(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 511 941**

(21) Número de solicitud: 201430309

(51) Int. CI.:

G01V 11/00 (2006.01)

(12) PATENTE DE INVENCIÓN B1

(22) Fecha de presentación:

06.03.2014

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

23.10.2014

Fecha de la concesión:

29.07.2015

(45) Fecha de publicación de la concesión:

05.08.2015

(73) Titular/es:

XPRESA GEOPHYSICS S.L. (100.0%)
C/ Gutenberg 3-13, 4rtF
08224 Terrassa (Barcelona) ES

(72) Inventor/es:

COLL QUINTA, Miquel

(74) Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

(54) Título: **Sistema y método de localización y cartografía de activos enterrados**

(57) Resumen:
Sistema y método de localización y cartografía de servicios enterrados que combina la adquisición simultánea de una matriz de antenas de georradar (1) (GPR, Ground Penetrating Radar) que está configurada para posicionar los objetos enterrado y visualizarlos en un espacio tridimensional, así como una matriz de sensores de inducción electromagnética (2) (EMI, electromagnetic induction) que está configurada para localizar y diferenciar las líneas con corriente eléctrica o las líneas con un núcleo conductor, tal como los cables para suministro eléctrico o de comunicaciones.

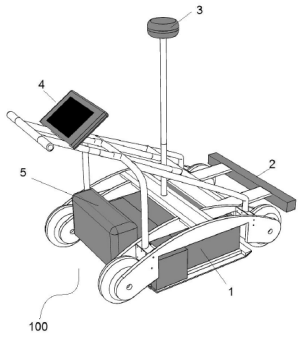


FIG.3

ES 2 511 941 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

SISTEMA Y MÉTODO DE LOCALIZACIÓN Y CARTOGRAFÍA DE ACTIVOS ENTERRADOS

DESCRIPCIÓN

El objeto de la presente invención es un sistema de localización y cartografía de servicios enterrados que combina la adquisición simultánea de una matriz de antenas de georradar (GPR, *Ground Penetrating Radar*) que está configurada para posicionar los objetos enterrado y visualizarlos en un espacio tridimensional, así como una matriz de sensores de inducción electromagnética (EMI, *electromagnetic induction*) que está configurada para localizar y diferenciar las líneas con corriente eléctrica o las líneas con un núcleo conductor, tal como los cables para suministro eléctrico o de comunicaciones.

La presente invención está dirigida a la mejora de los sistemas y métodos de cartografía de los servicios públicos del subsuelo. La presente invención también está dirigida a sistemas y métodos que permitan definir la naturaleza de los servicios públicos subterráneos.

Estado de la técnica

El georradar es usado en multitud de áreas como, por ejemplo, en búsquedas arqueológicas, obra civil, minería y en la detección de minas antipersonas. Esta técnica ofrece un método rápido y no destructivo para el mapeado y análisis del subsuelo desde una profundidad centimétrica hasta centenares de metros. El georradar se basa en la emisión y recepción de pulsos electromagnéticos entre el rango de frecuencias de los 10 MHz y 5 GHz, donde los pulsos son emitidos y recibidos por antenas que escuchan los reflejos producidos en los contactos entre diferentes materiales con diferente permitividad dieléctrica.

Durante las últimas dos décadas el georradar ha sido cada vez más utilizado como parte de un arsenal de herramientas para localizar y automatizar la cartografiar de los servicios públicos enterrados, tal y como se describe en [*Al-Nuaimy, W., Y. Huang, M. Nakhkash, M.T.C. Fang, V.T. Nguyen, A. Eriksen. (2000): "Automatic detection of buried utilities and solid objects with GPR using neural networks and pattern recognition". Journal of Applied Geophysics, 43, 157-165*] o en [*Simi, A., S. Bracciali, G. Manacorda (2008): "Hough transform based automatic pipe detection for array GPR: Algorithm development and on-site tests". Radar Conference. RADAR '08. IEEE*].

La metodología utilizada actualmente incluye la creación de una malla ortogonal de perfiles de georradar más la radiación de las tapas de inspección para su posicionamiento y el seguimiento de líneas con corriente mediante localizadores de radio frecuencia. Finalizada la adquisición, cada perfil de georradar es analizado buscando hipérbolas de difracción, estas son producidas por objetos puntuales con una permitividad dieléctrica diferente al material que los rodea, usualmente se identifican como servicios enterrados. En la figura 1 se muestra como se generan estas geometrías hiperbólicas a partir de un objeto puntual. Estos objetos puntuales son posicionados y visualizados en planta para determinar la posible trayectoria de los servicios.

Posiblemente parte de las hipérbolas detectadas representan servicios enterrados, sin embargo, estas heterogeneidades pueden proceder de otros objetos del subsuelo como raíces, cavidades, cimentaciones, o cualquier otra similar. Así pues, las trayectorias de los servicios delineados con esta metodología poseen un alto nivel de interpretación subjetiva que resuelve la presente invención.

La solución a esta problemática es la adquisición de datos 3D de georradar en resolución completa [*Grasmueck, M., R. Weger, and H. Horstmeyer (2005): "Full-resolution 3D GPR imaging". Geophysics,* ***70*** *(1), K12-K19*] con el objetivo de visualizar directamente la trayectoria de los servicios en planta. La interpretación de los datos de georradar es más real cuando se dispone de esta imagen tridimensional, ya que esta permite ver la geometría real de los objetos del subsuelo, sin interpolación. De esta forma se pueden delinear los diferentes objetos o superficies que se encuentran en el subsuelo.

Estas imágenes tridimensionales se construyen a partir de la adquisición de varios perfiles equi-espaciadamente paralelos (*C-SCAN*) donde las trazas tienen que estar equiespaciadas entre ellas en los ejes de abscisas y coordenadas X e Y no más de ¼ de la longitud de onda del pulso emitido por la antena en el subsuelo. El motivo de que esta metodología no se haya implantado en la cartografía de servicios es su alto coste en tiempo y, por lo tanto, su elevado coste económico.

Los fabricantes de antenas de georradar han estado desarrollando soluciones multicanal, como los equipos con matrices de antenas, para agilizar esta adquisición (destacan los sistemas STREAM® de IDS, GeoScope® de 3Dradar, Terravision® de GSSI o MIRA® de

MALÅ GeoScience). Estos equipos son grandes, pesados y su uso se limita a grandes superficies libres de obstáculos como campos o carreteras. Su peso y tamaño necesitan de un vehículo motorizado para moverlos, lo que no permite el movimiento ágil entre el mobiliario urbano de las ciudades, lugares donde está la mayor densidad de servicios enterrados. Estos equipos tampoco permiten diferenciar entre servicios eléctricos, metálicos sin corriente y no metálicos.

Otra técnica utilizada para la detección de servicios son los radiolocalizadores, también comúnmente conocidos como localizadores electromagnéticos, que son equipos que disponen de sensores EMI. En general, estos equipos son descritos como equipos de detección y rastreo de cables con núcleo metálico que basan su funcionamiento en los principios de la inducción electromagnética. Estos equipos rastrean los campos electromagnéticos inducidos por los cables con corriente a frecuencias de 50-60Hz. No obstante, estos equipos también aportan la posibilidad de inducir otra corriente alterna a diferente frecuencia con un equipo transmisor o mediante fuentes electromagnéticas externas al equipo como, por ejemplo, ondas de radio. En la figura 2 se ilustra el funcionamiento de estos equipos.

En la actualidad, existen otros instrumentos que integran un georradar (GPR) y sensores EMI, como el descrito en el documento WO2012042307 que describe un equipo con interfaz gráfica aplicado a la detección de minas antipersonas. No obstante, este equipo, igual que los radiolocalizadores y georradares tradicionales, está pensado estrictamente para la detección de anomalías en tiempo real, como las hipérboles de reflexión originadas por un objeto puntual. El problema técnico que presenta esta metodología es que no permite diferenciar una tubería de una mina antipersona ya que, para identificar correctamente la anomalía, se hace necesario reconstruir la imagen tridimensional con resolución completa, como propone la presente invención.

Otro equipo que integra sensores EMI y GPR es el descrito en el documento US7113124. Este equipo tiene como objetivo detectar y rastrear en tiempo real los servicios enterrados, de forma similar a la forma descrita en el documento WO2012042307, pero con la presencia de unos sensores inerciales gracias a los cuales puede posicionar las anomalías detectadas. Así pues, en este documento se realiza una malla 2D de perfiles que permite obtener un mapa en planta de anomalías de georradar, hipérboles de reflexión, posible servicios, raíces o heterogeneidades puntuales como piedras, y que posteriormente son unidas mediante

interpolación por el propio usuario. Con el posicionamiento de los datos, este equipo permite una mayor aproximación a la realidad, pero la metodología utilizada no permitirá obtener una imagen tridimensional real por problemas de precisión en el posicionamiento y por su baja productividad.

Los equipos comentados anteriormente usan una metodología de detección y rastreo en tiempo real, a diferencia de la metodología propuesta en el documento WO2002033443, donde se describe una metodología de detección y cartografía de servicios públicos subterráneos, así como la distribución en formato electrónico de los datos de mapeo para los usuarios suscriptores. No obstante, este equipo y metodología fallan en describir un equipo y una metodología que permite adquirir datos tridimensionales de georradar en resolución completa y mapas de intensidad electromagnética de los servicios con corriente de forma simultánea, usando matrices de sensores que permitan incrementar por diez la productividad la recogida de datos respecto los equipos tradicionales, tal y como es el objeto de la presente invención. Este último documento tampoco describe una metodología para la interpretación automática conjunta entre los dos tipos de datos adquiridos que permite aumentar drásticamente la productividad para la creación de la cartografía de servicios enterrados, metodología ésta que si queda reflejada en la presente invención.

Descripción de la invención

El sistema de la presente invención da solución a la cartografía de suministros públicos en áreas urbanas, zonas donde hay una alta concentración de servicios enterrados y donde los equipos tradicionales como el georradar monocanal y el radiolocalizador no permiten una correcta detección. Además, se ha de tener en cuenta que debido a la mala posición de los servicios en las bases de datos actuales, se ha producido un progresivo aumento de las incidencias en las redes y un problema en la elección de los trazados de nuevas instalaciones, haciéndose necesario la creación de una herramienta para la detección y posicionamiento de los servicios enterrados en las ciudades que sea económico y preciso.

Para solucionar este problema técnico, en un primer aspecto, la presente invención comprende una matriz de antenas de radar de penetración de suelo (que en la presente memoria descriptiva se llamará indistintamente georradar o GPR o sensor de georradar); una matriz de sensores vectoriales de campo magnético (también llamados en la presente memoria descriptiva como sensores EMI); y un sistema de posicionamiento. Estos elementos

están embarcados en un vehículo de tal forma que la matriz de georradar está dispuesta en la parte inferior del vehículo y en paralelo al suelo, y donde los canales de adquisición están separados en la dirección perpendicular al avance del propio vehículo con una separación máxima entre canales de un cuarto de la longitud de onda de la frecuencia central emitida; y donde la matriz de sensores electromagnéticos vectoriales registra una serie temporal de banda ancha configurada para medir la intensidad de los campos magnéticos en las componentes (X, Y, Z) entre las frecuencias de 50Hz a 200KHz.

En un segundo aspecto de la invención, se propone una metodología de adquisición y tratamiento de datos, que permite agilizar la recogida de datos en un tiempo mínimo y prescindir del tratamiento en la oficina que implican a especialistas de alto coste para la interpretar los datos y digitalizar los servicios enterrados.

Más concretamente, el método de localización y cartografía de activos enterrados que comprende las etapas de:

a) Adquisición del área de escaneo mediante la ayuda de un navegador que con los datos de posicionamiento guía el equipo para que los sensores (esto es, las matrices de georradar y de sensores EMI) registren toda el área objetivo discretizada en un mallado regular de trazas de georradar y valores de intensidad electromagnética.
b) Una vez recogidos los datos georreferenciados son enviados a un servidor externo.
c) Reconstruir y procesar la imagen tridimensional de georradar en resolución completa, en el servidor externo;
d) Identificar y delinear en las tres dimensiones los ápex de las hipérboles de reflexión que tengan continuidad en el espacio dentro de la imagen tridimensional de georradar mediante un algoritmo matemático en el servidor externo; y
e) Cotejar los datos de la imagen tridimensional con el mapa de intensidad electromagnética, integrando la información de ambos en un único mapa.

A lo largo de la descripción y las reivindicaciones la palabra "comprende" y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o pasos. Para los expertos en la materia, otros objetos, ventajas y características de la invención se desprenderán en parte de la descripción y en parte de la práctica de la invención. Los siguientes ejemplos y dibujos se proporcionan a modo de ilustración, y no se pretende que restrinjan la presente invención. Además, la presente invención cubre todas las posibles combinaciones de realizaciones particulares y preferidas aquí indicadas.

Breve descripción de las figuras

A continuación se pasa a describir de manera muy breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con una realización de dicha invención que se presenta como un ejemplo no limitativo de ésta.

FIG.1 Muestra esquemáticamente como en el actual estado de la técnica se generan geometrías hiperbólicas a partir de un objeto puntual. Estos objetos puntuales son posicionados y visualizados en planta para determinar la posible trayectoria de los servicios.

FIG.2 Muestra esquemáticamente el funcionamiento de los equipos de inducción electromagnética descritos en el actual estado de la técnica.

FIG.3 Muestra una vista en perspectiva del vehículo de transporte del sistema objeto de la invención.

FIG.4 Muestra una vista del navegador integrado en el vehículo de la figura 3 para ilustrar la metodología de escaneo mediante dicho navegador usando un sistema de posicionamiento local o un GPS diferencial en el caso de tener una buena cobertura de satélites.

FIG.5 Muestra un esquema de las distintas fases del tratamiento de los datos recogidos por el sistema para su interpretación y mapeo de los servicios.

Exposición de un modo detallado de realización de la invención

Las figuras 3-5 muestran una realización particular del sistema y método objeto de la presente invención. En general, el sistema de la invención es un equipo físico (mostrado en la figura 3) de empuje manual con la anchura de una silla de ruedas (entre 66 y 76 cm en una silla de ruedas de tipo estándar), que permite escanear en toda su anchura, de forma simultánea, datos de georradar y datos EMI vectoriales, mediante el empleo de matrices de sensores (1,2) para cubrir todo el área a escanear. La disposición de los elementos en un vehículo (100) como el mostrado en la figura 3 permite un escaneo ágil entre el mobiliario urbano.

Los sensores EMI, generalmente, escanean en modo pasivo es decir registran la intensidad de campo electromagnético de 50-60 Hz, campo que esta inducido por los cables con paso de corriente eléctrica. Para otros cables con núcleo metálico existe la posibilidad de inducir una corriente a una determinada frecuencia con un transmisor, de tal forma que dicha frecuencia es identificativa del cable inducido.

En una realización particular no mostrada en las figuras adjuntas, tanto la matriz de georradar (1) como la matriz de sensores EMI (2) puede doblarse, es decir, pueden disponerse dos matrices alineadas horizontalmente, de tal forma que pueda doblarse igualmente el área escaneada, siempre y cuando el mobiliario urbano lo permita. Lógicamente, para ello, ambas matrices contarán con los elementos de unión y conexiones de datos necesarias.

Una matriz de antenas de radar de penetración de suelo, es decir, una matriz de georradar (1), permite ser mucho más productivo en la recogida de datos, más de diez veces que los georradares monocanal. En la matriz de georradar (1), que está dispuesta en la parte inferior del vehículo (100) y en paralelo al suelo, los canales de adquisición están separados en la dirección perpendicular al avance del propio vehículo con una separación máxima entre canales de un cuarto de la longitud de onda de la frecuencia central emitida. Esta disposición es la que permite reconstruir una imagen tridimensional de georradar en resolución completa, imagen que permite delinear en tres dimensiones todos los servicios del subsuelo. Este elemento está en todo momento rozando el terreno, a una distancia del mismo inferior a los 10 cm, para asegurar la máxima energía irradiada en el subsuelo. En una realización particular de la invención, la matriz de georradar (1) estará dispuesta en una plataforma regulable en altura para ajustar al máximo la distancia de la matriz (1) con el suelo.

Cualquier arquitectura de las matrices de georradar (1) puede ser considerada en la presente invención. No obstante, en una realización particular, la matriz de georradar (1) comprende al menos un módulo que comprende cuatro dipolos HH configurados para visualizar los servicios enterrados perpendiculares a la trayectoria del sistema y dieciséis dipolos VV configurados para obtener una imagen tridimensional.

La matriz de sensores electromagnéticos vectoriales (2) o matriz EMI, registra una serie temporal de banda ancha, capaz de medir la intensidad de campos en las componentes (X, Y, Z) entre las frecuencias de 50Hz a 200KHz. El resultado de estas medidas es una

cartografía del campo vectorial horizontal y vertical de una determinada frecuencia que en el caso de los 50 Hz nos delinea en planta los servicios eléctricos y que en las otras frecuencias se puede delinear los servicios con núcleos metálicos donde se ha inducido una corriente de la misma frecuencia con un transmisor. En una realización particular, la matriz de sensores EMI vectoriales (2) se compone de tres bobinas ortogonales de inducción y una cuarta bobina a una altura configurada para estimar la profundidad de la detección.

El sistema de posicionamiento global o local (3) tiene una precisión de 1/8 de la longitud de onda de la frecuencia central emitida en el subsuelo. Por tanto, cualquier sistema de posición local o global que tenga la suficiente precisión es susceptible de ser empleado en la presente invención. Ejemplos de estos sistemas son el DGPS en zonas de buena cobertura satelital y estaciones totales robotizadas. En una realización particular el sistema de posicionamiento (3) está situado en el centro de masas del vehículo (100).

Finalmente, el sistema se completa con un PC táctil (4) resistente a la humedad y a los golpes donde se dispone la interfaz gráfica de control de adquisición de los datos y se almacena todos los datos para la posterior análisis, para lo que cuenta con, al menos, una pantalla táctil, un procesador y una memoria, estando el procesador conectado con las distintas unidades de adquisición de datos, que son los encargados de controlar y transmitir las medidas de los diferentes sensores al PC. El vehículo (100) se alimenta eléctricamente mediante baterías (5) que permiten a este vehículo tener una autonomía ilimitada gracias a la posibilidad de cambiar las baterías sin cortar la corriente.

El vehículo consta de un odómetro en una rueda que es el encargado de que el PC registre los datos en un espaciado regular en el sentido de avance del equipo y evitando así el registro de datos cuando no haya movimiento.

Los tres tipos de datos registrados en el PC (Intensidad de campo electromagnético, trazas de georradar y posicionamiento) llevan una marca de tiempo para posicionar cada dato en lugar juntamente con el elemento que ha hecho el registro dentro de cada matriz para hacer su proyección sintética.

En la adquisición de georradar 3D se hace necesario marcar líneas guías para tener un mallado regular de trazas. Esto implica un elevado tiempo consumido en la preparación de la zona de trabajo además de la ocupación de toda la zona hasta el fin del escaneo. Así pues el que se propone es hacer uso de un navegador donde además se añaden los indicadores que

informan de la correcta recogida de los diferentes tipos de datos (trazas de georradar y valores de intensidad electromagnética), esta metodología se muestra en la figura 4 de forma esquemática. Esta metodología evita solapar zonas escaneadas y minimiza las zonas sin datos. La duplicidad de datos tiene un coste de tiempo y memoria del PC. Tener zonas sin escanear también es problemático, porque no permite realizar un buen procesado 3D y deja áreas sin información a la hora de interpretar.

Una vez recogidos los datos georreferenciados son enviados a un servidor externo, donde dichos datos se procesan con el fin de utilizar los algoritmos automáticos de procesado tridimensional más avanzados y así aprovechar la velocidad de procedimiento y escalabilidad que da esta infraestructura. Una vez ya se ha reconstruido la imagen tridimensional de georradar en resolución completa se utiliza un algoritmo matemático configurado para identificar y delinear en las tres dimensiones el ápex de las hipérboles de reflexión que tengan continuidad en el espacio, pudiendo diferenciar de una heterogeneidad como es una piedra de una tubería o cable que tienen continuidad. Una vez digitalizados los diferentes servicios identificados en la imagen de georradar el programa en el servidor externo coteja estos datos con el mapa de intensidad electromagnética a 50Hz pudiendo etiquetar los servicios eléctricos como tales.

En la figura 5 se muestra esquemáticamente este proceso. Así pues, en una primera etapa se obtiene un prisma de georradar en resolución completa (fig.5a), posteriormente se identifican los patrones hiperbólicos en la imagen tridimensional de georradar (fig.5b), se delinean en el espacio los ápex de las hipérboles con continuidad lineal (fig.5c) y finalmente se compara la intensidad del campo magnético a 50/60 Hz (fig.5d) con los servicios delineados para la identificación de los servicios de corriente eléctrica en este ejemplo.

El mapa con los servicios digitalizados es enviado al cliente que ha subido los datos escaneados y simultáneamente guardados en una base de datos georreferenciados con los resultados de todos los escaneos a nivel mundial. Estos datos mejoran la precisión de las bases de datos actuales, así pues con el tiempo estos datos se utilizaran para reemplazar o mejorar las bases de datos publicas/privadas. Un sistema de distribución de datos proporciona acceso a los diferentes usuarios que pueden acceder a través de internet acceso web plataformas públicas o privadas.

REIVINDICACIONES

1 – Sistema de localización y cartografía de activos enterrados que comprende:

una matriz de antenas de radar de penetración de suelo (1);

una matriz de sensores vectoriales de campo magnético (2); y

un sistema de posicionamiento (3)

caracterizado por que

dichos elementos están situados en un vehículo (100) de tal forma que la matriz de georradar (1) está dispuesta en la parte inferior del vehículo (100) y en paralelo al suelo, y donde los canales de adquisición están separados en la dirección perpendicular al avance del propio vehículo (100) con una separación máxima entre canales de un cuarto de la longitud de onda de la frecuencia central emitida;

y donde la matriz de sensores electromagnéticos vectoriales (2) registra una serie temporal de banda ancha configurada para medir la intensidad de los campos magnéticos en las componentes (X, Y, Z) entre las frecuencias de 50Hz a 200KHz.

2 – El sistema de la reivindicación 1 donde la matriz de georradar (1) está dispuesta en una plataforma regulable en altura para ajustar al máximo la distancia de la matriz de georradar (1) con el suelo.

3 – El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde el sistema de posicionamiento global o local (3) tiene una precisión de 1/8 de la longitud de onda de la frecuencia central emitida.

4 – El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde la matriz de antenas de radar de penetración de suelo (1) comprende al menos un módulo que comprende cuatro dipolos HH configurados para visualizar los servicios enterrados perpendiculares a la trayectoria del sistema y dieciséis dipolos VV configurados para obtener una imagen tridimensional en resolución completa.

5 – El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores que está integrado en un vehículo (100) de tal forma que la matriz de antenas de radar (1) está dispuesta en paralelo a ras de suelo, mientras que en su parte frontal se monta una estructura donde se sitúan tres sensores vectoriales de campo magnético y uno a una determinada altura configurado para estimar la profundidad de la detección.

6 – El sistema de acuerdo con la reivindicación 5 donde la matriz de antenas de radar está dispuesta en paralelo a ras de suelo sobre una plataforma ajustable en altura.

7 – El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde el sistema de posicionamiento (3) comprende un DGPS situado en el centro de masas del vehículo (100).

8 – El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende un odómetro.

9 – El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende un PC táctil (4) conectado con los sensores (1, 2, 3) del sistema.

10 – Método de localización y cartografía de activos enterrados que comprende las etapas de:

a) Adquisición del área de escaneo mediante la ayuda de un sistema de posicionamiento (3) que, con los datos de posición, guía al equipo para que las matrices de sensores (1,2) registren toda el área objetivo discretizada en un mallado regular de trazas de georradar y valores de intensidad electromagnética.;
b) Enviar a un servidor externo los datos georreferenciados obtenidos;
c) Reconstruir y procesar la imagen tridimensional de georradar en resolución completa en el servidor externo;
d) Identificar y delinear en las tres dimensiones los ápex de las hipérboles de reflexión que tengan continuidad en el espacio dentro de la imagen tridimensional de georradar mediante un algoritmo matemático en el servidor externo; y
e) Cotejar los datos de la imagen tridimensional con el mapa de intensidad electromagnética, integrando la información de ambos en un único mapa.

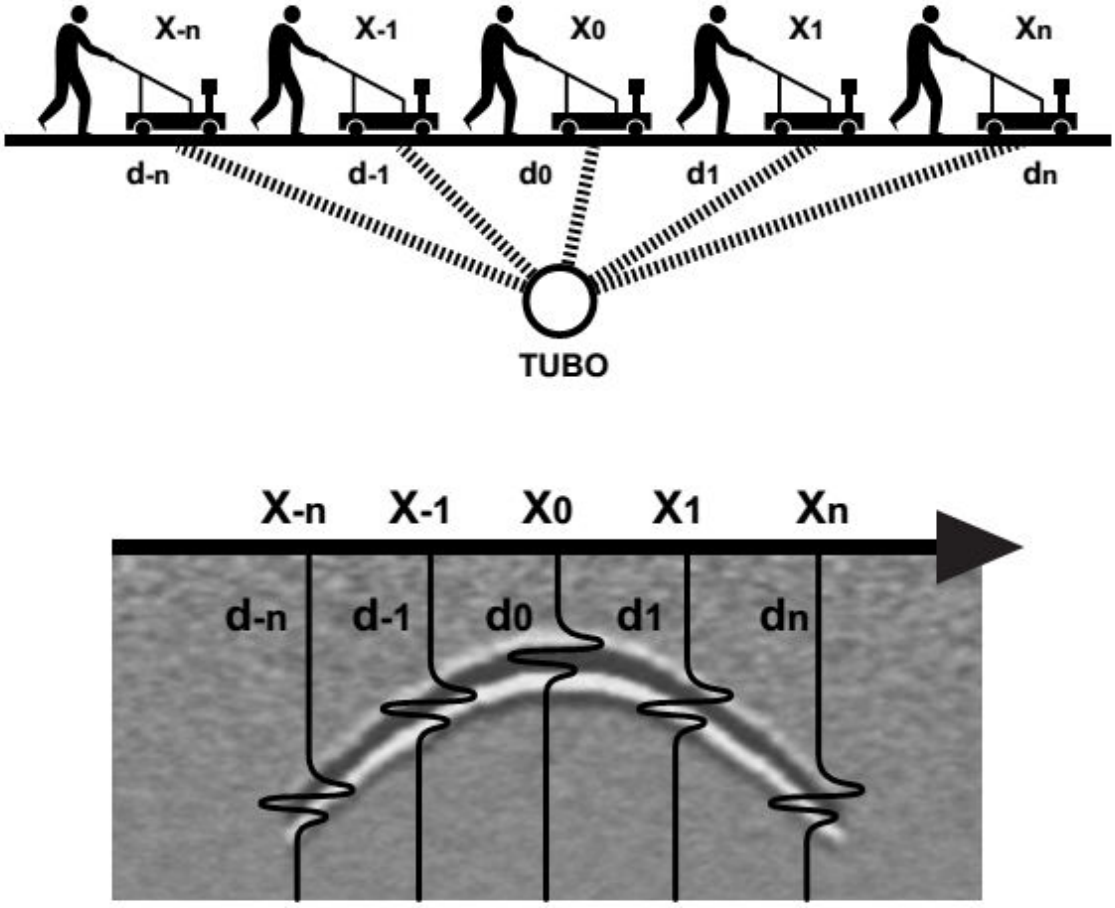


FIG.1

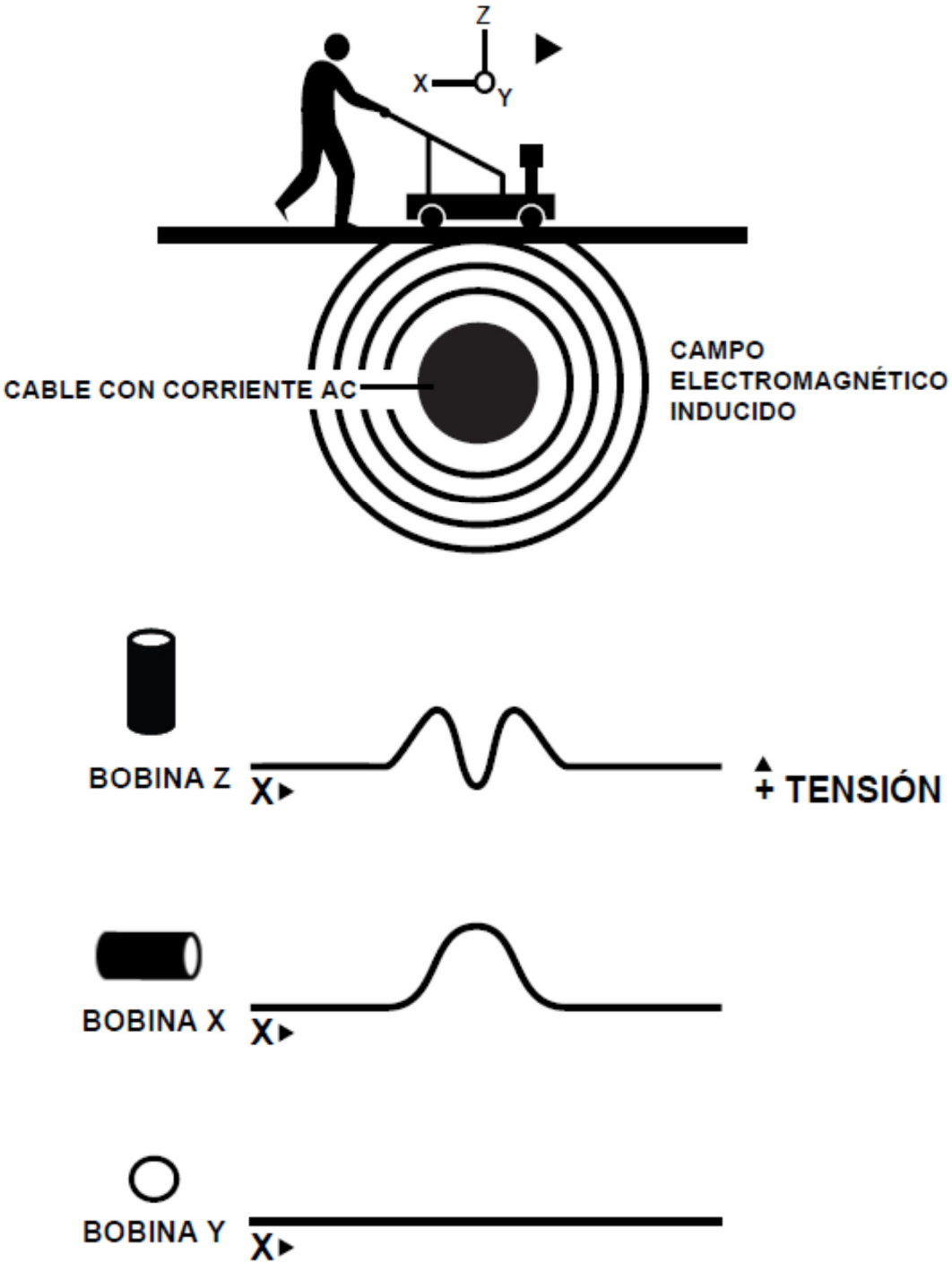

Z
X
Y
CABLE CON CORRIENTE AC
CAMPO
ELECTROMAGNÉTICO
INDUCIDO
BOBINA Z
X
+ TENSIÓN
BOBINA X
X
BOBINA Y
X

FIG.2

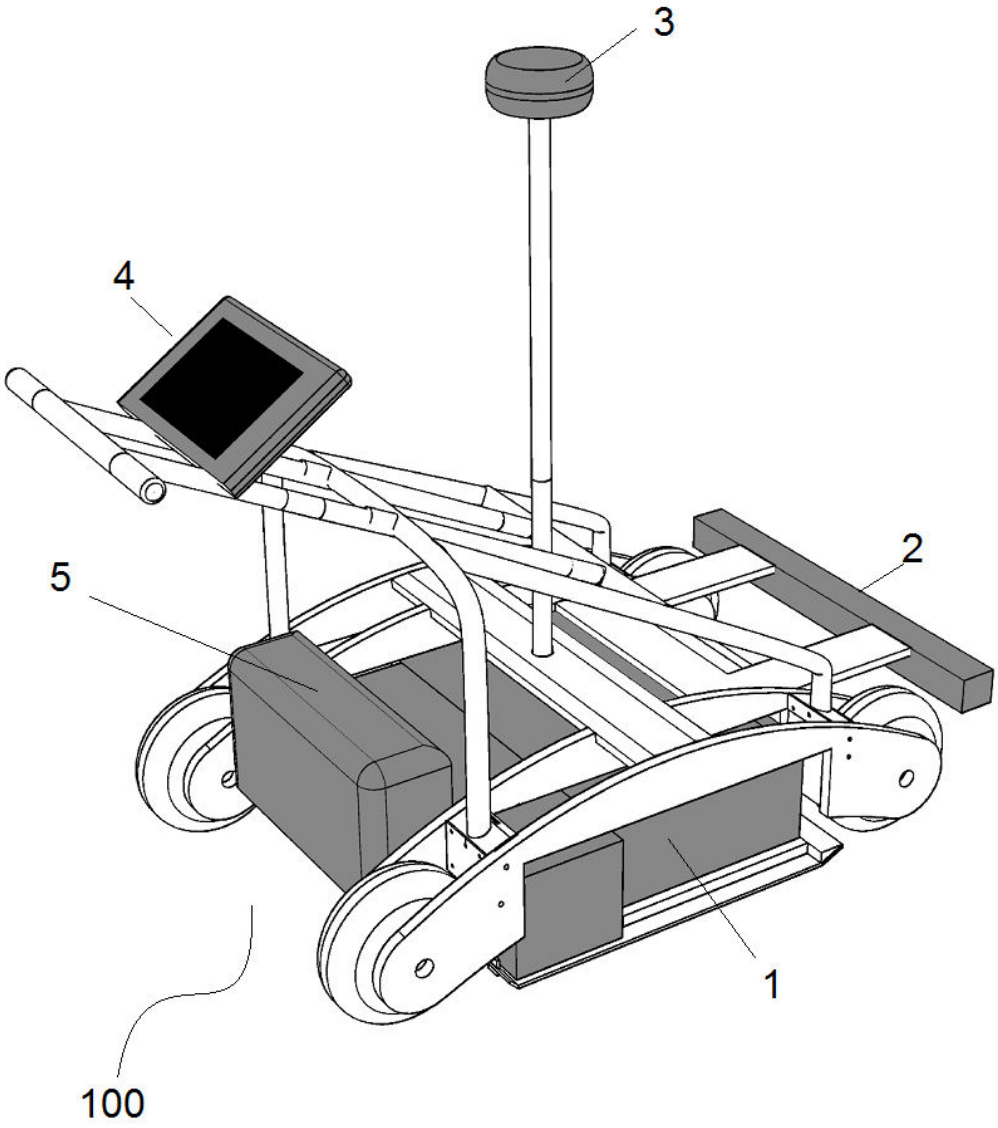


FIG.3

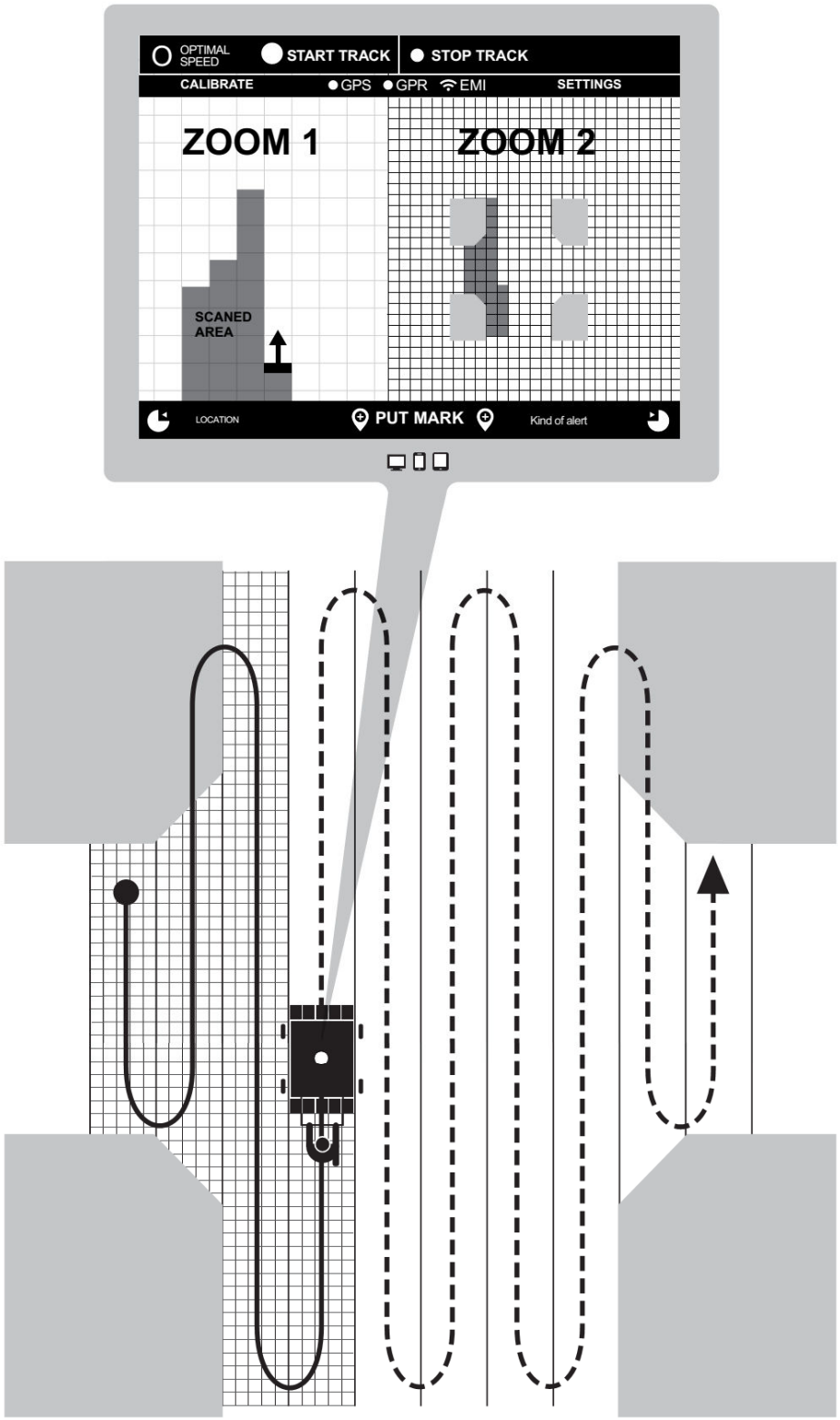

OPTIMAL SPEED
START TRACK
STOP TRACK
CALIBRATE
GPS
GPR
EMI
SETTINGS
ZOOM 1
ZOOM 2
SCANED AREA
LOCATION
PUT MARK
Kind of alert

FIG.4

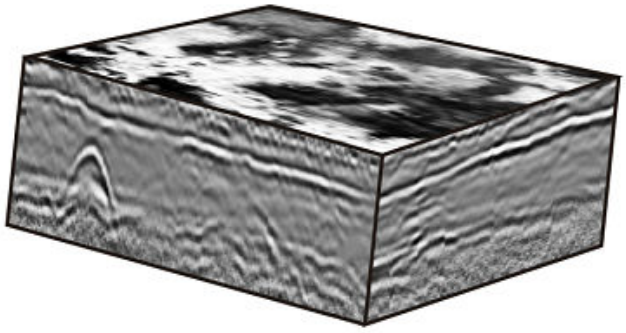


fig.5a

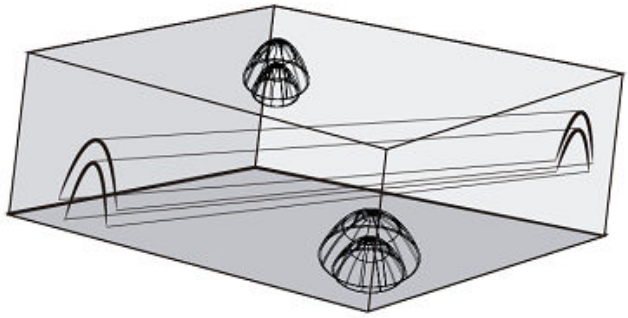


fig.5b

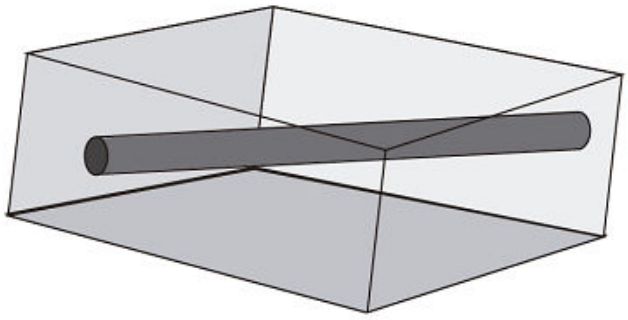


fig.5c

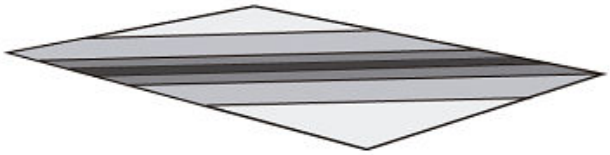


fig.5d

FIG.5

OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(21) N.º solicitud: 201430309

(22) Fecha de presentación de la solicitud: 06.03.2014

(32) Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

(51) **Int. Cl. :** ***G01V11/00*** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	(56) **Documentos citados**	**Reivindicaciones afectadas**
X	US 2008079723 A1 (HANSON DAVID et al.) 03.04.2008, resumen; figuras (especialmente 1A,4,10,11,19); párrafos 6,25,59-64,68,70-72,80-82,94,98,102, 105,107,108,112,114,119,121-126,128,130,132,139,143,153,180,216.	1-6,9,10
Y		7,8
X	US 2012239191 A1 (VERSTEEG ROELOF J et al.) 20.09.2012, resumen; figuras (especialmente 1-6); párrafos 48-50,54,57,82,85,96,107,212,225-226,237, 247-248,254,264,284.	1,8
Y		8
A	US 2009109081 A1 (RYERSON KENNETH J et al.) 30.04.2009, resumen; figuras; párrafos 2,6,9,14-17,29,34-37,42,55,58-60,65-67.	1-10
Y	EP 2244101 A1 (PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLIC) 27.10.2010, resumen; figuras; párrafos 6,7,16,20-22,31,39,63.	7

Categoría de los documentos citados
X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica
O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones ☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe	**Examinador**	**Página**
14.10.2014	A. López Ramiro	1/5

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G01V

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 14.10.2014

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	1-10	**SI**
	Reivindicaciones		**NO**
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones		**SI**
	Reivindicaciones	1-10	**NO**

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 2008079723 A1 (HANSON DAVID et al.)	03.04.2008
D02	US 2012239191 A1 (VERSTEEG ROELOF J et al.)	20.09.2012
D03	US 2009109081 A1 (RYERSON KENNETH J et al.)	30.04.2009
D04	EP 2244101 A1 (PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLIC)	27.10.2010

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

Reivindicación 1

El documento más próximo es D01, dicho documento presenta (resumen, figuras (especialmente 1A, 4, 10, 11, 19); párrafos 6, 25, 59-64, 68, 70-72, 80-82, 94, 105, 112, 114, 121-126, 128, 130, 132, 143, 153 y 216) un sistema (100) de localización y cartografía de activos enterrados con una matriz de antenas de radar de penetración de suelo (118); una matriz de sensores vectoriales de campo magnético (116); y un sistema de posicionamiento (104); dichos elementos están situados en un vehículo (208) de tal forma que la matriz de georradar (118) está dispuesta en la parte inferior del vehículo (208) y en paralelo al suelo (ver párrafo 114), y donde los canales de adquisición tienen una posición determinada dentro del vehículo (párrafos 137-139) y donde la matriz de sensores electromagnéticos vectoriales (116) registra una serie temporal de banda ancha configurada para medir la intensidad de los campos magnéticos en las componentes (X, Y, Z, párrafo 130).

La diferencia entre el objeto de la presente solicitud y D01 se basa en que en D01 no se indica específicamente que los canales de adquisición estén separados en la dirección perpendicular al avance del propio vehículo; tampoco se indica que la separación máxima entre canales sea de un cuarto de la longitud de onda de la frecuencia central emitida o que la matriz de sensores electromagnéticos registre en concreto entre las frecuencias de 50Hz a 200KHz.

El efecto de dichas diferencias permite por un lado conseguir la reconstrucción de una imagen tridimensional de georradar en resolución completa, imagen que permite delinear en tres dimensiones todos los servicios del subsuelo; y por otro se consiguen unas medidas que permiten obtener una "cartografía del campo vectorial horizontal y vertical de una determinada frecuencia que en el caso de los 50 Hz nos delinea en planta los servicios eléctricos y que en las otras frecuencias se puede delinear los servicios con núcleos metálicos donde se ha inducido una corriente de la misma frecuencia con un transmisor" (descripción, páginas 8-9 de la solicitud).

Sin embargo, en D01 se indica específicamente que con el dispositivo presentado se permite delinear en tres dimensiones todos los servicios del subsuelo y obtiene una cartografía del campo vectorial horizontal y vertical (con una precisión indicada en el párrafo 112). Por lo tanto a la vista de D01 la reivindicación 1 tiene novedad, pero no actividad inventiva.

El documento D02 a su vez presenta (resumen, figuras, especialmente 1-6; párrafos 48-50, 54, 57, 82, 85, 107, 225-226, 237, 247-248, 254, 264 y 284) un sistema de localización y cartografía de activos enterrados con una matriz de antenas de radar de penetración de suelo (figuras 3 y 4); una matriz de sensores vectoriales de campo magnético (figuras 3 y 4); y un sistema de posicionamiento (figuras 3 y 4). Estos elementos están situados en un vehículo (párrafos 48, 212; figura 19) y donde la matriz de sensores electromagnéticos vectoriales registra una serie temporal de banda ancha configurada para medir la intensidad de los campos magnéticos en las componentes (X, Y, Z) (párrafo 96).

La diferencia entre la reivindicación 1 y D02 es que no se indica que la matriz de georradar está dispuesta en la parte inferior del vehículo y en paralelo al suelo, y donde los canales de adquisición están separados en la dirección perpendicular al avance del propio vehículo con una separación máxima entre canales de un cuarto de la longitud de onda de la frecuencia central emitida; y donde la matriz de sensores electromagnéticos vectoriales registra una serie temporal de banda ancha configurada para medir la intensidad entre las frecuencias de 50Hz a 200KHz (se indica el valor de 10Hz, párrafo 284).

Como se ha indicado, dichas diferencias tienen el efecto técnico de conseguir la reconstrucción de una imagen tridimensional de georradar en resolución completa, y conseguir medidas que permiten obtener una cartografía del campo vectorial horizontal y vertical 3D.

Sin embargo, al igual que con D01, en el caso de D02 se indica específicamente que es posible determinar la presencia de minas subterráneas (párrafos 284-285, 300) en las componentes x, y, z, y por lo tanto se consigue los valores de campo en 3D.

También se considera relevante mencionar D03 (resumen, figuras, párrafos 2, 6, 9, 14-17, 29, 34-37, 42, 55, 58-60 y 65-67) del mismo inventor que D01. Este documento del mismo campo técnico presenta un sistema de localización y cartografía de activos enterrados con una matriz de antenas de radar de penetración de suelo (91, 118); una matriz de sensores vectoriales de campo magnético (116); y un sistema de posicionamiento (104).

Por lo mencionado, la reivindicación 1 presenta novedad (Artículo 6 LP) pero carece de actividad inventiva (Artículo 8 LP).

Reivindicaciones 2-4
En el documento D01 (resumen, figuras (especialmente 1A, 4, 10, 11, 19); párrafos 6, 25, 59-64, 68, 70-72, 80-82, 94, 105, 112, 114, 121-126, 128, 130, 132, 143, 153 y 216) se indica que la matriz de georradar (204) está dispuesta en una plataforma (figura 10) móvil. No se indica que sea regulable en altura para ajustar al máximo la distancia de la matriz de georradar con el suelo; sin embargo en D01 (párrafos 64, 70, 123, 124, 216) se indica que se tiene en cuenta la posición de los sensores, y se busca evitar errores debidos a por ejemplo la inclinación del suelo, por lo que se soluciona el mismo problema técnico.
No se indica que en D01 el sistema de posicionamiento global o local tiene una precisión de 1/8 de la longitud de onda de la frecuencia central emitida. El efecto técnico de dicha reivindicación es “tener la suficiente precisión” (solicitud, página 9, línea 10). En D01 se indica específicamente que se usa un GPS de alta precisión (figura 18 “High accuracy GPS”, párrafos 72, 119, 143).
En D01 no se indica que la matriz de antenas de radar de penetración de suelo comprenda un módulo que comprende cuatro dipolos HH configurados para visualizar los servicios enterrados perpendiculares a la trayectoria del sistema y dieciséis dipolos VV configurados para obtener una imagen tridimensional en resolución completa. El efecto de dicha diferencia es obtener una imagen en 3D. No se indica en la solicitud el efecto técnico específico de proporcionar esta configuración del módulo y en D01 se indica que se consigue una imagen 3D de alta precisión (párrafos 70, 121, 123). Además, D01 presenta (párrafo 63) un módulo GPR de 14 canales. Por lo tanto se considera que dicha diferencia no implica actividad inventiva por sí sola.
Por lo mencionado, las reivindicaciones 2-4 presentan novedad (Artículo 6 LP) pero carecen de actividad inventiva (Artículo 8 LP).

Reivindicaciones 5-6
El documento D01 presenta un vehículo (208) de tal forma que la matriz de antenas de radar (118) está dispuesta en paralelo (en una plataforma) (párrafos 70, 123, 216), mientras que se monta una estructura donde se sitúan tres sensores vectoriales de campo magnético (párrafo 64). No se indica que la matriz de GPR esté a ras de suelo; ni que la matriz de EMI esté en su parte frontal; sin embargo se considera esto una opción de diseño. Tampoco se indica que uno de los sensores vectoriales esté a una determinada altura configurado para estimar la profundidad de la detección; sin embargo en D01 se consigue este efecto técnico (párrafo 180).
Las características de la reivindicación 6 ya están recogidas en la reivindicación 2 y 5, y por lo tanto aplica lo indicado en esos casos.
Por lo mencionado, las reivindicaciones 5-6 presentan novedad (Artículo 6 LP) pero carecen de actividad inventiva (Artículo 8 LP).

Reivindicaciones 7-9
El documento D01 como se ha indicado, presenta un GPS de alta precisión (figura 18 “High accuracy GPS”, párrafos 72, 119, 143) situado en el centro de masas del vehículo (“cart center motion”, párrafo 139; tener en cuenta párrafo 68). Sin embargo no presenta en concreto un DGPS. Sin embargo, el documento D04 del mismo campo técnico sí menciona el uso de este tipo de GPS (párrafo 63).
El documento D01 (párrafo 63) indica que se puede hacer uso de otro tipo de sensores. También se observa que el documento D02 (figura 4) comprende un odómetro.
D01 (párrafo 71) comprende un procesador (113) conectado con los sensores del sistema. No se indica que sea un PC táctil, sin embargo, este tipo de elementos se consideran sobradamente conocidos y no aporta actividad inventiva a la solicitud.
Por lo mencionado, las reivindicaciones 7-9 presentan novedad (Artículo 6 LP) pero carecen de actividad inventiva (Artículo 8 LP).

Reivindicación 10

El documento D01 presenta (resumen, figuras, especialmente 1A, 4, 10, 11, 19; párrafos 6, 25, 59-64, 68, 70-72, 80-82, 94, 98, 105, 112, 114, 119, 121-126, 128, 130, 132, 139, 143, 153, 180 y 216) un método de localización y cartografía de activos enterrados con las etapas de: a) adquisición del área de escaneo mediante la ayuda de un sistema de posicionamiento (GPS, 104) que, con los datos de posición, guía al equipo para que las matrices de sensores (116, 118) registren toda el área objetivo discretizada en un mallado regular de trazas de georradar (118) y valores de intensidad electromagnética (116); b) enviar a un servidor externo los datos georreferenciados obtenidos (párrafo 73); c) reconstruir y procesar la imagen tridimensional de georradar en resolución completa en el servidor externo (párrafo 82, 98); y e) cotejar los datos de la imagen tridimensional con el mapa de intensidad electromagnética, integrando la información de ambos en un único mapa (párrafos 102, 107, 108).

No se indica que se identifique y delinee en las tres dimensiones los ápex de las hipérboles de reflexión que tengan continuidad en el espacio dentro de la imagen tridimensional de georradar mediante un algoritmo matemático en el servidor externo. Sin embargo, sí se hace uso de algoritmos matemáticos para calcular los puntos de interés (párrafo 99) que posteriormente se reconstruyen, por lo que la funcionalidad de esta etapa y la llevada a cabo en D01 es la misma. Así, se considera que a la vista de D01 la reivindicación 1 sería nueva, pero no tiene actividad inventiva.

Por lo mencionado, la reivindicación 10 presenta novedad (Artículo 6 LP) pero carece de actividad inventiva (Artículo 8 LP).