

OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 221 783**

② Número de solicitud: 200202403

⑤ Int. Cl.:
E02D 33/00 (2006.01)
E02D 1/08 (2006.01)

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

⑫ Fecha de presentación: **18.10.2002**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **01.01.2005**

Fecha de la concesión: **14.11.2006**

⑭ Fecha de anuncio de la concesión: **16.12.2006**

⑮ Fecha de publicación del folleto de la patente:
16.12.2006

⑰ Titular/es: **Universidad de Almería
Ctra. de Sacramento, s/n
04120 La Cañada de San Urbano, Almería, ES
Universidad de Sevilla**

⑱ Inventor/es: **Peña Fernández, Ana Araceli;
Valera Martínez, Diego Luis;
López Martínez, José Antonio y
Madueño Luna, Antonio**

⑲ Agente: **Dávila Baz, Ángel**

⑳ Título: **Dispositivo para medir el comportamiento de cimentaciones ante un esfuerzo de tracción o de compresión.**

㉑ Resumen:

Dispositivo para medir el comportamiento de cimentaciones ante un esfuerzo de tracción o de compresión.

Un dispositivo para medir el comportamiento de cimentaciones ante un esfuerzo de tracción o de compresión, que comprende: un bastidor (1, 2); un cilindro hidráulico (3) montado en el bastidor de modo que pueda pivotar alrededor de al menos un eje; medios de acoplamiento mecánico del cilindro hidráulico (3) a la cimentación; medios de medir el esfuerzo ejercido por el cilindro hidráulico sobre la cimentación; medios de medir el desplazamiento de la cimentación bajo el esfuerzo; y medios de alimentación hidráulica del cilindro hidráulico.

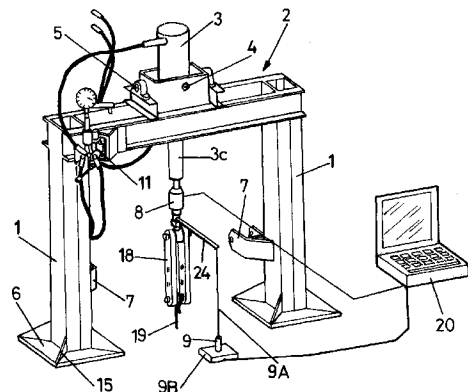


FIG. 1

ES 2 221 783 B1

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo para medir el comportamiento de cimentaciones ante un esfuerzo de tracción o de compresión.

Campo de la invención

La invención se engloba en el campo de las mediciones del comportamiento de cimentaciones ante esfuerzos y es especialmente aplicable a las cimentaciones ligeras.

Antecedentes de la invención

Adams, J.I. y D. C. Hayes. (1967), "The uplift capacity of shallow foundations", *Ontario Hydro Research Quarterly* 19, 1, páginas 1-13, describe la realización ensayos de laboratorio de pequeños modelos de cimentaciones. La fuerza la aplicaron mediante un gato hidráulico y la midieron con una célula de carga. El desplazamiento de la cimentación era medido mediante un comparador situado sobre una varilla a nivel del suelo.

Kulhawy, F.H.; Kozera, D.W. y J.L. Withiam. (1979), "Uplift Testing of model drilled shafts in sand", *Journal of the Geotechnical Engineering Division, Proceedings of the ASCE, Vol. 105, N°. GT1, January, páginas. 31-47* describe la realización de ensayos a escala real en laboratorio de cimentaciones sometidas a esfuerzos de compresión. En un tanque se introducían tanto el suelo como la cimentación. El movimiento del suelo era medido mediante comparadores situados sobre el mismo. La tensión sobre el fuste de la cimentación se medía por una célula introducida en tubo de acero. La estructura de reacción estaba formada por dos pilares anclados al suelo y un dintel del que pende la célula de carga unida a la cabeza de la cimentación. La fuerza se aplicaba mediante la adición de pesa en el dintel.

Levacher, D.R. y J.G. Steffert, (1984), "Test on model tension piles", *Journal of Geotechnical Engineering, Vol. 110, N°. 12, December, páginas 1735-1749* describe la realización de ensayos de pilares en laboratorio, también utilizando un tanque donde se sitúa el suelo y la cimentación. El desplazamiento de la cimentación se detectaba mediante un transductor de desplazamiento, unido a la cabeza de la misma mediante un brazo y situado sobre el suelo. La fuerza se aplicaba mediante el giro de una rueda sobre una barra de acero roscada unida a la célula de carga y ésta a la cabeza del pilar.

E.A. Dickin (1988), "Uplift behaviour of horizontal anchor in sand"; *Journal of Geotechnical Engineering Division, ASCE; 1114, No. 11, November, páginas 1300-1317* describe una estructura de reacción con dos vigas unidas por un dintel en su parte superior y al tanque de ensayos en la inferior. La fuerza la ejercía mediante un motor situado sobre el dintel y la detectaba mediante una célula de carga situada en la cabeza de la cimentación. El desplazamiento era registrado mediante un transductor de desplazamiento.

B. M. Das (1995), "Behavior of a Shallow Plate Anchor in Clay under Sustained Loading", *Marine Georesources and Geotechnology, Vol. 13, páginas 417-428* describe la realización de ensayos a tracción de cimentaciones en laboratorio. Utilizaba una estructura de reacción formada por dos pilares unidos en su parte superior por un dintel y en la inferior a una caja, en cuyo interior se sitúa otra con el suelo y la cimentación a ensayar. La fuerza se ejercía mediante la colocación de pesas en el extremo de un cable que pasa

por dos poleas situadas sobre el dintel, unido a la cabeza de la cimentación. El desplazamiento era medido mediante un comparador situado a nivel del suelo y solidario con el fuste del anclaje a ensayar.

Al-Mhaidib, A. I. y T. B. Edil. (1998), "Model tests for uplift resistance of piles in sand", *Geotechnical Testing Journal, páginas 213-221, Ed. American Society for Testing and Materials*, describe la realización de ensayos en laboratorio de pilares a tracción. Utilizaban un tanque para colocar el suelo y el pilar. La estructura de reacción estaba formada por dos pilares unidos mediante un dintel en sus cabezas, y anclados al suelo. La fuerza era aplicada mediante un gato hidráulico unido al dintel, y era medida mediante una célula de carga. El desplazamiento se detectaba mediante un transductor de desplazamiento situado por encima de la célula de carga y bajo el gato hidráulico.

Ilamparuthi, K y K. Muthukrishnaiah (1999), "Anchors in sand bed: delineation of rupture surface", *Ocean Engineering, Vol. 26, Issue 12, páginas 1249-1273* describe como se utilizó un tanque donde se situaba suelo alterado y la cimentación a ensayar. La estructura de reacción estaba formada por dos pilares anclados al suelo y un dintel sobre el que se situaba una célula de carga por encima de un gato hidráulico, encargado de aplicar la fuerza de tracción sobre el modelo de cimentación. El desplazamiento es medido por un LVDT.

Laman, M., King, G.J.W. y E.A. Dickin (1999), "Three-dimensional finite element studies of the moment-carrying capacity of short pier foundations in cohesionless soil", *Computers and Geotechnics, N° 25 páginas 141-155* describe la utilización de una máquina con una célula de carga situada en un brazo perpendicular y enganchado a la cimentación a ensayar, el desplazamiento lo mide un potenciómetro lineal. La fuerza la aplicaba un motor que desplaza el brazo perpendicular con la ayuda de un sistema de engranajes. Permite ensayar cimentaciones sometidas a un momento.

Ilamparuthi, K y E.A. Dickin, (2001), "The influence of soil reinforcement on the uplift behaviour of belled piles embedded in sand", *Geotextiles and Geomembranes, Vol. 19, Issue 1, páginas 1-22* describe como se midió la resistencia a tracción en modelos de cimentaciones en laboratorio. Utilizaban un tanque donde se introduce el suelo. El desplazamiento se medía con un comparador y la fuerza con una célula de carga, situada en un cable perpendicular a la cimentación a ensayar y que pasa por una polea, lo que produce un rozamiento que no se tiene en cuenta en los resultados. Este cable se unía a un pequeño pilar, que hace de reacción es donde se situaba un motor que aplicaba la fuerza.

Con respecto a ensayos de campo, Ismael, N. F. y T. W. Klym (1979), "Uplift and Bearing Capacity of Short Piers in Sand", *Journal of the Geotechnical Engineering Division, Proceedings of the ASCE, Vol. 105, N° GT5, Mayo, páginas 579-593* describe ensayos a tracción de pilares en campo realizados en 1979. Utilizaban dos pilares de reacción equidistantes del que se ensayaba a tracción, que se coloca en el centro de estos dos. Un dintel unía las cabezas de los dos pilares de reacción a unos gatos hidráulicos para aplicar la fuerza de arranque, que era medida mediante una célula de carga. El desplazamiento de la cabeza del pilar se registraba mediante un comparador situado en el suelo.

Concretamente, ellos utilizan un pilar central que se ensaya a tracción, con 1.1 m de diámetro y 6.4 m de profundidad, sobresaliendo del suelo 0.3 m, y dos pilares de reacción se sitúan equidistantes del central a 5.8 m en línea recta. Ambos tienen 1.1 m de diámetro y 6.4 m de profundidad, sobresaliendo 0.9 m del suelo. La perforación que se realiza para instalar los pilares es estabilizada utilizando bentonita.

Se instalan 3 células de carga a tres niveles diferentes en el pilar central y dos en cada uno de los pilares de reacción. Instalan también 4 células de presión para medir la presión lateral del terreno durante el ensayo, situándolas a una distancia de 2.4 m y 3 m desde la base de la cimentación.

La fuerza para la realización de los ensayos es aplicada mediante gatos hidráulicos que se sitúan en la cabeza de los pilares de reacción bajo una viga dintel que une la cabeza de los tres pilares. El desplazamiento es medido mediante un comparador instalado en la cabeza de los pilares.

Este sistema presenta, sin embargo, una serie de inconvenientes, entre ellos el coste del mismo, tanto económico como de tiempo, y su limitación a un solo método de instalación del pilar, a saber, el encofrado. Realizar un ensayo con este sistema conocido implica un alto coste en sensores, grúa para manejo del dintel, realización de pilares de reacción, etc. Esto hace que el sistema descrito resulta poco práctico y, de hecho, prácticamente inviable para la realización de ensayos de cimentaciones a tracción para construcciones ligeras (por ejemplo, invernaderos), debido principalmente a los siguientes factores:

- En una misma parcela (por ejemplo, de invernaderos) puede haber diferentes tipos de suelos en cuanto a sus características resistentes.

- Muchas veces se deben realizar estudios relativos a superficies extensas. Por ejemplo, la gran superficie de invernaderos actual (más de 30.000 ha, sólo en Almería (España)) se extiende sobre una gran variedad de terrenos, desde arenosos a arcillosos, pasando por todos los intermedios.

- No siempre es posible acceder con grandes equipos a las parcelas donde deben estudiarse las cimentaciones, por ejemplo, una parcela donde se va a construir un invernadero.

- El coste del tipo de ensayo descrito.

Después de exhaustivos estudios de los sistemas conocidos y después de analizar las condiciones que afectan a las mediciones en ensayos de cimentaciones, especialmente en construcciones ligeras, los inventores desarrollaron un novedoso dispositivo que permite realizar los ensayos de forma sencilla y a un bajo coste.

Descripción de la invención

La invención consiste en un dispositivo para medir el comportamiento de cimentaciones ante esfuerzos de tracción o de compresión, que comprende:

- un bastidor;

- un cilindro hidráulico montado en el bastidor de modo que pueda pivotar alrededor de al menos un eje (preferiblemente, alrededor de dos ejes, preferiblemente perpendiculares);

- medios de acoplamiento mecánico del cilindro hidráulico a la cimentación;

- medios de medir el esfuerzo ejercido por el cilindro hidráulico sobre la cimentación;

- medios de medir el desplazamiento de la cimentación bajo el esfuerzo;

medios de alimentación hidráulica del cilindro hidráulico.

El utilizar un bastidor como sistema de reacción permite el ahorro de los dos pilares de reacción, de modo que para ensayar una cimentación a tracción sólo es necesario fabricarla. Se pueden ensayar las cimentaciones independientemente del método de instalación de las mismas en el terreno. Por otro lado, el bastidor es fácilmente transportable a campo enganchado al tripuntal trasero del tractor. De este modo, en una misma parcela donde se observa una variabilidad espacial del terreno y por tanto de su capacidad resistente, la invención permite realizar varios ensayos, en el mismo día, por lo que, en general, representa un ahorro económico y de tiempo. Se puede acceder a cualquier parcela donde vaya a construirse el invernadero.

Dado que el cilindro va montado en "soporte oscilante", es decir, de forma que puede girar o pivotar alrededor de un eje (preferiblemente, alrededor de dos ejes, más preferiblemente alrededor de dos ejes perpendiculares), es posible corregir pequeñas desviaciones respecto a la vertical que se producirían al colocar el bastidor en línea con la cabeza de la cimentación que se va a ensayar. Esto facilita el acople entre el dispositivo y las cabezas de las cimentaciones.

Las dimensiones del bastidor pueden ser variables para ensayar cimentaciones de mayor tamaño.

El bastidor comprende preferiblemente dos pilares verticales unidos por un dintel horizontal sobre el que está montado el cilindro hidráulico. Los pilares y el dintel están preferiblemente formados por perfiles metálicos. Cada pilar puede estar dotado, en su parte inferior, de un elemento de apoyo más ancho que el pilar, con el fin de evitar que el pilar se hunda en el suelo durante operación del dispositivo. Los elementos de apoyo pueden consistir en placas o chapas metálicas soldadas a la parte inferior del respectivo pilar.

El bastidor comprende preferiblemente tres puntos de enganche para su acoplamiento a un tripuntal trasero de un tractor; dichos tres puntos de enganche pueden comprender un punto de enganche en cada pilar y un punto de enganche en el dintel.

Los medios de medir el esfuerzo ejercido por el cilindro hidráulico sobre la cimentación pueden comprender una célula de carga montada, por ejemplo, entre el cilindro hidráulico y los medios de acoplamiento mecánico del cilindro hidráulico a la cimentación.

Los medios de medir el desplazamiento de la cimentación bajo el esfuerzo pueden comprender un potenciómetro de hilo.

El cilindro hidráulico puede estar montado, de forma pivotable alrededor de un primer eje, en un marco que a su vez puede estar montado de forma pivotable alrededor de un segundo eje perpendicular al primer eje. De esta forma resulta fácil corregir las pequeñas desviaciones respecto al vertical que se pueden producir cuando se coloca el dispositivo sobre el suelo.

Los medios de alimentación hidráulica comprenden preferiblemente un distribuidor, tuberías de conexión del distribuidor a una fuente de alimentación externa (por ejemplo, al las correspondientes tomas de energía hidráulica de un tractor), tuberías de conexión del distribuidor al cilindro hidráulico y al menos un manómetro o sensor de presión; además, incluyen preferiblemente un regulador de caudal que permite fijar con precisión la velocidad del vástago en el cilindro hidráulico.

El cilindro hidráulico es preferiblemente un cilindro hidráulico de doble efecto que comprende una cámara superior y una cámara inferior. El regulador de caudal está preferiblemente situado en el conducto que une el distribuidor con la cámara inferior del cilindro hidráulico. Preferiblemente, al menos un manómetro o sensor de presión está situado en el conducto que une el distribuidor con dicha cámara inferior del cilindro hidráulico.

Breve descripción de los dibujos

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 ilustrativo y no limitativo de ésta.

La figura 1 es una viste general en perspectiva de un dispositivo de acuerdo con una realización preferida de la invención.

La figura 2 es una vista en perspectiva más detallada del bastidor.

La figura 3 es una vista en perspectiva del sistema de acoplamiento entre el cilindro hidráulico y el bastidor.

La figura 4 es una vista general del sistema hidráulico según una realización preferida de la invención.

La figura 5 es una vista en perspectiva explosionada de un elemento de acoplamiento mecánico que forma parte de una realización preferida de la invención.

La figura 6 es una representación esquemática del funcionamiento del regulador de caudal.

Descripción de una realización preferida de la invención

La figura 1 ilustra de forma esquemática un dispositivo de acuerdo con una realización preferida de la invención. Tal y como se observa en la figura 1, el dispositivo está basado en un bastidor que comprende dos patas o pilares verticales 1 y un travesaño o dintel 2 horizontal que, juntos, constituyen una estructura en forma de "U" invertida construida fundamentalmente mediante perfiles metálicos normalizados, preferiblemente del tipo UPN. Los detalles del bastidor se observan más detalladamente en la figura 2. La estructura se encuentra preferiblemente sobredimensionada para evitar que se produzcan flechas que desvirtuarían la medida del desplazamiento de la cimentación durante la operación del dispositivo. El bastidor dispone de tres puntos 7 de enganche (uno en cada pilar y otro en el dintel, este último no ilustrado en las figuras 1 y 2) para su acoplamiento al tripuntal trasero del tractor, lo que facilita el transporte y la realización de los ensayos, disminuyendo así el tiempo necesario para los mismos.

La base de los pilares está formada por un elemento de apoyo 6 constituido por una chapa metálica suficientemente grande y resistente para evitar el hundimiento de la estructura en el suelo. Para aumentar su rigidez, la chapa lleva soldadas cuatro escuadras 15 que la solidarizan aun mas con el pilar.

Esencialmente el dintel lo forman dos perfiles UPN (2A, 2B) soldados cada uno de ellos por sus almas, a las alas del extremo superior de los perfiles UPN (1A, 1B) de los pilares. Estos perfiles UPN (2A, 2B) están unidos entre sí mediante unas vigas 16 (constituidas por perfiles UPN más pequeños) donde se acoplarán dos rodamientos 17 (uno en cada viga 16), en los que se inserta el soporte oscilante del cilindro hidráulico.

En la figura 1 se puede observar como está montado en el bastidor un cilindro hidráulico 3 de doble efecto, alimentado por sus correspondientes medios de alimentación hidráulica de dicho cilindro (con sus correspondientes tubos flexibles y un distribuidor 11).

En la figura 3 se puede observar como el cilindro hidráulico 3 está montado, de forma pivotable alrededor de un primer eje 4, en un marco 10 a su vez montado de forma pivotable alrededor de un segundo eje 5 perpendicular al primer eje 4. El segundo eje 5 corresponde a unos salientes laterales con sección circular que salen de la parte exterior del marco 10 y que se alojan en los rodamientos 17.

El cilindro hidráulico, que se puede observar mejor en la figura 4, es el elemento encargado de proporcionar la fuerza de tracción necesaria para arrancar las cimentaciones. En él, el aceite consume la mayor parte de la energía que le proporciona la bomba. En esta realización se ha utilizado cilindro hidráulico de doble efecto (con una cámara superior 3A y otra inferior 3B) y simple vástago 3C.

Tal y como se refleja en la figura 1, el cilindro hidráulico no se acopla directamente a la cimentación, sino que se inserta una célula de carga 8 y una pieza de acoplamiento mecánico 18 con tres posiciones de ajuste, para modificar la altura de acoplamiento en función de la altura de la cabeza de la cimentación. La pieza de acoplamiento mecánico 18 constituye, por lo tanto, junto con la célula de carga, los medios de acoplamiento mecánico del cilindro hidráulico 3 a la cimentación y, concretamente, unen el vástago 3C de dicho cilindro hidráulico con la cimentación. En la figura 5 se puede observar una vista explosionada de la pieza de acoplamiento mecánico 18; la pieza que lleva la referencia numérica 19 representa el gancho que sobresale de la parte superior de la cabeza de la cimentación y al que se conecta el elemento 18, para así poder ejercer fuerza de tracción sobre la cimentación.

En la figura 1 se puede también observar el potenciómetro de hilo 9, que se sitúa en el suelo con el hilo 9A fijado en una varilla metálica horizontal 24 solidaria de la parte inferior de la célula de carga 8; de esta forma, cuando la cimentación y, en consecuencia, la célula de carga 8 se desplazan hacia arriba, dicho desplazamiento puede ser medido con el potenciómetro de hilo 9. En la figura 1 también se ha ilustrado un ordenador portátil 20 que lee los datos proporcionados por la célula de carga 8 y el potenciómetro de hilo 9 y que incluye el software adecuado para el tratamiento de los datos.

En la figura 4 se puede observar una parte del sistema hidráulico, según una realización preferida de la invención. El dispositivo transmite energía mediante una corriente de aceite que parte de la bomba del tractor (no ilustrado), que proporciona el caudal necesario. El sistema hidráulico de la máquina está formado por: acoplamientos rápidos 21, tuberías flexibles 12 y 13, un distribuidor 11, un manómetro vertical de aguja 14, un sensor de presión electrónico 22, un regulador de caudal (no ilustrado en la figura 4; su esquema de funcionamiento se refleja en la figura 6) y el cilindro hidráulico 3.

El acoplamiento entre los sistemas hidráulicos del tractor y del dispositivo de la invención se realiza mediante enganches rápidos tipo Push-Pull.

Para conectar el sensor de presión, el manómetro

y el regulador de caudal, se han utilizado elementos rígidos y rácores convencionales.

El distribuidor 11 es el elemento encargado de enviar el aceite a cualquiera de las dos cámaras 3A, 3B en las que el interior del cilindro queda dividido por el pistón (no ilustrado) del que forma parte el vástago 3C. Se ha utilizado un distribuidor de 4 vías y 3 posiciones, de accionamiento manual. Es de centro abierto, es decir, cuando el aceite enviado por la bomba llegue a la posición neutra, atravesará el distribuidor y retornará al sistema hidráulico del tractor (al depósito del mismo). Se ha utilizado esta configuración para evitar que esté permanentemente el circuito en carga, forzando la válvula de seguridad del sistema hidráulico del tractor. Tiene el pequeño inconveniente de que cuando no se está enviando aceite al cilindro, el camino de regreso al depósito está libre, por lo que la presión del aceite a la salida de la bomba es casi nula. Al accionar el distribuidor para elevar el vástago 3C del cilindro, el aceite debe aumentar su presión desde un valor casi nulo, hasta el necesario para vencer la resistencia que encuentra en el cilindro. Este incremento de presión no es instantáneo, por lo que el movimiento del vástago tarda un pequeño periodo de tiempo en producirse. No obstante, en esta realización de la invención ese intervalo de tiempo inicial (bastante inferior a un segundo) no influye sustancialmente en el comportamiento del sistema.

Tal y como se aprecia en la figura 4, al distribuidor 11 le llegan dos vías (las tuberías 12) procedentes del sistema hidráulico del tractor (presión y retorno), las otras dos (correspondientes a las tuberías 13) salen hacia el cilindro. Una de ellas, la que se dirige hacia la cámara inferior 3B del cilindro, lleva acoplado un regulador de caudal 23 (figura 6) y dos manómetros o sensores de presión: uno 14 con visor vertical circular y otro constituido por un sensor de presión electrónico 22, que envía la lectura (en última instancia) al ordenador 20. La última vía envía el aceite hacia la cámara superior 3A del cilindro, para bajar el vástago y así poder acoplarlo con la cabeza de la cimentación.

Un aspecto importante de los ensayos a tracción de cimentaciones, es la velocidad de los mismos. Cuando es necesario fijar con precisión la velocidad de deslizamiento del vástago 3C en el cilindro hidráulico 3, es imprescindible controlar con exactitud el caudal que llega al cilindro; esto se consigue mediante una válvula reguladora de caudal o regulador de caudal 23. En esta realización preferida de la invención se ha utilizado un regulador de caudal variable, unidireccional, de 1/2" con válvula antirretorno, tal y como se aprecia en la figura 6. Cuando el aceite se dirige hacia el cilindro hidráulico 3, se cierra la válvula de un solo sentido 23A con muelle, forzando a pasar el fluido a través del estrechamiento variable 23B. Si el vástago está descendiendo, el flujo de aceite por el regulador es en sentido contrario, se vence la fuerza del muelle de la válvula de un solo sentido 23A, y el aceite pasa a través de ella, ya que la energía necesaria es mucho menor que para pasar por el estrechamiento.

Es importante controlar la presión del aceite que se envía a la cámara inferior 3B del cilindro hidráulico, por dos aspectos: seguridad y medida indirecta de la fuerza que opone la cimentación a ser arrancada.

Para la seguridad, el equipo dispone de un manómetro o sensor de presión 14 con visor, para que el operario compruebe la presión cuando acciona la palanca del distribuidor.

Para el segundo aspecto, esta realización preferida de la invención comprende un sensor de presión electrónico 22 de acero inoxidable, destinado a aplicaciones industriales de control continuo de la presión de fluidos.

La célula de carga 8 es el sensor encargado de medir la fuerza de tracción que se le está aplicando a la cimentación. Está intercalada entre el vástago 3C del cilindro hidráulico y la cabeza de la cimentación. La célula de carga está especialmente diseñada para trabajar a tracción y compresión, con elemento sensor a cortadura. En este caso se han configurado las conexiones para trabajar a tracción. La célula se alimenta, en un caso típico, a 10 V. Las señales de salida de las células de carga son tan pequeñas (20 mV en un caso típico) que necesitan acondicionarse antes de su entrada en el convertidor analógico-digital. La célula se encuentra atornillada por su extremo superior al vástago 3C del cilindro hidráulico, y por el inferior a la pieza de acoplamiento mecánico 18 que a su vez se engancha a las cabezas de las cimentaciones. Perpendicularmente a estas conexiones, a la altura del extremo inferior de la célula de carga 18, se encuentra la varilla metálica horizontal 24 en cuyo extremo libre se sitúa el hilo 9A del potenciómetro de hilo 9, para detectar en cada momento la elevación de la cimentación.

El potenciómetro de hilo es un sensor de posición que detecta en cada momento lo que se ha levantado la cimentación y que facilita esta información al ordenador 20. El potenciómetro de hilo proporciona una tensión de salida proporcional a la tensión de excitación (por ejemplo, una tensión constante de 10 V) y a las vueltas que da su eje interno, accionado mediante un hilo 9A enrollado a él. Es decir, detecta la longitud de hilo que se encuentra fuera de la carcasa del potenciómetro. El sensor se encuentra atornillado a una chapa metálica 9B lo suficientemente pesada para evitar su desplazamiento a la hora de realizar los ensayos. Dicha chapa se sitúa sobre el suelo, junto a la cimentación pero suficientemente separada de la misma, y el extremo del hilo que sale del potenciómetro se une a la varilla metálica horizontal 24 solidaria a la base de la célula de carga 8. De esta manera, se registra el desplazamiento ascendente de la cimentación con respecto a la superficie del suelo.

En un caso típico, el hilo tiene una longitud de solamente 380 mm, por lo que para unirlo con la varilla horizontal se puede acoplarle un suplemento de hilo de cobre. De esta forma se asegura la integridad del sensor ante posibles desplazamientos excesivos, y se permite un ajuste en función de la altura de la cabeza de la cimentación.

De acuerdo con esta realización preferida de la invención, el dispositivo obtiene toda la energía que necesita del tractor, tanto la oleohidráulica como la eléctrica. Por lo tanto, puede realmente trabajar cómodamente en condiciones de campo. Algunos componentes de la máquina, como los acondicionadores o el propio PC portátil 20, necesitan 220 V de corriente alterna, por lo que se puede ventajosamente utilizar un inversor de corriente continua en alterna, transformándola además de 12 a 220 V.

El inversor se puede conectar a los bornes correspondientes del tractor.

La invención puede ventajosamente comprender una caja electrónica que contiene:

- Fuente de alimentación.

- Convertidor analógico-digital.
- Acondicionador de la célula de carga.
- Acondicionador del sensor de presión.
- Conexiones con el inversor, puerto paralelo del PC, potenciómetro de hilo, célula de carga y sensor de presión.

- Interruptor y diodo led.

Una vez realizada la conversión analógico-digital de las señales proporcionadas por los sensores, dichas señales se envían al ordenador a través de su puerto paralelo. El experto medio en la materia puede fácilmente realizar el correspondiente programa informático, para la adquisición, visualización en pantalla y registro de los datos.

El programa puede presentar una pantalla inicial en la que se puede modificar el nombre del fichero de salida, el número de muestras por captura y el número de capturas por segundo. En dicha pantalla también se puede representar gráficamente la curva Fuerza-Deformación, a partir de las señales de la célula de carga 8 y del potenciómetro de hilo 9. Puede tener la posibilidad de fijar el offset de cada señal, antes de iniciar la grabación correspondiente. El programa puede proporcionar un fichero de salida formado por tres columnas, una para cada señal: potenciómetro de hilo 9, célula de carga 8 y sensor de presión electrónico 22, y puede dibujar las curvas fuerza-deformación o desplazamiento de la cimentación asociado a la fuerza de tracción.

Por lo tanto, el dispositivo proporciona los datos de fuerza de tracción o compresión respecto del des-

plazamiento asociado de la cimentación a medida que se aplica la carga. Estos datos pueden ser representados en forma de curvas.

Por lo tanto, el dispositivo permite medir la resistencia a tracción y desplazamiento de la cimentación a medida que se va aplicando la fuerza, para distintos tipos de cimentaciones a escala real, instaladas en el terreno donde se va a realizar una construcción ligera, como por ejemplo un invernadero. Actualmente las cimentaciones sometidas a esfuerzos de tracción no se calculan adecuadamente mediante formulas aproximativas, ya que las mismas pueden dar como resultado valores de hasta 18 veces inferiores (dependiendo del tipo de suelo) a los que realmente pueden soportar las cimentaciones, por lo que puede ser especialmente aconsejable realizar ensayos en campo.

Gracias al dispositivo de la invención se puede conocer la resistencia de la cimentación en el terreno donde se va a construir, por ejemplo, invernaderos, permitiendo con ello aumentar las luces de la construcción y sobretodo evitar el colapso de la estructura por las succiones provocadas por el viento (principal causa de colapso en invernaderos).

Los materiales, tamaño, forma y disposición de los elementos serán susceptibles de variación, siempre y cuando ello no suponga una alteración del concepto básico de la invención.

A lo largo de la presente descripción y reivindicaciones la palabra "comprende" y variaciones de la misma, como "comprendiendo", no pretende excluir otros pasos o componentes.

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo para medir el comportamiento de cimentaciones ante esfuerzos de tracción o de compresión, **caracterizado** porque comprende:

un bastidor (1, 2);
un cilindro hidráulico (3) montado en el bastidor (1, 2) de modo que pueda pivotar alrededor de al menos un eje;

medios de acoplamiento mecánico del cilindro hidráulico (3) a la cimentación;

medios de medir el esfuerzo ejercido por el cilindro hidráulico sobre la cimentación;

medios de medir el desplazamiento de la cimentación bajo el esfuerzo;

medios de alimentación hidráulica del cilindro hidráulico.

2. Un dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el bastidor comprende:

dos pilares (1) verticales unidos por un dintel (2) horizontal sobre el que está montado el cilindro hidráulico (3).

3. Un dispositivo según la reivindicación 2, **caracterizado** porque los pilares (1) y el dintel (2) están formados por perfiles metálicos.

4. Un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 2 y 3, **caracterizado** porque cada pilar (1) está dotado en su parte inferior de un elemento de apoyo (6) más ancho que el pilar, con el fin de evitar que el pilar se hunda en el suelo durante operación del dispositivo.

5. Un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 2-4, **caracterizado** porque el bastidor comprende tres puntos de enganche (7) para su acoplamiento a un tripuntal trasero de un tractor, comprendiendo dichos tres puntos de enganche un punto de enganche (7) en cada pilar (1) y un punto de enganche en el dintel (2).

6. Un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque los medios de medir el esfuerzo ejercido por el cilindro hidráulico sobre la cimentación comprenden una célula de carga (8).

7. Un dispositivo según la reivindicación 6, **caracterizada** porque la célula de carga (8) está montada entre el cilindro hidráulico (3) y los medios de acoplamiento mecánico del cilindro hidráulico (3) a la cimentación.

8. Un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque los medios de medir el desplazamiento de la cimentación bajo el esfuerzo comprenden un potenciómetro de hilo (9).

9. Un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el cilindro hidráulico (3) está montado, de forma pivotable alrededor de un primer eje (4), en un marco (10) que a su vez está montado de forma pivotable alrededor de un segundo eje (5) perpendicular al primer eje (4).

10. Un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque los medios de alimentación hidráulica comprenden:

- un distribuidor (11);

- tuberías de conexión (12) del distribuidor a una fuente de alimentación externa;

- tuberías de conexión (13) del distribuidor al cilindro hidráulico (3); y

- al menos un sensor de presión (14, 22).

11. Un dispositivo según la reivindicación 10, **caracterizado** porque los medios de alimentación hidráulica incluyen un regulador de caudal (23).

12. Un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el cilindro hidráulico es un cilindro hidráulico de doble efecto que comprende una cámara superior (3A) y una cámara inferior (3B).

13. Un dispositivo hidráulico según las reivindicaciones 11 y 12, **caracterizado** porque el regulador de caudal (23) está situado en un conducto que une el distribuidor (11) con la cámara inferior (3B) del cilindro hidráulico (3).

14. Un dispositivo según la reivindicación 13, **caracterizado** porque al menos un sensor de presión (14, 22) está situado en el conducto que une el distribuidor (11) con dicha cámara inferior (3B) del cilindro hidráulico.

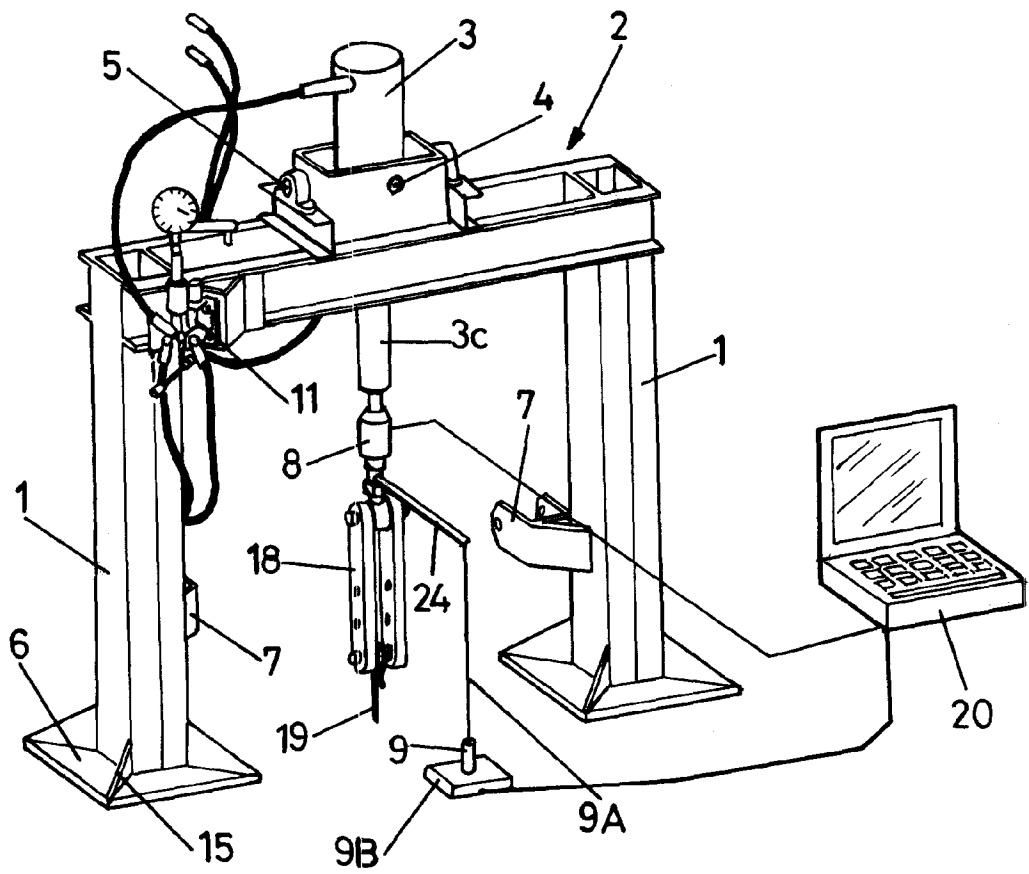
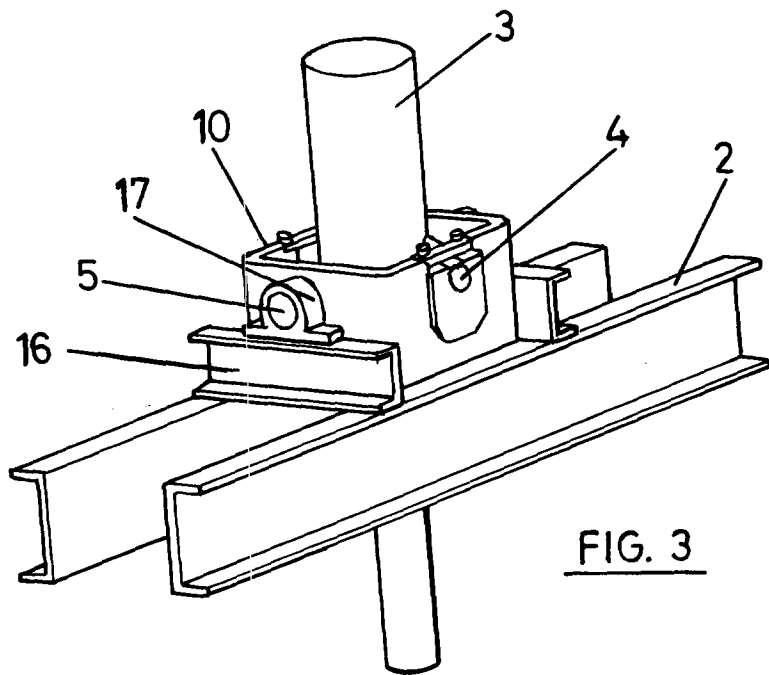
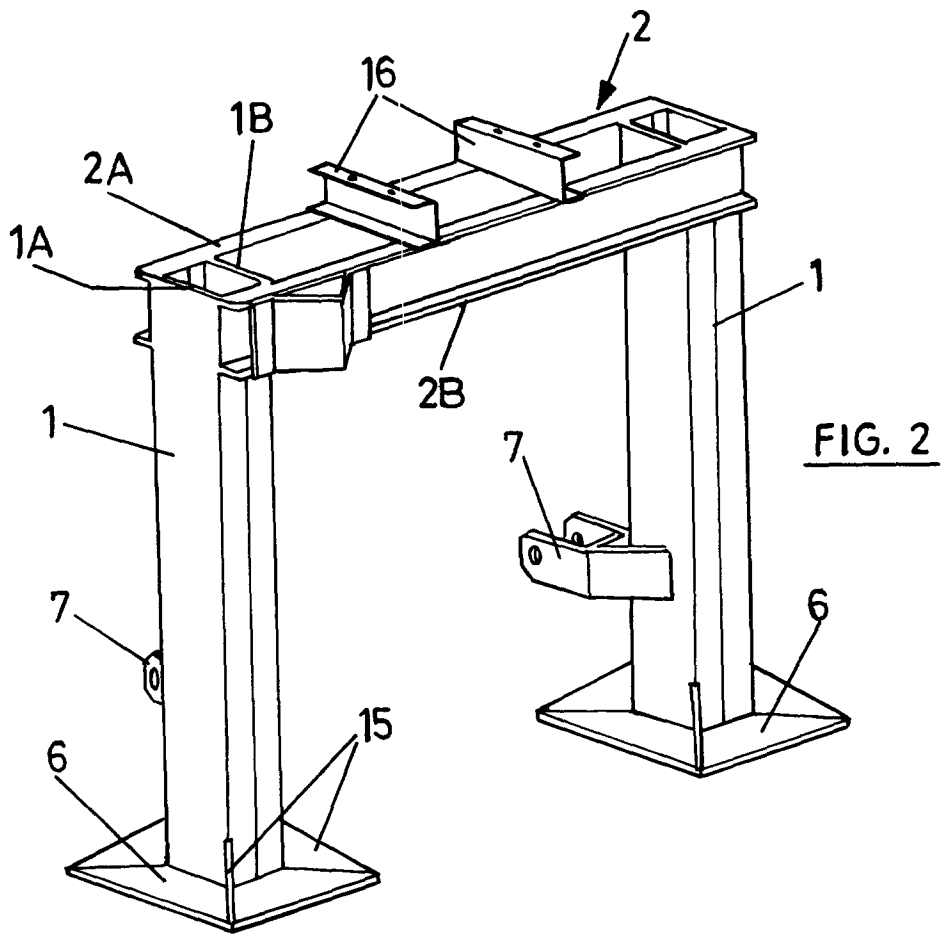


FIG. 1



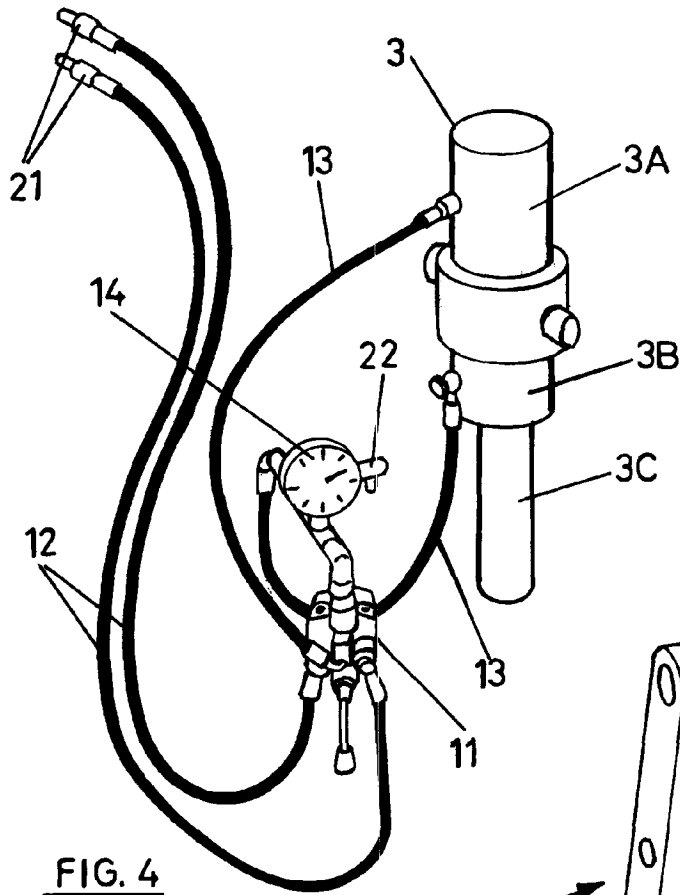


FIG. 4

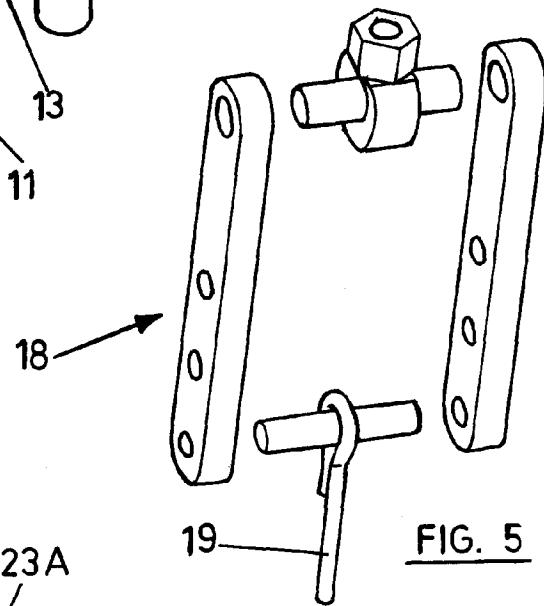


FIG. 5

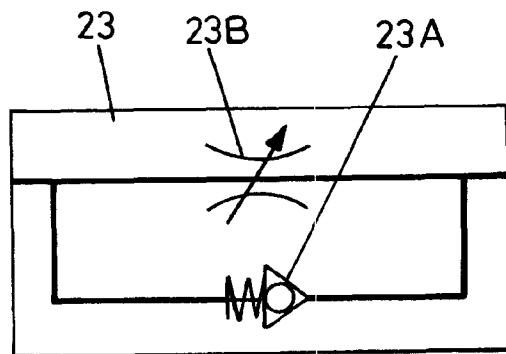


FIG. 6



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 221 783

② N° de solicitud: 200202403

③ Fecha de presentación de la solicitud: 18.10.2002

④ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.7: E02D 33/00, 1/08

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	US 4081992 A (AURORA et al.) 04.04.1978, todo el documento.	1-4
Y	GB 2072247 A (USTAV et al.) 30.09.1981, todo el documento.	1-4
A	US 2002095976 A1 (REINERT SR.) 25.07.2002, todo el documento.	1-4,6-8, 10-12
A	GB 2104137 A (SINCLAIR) 02.03.1983, todo el documento.	1-4,6,7
A	US 4614110 A (OSTERBERG) 30.09.1986, todo el documento.	1

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

22.11.2004

Examinador

F. Calderón Rodríguez

Página

1/1