señal del campo eléctrico medido puede proporcionarse como una herramienta junto con las capacidades de monitorización proporcionadas en la GUI 138 para ayudar al operador de la interfaz a determinar la fuente y el peligro potencial de anomalías de tensión parásita. En algunas realizaciones, el valor umbral de audio es indicativo del nivel de tensión mínimo requerido para activar un tono de notificación audible. Por ejemplo, se puede preestablecer como valor predeterminado un valor de alerta de audio óptimo para identificar anomalías de tensión parásita, minimizando al mismo tiempo el número de detecciones falsas. Los ajustes predeterminados pueden representarse mediante el indicador 1304 de umbral de audio que es, por ejemplo, de color verde.

Sin embargo, el operador de la interfaz puede ajustar las configuraciones de umbral predeterminadas proporcionadas con relación al tono de notificación audible si una cantidad excesiva de ruido de fondo interfiere con las notificaciones precisas o eficientes. Al seleccionar la opción 1312 de comando de preferencias proporcionada en el panel 1004 de control, el operador de la interfaz podría ser provisto de un dispositivo 1400 de visualización de preferencias, como se ilustra en la FIG. 14, para modificar valores asociados al tono audible. Allí, el operador de la interfaz podría aumentar el valor umbral, utilizando el botón 1402 de aumento del umbral de audio y el botón 1404 de disminución, para minimizar o eliminar los tonos audibles falsos que se generan debido a un entorno ruidoso en un entorno patrullado. Cualquier cambio realizado en el valor de umbral audible predeterminado en el dispositivo 1400 de visualización de preferencias puede representarse mediante el indicador 1304 de umbral audible en el panel 1004 de control que se

vuelve amarillo. El cambio de color informa al operador de la interfaz de que el tono de notificación audible está funcionando según los valores definidos por el usuario, no con los valores por defecto definidos por el sistema.

Características adicionales que pueden proporcionarse en el dispositivo 1400 de visualización de preferencias de la FIG. 14, pueden ser una opción 1406 de tiempo de suspensión de audio, un interruptor 1408 de palanca del eje x, un conmutador 1410 de palanca del eje y, una opción 1414 de seguimiento y una opción 1416 de cadena de DSP. La opción 1406 de tiempo de suspensión de audio especifica en segundos durante cuánto tiempo se suspenden las alertas de audio cuando se presiona un botón 1306 de suspensión. El botón 1306 de suspensión puede ser verde cuando se proporcionan valores por defecto en el dispositivo de visualización de la opción 1406 de tiempo de suspensión del dispositivo 1400 de visualización de preferencias. Sin embargo, de manera similar al indicador 1304 de umbral de audio, el botón 1306 de repetición también puede incluir un indicador de color que cambia, por ejemplo, a amarillo cuando el tiempo de suspensión predeterminado ha sido cambiado en el dispositivo 1400 de visualización de preferencias. Los conmutadores 1408 y 1410 de palanca permiten al operador de la interfaz ajustar, respectivamente, la escala usada en el eje x 1002x, que mide en pies la distancia recorrida desde la última captura de evento, y en el eje y 1002y, que mide en decibelios la intensidad de la señal del campo eléctrico, en el dispositivo 1002 de visualización de vídeo. La opción 1414 de seguimiento, cuando se selecciona, permite el escalado logarítmico de todos los valores del eje y 1002 para garantizar que los valores sean fácilmente legibles y que líneas de trazado completas aparezcan dentro del dispositivo 1002 de visualización de vídeo del dispositivo principal 1000 de visualización. La opción 1416 de cadena DSP puede proporcionarse como un medio para mostrar datos relacionados con el procesamiento, cuando se selecciona, para resolver problemas del sistema sensor 100.

Los valores predeterminados para las preferencias del sistema identificadas en el dispositivo 1400 de visualización pueden restaurarse seleccionando una opción 1418 de comando de restauración de valores predeterminados. Las preferencias definidas de otro modo pueden guardarse y ejecutarse seleccionando una opción 1420 de comando "OK". Alternativamente, si el operador de la interfaz decide no realizar ningún cambio, entonces se puede seleccionar una opción 1422 de comando "CANCELAR". La selección de cualquiera de las opciones 1420 o 1422 de comando devolverá al operador de la interfaz al dispositivo 1000 de visualización.

A medida que el vehículo patrulla atraviesa un entorno, se pueden mostrar al operador de la interfaz datos sincronizados de transmisión en directo de la intensidad del campo eléctrico superpuestos sobre los fotogramas de vídeo correspondientes de la escena que se está atravesando en el momento de la medición en el dispositivo 1002 de visualización de vídeo del dispositivo principal 1000 de visualización. Además, la información correspondiente de latitud y longitud relacionada con el vehículo de patrulla es recibida por el receptor 142 GPS y se proporciona, respectivamente, para mostrar los campos 1318 y 1319. También se puede proporcionar una dirección correspondiente a las lecturas de latitud y longitud proporcionadas en los campos 1318 y 1319 de visualización en el campo 1320 de visualización. Se puede proporcionar un valor de intensidad de señal en el campo 1322 de visualización. La velocidad del vehículo patrulla se puede presentar en el campo 1324 de visualización, junto con los datos actuales y el formato completo de fecha en el campo 1326 de visualización. El operador de la interfaz puede suspender temporalmente muestreo de datos en cualquier momento seleccionando una opción 1310 de comando de suspensión, borrar los datos recibidos seleccionando una opción 1308 de comando de borrado o salir completamente del sistema GUI 138 seleccionando una opción 1316 de comando de parada proporcionada en el panel 1004 de control del dispositivo principal 1000 de visualización.

A medida que el operador de interfaz monitoriza los datos de transmisión en directo entrantes en el dispositivo 1002 de visualización de vídeo, también se le presenta una alerta de tono variable que está configurada para alertar al operador de la interfaz de fluctuaciones y/o picos detectados en lecturas de campo eléctrico medidas que exceden un umbral definido. Por lo tanto, cuando se detecta una anomalía potencial, representada por ejemplo por un ascenso-pico-caída en el tono de alerta, un pico visual correspondiente en el trazado 1206 de tensión sin procesar, un valor de intensidad de señal alto en el campo 1322 de visualización de intensidad de señal o una combinación de los mismos, El operador de la interfaz puede seleccionar una opción 1314 de comando de captura de eventos con el fin de agrupar información adicional para revisar la anomalía de tensión parásita potencialmente detectada. Por lo tanto, cuando el operador de la interfaz selecciona la opción 1314 de comando de captura de eventos en el panel 1004 de control del dispositivo principal 1000 de visualización, se le puede presentar un dispositivo 1500 de visualización de recopilación de datos y un dispositivo 1600 de visualización de captura de eventos ilustrados, respectivamente, en las FIGS. 15 y 16. El dispositivo 1500 de visualización de recopilación de datos solicita al operador de la interfaz que continúe conduciendo el vehículo patrulla durante una distancia predefinida (por ejemplo, 12,19 m (40 pies) adicionales después de la selección de la opción 1314 de comando de captura de eventos) para recoger suficiente información de muestreo de datos para analizar completamente el ruido de fondo asociado con el evento capturado. Se puede prever una barra 1502 de progreso en el dispositivo 1500 de visualización para informar al usuario de la interfaz de la distancia restante de desplazamiento requerida. Una vez completado el proceso de recopilación de información adicional, representado por la barra 1502 de progreso, el operador de la interfaz puede detener la recopilación de datos de transmisión por la GUI 138 y proseguir al dispositivo 1600 de visualización de captura de eventos para analizar el evento capturado. La recopilación de datos de transmisión se puede detener o pausar deteniendo el vehículo de patrulla. Alternativamente, la recopilación de información adicional relacionada con el evento capturado puede terminarse opcionalmente antes, mediante la selección de una opción 1504 de comando de cancelación, para permitir que el operador de la interfaz

proceda a revisar el evento capturado en el dispositivo 1600 de visualización de captura de eventos sin recopilar información adicional.

Después de recorrer la distancia adicional indicada por el dispositivo 1500 de visualización y detener el vehículo patrulla, se puede procesar el tratamiento de datos relacionados con la captura del evento (por ejemplo, mediante la DSU 110) y se puede presentar un segundo tono de alerta distintivo (por ejemplo, un sonido similar a un timbre) al operador de la interfaz si se determina que la medición capturada procesada no es una falsa alarma. Después de ello, el operador de la interfaz podría examinarse más a fondo la anomalía potencial detectada en el dispositivo 1600 de visualización de captura de eventos, como se ilustra en la FIG. 16. De manera similar al dispositivo principal 1000 de visualización, el dispositivo 1600 de visualización de captura de eventos proporciona un dispositivo 1602 de visualización de video y un panel 1604 de control de reproducción. Se pueden prever pestañas 1603a y 1603b de desplazamiento de escena en lados opuestos del dispositivo 1602 de visualización para permitir que el operador de la interfaz vea imágenes de video capturadas y sus correspondientes mediciones de campo eléctrico en las distintas posiciones recorridas por la patrulla. El dispositivo 1600 de captura de eventos también puede proporcionar un indicador preciso 1601 que puede colocarse en cualquier parte del dispositivo 1602 de visualización de video para mostrar datos y video para una ubicación diferente. Los datos mostrados en el panel 1604 de control de reproducción (descrito a continuación) corresponden a la posición aplicada del indicador 1601. Por ejemplo, si el operador de la interfaz desea ver datos de medición y video asociados con una posición 68,58 m (225 pies) antes del movimiento, el operador de la interfaz podría usar pestañas desplazables 1603a y 1603b de escena para mover el indicador 1601 de localización a la ubicación deseada en el dispositivo 1602 de visualización de vídeo.

El dispositivo 1600 de visualización de captura de eventos permite al operador de la interfaz examinar más de cerca las anomalías potencialmente detectadas proporcionando un análisis de reproducción del evento capturado. Más específicamente, el operador de la interfaz puede comparar el trazado 1206 de tensión sin procesar y el trazado 1208 de umbral adaptativo para ayudar a identificar el objeto mostrado en el fotograma de imagen correspondiente como el más probable de ser la fuente de la anomalía. En el dispositivo 1600 de visualización de captura de eventos, las tres líneas de trazado pueden alinearse para permitir que el operador de interfaz busque puntos donde el trazado suavizado 1210 excede el trazado 1208 de umbral adaptativo. Esto indica que existe un pico por encima del ruido de fondo promediado y, por lo tanto, la existencia de una anomalía.

Vistas ampliadas de una anomalía de tensión parásita detectada tal como se pueden proporcionar en el dispositivo 1602 de visualización de vídeo del dispositivo 1600 de visualización de captura de eventos de la FIG. 16 se ilustran junto con las FIGS. 17-18. En la Fig. 17, el indicador preciso 1601 está colocado cerca del pico de máximo en el trazado 1206 de tensión sin procesar. Todos los datos del sensor relacionados con esta posición particular se proporcionan al operador de interfaz en el panel 1604 de control de reproducción. Como se puede ver cerca del máximo en el trazado 1206 de tensión sin procesar, el trazado suavizado 1210 excede del trazado 1208 de umbral adaptativo, lo que es indicativo de una anomalía potencialmente peligrosa en la escena capturada. Cuando el indicador preciso 1601 se coloca sobre el pico de un máximo, el objeto más centrado en un fotograma de video en el dispositivo 1602 de visualización de video es probablemente la fuente de la anomalía detectada. Una vista ampliada aislada, como se ilustra en la FIG. 18, del fotograma de imagen de video mostrado en el dispositivo 1602 de visualización de video del dispositivo 1600 de visualización de captura de eventos, se puede proporcionar, en donde se puede ver que un objeto 1800 más centrado en el fotograma de video es probablemente la fuente de la anomalía detectada. El fotograma de imagen de vídeo se puede aislar y ampliar seleccionando una opción 1906 de comando de pantalla completa (descrita a continuación con respecto a la FIG. 19) desde el panel 1604 de control de reproducción.

En la FIG. 19 se ilustra una vista ampliada del panel 1604 de control de captura de eventos. El panel 1604 de control de captura de eventos está comprendido de una opción 1902 de comando de reproducción, una opción 1904 de comando de pausa, una opción 1906 de comando de pantalla completa, una opción 1908 de preferencias y una opción 1910 de visualización principal. La opción 1902 de comando de reproducción puede permitir al operador de la interfaz reproducir un videoclip seleccionado a partir de una sección 1916 de eventos guardados. De manera similar, la opción 1904 de comando de pausa puede permitir al operador de la interfaz pausar la reproducción del videoclip seleccionado de la sección 1916 de eventos guardados. La opción 1906 de comando de pantalla completa puede permitir al operador de la interfaz alternar entre imágenes de video de pantalla completa e imágenes de video de tamaño proporcionadas. La opción 1908 de comando de preferencias puede proporcionar al operador de la interfaz opciones adicionales de reproducción y revisión que no se muestran en el panel 1604 de control de reproducción. Por ejemplo, la opción 1908 de comando, cuando se selecciona, puede proporcionar preferencias relacionadas con la comunicación inalámbrica de eventos capturados para enviar un equipo remoto. La opción 1910 de visualización principal puede permitir que el operador de la interfaz vuelva a la pantalla principal 1000. También se puede proporcionar una opción 1912 de deshabilitar el trazado, en donde los trazados pueden eliminarse para una vista más clara de los objetos de la escena mostrados en el dispositivo 1002 de visualización de vídeo cuando se selecciona la opción 1912.

Una vez que el operador de la interfaz ha confirmado una anomalía de tensión parásita detectada y se ha determinado que un objeto es la fuente probable de la anomalía, el operador de la interfaz puede proceder a registrar información relacionada con el objeto en una sección 1918 de objetos del panel 1604 de control de reproducción. La FIG. 20 proporciona una vista ampliada de la sección 1918 de objetos. Un objeto ambiental o nombre de infraestructura puede enumerarse en un menú desplazable 2002 de objetos predefinidos o puede ser definido por el operador de la interfaz

usando un campo 2004 de identificación de objeto. El operador de la interfaz puede luego añadir el objeto identificado en el menú desplegable 2002 de objetos predefinidos, o el campo 2004 de identificación de objeto hasta un campo 2008 de objeto seleccionado usando, respectivamente, una opción 2006 de comando de añadir o una opción 2003 de comando de añadir. Un objeto añadido identificado en el campo 2008 de objeto seleccionado también puede eliminarse seleccionando una opción 2007 de comando de eliminar. El operador de la interfaz puede proporcionar notas, comentarios e instrucciones adicionales utilizando un campo 2010 de comentarios. Por ejemplo, el operador de la interfaz puede identificar una farola de alumbrado público, en el campo 2008 de objeto seleccionado, como la fuente potencial de una anomalía de tensión parásita detectada e instruir, en el campo 2010 de comentarios, la necesidad de enviar inmediatamente un equipo de servicios públicos al sitio para neutralizar la fuente. Además, la GUI 138 está configurada de modo que si se determina que hay múltiples objetos presentes en una escena donde se detectó una anomalía, el operador de la interfaz puede identificar los múltiples objetos en el campo 2008 de objeto seleccionado. El operador de la interfaz puede entonces seleccionar una opción 1914 de comando de guardar evento para registrar el origen del objeto identificado de la anomalía, los comentarios asociados con respecto a la anomalía y la información de ubicación de la anomalía para futura referencia y análisis del evento de anomalía capturado en la sección 1916 de eventos guardados. A partir de entonces, el operador de la interfaz puede regresar al dispositivo principal 1000 de visualización, mediante la opción 1910 de comando, y reiniciar el movimiento del vehículo de patrulla para reiniciar el muestreo de datos de la escena que está siendo atravesada.

La FIG. 21 es una vista ampliada de la sección 1916 de eventos guardados. Los eventos capturados que han sido guardados previamente por el operador de la interfaz pueden verse en la sección 1916 de eventos guardados seleccionando un archivo de eventos guardados del listado 2102 de eventos. Para abrir un evento guardado proporcionado en el listado 2102 de eventos, el operador de la interfaz, o cualquier otro usuario autorizado, puede seleccionar el evento deseado y luego seleccionar una opción 2104 de comando de carga de evento. Cuando se carga el evento deseado, el dispositivo 1600 de visualización se llena con todos los datos relacionados con el evento seleccionado (ej., información de ubicación, identificación de objetos, comentarios, fotograma de imagen de vídeo capturado y datos de medición correspondientes). Para reproducir el vídeo asociado con un evento cargado, el operador de la interfaz puede mover el indicador 1601 de localización a la ubicación inicial deseada en el dispositivo 1602 de visualización de vídeo en donde desea comenzar a ver y seleccionar la opción 1902 de comando de reproducción.

La información que se ha completado, por ejemplo, en la sección 1918 de objetos, puede ser editada. Por ejemplo, si se determina que un objeto previamente identificado como la fuente de una anomalía de tensión parásita no es de hecho la fuente de la anomalía, el campo 2008 de objetos seleccionados puede ser editado usando los comandos 2006 y 2007 para, respectivamente, añadir una nueva fuente y eliminar la fuente inexacta. Una vez que se han realizado los cambios, el operador de la interfaz puede seleccionar una opción 2106 de comando de actualización para guardar la nueva información en conexión con el evento previamente guardado.

Cuando se guarda un evento, la GUI 138 se puede configurar para generar una entrada de base de datos para el evento guardado y crear archivos separados para vídeo y datos relacionados con el sensor correspondiente. Por ejemplo, la GUI 138 puede configurarse para crear un archivo AVI para almacenar imágenes de vídeo y un archivo XML para almacenar todos los demás datos relacionados con el sensor. Estos archivos pueden guardarse en un disco duro (por ejemplo, componente de memoria) y recuperarse cuando se selecciona y carga el evento correspondiente usando el panel 1604 de control de reproducción en el dispositivo 1600 de visualización de captura de eventos. Si se determina que los eventos guardados ya no son necesarios o han sido archivados en otro lugar, o alternativamente, si se necesita espacio de almacenamiento adicional, el operador de la interfaz puede borrarlos usando las opciones 2108 y 2110 de comando previstas en la sección 1916 de eventos guardados del panel 1604 de control de reproducción.

Una representación ilustrativa de las etapas generales empleadas en el uso de la GUI 138 del sistema sensor 100 para monitorizar y controlar la detección de una anomalía de tensión parásita se describe con referencia al diagrama de flujo de la FIG. 22. Como se describió anteriormente, la monitorización de los datos de transmisión en directo mostrados en el dispositivo 1002 de visualización de vídeo de la GUI 138 se inicia, en la etapa 2202, proporcionando información de inicio de sesión del usuario en la etapa 2204. Si la información de inicio de sesión proporcionada en el dispositivo 1100 de visualización de la FIG. 11 se determina que es para un usuario autorizado, entonces la GUI 138 puede comenzar a muestrear datos y proporcionar una salida visual de datos en transmisión en directo, en la etapa 2208, en el dispositivo principal 1000 de visualización, que puede ser accionada por el movimiento del vehículo patrulla equipado con el sistema sensor 100.

La GUI 138 del sistema sensor 100 puede avisar de forma audible, mediante un tono de alerta de tono variable, y visualmente, mediante un pico en los trazados proporcionados en el dispositivo 1002 de visualización gráfico de vídeo, al operador de la interfaz tras la detección de una anomalía de tensión parásita en la etapa 2210. Cuando se realiza una detección inicial de una anomalía potencial en la etapa 2210, el operador de interfaz puede decidir capturar el evento seleccionando la opción 1314 de comando de captura de evento prevista en el panel 1004 de control del dispositivo principal 1000 de visualización en 2214. En respuesta a la instrucción iniciada por el usuario para capturar un evento, se pueden ejecutar el procesamiento para recopilar información adicional acerca del evento capturado y se puede proporcionar una notificación de alerta adicional al operador de la interfaz en 2216, indicando al operador de la

interfaz que el procesamiento posterior del evento capturado es probablemente una anomalía de tensión parásita.

Los controles de reproducción se proporcionan al operador de la interfaz, en la etapa 2218, mediante el panel 1604 de control en el dispositivo 1600 de visualización de captura de eventos de la FIG. 16. Después de que el operador de la interfaz haya tenido la oportunidad de revisar la información relacionada con el evento capturado, así como de identificar la fuente que emite la anomalía de tensión parásita, puede registrar el evento en la etapa 2220. A partir de entonces, el operador de la interfaz puede elegir reanudar el muestreo de datos del área que se está patrullando en 2224, reiniciando así la recepción de datos de transmisión en directo en el dispositivo principal 1000 de visualización. La GUI 138 puede pasar a un modo de espera, en la etapa 2226, si no se realiza ninguna acción después de un período de tiempo predeterminado o, alternativamente, si el operador de interfaz elige suspender el muestreo de datos seleccionando, por ejemplo, suspender la opción 1310 de comando en el panel 1004 de control del dispositivo 1000 de visualización.

Las FIGS. 23 y 23A son representaciones gráficas de un perfil de campo eléctrico teórico y de un perfil de campo eléctrico medido, respectivamente. La abscisa de las mismas representa la distancia x (en unidades arbitrarias) y la ordenada de las mismas representa el campo eléctrico normalizado en función de la distancia $F(x)$.

La señal de salida procedente de la DSU 110 descrita en la presente memoria puede contener una cantidad considerable de ruido debido a la detección de un campo eléctrico de fondo de 60 Hz. Debido al movimiento de la DSU 110 en este campo de fondo, la amplitud de la señal de ruido de fondo producida por él cambia constantemente, incluso cuando la intensidad del campo eléctrico de fondo es constante. Además, el movimiento de la DSU 110 en cualquier campo eléctrico (incluso un campo estático, tal como uno generado por el flujo de aire sobre la superficie de un neumático de vehículo) da como resultado la modulación de dicho campo y, en general, la generación de una señal fantasmal de 60 Hz. En tales circunstancias, discriminar entre un campo eléctrico de tensión parásita legítimo y el ruido de fondo resulta difícil y requiere una formación prolongada del operador, combinada con un alto nivel de concentración del operador durante el funcionamiento del equipo.

Un método para discriminar automáticamente entre una señal de tensión parásita legítima y el ruido de fondo puede complementar el procesamiento y reducir el estrés impuesto al operador. El método descrito se basa en la ley de Coulomb, que establece que la magnitud del campo eléctrico de una carga puntual es directamente proporcional a la carga (Q) e indirectamente proporcional al cuadrado de la distancia (r) a la carga puntual: $E=kQ/r^2$, donde la proporcionalidad se indica mediante una constante seleccionable (k).

Considerando la geometría, donde la DSU 110 pasa la carga puntual en una línea recta a una distancia mínima de R (ya sea directamente por encima de la carga puntual o al lado de la carga o ambos), la magnitud del campo eléctrico en función de la distancia x desde el enfoque más cercano (x es igual a 0) viene dada por: $E(x)=kQ/(R^2+x^2)$.

Cualitativamente, el perfil teórico $F(x)$ del campo eléctrico a medida que pasa la DSU 110 se representa en la FIG. 22 y concuerda muy bien con las mediciones reales del perfil $F(x)$ de campo eléctrico como se muestra en la FIG. 23A que se hicieron usando un DSU 110 como se describe en la presente memoria.

Aunque se desconoce la ubicación de la fuente de una anomalía o condición de tensión parásita, la característica de la variación $F(x)$ observada del campo eléctrico en el tiempo sigue siendo la misma y, por lo tanto, si se normaliza con respecto al tiempo y la amplitud, puede ser discriminada de otras fluctuaciones temporales de la señal (ruido). La normalización en el tiempo se logra variando la tasa a la que se vuelve a realizar la Transformada Rápida de Fourier (FFT) del campo eléctrico detectado en función de la velocidad lateral de la DSU 110, por ejemplo, la velocidad del vehículo en donde está montada la DSU 110. La normalización de la amplitud se logra observando la relación entre la amplitud de una muestra nueva del campo eléctrico detectado y un promedio que se ejecuta a partir de las amplitudes de todas las muestras anteriores de la misma.

Específicamente, la normalización en el tiempo se logra variando la frecuencia a la que se realiza la FFT, tal como realizando una FFT por unidad de recorrido de la DSU 110. Por ejemplo, se podría realizar una FFT por cada unidad de distancia (por ejemplo, un pie o metro) de recorrido, por ejemplo, medido por el sensor 144 de velocidad de la rueda que detecta la rotación de la rueda 146 o por una rueda de medición de distancia. Preferiblemente, el período de tiempo entre el muestreo FFT debe redondearse de manera que sea un múltiplo entero del período de la señal del campo eléctrico monitorizado (en este ejemplo, un múltiplo entero de 1/60 de segundo para una señal de 60 Hz).

La FIG. 24 es un diagrama de flujo esquemático que ilustra un método 2400 para obtener un promedio de funcionamiento (denominado FLOAT) y un activador de alarma (ALARM=1), según una realización de la presente invención. Es difícil calcular un promedio de funcionamiento en una muestra con un número de extremo abierto de puntos de datos, y calcular un promedio a partir de las últimas N muestras puede no ser satisfactorio a menos que el número N sea muy grande, lo que puede imponer demandas indebidas al DSP 124 y a la memoria 126. En su lugar, se puede emplear un algoritmo de promedio de funcionamiento modificado y se describe en relación con el diagrama de flujo del algoritmo que se muestra en la FIG. 24, que también ilustra las condiciones para activar la condición de alarma (ALARM=1).

El método 2400 comienza en 2402 con una inicialización 2404 de tiempo t , un promedio, representado por $\text{FLOAT}(t)$, y el valor de alarma ALARM . Para cada momento t posterior (denominado "tiempo nuevo"), el valor de tiempo o frecuencia de muestreo se actualiza en 2406 mediante un valor incremental S que está relacionado con la velocidad, por ejemplo, la salida del sensor 144 de velocidad de la rueda. Por ejemplo, el intervalo S puede corresponder a $\frac{1}{4}$ de giro de la rueda 146, por ejemplo, cuatro detecciones por giro de la rueda. Por tanto, si el sistema 100 de transporte de vehículos se mueve más rápido, entonces el tiempo de muestreo $t=t+S$ resulta más corto y los promedios y el procesamiento se producen con mayor frecuencia. Por el contrario, si el vehículo se mueve más lentamente, el tiempo de muestreo aumenta. Se puede considerar que el intervalo de procesamiento está fijo en el espacio, en vez de en el tiempo. Este intervalo de tiempo variable implementa el procesamiento de datos de tensión detectados en función de la velocidad del sistema sensor 100 para producir señales del tipo ilustrado en las FIGS. 23 y 23A.

Cuando se detiene la sonda, es decir, su velocidad es cero, no se realizan más cálculos, lo cual no es motivo de preocupación porque no se detectan datos de campo de tensión adicionales que necesiten promediarse. El DPS 112 continuará procesando la tensión parásita detectada por la DSU 110 incluso si la DSU 110 está detenida. Sin embargo, se podrían realizar comparaciones periódicas 2408 del valor actual de $\text{SIG } 60(t)$ para que la función 2410 de alarma permanezca operativa en el caso de que aparezca una tensión parásita durante el tiempo en que la DSU 110 está detenida.

Para cada nuevo tiempo $t=t+S$, la señal $[\text{SIG } 60(t)]$ de 60 Hz filtrada y procesada producida por la Transformada Rápida de Fourier descrita anteriormente se compara en 2408 con el umbral sobre el promedio anterior $[\text{THD} \cdot \text{FLOAT}(t-S)]$ del tiempo anterior y si es mayor o igual que el umbral (2408 =SÍ), entonces el promedio $[\text{FLOAT}(t)]$ se actualiza en 2410 sumando el valor nuevo $\text{SIG } 60(t)$ ajustado por un factor de ponderación $[K_1]$ al promedio anterior $[\text{FLOAT}(t-S)]$ y, debido a que se excede el umbral, la alarma se configura $[\text{ALARM}=1]$ para provocar que se proporcione una alarma audible y/o visual. Si no lo es (2420 =NO), la nueva señal $\text{SIG } 60(t)$ de 60 Hz se compara en 2412 con el promedio anterior $[\text{FLOAT}(t-S)]$ y si es mayor (2412 =SI), entonces el promedio $[\text{FLOAT}(t-S)]$ se actualiza sumando el nuevo valor $\text{SIG } 60(t)$ ajustado por un factor de ponderación $[K_2]$ y la alarma permanece sin activar $[\text{ALARM}=0]$. Si no lo es (2412 =NO), la señal de 60 Hz se compara en 2416 con el promedio anterior $[\text{FLOAT}(t-S)]$ y si es menor (2416 =SI), entonces el promedio $[\text{FLOAT}(t-S)]$ se actualiza restando el nuevo valor $\text{SIG } 60(t)$ ajustado por un factor de ponderación $[K_3]$ y la alarma permanece sin configurar $[\text{ALARM}=0]$. Si ninguna de las comparaciones anteriores 2408, 2412, 2416 produce una condición de SÍ, entonces el promedio $[\text{FLOAT}(t)]$ permanece en 2420 como el promedio anterior $[\text{FLOAT}(t-S)]$, la alarma permanece sin establecer $[\text{ALARM}=0]$, y el proceso se repite (hasta 2406) para el siguiente incremento de tiempo $t+S$.

Las constantes K_1 , K_2 , K_3 y THD dependen de las características del ruido de fondo, de la sensibilidad deseada de la discriminación y del nivel de falsas alarmas tolerables. Debido a que no es deseable que los valores relativamente más altos de $\text{SIG } 60(t)$ cuando se detecta una tensión parásita que excede el umbral (2408=SI) hagan que el FLOAT promedio (que puede representar señales de fondo y ruido) aumente correspondientemente, se utiliza un factor K_1 de escalado relativamente inferior bajo esa condición. También parece deseable que FLOAT aumente menos fuertemente para el ruido que excede del FLOAT promedio que para el ruido menor que el FLOAT promedio. Debido a que los cambios grandes se ponderan menos que los cambios pequeños, esta selección de constantes tiende a producir un resultado similar al filtrado pasa bajos, porque el efecto de los cambios grandes a corto plazo disminuye. El análisis de los datos disponibles sugiere que los valores de los factores de ponderación $K_1 = 0,002$, $K_2 = 0,02$, $K_3 = 0,04$ y del factor umbral $\text{THD} = 2,4$ pueden ser un punto de partida razonable para una aplicación que implique detectar tensiones parásitas de 60 Hz en un entorno de servicio público (p. ej., calle).

La FIG. 25 es una presentación gráfica de un ejemplo de datos producidos por el método 2400 descrito en relación con la FIG. 24. La abscisa representa unidades de tiempo t (o de distancia), mientras que la ordenada representa unidades de amplitud. Los puntos de datos $\text{SIG } 60(t)$ representan el valor del campo eléctrico detectado por la DSU 110 en función del tiempo t , a medida que el sistema sensor 100 se mueve a lo largo de una trayectoria. $\text{SIG } 60(t)$ exhibe un pico en la tensión parásita en la región de valores de aproximadamente 60-100, y valores relativamente bajos tanto antes como después del pico. Los valores de $\text{SIG } 60(t)$ se promedian (por ejemplo, el promedio FLOAT como se describe anteriormente) y se presentan como la línea gráfica FLOAT que permanece relativamente baja y estable (por ejemplo, aproximadamente 0,1 unidades) donde no se detecta ningún campo significativo, pero que aumenta en la región donde se produce un pico del campo $\text{SIG } 60(t)$. Cuando el valor $\text{SIG } 60(t)$ de campo detectado excede el umbral, por ejemplo, establecido en aproximadamente 2,4 FLOAT , el alto valor de campo detectado hace que la alarma cambie desde sin alarma $[\text{ALARM}=0]$ a la condición de alarma $[\text{ALARM}=1]$ para producir un tono de audio y/o indicación visual del mismo al usuario.

Tal como se utiliza en la presente memoria, el término "aproximadamente" significa que las dimensiones, tamaños, formulaciones, parámetros, formas y otras cantidades y características no son ni necesitan ser exactos, sino que pueden ser aproximados y/o mayores o menores, según se desee, reflejando tolerancias, factores de conversión, redondeo, error de medición y similares, y otros factores conocidos por los expertos en la técnica. En general, una dimensión, tamaño, formulación, parámetro, forma u otra cantidad o característica es "aproximadamente" o "aproximada", ya sea que se indique expresamente que lo es o no.

Además de las realizaciones descritas anteriormente, se pueden proporcionar características adicionales, según se desee. Por ejemplo, una fuente de señal de 60 Hz ubicada dentro de la DSU 110 para acoplarle una señal de 60 Hz podría proporcionar una función de auto-prueba, es decir, cuando se realiza una auto-prueba energizando la fuente de 60 Hz. El sistema sensor 100 produciría entonces una indicación de audio, un archivo de inicio de sesión y/u otra salida, para una prueba cualitativa y/o cuantitativa. Además, la calibración y/o la verificación del rendimiento podrían ser proporcionadas por la DSU 110 y un instrumento de medición de campo E preciso disponible comercialmente a corta distancia de una fuente de una señal de 60 Hz de intensidad de campo relativamente alta.

La FIG. 26 es un diagrama de bloques de un comparador 2604 de señal diferencial acoplado al procesador 124 de señal digital según realizaciones ejemplares de la presente invención. En tales realizaciones, el DSP 124 puede comprender al menos una unidad central de procesamiento (CPU) acoplada a la memoria 126 así como varios circuitos de soporte (es decir, circuitos bien conocidos usados para promover la funcionalidad de la CPU, tales como una memoria caché, fuentes de alimentación, circuitos de reloj, buses, circuitos de entrada/salida (E/S) y similares). La CPU puede comprender uno o más microprocesadores o microcontroladores disponibles convencionalmente; en una o más realizaciones, la CPU puede ser un microcontrolador que comprende una memoria interna para almacenar el firmware del controlador que, cuando se ejecuta, proporciona la funcionalidad descrita en la presente memoria. En ciertas realizaciones, el DPS 112 puede implementarse usando un ordenador de propósito general que, al ejecutar un software particular, resulta un ordenador de propósito específico para realizar diversas realizaciones de la presente invención; en una o más realizaciones, el DPS 112 puede comprender adicional o alternativamente uno o más circuitos integrados de aplicación específica (ASIC) para realizar una o más de las funciones descritas en la presente memoria.

Como se describe con respecto a las Figuras 1 a 25, el sistema 100 incluye la memoria 126. La memoria 126 puede almacenar un sistema operativo (OS), tal como uno de varios sistemas operativos disponibles para microcontroladores y/o microprocesadores. La memoria 126 también puede almacenar instrucciones y/o datos no transitorios ejecutables por el procesador que pueden ser ejecutados y/o utilizados por la CPU. Estas instrucciones ejecutables por el procesador pueden comprender firmware, software y similares, o alguna combinación de los mismos. En una o más realizaciones, la memoria 126 incluye además software de aplicación tal como el comparador de señales diferenciales (DSC) 2604 que compara, analiza y procesa dos o más señales de entrada variables para generar una o más señales de salida procesadas para una detección más precisa de objetos que están energizados a un nivel peligroso. Estos objetos generalmente se consideran peligrosos porque conducen electricidad cuando normalmente no deberían conducir electricidad. Un técnico, un peatón, un animal o similares pueden correr riesgo de sufrir lesiones o la muerte si entran en contacto con un objeto energizado peligrosamente, por lo que la detección e indicación precisas son primordiales. Para detectar dichos objetos energizados de manera peligrosa, el DSC 2604 procesa señales recibidas desde dos o más sondas detectoras (es decir, sensores de campo eléctrico). Dicho procesamiento puede incluir filtrado, realización de operaciones matemáticas en las señales (por ejemplo, suma, resta y similares), incluye desplazamiento en el tiempo de una o más de las señales, y puede incluir cualquier otro procesamiento aplicable como se describe en la presente memoria.

En algunas realizaciones, el procesador 124 de señales digitales recibe una señal 2600 de campo eléctrico digital procedente de una primera sonda detectora y una señal 2602 de campo eléctrico digital procedente de una segunda sonda detectora espaciada de la primera sonda detectora como se describe con más detalle a continuación. Los expertos en la técnica reconocerán que el DSP 124 puede recibir más señales, pero sólo se muestran dos para mayor claridad. En un modo diferencial, el DSP 124 es consciente de la configuración de varios sensores de campo eléctrico ubicados en un vehículo móvil, tal como un carro rodante, un automóvil, un camión, un barco o similar (por ejemplo, los vehículos mostrados en la Figura 27-34).

El DSP 124 está acoplado a la memoria 126 y comunica las señales 2600 y 2602 al comparador 2604 de señales diferenciales. El comparador 2604 de señales diferenciales realiza diversas funciones, como se describe a continuación, basándose en el modo del DSP 124 y en el modo del DSC 2604. Por ejemplo, en una realización, el DSC 2604 puede realizar un procesamiento sobre las señales 2600, 2602 de entrada para emitir una señal 2606 con ruido reducido a través del DSP 124 - donde el ruido se ha reducido mediante operaciones realizadas en las dos señales 2600, 2602 de entrada. En otra realización, el DSC 2604 puede emitir una señal amplificada 2608 a través del DSP 124 basándose en las señales 2600, 2602 de entrada. Estas señales luego se comunican al mismo trayecto de salida ilustrado en la Figura 1 para su procesamiento y presentación, por ejemplo, el amplificador 128 de audio y el SPI-TORS-232 (es decir, los convertidores 132 de datos), luego se comunican al ordenador portátil 136. El modo DSP y el modo DSC pueden ser programados previamente, configurados por un usuario en tiempo real, o similar.

La FIG. 27 ilustra una vista en perspectiva de una configuración de dos sensores 2702, 2704 de campo eléctrico montados en la parte trasera de un vehículo automóvil 2701 según realizaciones ejemplares de la presente invención.

El primer sensor 2702 de campo eléctrico está montado en el extremo trasero derecho del vehículo 2701 mediante el soporte 2706, mientras que el segundo sensor 2704 de campo eléctrico está montado en el extremo trasero izquierdo del vehículo 2701 mediante el soporte 2708.

Los expertos en la técnica reconocerán que los soportes 2706 y 2708 están hechos de material que no interfiere eléctricamente y que no afecta las lecturas de los sensores 2702 y 2704.

Las ubicaciones de montaje reciben una entrada mecánica similar cuando el vehículo 2701 se desplaza por una carretera. En otras palabras, la vibración y el ruido de desplazamiento se impondrían de manera relativamente igual a cada sensor 2702 y 2704. Mientras que en la realización mostrada los sensores 2702 y 2704 están montados de manera que monitorizan el plano horizontal, pero están montados en dos ejes verticales diferentes, otras realizaciones pueden incluir tener los sensores 2702 y 2704 ubicados alrededor de un único eje. En otras palabras, los sensores 2702 y 2704 pueden estar ubicados detrás del vehículo 2701 en el centro del carril de circulación en un eje vertical común.

La FIG. 28 ilustra una vista de arriba hacia abajo de una configuración 2700 de los dos sensores 2702 y 2704 de campo eléctrico montados en la parte trasera del vehículo automóvil 2701 según realizaciones ejemplares de la presente invención. Los sensores 2702, 2704 de campo eléctrico están montados sustancialmente a la misma altura (es decir, en el mismo plano horizontal) y están orientados en un ángulo uno con respecto al otro, que generalmente es modificable pero en algunas realizaciones puede ser fijo. Como puede verse en la realización representada en la FIG. 28, los sensores 2702 y 2704 de campo eléctrico están montados de manera que estén sustancialmente en ángulos de noventa grados uno con cada otro y separados por una distancia modificable M, mientras que en otras realizaciones pueden estar montados en una o más alturas diferentes, ángulos diferentes, o a una distancia fija uno de otro.

El efecto del posicionamiento de los sensores 2702, 2704 se verá cuando el automóvil 2071 pase junto a un objeto energizado. Como resultado de tener los sensores 2702, 2704 posicionados en ángulo entre sí, las salidas procedentes de los dos sensores 2702, 2704 proporcionan información que puede usarse para determinar cómo está de lejos un objeto energizado del vehículo 2701. Como se muestra en la Fig. 28, una tapa de alcantarilla energizada 2802 está a una distancia A del vehículo 2701, y una farola 2804 de alumbrado público energizada está a una distancia B del vehículo 2701. Para cada una de la tapa 2802 de alcantarilla energizada y de la farola 2804 de alumbrado público energizada, las distancias entre los picos de las lecturas del sensor son una función del ángulo entre los sensores 2704 y 2702 (por ejemplo, 90° como en la FIG. 28) y de la distancia de desplazamiento entre la trayectoria de desplazamiento y el objeto energizado correspondiente. La FIG. 29 representa salidas ejemplares del sensor de campo eléctrico para la configuración mostrada en la FIG. 28. El trazado 2900 muestra la lectura del sensor izquierdo 2904 y la lectura del sensor derecho 2902 (es decir, las lecturas de los sensores 2704 y 2702, respectivamente) correspondientes a la tapa 2802 de alcantarilla energizada. Las lecturas del sensor izquierdo y derecho 2904 y 2902 se trazan en un gráfico de distancia frente a la amplitud. Los picos de la lectura 2904 del sensor izquierdo y de la lectura 2902 del sensor derecho están a una distancia A' entre sí, correspondiente a la distancia A entre el vehículo 2701 y la tapa 2802 de alcantarilla energizada.

El trazado 2910 muestra la lectura 2914 del sensor izquierdo y la lectura 2912 del sensor derecho (es decir, las lecturas de los sensores 2704 y 2702, respectivamente) correspondientes a la farola 2804 de alumbrado público energizada. Las lecturas 2914 y 2912 del sensor izquierdo y derecho se trazan en un gráfico de distancia frente a la amplitud. Los picos de la lectura 2914 del sensor izquierdo y de la lectura 2912 del sensor derecho están a una distancia B' entre sí, correspondiente a la distancia B entre el vehículo 2701 y la farola 2804 de alumbrado público energizada. Los trazados 2900 y 2910 proporcionan así una indicación (por ejemplo, a un usuario que observa los gráficos 2900 y 2910 en un dispositivo de visualización de usuario) de la distancia entre los objetos energizados 2802, 2804 y el vehículo 2701. En algunas realizaciones, el DSC 2604 puede calcular las distancias A y B basándose en las lecturas de los sensores 2704, 2702 y puede almacenar y/o mostrar la información calculada.

En un ejemplo particular de determinación de la distancia A entre la trayectoria de desplazamiento del vehículo 2701 y la tapa 2802 de alcantarilla energizada, la distancia M entre los sensores 2702 y 2704 de campo eléctrico de la Figura 28 es cero. Para determinar la distancia A, el ángulo conocido entre los sensores 2702 y 2704 (al que se hará referencia aquí como θ) y la distancia A' que se desplazó el vehículo 2701 entre la detección de la tapa 2802 de alcantarilla energizada por el primer sensor (sensor 2704 aquí) y se puede utilizar la detección de la tapa 2802 de alcantarilla energizada mediante el segundo sensor (sensor 2702 aquí). Al utilizar la geometría de un triángulo isósceles donde A' es la base del triángulo y θ es el ángulo del vértice del triángulo, la distancia A se puede calcular como:

$$A = A' / (2 \{ \tan(\theta/2) \}) \quad (1)$$

Otros cálculos para la geometría donde M es mayor que cero serían obvios para un experto en la técnica.

Además de permitir que un usuario determine la distancia entre un objeto energizado y el vehículo 2701, el posicionamiento de los sensores 2704 y 2702 en la realización de la FIG. 28 (así como en otras realizaciones donde ambos sensores 2704, 2702 están montados en otras ubicaciones en un vehículo y están espaciados horizontalmente entre sí a lo largo de la dirección del ancho del vehículo) permite realizar una determinación acerca de si un objeto energizado está en el lado derecho o izquierdo del vehículo. Si un pico de señal de sensor procedente de un sensor montado en el lado izquierdo (es decir, un sensor montado en el lado izquierdo del vehículo con respecto a la dirección de desplazamiento) es seguido por un pico de señal de sensor procedente de un sensor montado en el lado derecho (es decir, un sensor montado en el lado derecho del vehículo con respecto a la dirección de desplazamiento), el objeto energizado está en el lado izquierdo de la dirección de desplazamiento. Si un pico de señal procedente del sensor

montado en el lado derecho es seguido por un pico de señal procedente del sensor montado en el lado izquierdo, el objeto energizado está en el lado derecho de la dirección de desplazamiento.

5 El DSC 2604 puede combinar la salida de los dos sensores 2702 y 2704 para producir una señal de salida diferencia tal como la señal 2606 donde el ruido se cancela o se reduce significativamente como se muestra en el gráfico 3000 en la Figura 30. La señal 2606 mostrada en la Figura 30 tiene una mayor relación señal-ruido que una señal de salida en un sistema de entrada única. Además, dado que hay dos (o más) sensores 2702, 2704, las dos (o más) respuestas generadas por el DSP 124 cuando el automóvil 2701 pasa por un objeto energizado permiten al sistema 100 diferenciar una detección verdadera del ruido, ya que el ruido producir una única respuesta.

10 La FIG. 31 ilustra una vista en perspectiva 3001 de una configuración de sensores 3104, 3102 de campo eléctrico montados respectivamente en la parte delantera y trasera de un vehículo automóvil 3101 según realizaciones ejemplares de la presente invención.

15 El vehículo 3101 está equipado con el primer sensor 3102 de campo eléctrico en la parte central trasera, montado mediante el soporte 3106. Un segundo sensor 3104 de campo eléctrico está montado en la parte central delantera del vehículo 3101 mediante el soporte 3108. Los soportes 3106 y 3108 no interfieren eléctricamente para evitar cualquier impacto en las lecturas del sensor.

20 La FIG. 31 representa además una farola 3100 de alumbrado público energizada peligrosamente. A medida que el vehículo 3101 se acerca y pasa por la farola 3101 de alumbrado público, los sensores 3104 y 3102 generan cada uno una señal correspondiente al campo eléctrico detectado. Las señales generadas luego son procesadas por el DSC 2604 como se describe en la presente memoria, y la señal o señales procesadas resultantes se usan para generar una indicación de la farola 3100 de alumbrado público energizada peligrosamente, tal como una indicación visual a través de la GUI 138 y/o una indicación de audio a través del altavoz 130.

25 La FIG. 32 ilustra una vista posterior 3200 del vehículo 3101 que tiene los sensores 3102 y 3104 de campo eléctrico montados en la parte trasera y delantera, respectivamente, como se muestra en la FIG. 31. Como se describió anteriormente, el sensor 3102 de campo eléctrico está montado en la parte central trasera del vehículo 3101 mediante el soporte 3106.

30 La FIG. 33 ilustra una vista 3300 desde arriba hacia abajo de la misma configuración de los sensores 3102, 3104 de campo eléctrico montados en la parte delantera y trasera del vehículo automóvil 3101 mostrado en las Fig. 31-32 según realizaciones ejemplares de la presente invención. Los sensores 3104, 3102 son sustancialmente paralelos entre sí y, como resultado, a medida que el vehículo 3101 avanza, el sensor delantero 3104 detecta primero el campo eléctrico de un objeto energizado, seguido por el sensor trasero 3102 que detecta el campo eléctrico del objeto energizado. Los sensores 3104, 3102 están separados en una distancia D entre sí en el vehículo 3101 y, por lo tanto, el sensor trasero 3102 producirá una salida, cuando el vehículo se mueve en una distancia D hacia adelante, sustancialmente la misma que la producida por el sensor delantero 3104. La salida esperada de los sensores 3102 y 3104 cuando se colocan sustancialmente paralelos entre sí como se muestra en las FIGS. 31-33 son, por lo tanto, dos respuestas cuando el vehículo 3101 se acerca y pasa por un objeto energizado peligrosamente, por ejemplo, la farola 3100 de alumbrado público energizada que se muestra en la Figura 31, con las dos respuestas separadas en el tiempo debido al tiempo que tarda el vehículo 3101 en avanzar la distancia D entre los dos sensores 3102, 3104. El DSC 2604 procesa las señales recibidas desplazando en el tiempo una o ambas señales en una cantidad proporcional a la diferencia de tiempo entre los sensores que detectan el mismo punto en el campo eléctrico; por ejemplo, para una realización tal como la realización representada en la FIG. 33, una de las señales recibidas puede ser desplazada en el tiempo por la cantidad de tiempo que tarda el vehículo 3101 en desplazarse una distancia igual a la distancia entre los sensores 3102, 3104. El DSC 2604 puede desplazar en el tiempo una o ambas de las señales recibidas basadas en datos (por ejemplo, la distancia entre los sensores 3102, 3104) que están programados previamente, introducidos por un usuario, descargados de otro componente o sistema, calculados en base a una o más señales recibidas, o mediante una técnica similar. Después del desplazamiento en el tiempo, las dos señales del sensor se suman para obtener una única señal de salida, por ejemplo como se muestra en la FIG. 35 descrita a continuación. Añadir las dos respuestas después del desplazamiento en el tiempo proporcional a la distancia entre los sensores proporciona una mayor salida de señal con menos ruido significativamente.

50 La FIG. 34 ilustra un trazado gráfico de la salida de los sensores 3102, 3104 ilustrados en las FIGS. 31-33 según realizaciones ejemplares de la presente invención. Una primera señal 3402, recibida desde el sensor 3104 montado en la parte delantera, se muestra en un primer gráfico 3404 de la distancia recorrida por el vehículo 3101 frente a la amplitud; una segunda señal 3406, recibida desde el sensor 3102 montado en la parte trasera, se muestra en un segundo gráfico 3408 de la distancia recorrida por el vehículo 3101 frente a la amplitud de la señal. Cada señal 3402, 3406 contiene ruido recibido al pasar por el objeto peligroso 3100, y las señales 3402, 3406 están separadas por el tiempo que tarda el automóvil 3101 en recorrer la distancia entre los dos sensores 3102 y 3104. Como tal, la señal deseada del objeto peligroso 3100 aparecerá en ambos sensores 3102, 3104 separada en el tiempo mientras que el ruido aleatorio aparecerá simultáneamente. Tomando las dos salidas del sensor - es decir, las señales 3402 y 3406 - y aplicando un retraso a la señal 3402 del sensor montado en la parte delantera proporcional al tiempo necesario para que el vehículo 3101 recorra una distancia 3410 igual a la separación de los sensores, las señales 3402, 3406 pueden

combinarse y evaluarse en consecuencia.

La Figura 35 ilustra la combinación de las dos señales 3402, 3406, una de las cuales está desplazada en el tiempo, junto con la reducción de ruido acompañada. Una señal combinada 3502 generada a partir de las dos señales 3402, 3406 - estando una de las dos desplazada en el tiempo - se muestra en el gráfico 3504 de la distancia recorrida por el vehículo 3101 frente a la amplitud de la señal. Dado que el impulso de ruido aparece tanto en los sensores delantero como trasero 3104 y 3102 al mismo tiempo, y la señal deseada del objeto peligroso 3100 aparecen separados en el tiempo, la salida de la función de desplazamiento en el tiempo mostrará que la señal combinada 3502 tiene una amplitud máxima al doble de la amplitud máxima de las señales originales 3402, 3406, y el impulso de ruido aparecerá dos veces a la amplitud original del impulso de ruido.

Una metodología alternativa es añadir una función de puerta que compara la señal procedente del sensor trasero 3102 con la señal desplazada en el tiempo procedente del sensor delantero 3104. Si se encuentra un objeto energizado, habrá señales similares disponibles procedentes de cada uno de los sensores 3102 y 3104. Cuando las señales se hacen pasar a una función de puerta, por ejemplo una función Y (AND) lógica, la función de puerta indicará el caso afirmativo. Un impulso de ruido creará dos señales separadas en el tiempo debido a la función de desplazamiento en el tiempo. Cuando los impulsos de ruido también se hacen pasar a la función de puerta, por ejemplo, la Y (AND) lógica, la puerta indicará el caso negativo.

La FIG. 36 es un diagrama de flujo de un método 3600 para detectar e identificar objetos peligrosos en campos eléctricos según una o más realizaciones de la presente invención. El método 3600 es, al menos en parte, una implementación del comparador 2604 de señal diferencial.

El método 3600 comienza en la etapa 3602 y continúa con la etapa 3604. En la etapa 3604, se obtiene una señal de cada sonda detectora de dos o más sondas detectoras que están montadas espaciadas entre sí en un vehículo móvil. Las señales se obtienen procedentes de las sondas detectoras cuando el vehículo móvil atraviesa un área para identificar cualesquiera objetos energizados peligrosamente. En algunas realizaciones, se pueden montar dos sondas detectoras en la parte delantera y trasera de un vehículo móvil como se describió anteriormente con respecto a las FIGS. 31-33. En otras realizaciones, se pueden montar ambas dos sondas detectoras en el mismo extremo del vehículo, como se ha descrito anteriormente con respecto a las FIGS. 27-28.

El método 3600 prosigue a la etapa 3606, donde las señales recibidas se procesan como se describió anteriormente para generar al menos una señal procesada en base a una distancia entre al menos dos sondas detectoras de las dos o más sondas detectoras. En ciertas realizaciones, dos señales recibidas procedentes de dos sondas detectoras pueden procesarse como se describió anteriormente para obtener una o más señales procesadas como se muestra en las FIGS. 29-30, 34-35 y 37. El método 3600 prosigue a la etapa 3608.

En la etapa 3608, la señal (o señales) procesadas de la etapa 3606 se usan para generar una indicación de un objeto energizado peligrosamente, tal como la farola 3100 de alumbrado público energizada peligrosamente. En algunas realizaciones, la señal procesada puede visualizarse para proporcionar una indicación visual a un usuario de un objeto peligrosamente energizado. Por ejemplo, una señal tal como la señal mostrada en la FIG. 30 se puede mostrar a un usuario para que el usuario identifique el objeto energizado peligrosamente basándose en la observación visual de los picos dobles en la señal, o una señal como la señal que se muestra en la FIG. 35 se puede mostrar para identificar el objeto energizado peligrosamente basándose en la observación visual del gran pico único en la señal. En otras realizaciones, la señal procesada puede usarse para generar una indicación de audio tal como un tono correspondiente en tono y/o volumen a la amplitud de la señal. En otras realizaciones más, el procesador (por ejemplo, el DSC 2604) puede detectar un ascenso-pico-caída en la señal procesada seguido de un ascenso-pico-caída similar en un intervalo esperado basándose en la separación del sensor, y generar una señal visual y/o indicación de audio (por ejemplo, una luz, un tono o similar).

El método 3600 prosigue a la etapa 3608 donde se determina si se debe continuar. Si el resultado de la determinación es afirmativo, el método 3600 vuelve a la etapa 3604. Aunque el sensor, sistema, aparato y método anteriores se describen en términos de la frecuencia del sistema de energía eléctrica de 60 Hz común en los EE. UU., y otros países, el aparato, las disposiciones y métodos descritos en la presente memoria también son aplicables a los sistemas de energía de 50 Hz de Europa y otros lugares, a los sistemas de energía de 400 Hz para aeronaves y otros aparatos, a los sistemas de energía de 25 Hz para transporte y otras aplicaciones, y a sistemas de energía en cualquier otra frecuencia. Además, aunque la disposición se describe a menudo en términos tales como "tensión parásita" y "anomalía de tensión" y campo de "tensión parásita", se observa que el campo eléctrico producido por las condiciones a las que se hace referencia es percibido y/o detectado por la disposición descrita.

La Figura 37 ilustra los dispositivos 3700 y 3701 de visualización de usuario que muestran las salidas de los sensores 3104, 3102 de campo eléctrico de la FIG. 33 según realizaciones ejemplares de la presente invención. Como se describió anteriormente, los sensores 3104 y 3102 de campo eléctrico están ubicados en la parte delantera central y en la parte trasera central, respectivamente, del vehículo 3101.

5 El dispositivo 3700 de visualización de usuario muestra la salida 3704 de sensor (es decir, recibida desde el sensor 3104) colocada encima de una salida 3702 de sensor desplazada en el tiempo (recibida desde el sensor 3102 y desplazada en el tiempo por la cantidad de tiempo que tarda el vehículo 3101 en recorrer la distancia D entre los sensores 3104, 3102). Como puede verse, la salida 3704 del sensor y la salida 3702 del sensor desplazada en el tiempo no muestran ningún pico de amplitud similar sustancialmente al mismo tiempo, indicando así que no se detectaron objetos energizados peligrosamente (es decir, una indicación negativa para un objeto energizado peligrosamente). De este modo, un usuario puede determinar visualmente que no se han detectado objetos energizados peligrosamente.

10 El dispositivo 3701 de visualización de usuario muestra la salida 3714 del sensor (es decir, recibida desde el sensor 3104) colocada encima de una salida 3712 de sensor desplazada en el tiempo (recibida desde el sensor 3102 y desplazada en el tiempo por la cantidad de tiempo que tarda el vehículo 3101 en recorrer el distancia D entre los sensores 3104, 3102). Como puede verse, la salida 3714 del sensor y la salida 3712 del sensor desplazada en el tiempo muestran picos 3724 y 3712, respectivamente, sustancialmente del mismo tamaño y forma y que ocurren sustancialmente al mismo tiempo, indicando de ese modo que se ha detectado un objeto energizado peligrosamente (es decir, una indicación positiva de un objeto energizado peligrosamente). De este modo, un usuario puede determinar visualmente que se ha detectado un objeto energizado peligrosamente.

15 Aunque lo anterior está dirigido a realizaciones de la presente invención, se pueden considerar otras y más realizaciones de la invención sin apartarse del alcance básico de la misma, y el alcance de la misma está determinado por las reivindicaciones que siguen.

20

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (100) para detectar e identificar objetos peligrosos en campos eléctricos que comprende:

5 dos o más sondas detectoras (2702, 2704, 3102, 3104) configuradas para ser montadas en un vehículo móvil y espaciadas entre sí, en donde cada sonda detectora de las dos o más sondas detectoras está configurada para generar una señal correspondiente a un campo eléctrico;

un procesador (124), acoplado a las dos o más sondas detectoras, configurado para procesar las señales procedentes de las dos o más sondas detectoras para generar al menos una señal procesada en base a una distancia entre al menos dos sondas detectoras de los dos o más sondas detectoras; y

10 un indicador, acoplado al procesador para proporcionar, basándose en al menos una señal procesada, una indicación de un objeto energizado peligrosamente en el campo eléctrico, en donde procesar las señales procedentes de las dos o más sondas detectoras comprende añadir una primera señal procedente de una primera sonda detectora de las dos o más sondas detectoras y una segunda señal procedente de una segunda sonda detectora de las dos o más sondas detectoras, caracterizado por que al menos una de la primera señal o de la segunda señal, antes de la adición de la primera señal y la segunda señal, está desplazada en el tiempo en una cantidad proporcional a la distancia entre la primera y la segunda sondas detectoras.

2. El aparato según la reivindicación 1, que comprende además:

el vehículo móvil (2701, 3101), en donde las dos o más sondas detectoras están montadas en ubicaciones en el vehículo móvil que reciben una entrada mecánica similar debida al movimiento.

20 3. El aparato según la reivindicación 1, que comprende además:

25 el vehículo móvil (2701, 3101), en donde las dos o más sondas detectoras comprenden una primera sonda detectora (2702) y una segunda sonda detectora (2704), en donde (i) la primera y la segunda sondas detectoras están montadas en la parte trasera del vehículo móvil o (ii) la primera sonda detectora (3104) está montada en la parte delantera del vehículo móvil (3101) y la segunda sonda detectora (3102) está montada en la parte trasera del vehículo móvil.

30 4. El aparato según la reivindicación 2, en donde las dos o más sondas detectoras comprenden una primera sonda detectora (2702) y una segunda sonda detectora (2704), en donde (i) la primera y la segunda sondas detectoras están montadas en la parte trasera del vehículo móvil (2701) o (ii) la primera sonda detectora (3104) está montada en la parte delantera del vehículo móvil (3101) y la segunda sonda detectora (3102) está montada en la parte trasera del vehículo móvil.

5. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 3 o 4, en donde la primera y la segunda sondas detectoras están montadas en el mismo plano horizontal.

6. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en donde la primera y la segunda sondas detectoras están montadas una con respecto a otra en un ángulo modificable y están separadas por una distancia modificable.

35 7. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, en donde cada una de las dos o más sondas detectoras está montada en el vehículo móvil mediante un material que no interfiere eléctricamente.

8. Un método para detectar e identificar objetos peligrosos en campos eléctricos que comprende:

obtener una señal, procedente de cada sonda detectora de dos o más sondas detectoras (2702, 2704, 3102, 3104) montadas en un vehículo móvil (2701, 3101) y espaciadas entre sí, correspondiente a un campo eléctrico;

40 procesar las señales procedentes de las dos o más sondas detectoras para generar al menos una señal procesada en base a una distancia entre al menos dos sondas detectoras de las dos o más sondas detectoras; y

45 generar, basándose en al menos una señal procesada, una indicación de un objeto energizado peligrosamente en el campo eléctrico, en donde procesar las señales procedentes de las dos o más sondas detectoras comprende sumar una primera señal procedente de una primera sonda detectora de las dos o más sondas detectoras y una segunda señal procedente de una segunda sonda detectora de las dos o más sondas detectoras, caracterizado por que al menos una de la primera señal o de la segunda señal, antes de la adición de la primera señal y la segunda señal, se desplaza en el tiempo en una cantidad proporcional a la distancia entre la primera y la segunda sondas detectoras.

- 5 9. El método según la reivindicación 8, en donde las dos o más sondas detectoras comprenden una primera sonda detectora (2702) y una segunda sonda detectora (2704), en donde (i) la primera y la segunda sonda detectoras están montadas en la parte trasera del vehículo móvil (2701) o (ii) la primera sonda detectora (3104) está montada en la parte delantera del vehículo móvil (3101) y la segunda sonda detectora (3102) está montada en la parte trasera del vehículo móvil.
10. El método según la reivindicación 9, en donde la primera y la segunda sondas detectoras están montadas en el mismo plano horizontal.
11. El método según cualquiera de las reivindicaciones 9 o 10, en donde la primera y la segunda sondas detectoras están montadas una con respecto a otra en un ángulo modificable y están separadas por una distancia modificable.
- 10 12. El método según la reivindicación 11, en donde cada una de las dos o más sondas detectoras está montada en el vehículo móvil mediante un material que no interfiere eléctricamente.

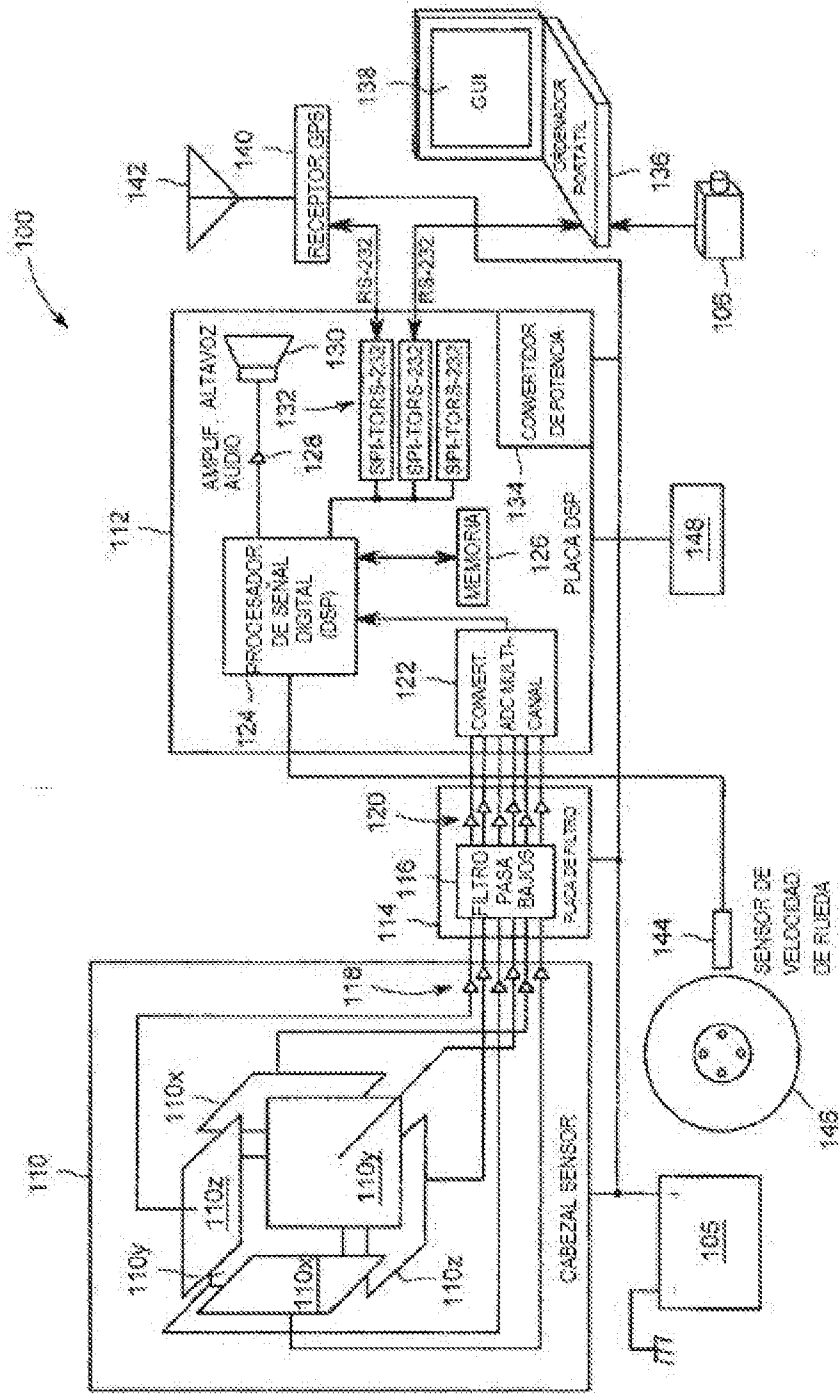


FIG. 1

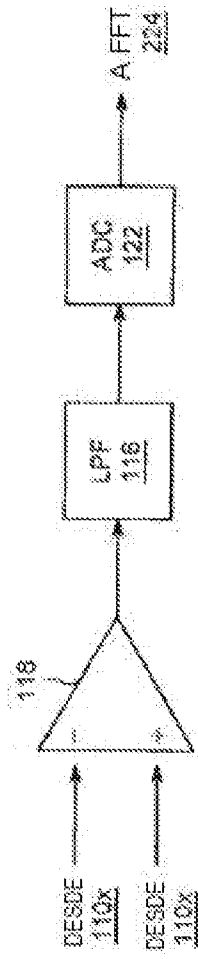


FIG. 2A

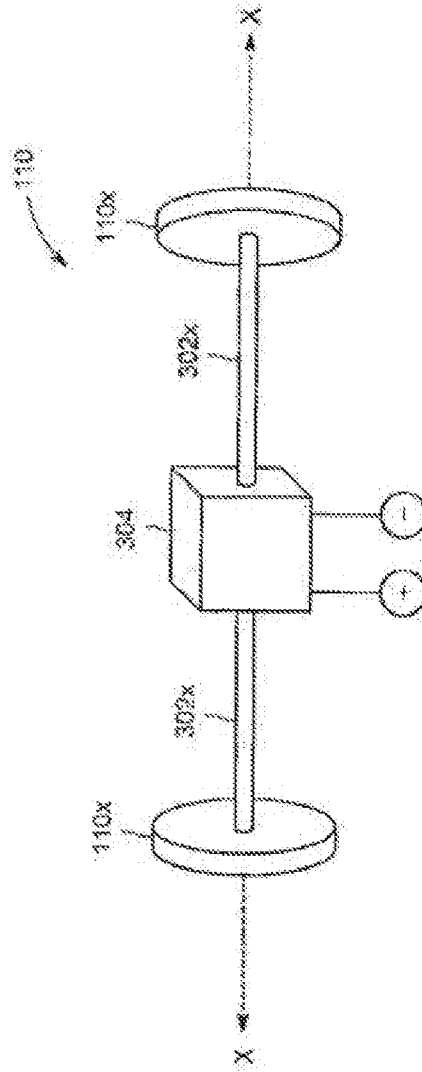


FIG. 3

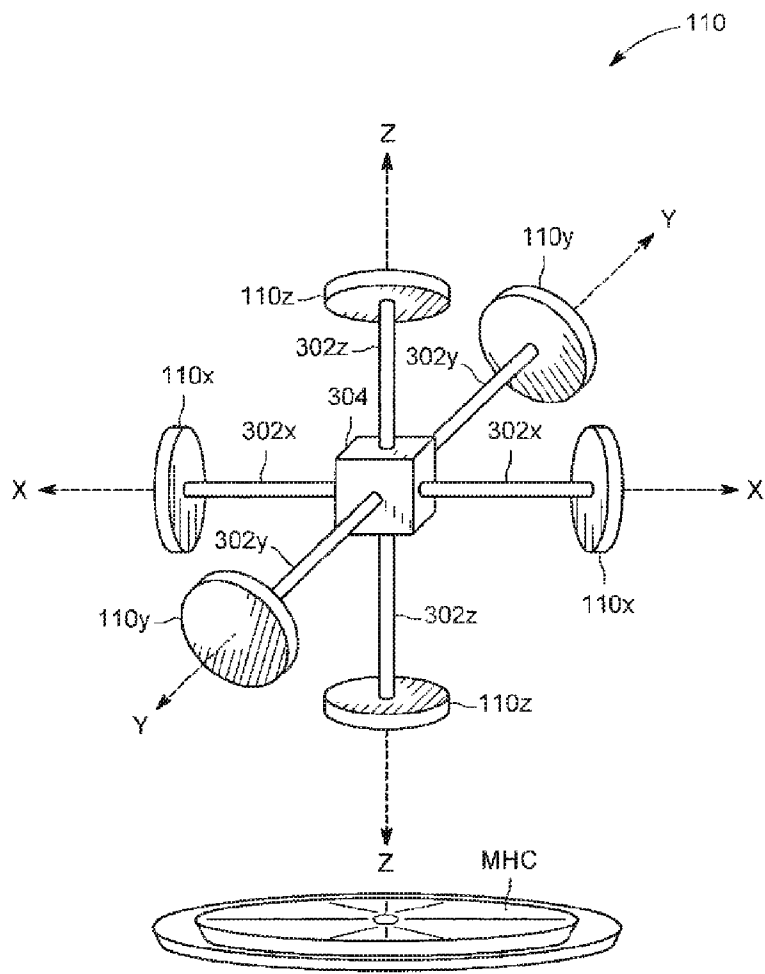


FIG. 4

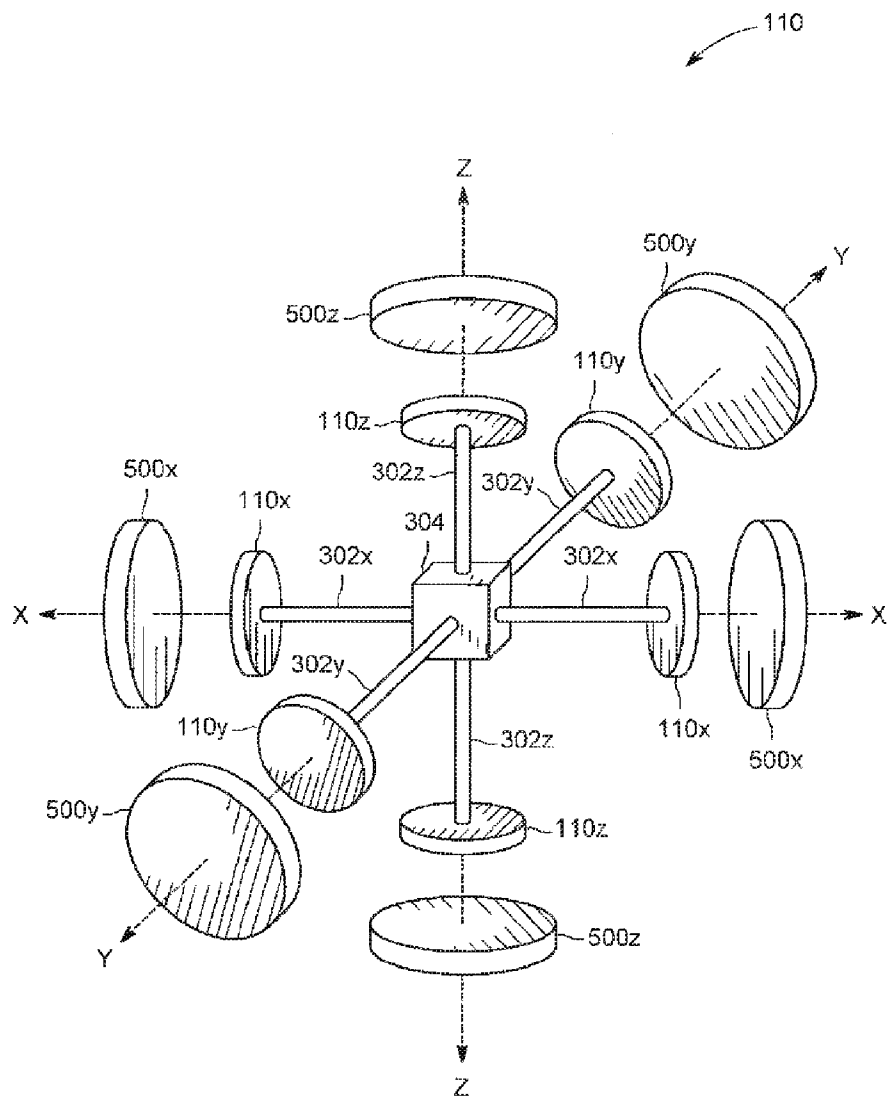


FIG. 5

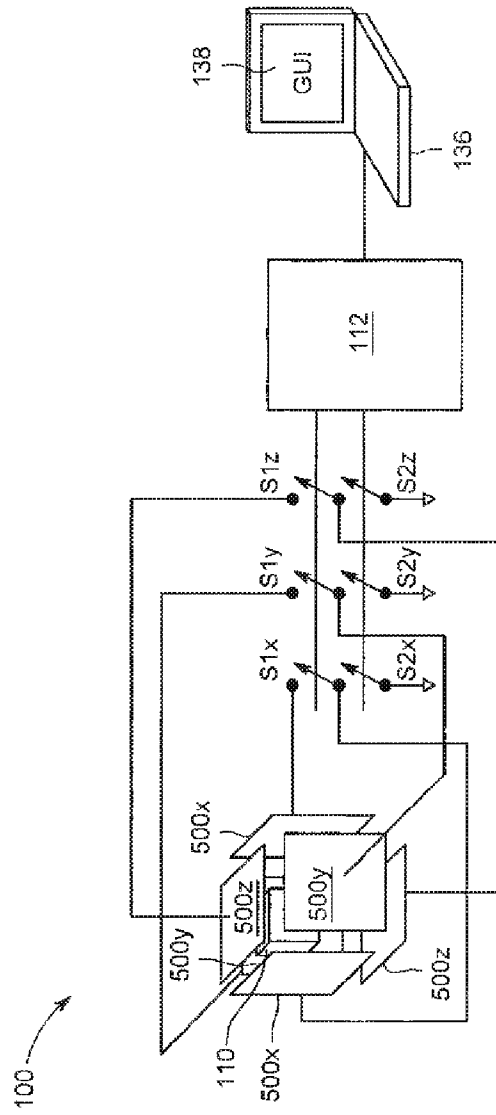


FIG. 6

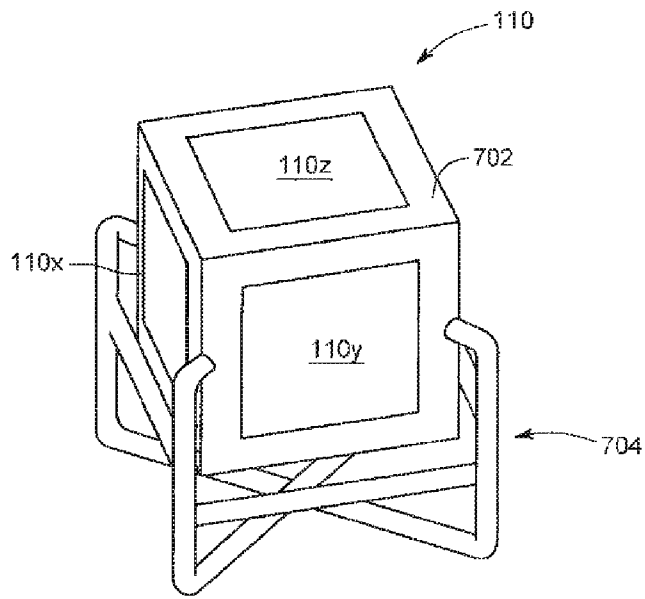


FIG. 7

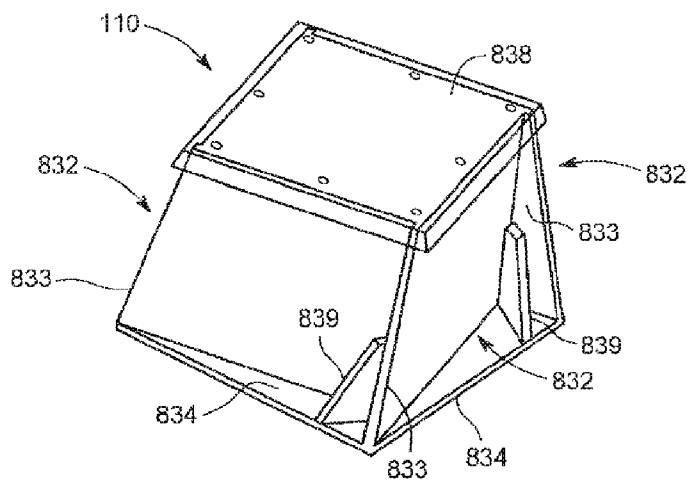


FIG. 8

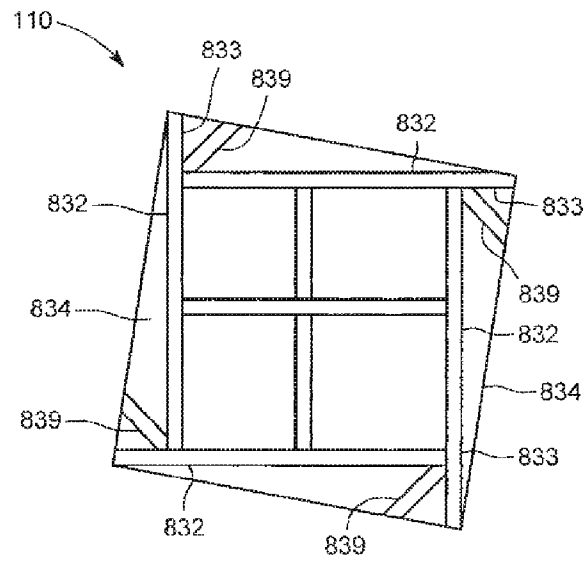


FIG. 8A

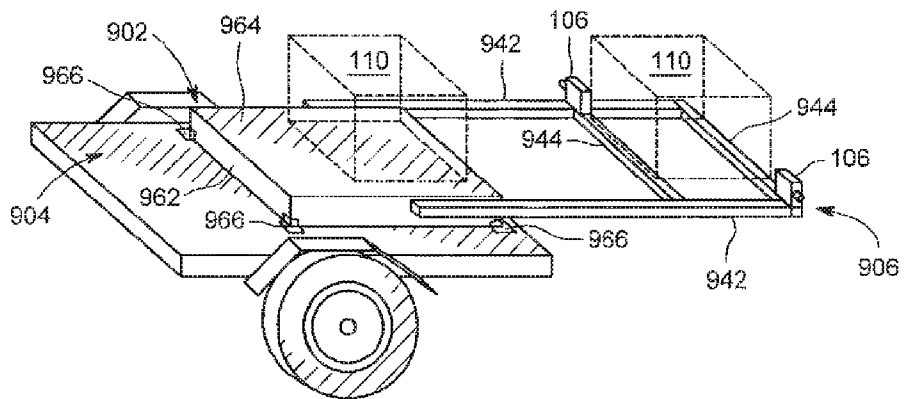


FIG. 9

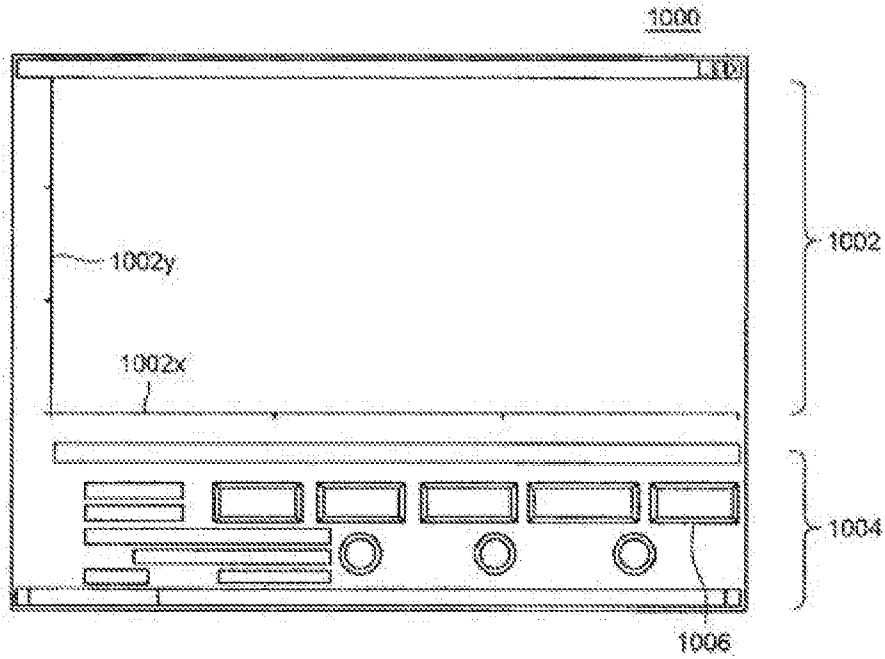


FIG. 10

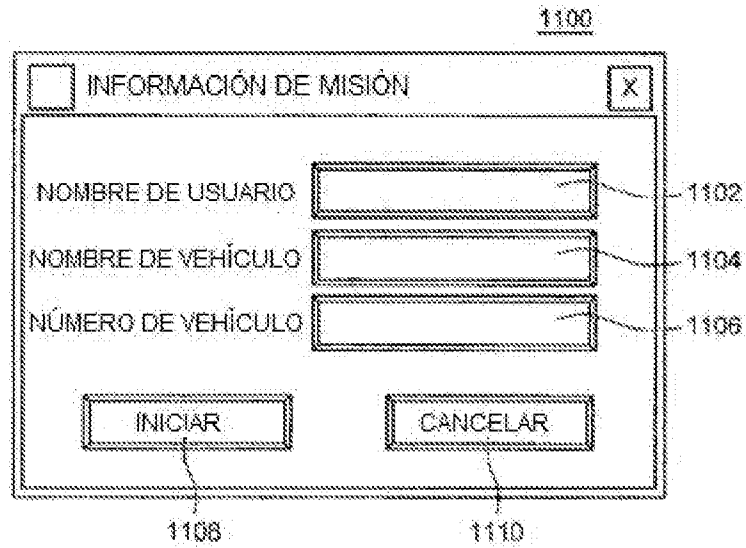


FIG. 11

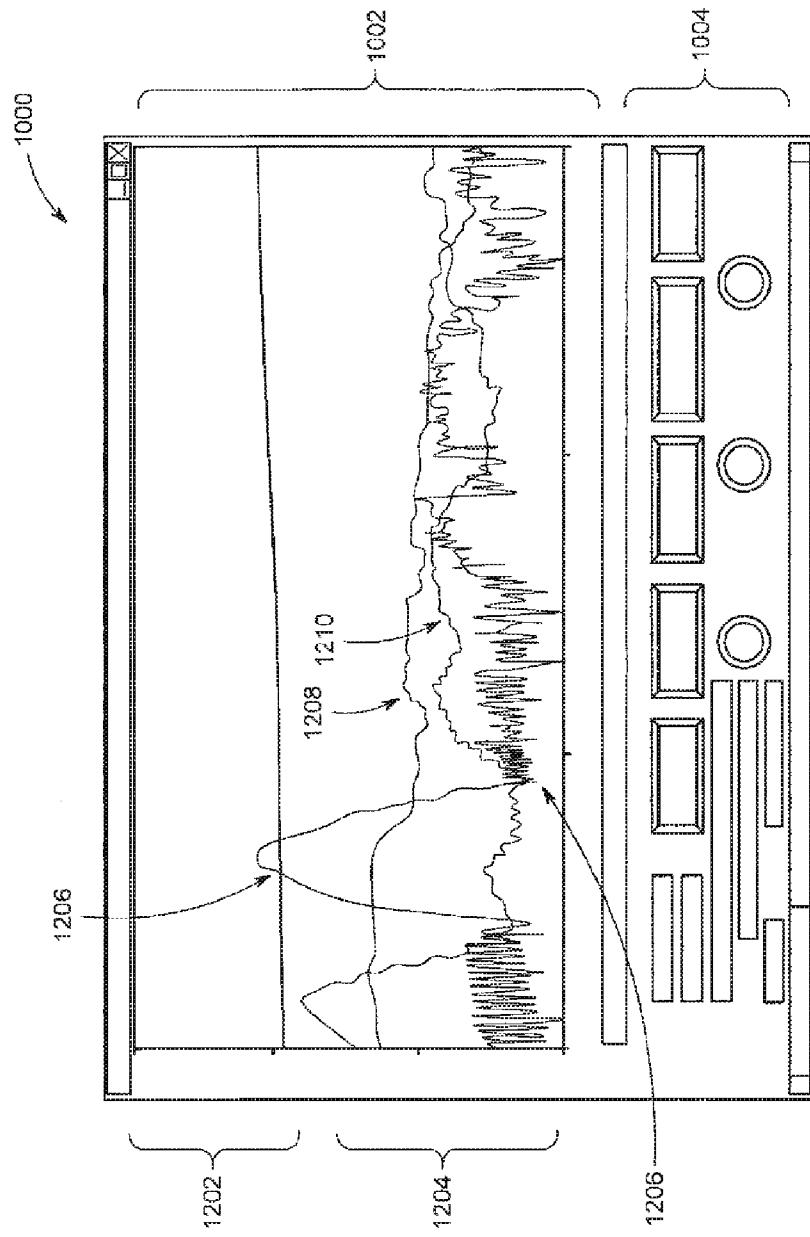


FIG. 12

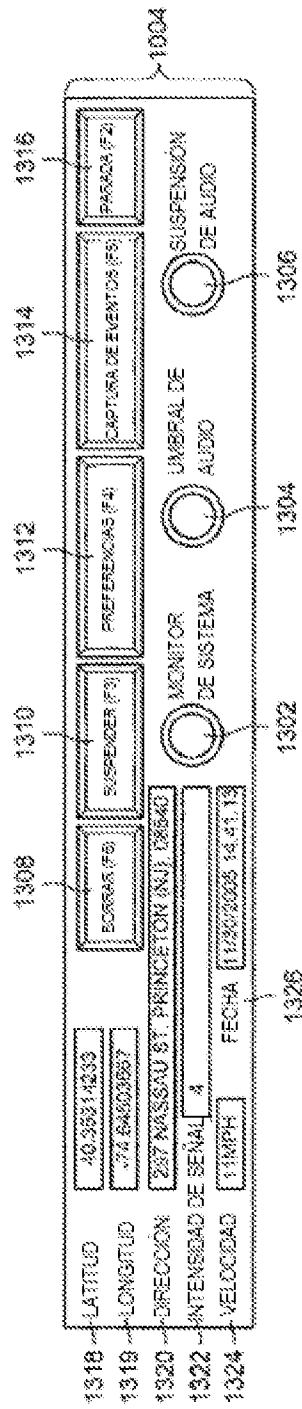


FIG. 13

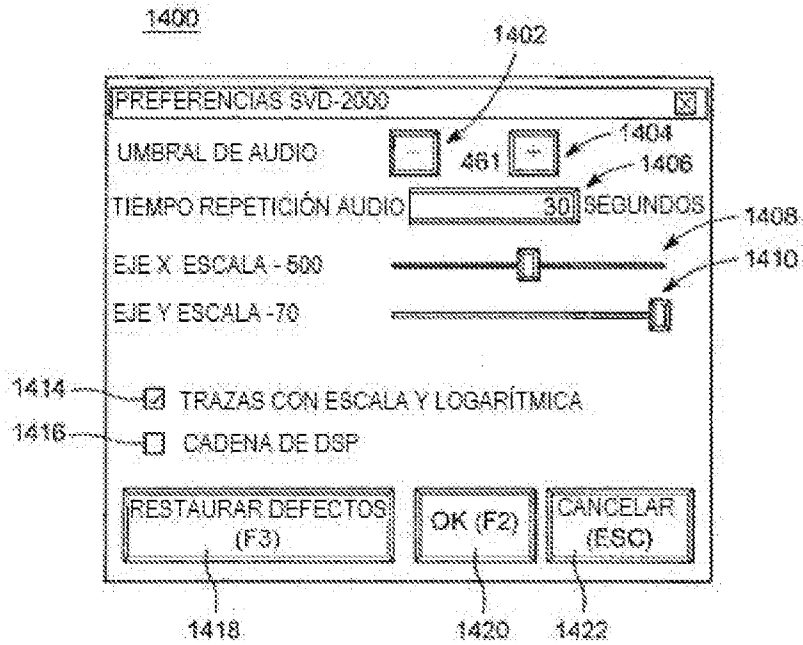


FIG. 14

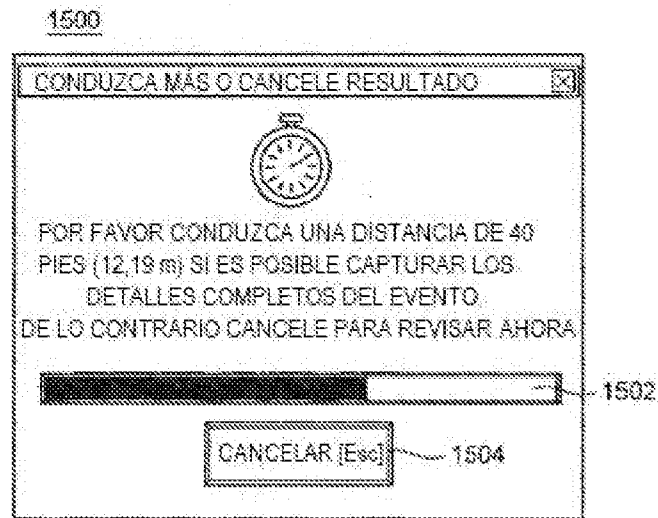


FIG. 15

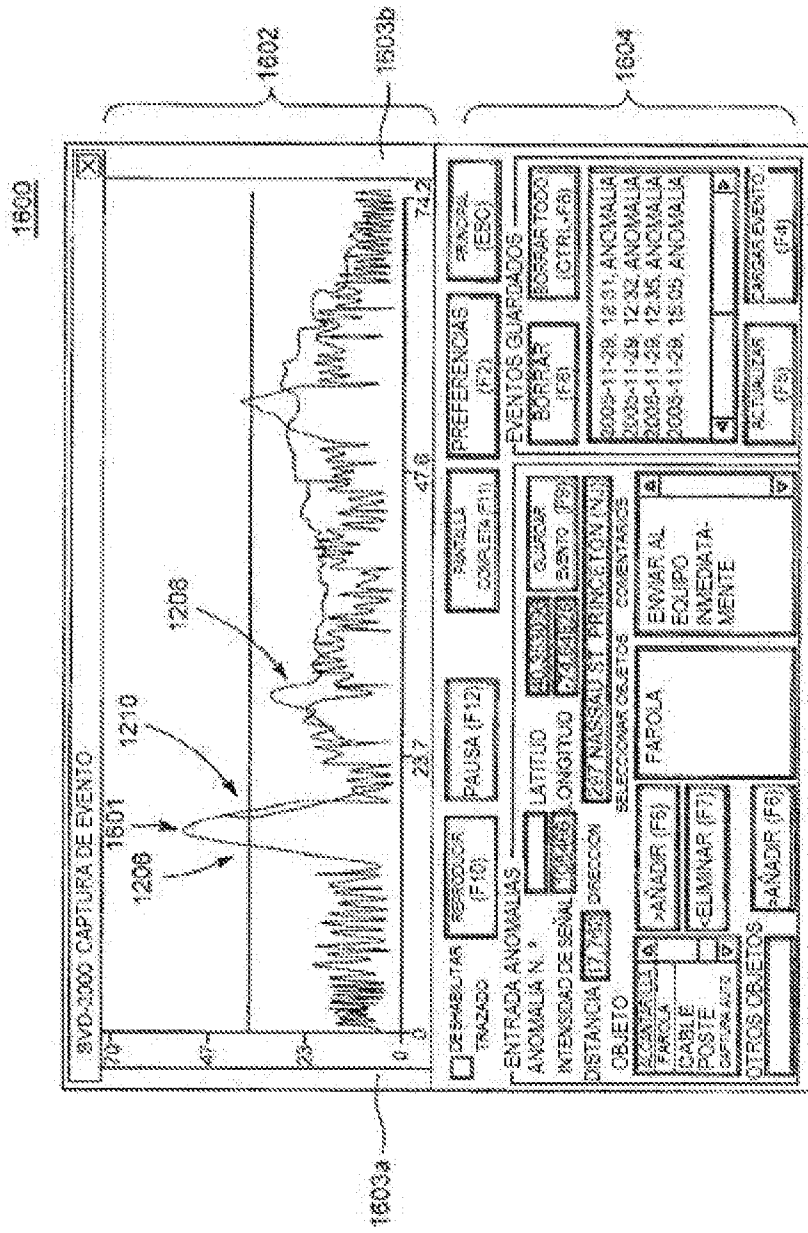


FIG. 16

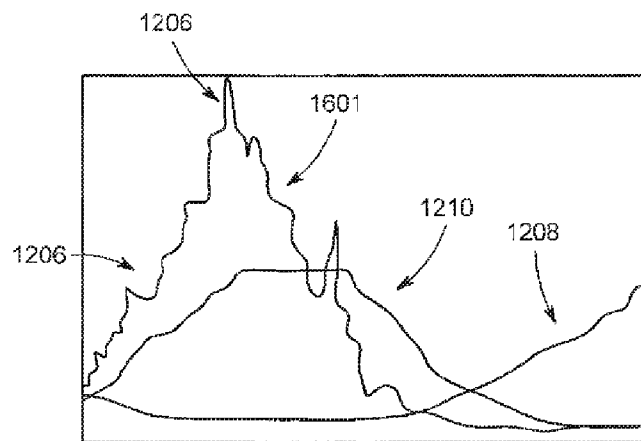


FIG. 17

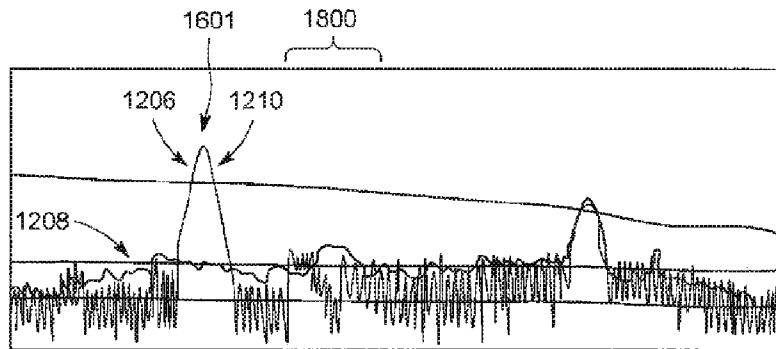


FIG. 18

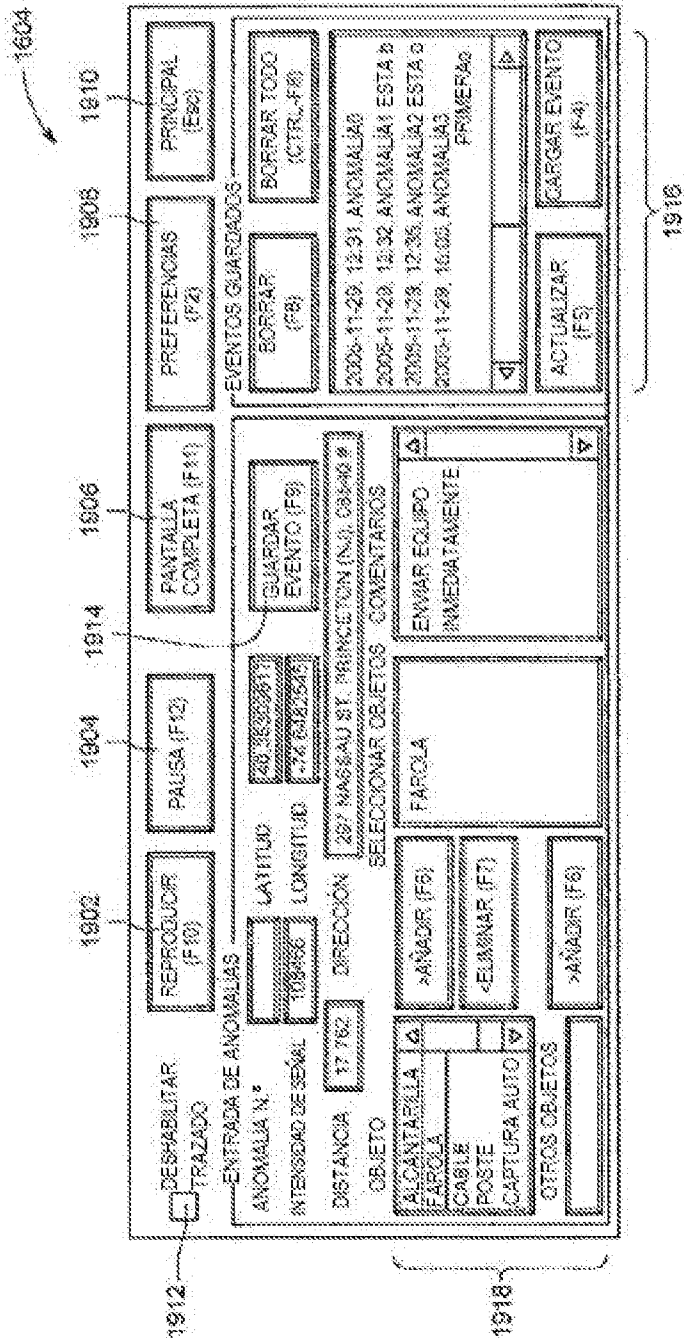


FIG. 19

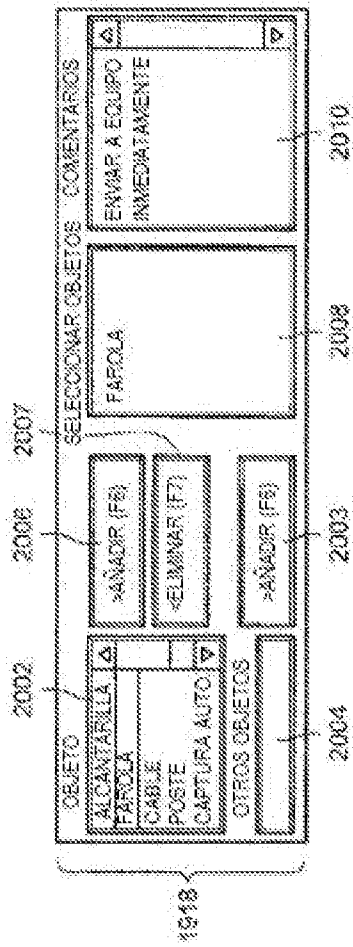


FIG. 20

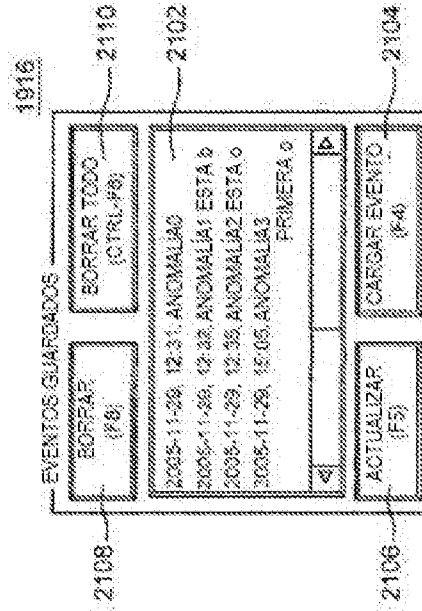


FIG. 21

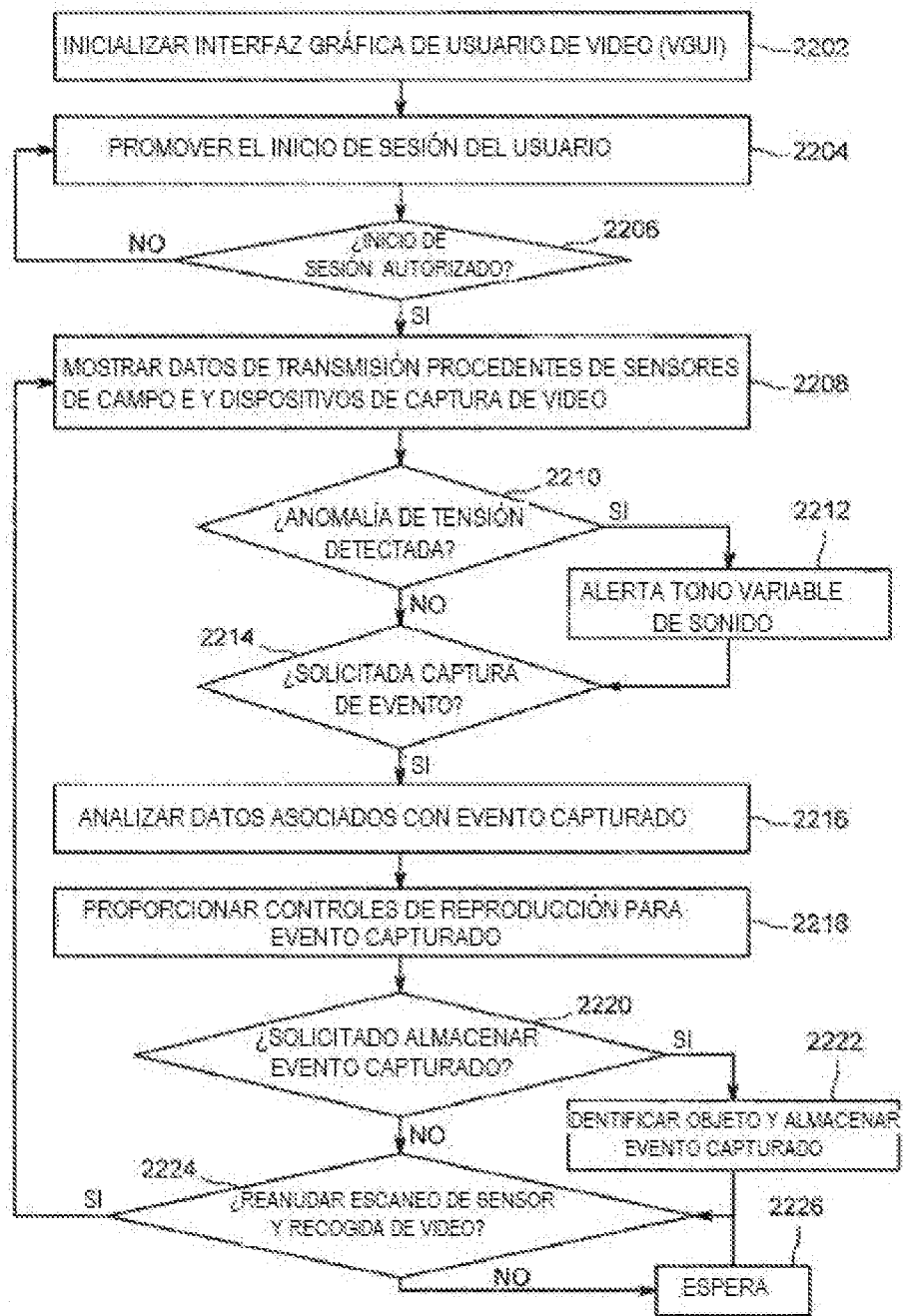


FIG. 22

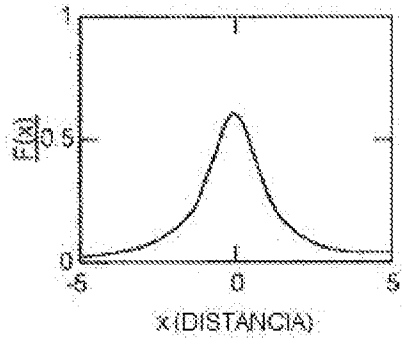


FIG. 23

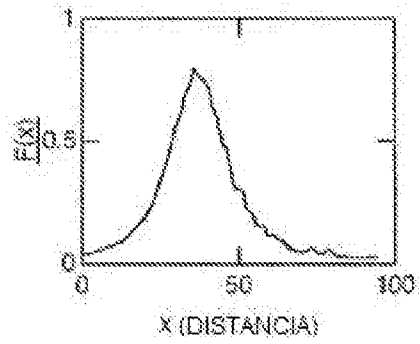


FIG. 23A

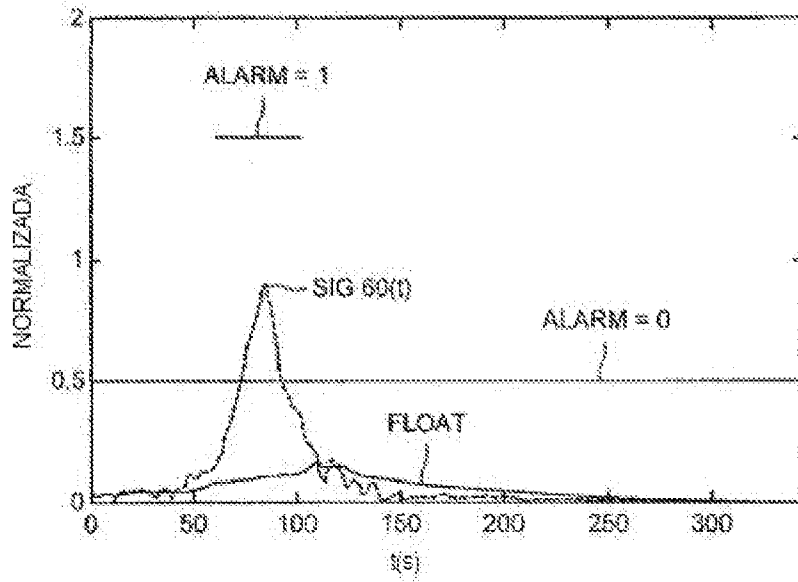


FIG. 25

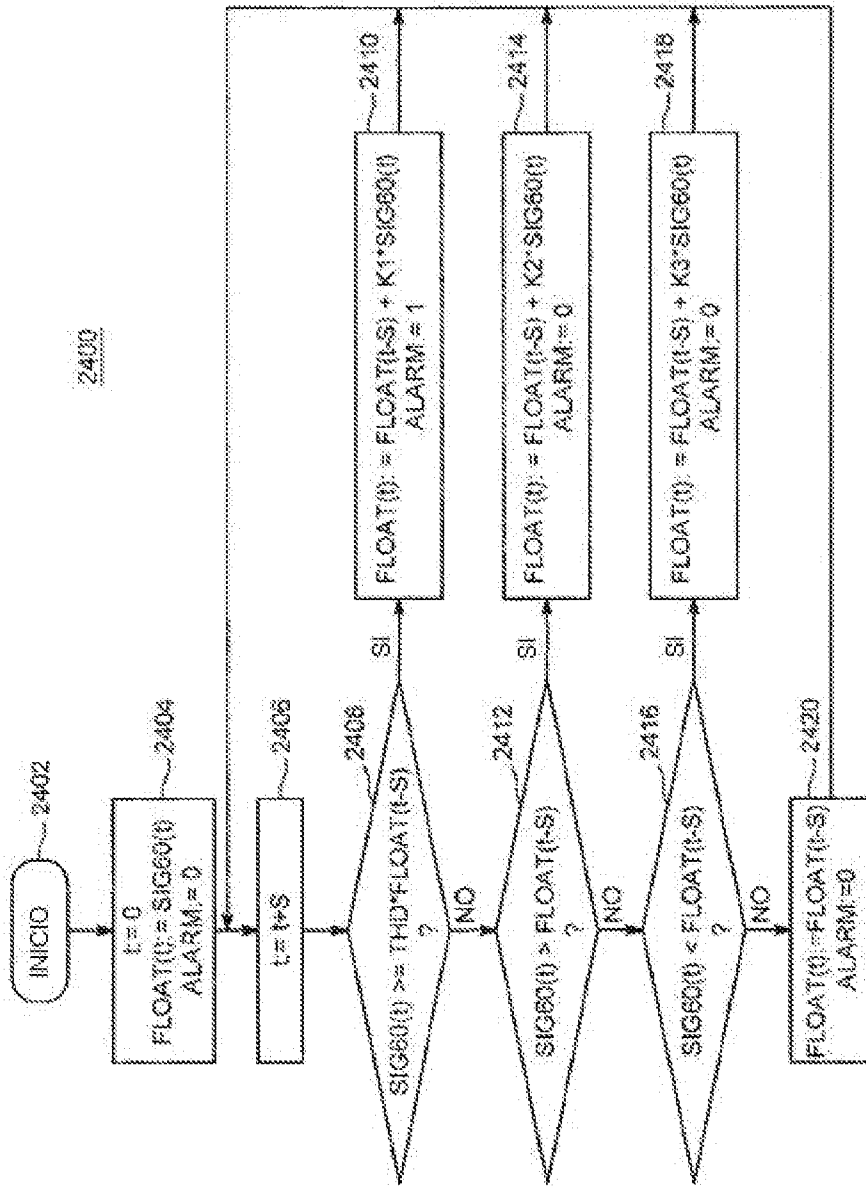


FIG. 24

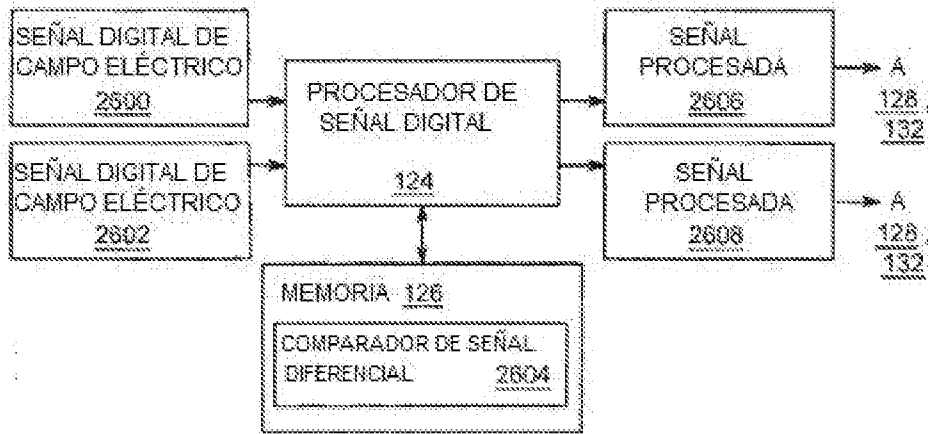


FIG. 26

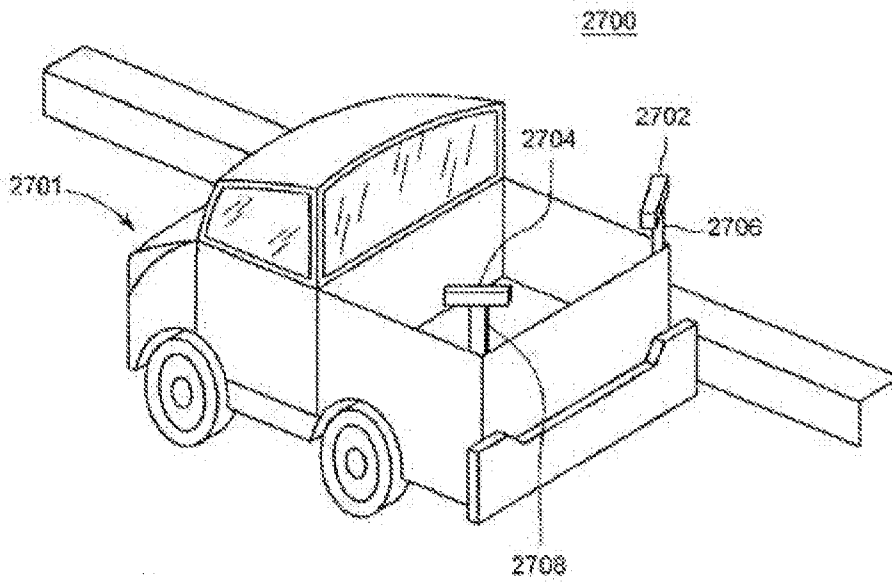


FIG. 27

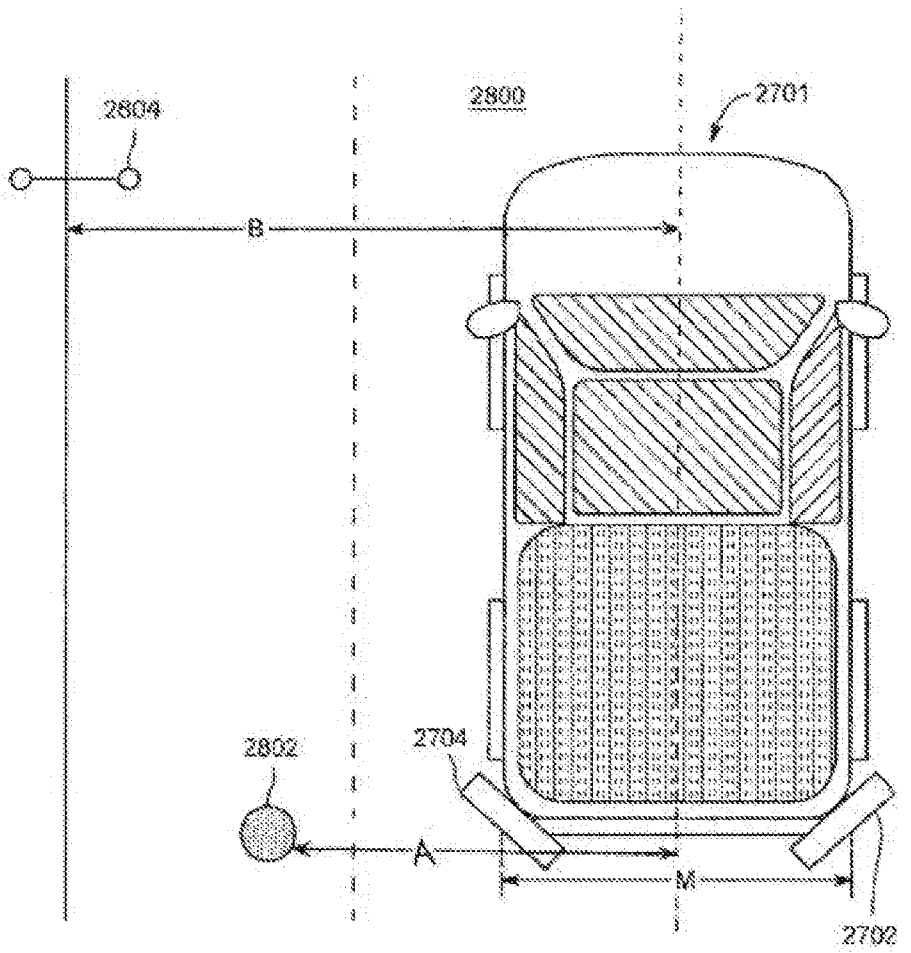


FIG. 28

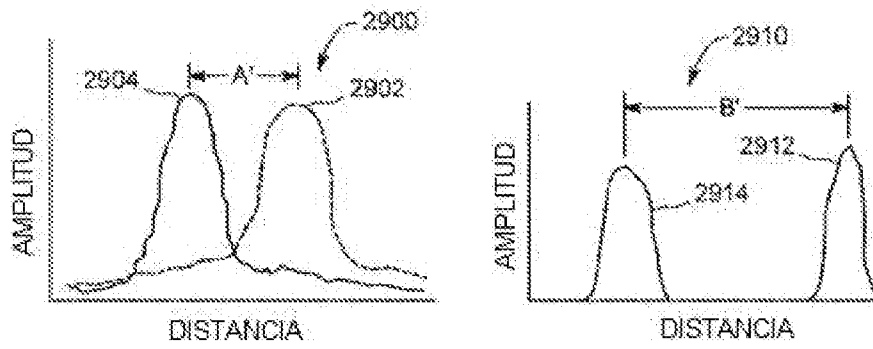


FIG. 29

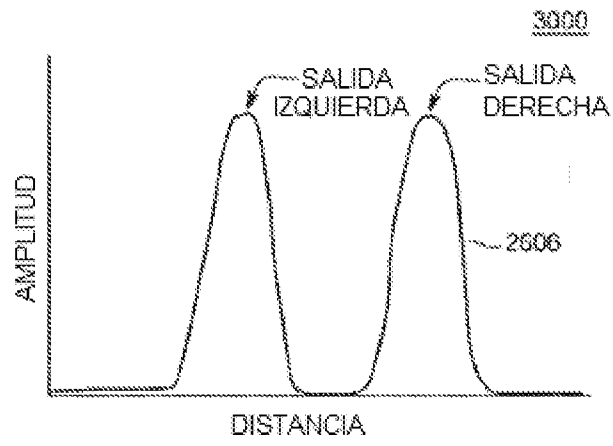


FIG. 30

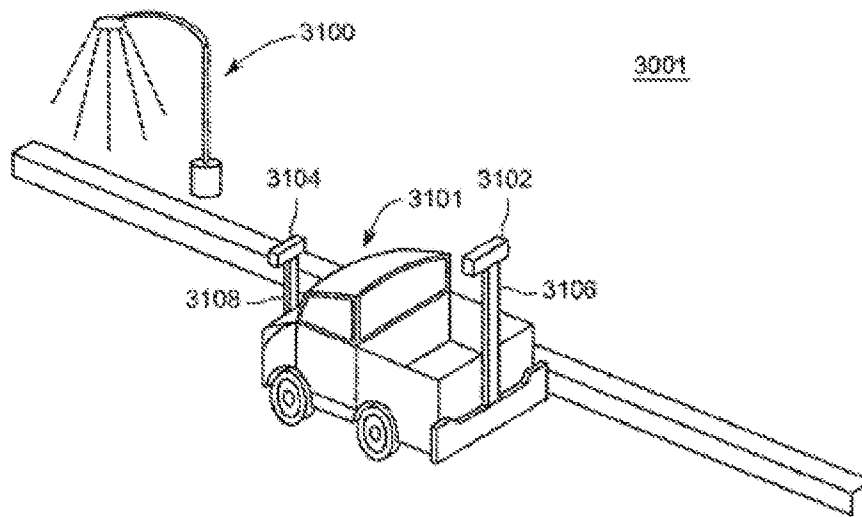


FIG. 31

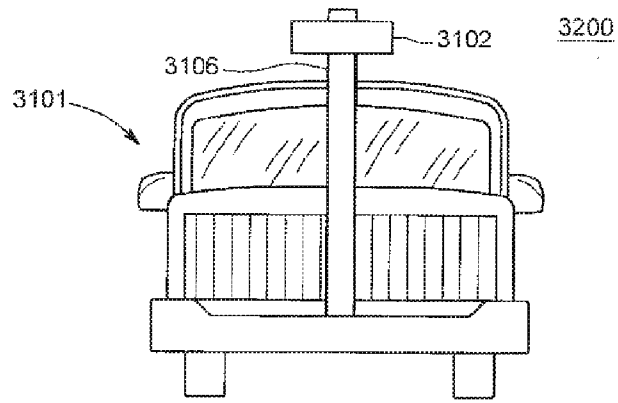


FIG. 32

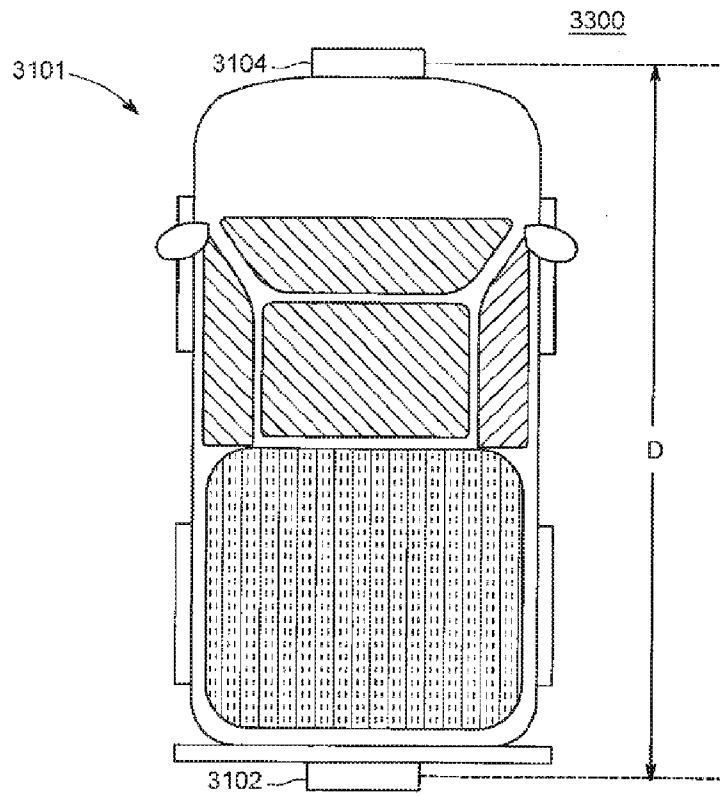


FIG. 33

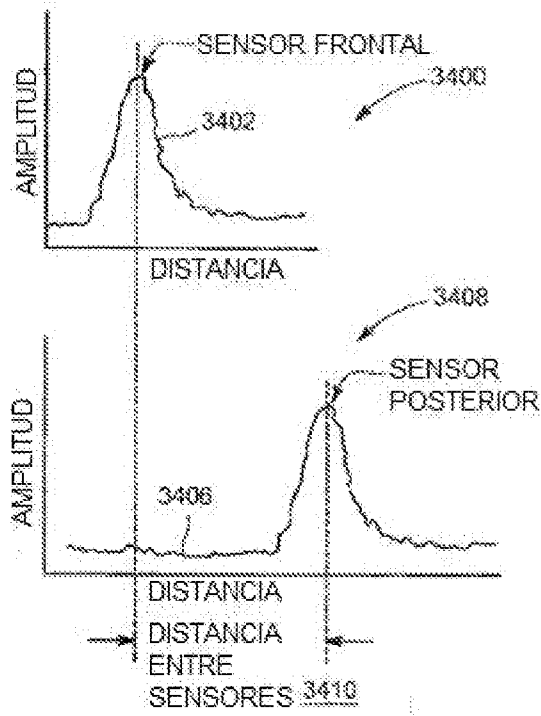
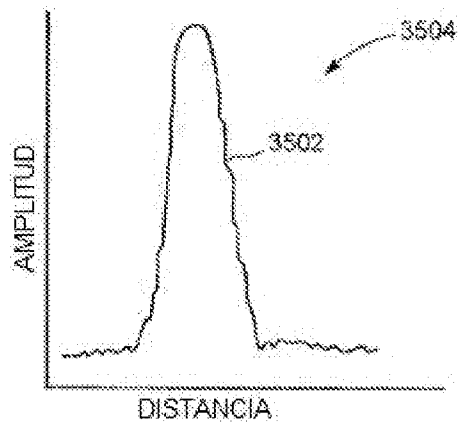


FIG. 34



SALIDAS COMBINADAS DE SENSOR FRONTAL Y POSTERIOR

FIG. 35

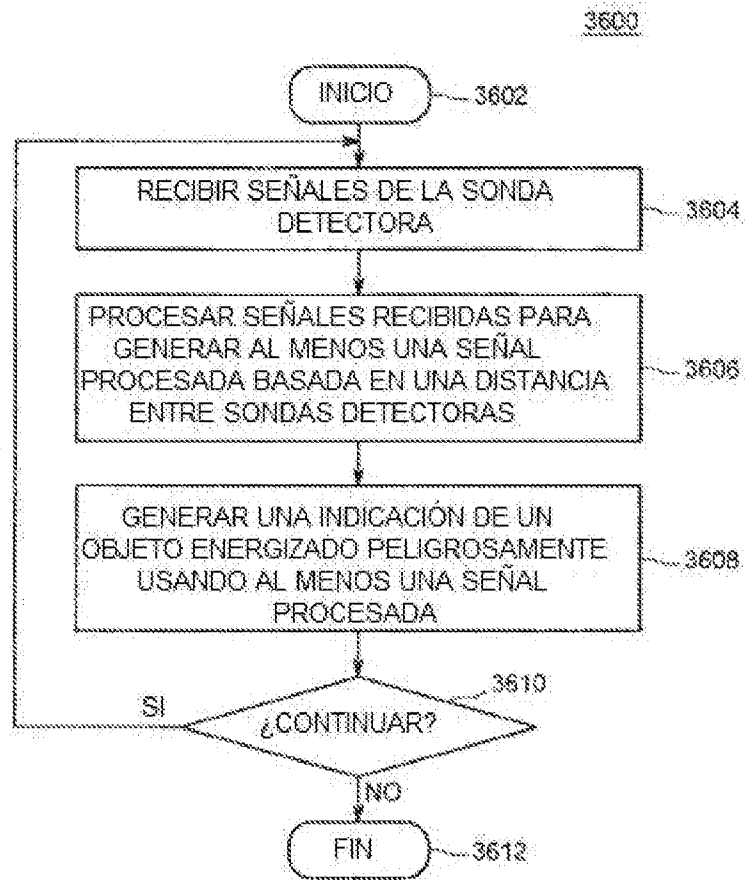


FIG. 36

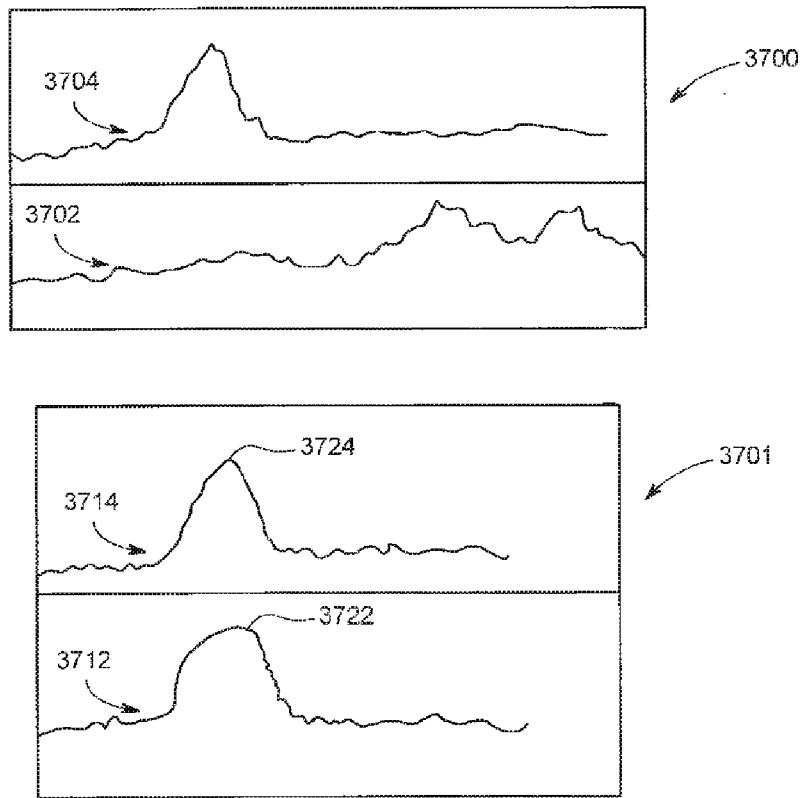


FIG. 37