



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



①① Número de publicación: **2 184 536**

②① Número de solicitud: 009901554

⑤① Int. Cl.⁷: G01N 33/24
E21B 15/00

①②

PATENTE DE INVENCION

B1

②② Fecha de presentación: **12.07.1999**

④③ Fecha de publicación de la solicitud: **01.04.2003**

Fecha de concesión: **16.01.2004**

④⑤ Fecha de anuncio de la concesión: **01.03.2004**

④⑤ Fecha de publicación del folleto de patente:
01.03.2004

⑦③ Titular/es: **UNIVERSIDAD DE ALMERIA
Ctra. de Sacramento s/n
04120 La Cañada de San Urbano, Almería, ES**

⑦② Inventor/es: **Valera Martínez, Diego Luis;
Gil Ribes, Jesús y
Agüera Vega, Juan**

⑦④ Agente: **No consta**

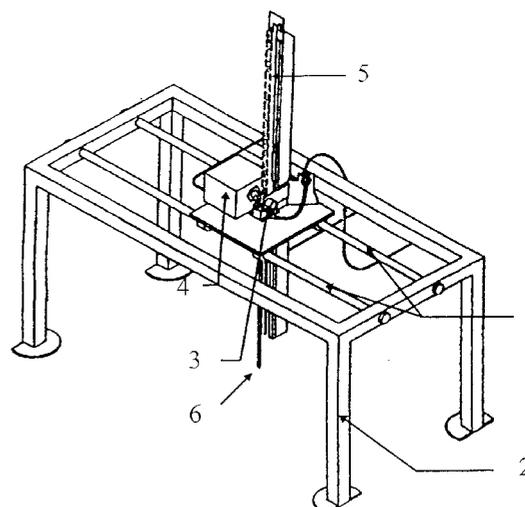
⑤④ Título: **Máquina para medir la resistencia a la penetración de suelos.**

⑤⑦ Resumen:

Máquina para medir la resistencia a la penetración de suelos.

Este dispositivo permite caracterizar de manera exacta y precisa la resistencia a la penetración de suelos, asegurando una velocidad de penetración constante, con lo que se disminuyen las fuentes de error de los ensayos. La resistencia a la penetración es un parámetro muy utilizado para caracterizar el estado del suelo en cuanto a su compactación, trafabilidad, cohesión, dureza, etc.

La máquina (penetrómetro) utiliza un motor eléctrico para clavar el vástago a velocidad constante en el suelo. Mediante una célula de carga y un sensor potenciométrico, se registra en cada punto la fuerza necesaria para introducir el vástago de punta cónica en el suelo.



ES 2 184 536 B1

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

DESCRIPCION

Máquina para medir la resistencia a la penetración de suelos.

Estado de la técnica

Soane (1973) utilizó un penetrómetro de accionamiento eléctrico en estudios de la compactación provocada por el tráfico de vehículos de ruedas y cadenas. Los elementos principales de accionamiento eran un motor eléctrico de 12 voltios y un mecanismo piñón-cremallera. La longitud de carrera era de 52 cm y la velocidad de penetración de 164 cm/min. El conjunto vástago-accionamiento se desplazaba lateralmente sobre un bastidor que soportaba también la instrumentación de registro, consistente en un convertidor voltaje-frecuencia, un registrador de cinta magnética y una salida de forma gráfica para el control del ensayo.

Osburn et. al. (1970) y Howson (1977) utilizaron penetrómetros manuales con registro gráfico. El primero presentaba la salida en una representación cartesiana, mientras que el segundo empleaba un sistema totalmente mecánico que traía la curva sobre un disco de papel en coordenadas polares.

Como penetrómetros de accionamiento manual y registro numérico hay que citar los de Wells et al. (1981). O'Sullivan et. al. (1983) y Woodruff y Lenker (1984). En ellos las lecturas se realizaban a intervalos de profundidad constante y se recogían en un sistema de adquisición de datos de tipo digital, almacenándose en cintas magnéticas o en memorias electrónicas.

Smith y Dumas (1978) diseñaron un penetrómetro de accionamiento eléctrico, consistente en una estructura metálica de 3 m de longitud sobre la que se mueve una plataforma que soporta el motor eléctrico y el instrumental. La profundidad máxima de penetración era de 80 cm, el registro de tipo gráfico e incorporaba un transductor extensométrico de fuerza, que le permitía medir valores de índice de cono (IC) de hasta 14.000 kPa con una punta cónica de 2.027 cm de diámetro.

Williford et. al. (1972) utilizaron un penetrómetro de accionamiento hidráulico que se transportaba unido a los tres puntos de un tractor que suministra la energía de funcionamiento de la toma hidráulica. Un cilindro hidráulico de doble efecto, con 61 cm de recorrido y 5 cm de diámetro interior, era el elemento impulsor del vástago que penetraba en el suelo gracias a la válvula reguladora de caudal de que disponía su circuito hidráulico. Estacionando el tractor, el cilindro podía desplazarse tanto lateral como longitudinalmente al ir montado sobre una estructura móvil accionada por motores hidráulicos de baja velocidad. El registro de los datos era de forma gráfica.

Wilkerson et al. (1982) diseñaron un penetrómetro de accionamiento hidráulico para una profundidad máxima de 61 cm con una anchura de trabajo de 3,2 m, lo que permitía ensayar sobre cuatro líneas de cultivo espaciadas cada 80 cm. Disponía de un microordenador que controlaba el sistema de medida y accionaba la válvula distribuidora para hacer bajar o subir el émbolo del

cilindro hidráulico. El desplazamiento lateral sobre el bastidor se realizaba de forma automática mediante un motor eléctrico de 12V controlado también por el microordenador. Los valores del IC y profundidad se mostraban sobre un indicador numérico de cristal líquido y registrándose en cinta magnética.

Riethmuller et. al. (1983) desarrollaron un penetrómetro de accionamiento hidráulico con un sistema de medida basado en un microordenador. El tractor soportaba el bastidor de 3 m de longitud por el que se desplazaba un cilindro hidráulico de 60 cm de recorrido. Utilizaba un transductor extensométrico de fuerza y dos potenciométricos para el desplazamiento lateral del cilindro y vertical del émbolo. Las tres señales analógicas se transformaban en señales de frecuencia variable siendo recogidas por el microordenador para su medida y registro en cinta magnética. Los datos tenían una salida de forma escrita en impresora acoplada al microordenador.

Hooks y Jansen (1986) desarrollaron un penetrómetro para una profundidad máxima de 125 cm, de accionamiento hidráulico pero que se diferenciaba de los demás en que no disponía de bastidor por el que se desplazaba lateralmente el cilindro. Dicho cilindro permanecía fijo en una posición montado sobre una estructura rígida unida a los tres puntos del tractor. Disponía de un circuito hidráulico auxiliar que permitía un asiento estable de la estructura sobre el suelo. El registro se realizaba mediante un sistema digital de adquisición de datos de uso general.

Agüera (1986) desarrolló un penetrómetro de precisión para una profundidad de hasta 80 cm y un ancho máximo de 2,4 m. El aparato se montaba sobre el enganche tripuntal del tractor. La presión en el interior del cilindro se determinaba por un captador extensométrico, que permitía conocer la resistencia del suelo a la penetración. La posición de la punta se obtenía mediante un transductor potenciométrico. Las señales de los sensores eran transformadas a formato digital para su procesamiento en ordenador.

Larnev et. al. (1989) describieron un penetrómetro de base del cono 129 mm² y 9,5 mm de diámetro de vástago, montado sobre un carro de aluminio. El sistema conductor era un engranaje de cremallera-piñón, accionado por un motor eléctrico. El carro se soportaba por dos ruedas y un brazo ajustable. El vástago era conectado al engranaje mediante una célula de carga que medía la fuerza sobre el cono. Se conectaba un potenciómetro al engranaje mediante un diente y cadena que daba una vuelta por cada 2,5 cm de descenso. Las salidas del potenciómetro y de la célula de carga son leídas mediante un controlador analógico.

Tollner y Simonton (1989) diseñaron un penetrómetro portátil de 450 mm de carrera máxima. Su accionamiento es mediante corriente continua, posee un controlador de la velocidad de penetración con rango entre 2,6 y 6,7 mm/s.

Gómez (1989) diseñó un penetrómetro portátil que además podía ser acoplado a un tractor. El accionamiento del cilindro hidráulico que impulsaba la punta cónica eran las tomas hidráulicas remotas del tractor. La presión en el interior del

cilindro se determinaba mediante un captador extensométrico y la posición que ocupaba la punta se media por un captador de profundidad. Las señales dadas por estos captadores eran digitalizadas por un convertidor analógico-digital.

Rawitz y Margolin (1991) desarrollaron un penetrómetro portátil en el que la fuerza que se oponía a la punta era medida mediante una célula de carga. La profundidad se media con un interruptor activado por clavijas metálicas que deslizaban sobre una varilla de plástico. Las señales recibidas y el procesado de los datos se realizaban mediante un microordenador.

Galadi y Romera (1993) diseñaron un penetrómetro portátil con memoria volátil, capaz de retener los datos hasta 48 horas. Permitía mostrar varias gráficas superpuestas de variación del índice de cono con la profundidad, teniendo también la posibilidad de obtener directamente resultados estadísticos de las curvas obtenidas en una parcela.

Bibliografía

- **Agüera, J.** 1986. *Diseño y aplicación de un penetrómetro registrador de precisión para la determinación de la compactación en suelos agrícolas*. Tesis Doctoral. Dpto. de Ingeniería Rural. E.T.S.I.A. Univ. de Córdoba.
- **Galadi, F. y F. Romera.** 1993. *Diseño y construcción de un penetrómetro portátil para la medida del índice de cono, basado en microcontrolador*. Trabajo Fin de Carrera. Dpto. de Ingeniería Rural. Universidad de Córdoba.
- **Gómez, F.** 1989. *Diseño de un penetrómetro móvil para la evaluación del comportamiento de los sistemas de tracción y de labranza*. Trabajo profesional fin de carrera. Depto. de Ingeniería Rural. E.T.S.I.A. Universidad de Córdoba.
- **Hooks, C.L. y J. Jansen.** 1986. *Recording cone penetrometer developed in reclamation research*. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50:10-12.
- **Howson, D.F.** 1977. *A recording cone penetrometer for measuring soil resistance*. *J. Agric. Eng. Res.* 22:209-212.
- **Larney, F.J., R.L. Huffman, R.T. Schuler, DR. Taylor y B. Lowery.** 1989. *A portable, constant-rate cone penetrometer with computer-controlled data acquisition for tillage studies*. *Soil Till. Res.*, 14:231-239.
- **O'Sullivan, M.F., J.W. Dickson. J.K. Henshall y G. Anderson.** 1983. *Electronic collection and storage of data from a hand-held recording soil penetrometer*. *J Agric. Eng. Res.* 28:175-178.
- **Osburn, C.P., J.G. Hendrick y R.L. Schafer.** 1970. *An electronic hand-operated recording penetrometer*. *Trans. ASAE.* 13:385-386, 390.

- **Rawitz, E. y M. Margolin.** 1991. *An economical hand-held recording penetrometer*. *Soil Till. Res.*, 19:67-75.
- **Riethmuller, G.P., D.G. Batchelder y P.D. Bloome.** 1983. *A microcomputer system for cone index measurement*. *Trans. ASAE.* 996-998, 1005.
- **Smith, L.A. y W.T. Dumas.** 1978. *A recording soil penetrometer*. *Trans. ASAE.* 21:12-14,19.
- **Soane, B.D.** 1973. *Techniques for measuring changes in the packing state and cone resistance of soil after the of wheels and tracks*. *J. Soil Sci.* 24:311-323.
- **Tollner, E.W. y W.A. Simonton.** 1989. *A cone penetrometer system for measuring cone index and stress relaxation*. *Trans. ASAE,* 32:58-63.
- **Wells, L.G., C.O. Lewis y R.J. Distler.** 1981. *Remote electronic acquisition of soil cone index measurement*. *J. Terramech.* 18:201-207.
- **Wilkerson, J.B., F.D. Tompkins y L.R. Wilhelm.** 1982. *Microprocessor-based, tractor-mounted soil cone penetrometer*. *ASAE Paper No.82-5511*. St. Joseph, Mich.
- **Williford, J.R., O.B. Wooten y F.E. Fulghan.** 1972. *Tractor mounted field penetrometer*. *Trans. ASAE.* 15:226-227.
- **Woodruff, D.W. y D.H. Lenker.** 1984. *A handheld digital penetrometer*. *ASAE Paper No.84-1038*.

Explicación de la invención

Este aparato permite calcular la resistencia a la penetración de un suelo agrícola, mediante el índice de Cono (IC) definido como la fuerza por unidad de superficie de la base del cono utilizado como punta, necesaria para clavarla en el suelo a una velocidad constante.

El dispositivo registra datos de resistencia a la penetración (IC) a intervalos constantes y seleccionables, hasta una profundidad máxima también regulable.

El programa que gestiona el equipo permite la visualización de la gráfica índice de Cono/Profundidad a la vez que se está realizando el ensayo.

La máquina posee un bastidor que es el soporte físico de los sensores, el motor, la cremallera, la guía de la cremallera y el vástago terminado en punta cónica. Lo forma un marco apoyado sobre patas. Los extremos de las patas dispondrán de una superficie de apoyo para evitar que penetren en el suelo.

Con la finalidad de que la distancia entre pinchazos sea lo más precisa posible, se dispondrán dos guías con marcas sobre las que se desplazará el conjunto motor-piñón, cremallera, guía de la cremallera, punta y sensores, pudiéndose desplazar dicho conjunto en una dirección, sin la necesidad de mover el bastidor.

Mediante una célula de carga se medirá la fuerza que opone el suelo a ser penetrado con una punta cónica especificada. El cociente entre dicha fuerza y la superficie de la base del cono, proporcionará el índice de Cono.

Por medio de un potenciómetro multivuelta se determinará la profundidad a la que se encuentra el cono del extremo del vástago. Girará solidario con el eje del motor, el cual dispondrá de un piñón que desplazará la cremallera en cuyo extremo se encuentra la célula de carga y, acoplada a ella, el vástago con punta cónica.

La máquina dispondrá de un circuito electrónico de acondicionamiento y medida, con amplificadores para las señales generadas por los sensores (célula de carga y potenciómetro), un convertidor analógico-digital y un convertidor paralelo-serie, con lo que se podrá tener las medi-

das en un formato serie estándar, reconocible por cualquier dispositivo con entrada RS232C.

El sistema posee un motor eléctrico para clavar el vástago en el suelo. El conjunto es muy manejable y extremadamente preciso, asegurando que tanto la velocidad de penetración como la distancia entre pinchazos sean constantes.

Descripción del dibujos

La máquina dispondrá de varias guías (1) apoyadas en un bastidor con patas (2). Las guías permiten el desplazamiento de una plataforma sobre la que se encuentra el sensor potenciométrico (3) que gira solidario con el eje del motor (4) que accionará a una cremallera (5) que desplazará a la célula de carga en la que, roscada en ella, se dispondrá el vástago terminado en punta cónica (6).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Máquina para medir la resistencia a la penetración de suelos agrícolas que se **caracteriza** por asegurar, mediante un motor eléctrico, una velocidad constante de penetración de un vástago terminado en punta cónica, desplazable mediante guías por el interior del bastidor del dispositivo.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

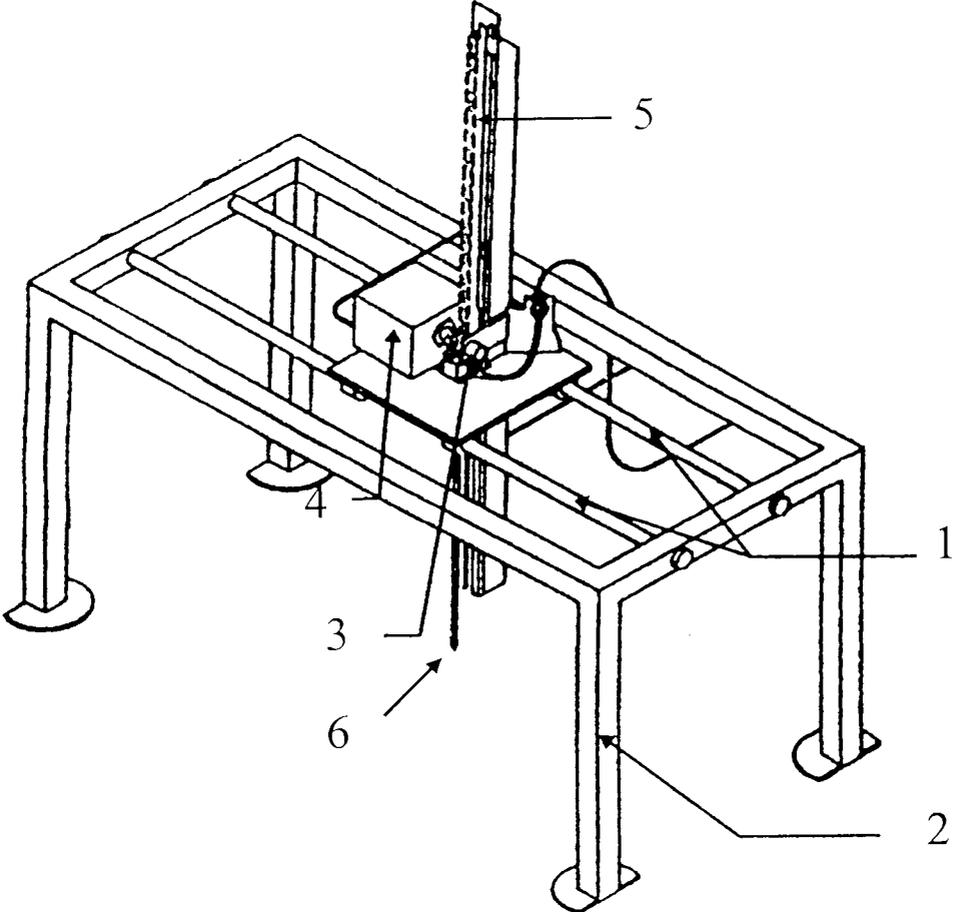
50

55

60

65

2. Máquina para medir la resistencia a la penetración de suelos agrícolas, según la anterior reivindicación, que dispone de un bastidor formado por un marco apoyado sobre patas, con guías y rodamientos, que permiten desplazar el conjunto motor, cremallera, sensores y vástago sin necesidad de desplazar el bastidor.





① ES 2 184 536

② N.º solicitud: 009901554

③ Fecha de presentación de la solicitud: 12.07.1999

④ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤ Int. Cl.⁷: G01N 33/24, E21B 15/00

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	EP 0544606 A (AMAP'SOLS ATELIERS MOBILES D'AUSCULTATION PAR PENETRATION DES SOLS S.A.) 02.06.1993, descripción; figuras.	1,2
X	ES 366681 A (INDUSTRIAL DE SONDEOS, S.A.) 16.04.1971, descripción; figuras.	1,2
X	US 5831161 A (JOHNSON, J.B. et al.) 03.11.1998, descripción; figuras.	1
Y		2
Y	US 3623359 A (KLOC, I.) 30.11.1971, descripción; figuras.	2
X	US 5663649 A (TOPP, C. et al.) 02.09.1977, descripción; figuras.	1
Y		2
Y	ES 2068024 T (CASTAGNER, B.) 01.04.1995, descripción; figuras 1-3.	2
X	ES 2067402 B (INDUSTRIAL DE SONDEOS, S.A.) 16.05.1998, columna 3, línea 25 - columna 4, línea 50; figuras 1-5.	1
Y		2
Y	ES 367153 A (INDUSTRIAL DE SONDEOS, S.A.) 01.04.1971, descripción; figuras.	2

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 n.º:

Fecha de realización del informe

03.03.2003

Examinador

L.M^a Iglesias Gómez

Página

1/1