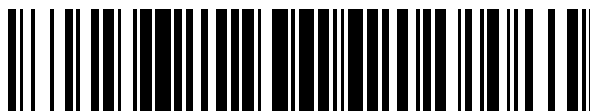


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 379 772**

51 Int. Cl.:

G01B 7/16

(2006.01)

G01B 5/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02781346 .8**

96 Fecha de presentación: **15.10.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1553383**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **13.07.2005**

54 Título: **Dendrómetro de precisión**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
03.05.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
03.05.2012

73 Titular/es:
VERDTECH, UN NUEVO CAMPO, S.A.
RIU DE L'OR, 6 BAJOS
08034 BARCELONA, ES

72 Inventor/es:
COHEN AMAR, Moshe

74 Agente/Representante:
Carpintero López, Mario

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

ES 2 379 772 T3

DESCRIPCIÓN

Dendrómetro de precisión

Objeto de la invención

5 La presente invención se refiere a un dendrómetro, es decir a un aparato para medir las dimensiones de los árboles en pie, en el presente caso generalizado a la medición de cualquier tipo de planta y de cualquiera de sus componentes, ya sea el tronco, las hojas, el fruto, etc.

El dendrómetro consiste en un sensor que ha de colocarse en contacto con la planta, un portasensor a través del cual el sensor queda sujeto a la referida planta, y una electrónica o interface de conexión del sensor con el correspondiente sistema de medida.

10 El objeto de la invención es conseguir un óptimo control en las variaciones dimensionales de la planta a lo largo del día, para en base a los datos obtenidos poder tomar decisiones para mejorar el rendimiento.

Antecedentes de la invención

Convencionalmente y para mejorar el rendimiento de una plantación se analizaban y tenían en cuenta exclusivamente parámetros externos a las propias plantas, tales como clima y riego del suelo, fundamentalmente.

15 Sin embargo y desde hace cierto tiempo se sabe que las plantas sufren a lo largo del día unas contracciones/dilataciones, es decir un aumento y una disminución de su diámetro (en el caso del tronco o de un fruto) que es función de su estado "hídrico", de su "stress", por lo que un control dendrométrico y permanente de la planta permite tomar decisiones mucho más adecuadas para mejorar el rendimiento, que si se tienen en cuenta exclusivamente los parámetros externos a la misma.

20 Evidentemente estas variaciones dimensionales son mínimas por lo que el dendrómetro utilizado debe ser de gran precisión.

Una solución al respecto conocida y comúnmente utilizada, consiste en los llamados sensores de desplazamiento lineal, estructurados mediante una bobina electromagnética anular en cuyo seno juega un núcleo materializado en una varilla que, por efecto del campo magnético de la bobina, se mantiene permanentemente presionada contra la superficie de la planta, como por ejemplo contra el tronco de un árbol, de manera que cuando éste se dilata o se contrae (unos micrómetros al día), el núcleo o varilla sufre el equivalente desplazamiento axial generando una modificación en el campo de la bobina, que puede ser perfectamente medido y, mediante unas tablas de conversión adecuadas, transformado en una medida de longitud.

30 También son conocidos sensores o dendrómetros basados en el uso de galgas micrométricas o bandas extensiométricas, basadas a su vez en el hecho de que en todos los materiales que son conductores de la electricidad existe una proporción entre la longitud de dicho conductor y su resistencia eléctrica, de manera que puede obtenerse una proporción entre la variación relativa de longitud de un conductor y su variación en resistencia eléctrica, que permite deducir de esta última el incremento o disminución dimensional de la planta en análisis.

35 En esta línea cabe destacar la patente US 4.549.355, en la que se utiliza como elemento de medida un Puente de Wheatstone, en el que participan cuatro resistencias eléctricas, conectadas entre cuatro puntos o extremos del puente, el cual es alimentado en dos puntos para producir una tensión de salida en los otros dos que debe ser cero cuando el puente está en equilibrio, de manera que esta tensión de salida de valor cero variará haciéndose positiva o negativa en función de que se produzca un incremento en unas u otras de las resistencias que participan en el Puente de Wheatstone.

40 Esta solución, perfectamente válida desde el punto de vista teórico, presenta en la práctica problemas derivados de la geometría de la planta, de manera que la orientación en la deformación de la planta ni resulta habitualmente alineada con el elemento electro-resistente, ni tampoco ofrece una angulación fija, con lo que entre la medida realizada y el valor real existen desviaciones que pueden llegar a ser inaceptables.

Descripción de la invención

45 La invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

El dendrómetro de presión que la invención propone, basándose en la técnica convencional de utilizar bandas extensiométricas conectadas constituyendo un Puente de Wheatstone, resuelve de forma plenamente satisfactoria la problemática anteriormente expuesta, asegurando una gran precisión en las medidas realizadas por el mismo.

Para ello y de forma más concreta se utilizan bandas extensiométricas estructuradas a base de una rejilla y su correspondiente soporte, pero con la particularidad de que en el dendrómetro participan o pueden participar bandas unidireccionales, bidireccionales o tridireccionales, concretamente montando sobre un mismo soporte una sola rejilla, dos rejillas orientadas en disposiciones perpendiculares, o tres rejillas en las que dos de ellas forman con respecto a la tercera, ángulos de 45 ó 60°.

Bandas de los diferentes tipos anteriormente citados pueden ser utilizadas como resistencias en el Puente de Wheatstone, de manera que la diferente orientación de tales rejillas permite obtener datos fidedignos independientemente de cual sea la orientación en la deformación de las bandas generada por la planta.

Las citadas bandas extensiométricas van colocadas estratégicamente envueltas mediante una capa protectora sobre una lámina de aluminio, de escaso grosor y notable longitud, con un acodamiento en correspondencia con uno de sus extremos, determinando una parte a través de la cual se establece el contacto con la planta cuya variación se desea medir, estando esa lámina de aluminio dispuesta a través del extremo no acodado sobre una ranura establecida al efecto en una zona próxima de un cilindro al que se une un cable de conexión que ha de conectarse con la lámina de aluminio y que por su otro extremo se conecta a una interface que está conectada con el correspondiente sistema de medida, formando todo ello un sensor que se complementa con un elemento porta-sensor como soporte de sujeción a la correspondiente planta, con la particularidad de que dicho porta-sensor está constituido en aluminio y cuenta con unas varillas en funciones de patas que por uno de sus extremos se vinculan a una pieza que semiabraz a la planta a medir, en tanto que por otro extremo las patas son pasantes a través de un elemento sobre el que queda convenientemente soportado y sujeto el cilindro perteneciente al sensor anteriormente descrito.

El interface de conexión constituye un circuito de acondicionamiento de la señal, mediante el que se proporcionará una señal en base a la medición de la elongación positiva considerada a partir de la posición de reposo de la correspondiente banda extensiométrica, circuito que será capaz de funcionar correctamente dentro del rango de alimentación de 5.5 Vcc a 8 Vcc, sin que la señal de salida se vea afectada por la variación de dicha alimentación dentro del rango.

El circuito de acondicionamiento referido se ha diseñado como un amplificador de célula de carga de bandas extensiométricas alimentadas con tensión asimétrica y de precisión, incluyendo dos bloques básicos, uno de alimentación del puente de bandas extensiométricas y otro de amplificación de la señal de medida del puente de esas bandas extensiométricas, con la particularidad de que la alimentación del puente tiene que ser del máximo ajuste que sea posible, ya que una desviación en suspensión de alimentación supondría una desviación en la medida, previéndose para ello un regulador de tensión de precisión basado en un circuito TL431 que es un regulador zéner de precisión con un error máximo del 0,5%, habiéndose previsto además que a la entrada del circuito TL431 se coloque un zéner de 5V6 para que la variación de alimentación sea mínima y el error menor al 0,5%.

De acuerdo con otra de las características de la invención las bandas extensiométricas son termocompensadas para el material sobre el que van montadas (aluminio), por lo que en un rango de 0° C a 50° C la señal de salida térmica es prácticamente cero.

Descripción de los dibujos

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica del mismo, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

La figura 1.- Muestra una representación esquemática de una banda extensiométrica unidireccional.

La figura 2.- Muestra, según una representación similar a la figura anterior, una banda extensiométrica bidireccional.

La figura 3.- Muestra a su vez una banda extensiométrica tridireccional.

La figura 4.- Muestra el esquema correspondiente al montaje más simple del puente del dendrómetro, concretamente un montaje a tres hilos en el que tan solo participa una banda extensiométrica.

La figura 5.- Muestra la forma de cableado de un sensor con montaje en "puente completo", por una cara, con dos bandas extensiométricas perpendiculares a las otras dos.

La figura 6.- Muestra una representación similar a la figura anterior pero correspondiente a un sensor por dos caras.

La figura 7.- Muestra una representación en perspectiva del sensor correspondiente al dendrómetro objeto de la invención.

La figura 8.- Muestra una vista en planta del lugar de montaje concreto de las bandas extensiométricas sobre la lámina de aluminio que forma parte del sensor representado en la figura anterior.

5 La figura 9.- Muestra una vista ampliada del sensor, del porta-sensor, a través del cual se realiza la sujeción a la correspondiente planta y el interface o circuito electrónico de conexión al correspondiente sistema de medida y en conexión lógicamente con el sensor representado en la misma figura.

La figura 10.- Muestra una aplicación práctica o de montaje del conjunto representado en la figura anterior sobre una planta.

10 La figura 11.- Muestra, finalmente, el esquema correspondiente al circuito que forma la interface de conexión del sensor con el correspondiente equipo de medida.

Realización preferente de la invención

Tal como anteriormente se ha dicho, en los materiales conductores de la electricidad existe una proporción entre la longitud del conductor y su resistencia eléctrica, que viene dada por la siguiente ecuación:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A}$$

15 Donde R es la resistencia, ρ es la resistividad, l es la longitud y A es la sección.

Consecuentemente al deformarse el conductor, variando su longitud, siempre y cuando esta deformación quede dentro del rango elástico y no se introduzca ningún cambio en la resistividad del conductor, el cambio de resistencia eléctrica es función de la deformación, según la relación:

$$\frac{\Delta R}{R} = F \left(\frac{\Delta l}{l} \right)$$

20 Tal como se observa en la figura 1, una banda extensiométrica está constituida mediante una rejilla (1) implantada en un soporte (2), rejilla que constituye el elemento sensible para la deformación y que debe cumplir las siguientes características:

- Linealidad en la sensibilidad a la deformación en el rango elástico, lo que implica precisión y repetibilidad.

- Alta resistividad para conseguir que sea de pequeño tamaño.

- Alta sensibilidad a la deformación para obtener la mayor señal posible con un nivel de deformación dado.

25 - Coeficiente de resistencia con la temperatura ajustable, para una compensación con la temperatura óptima.

- Amplio rango de temperatura de operación.

- Buena longevidad a la fatiga para el caso de fenómenos dinámicos.

Estas características las cumplen diferentes aleaciones, como por ejemplo las de cobre-níquel, cromo-molibdeno-hierro, níquel-cromo o platino-tungsteno.

30 Por su parte el soporte (2) debe ofrecer las siguientes funciones básicas:

- Soporte firme de la rejilla, terminales y cables.

- Proporcionar una superficie adecuada para el pegado de la banda sobre la superficie de ensayo.

- Aislar eléctricamente la banda del espécimen.

- Transmitir fielmente a la rejilla, a través del adhesivo, las deformaciones originadas en el material.

35 - Alto módulo de cortadura, con el mínimo espesor, para asegurar la perfecta transmisión de las deformaciones.

- Resistencia y flexibilidad, para reducir la posibilidad de daños durante la instalación y permitir su empleo en zonas curvas.
- Alta capacidad de elongación, para su uso en niveles de deformación dentro del rango plástico de la mayoría de los materiales.
- 5 - Facilidad de adhesión, para tener gran resistencia a despegarse del material del ensayo y asegurar la unión con la rejilla.
- Alta e inherente resistencia de aislamiento, para eliminar problemas e imprecisiones en las medidas.
- Buena estabilidad con la mínima fluencia.
- Capacidad de mantener las características anteriores en el mayor rango de temperatura posible.

10 Materiales que cumplen las características anteriormente citadas son la poliamida, simple o laminada, y las resinas tipo epoxi o fenólicas.

Las aleaciones empleadas para la fabricación de bandas deben presentar, como característica más importante, la sensibilidad a la deformación. Existe una relación entre la variación de resistencia y la deformación aplicada que se define como factor de banda (K).

- 15 El hecho de que la rejilla esté formada por un hilo fino implica que tiene una cierta sensibilidad de respuesta a las deformaciones transversales, especialmente en las zonas de los bucles, donde existe una cantidad finita de hilo orientada transversalmente respecto a los ejes de medida de la rejilla, tal como se observa en la figura 1. Este efecto es menor en las bandas con rejilla de trama perpendicular, pero aun así están inherentemente afectadas, sobre todo si se tiene en cuenta que cada hilo de la rejilla es lo suficientemente grande como para reflejar una deformación
- 20 transversal inducida por el soporte. La naturaleza y alcance del consecuente cambio resistivo, depende de las características particulares de la aleación sensitiva que se esté empleando.

El hecho de que la banda extensiométrica sea una resistencia, implica que ésta se verá afectada por las variaciones de temperatura, lo que obliga a realizar una compensación para minimizar tal efecto.

- 25 Evidentemente, la solución idónea es aquélla que la deformación aparente de la temperatura sea igual a cero, para lo que se ha previsto la utilización de bandas autocompensadas en temperatura.

- Las bandas pueden ser unidireccionales, como la representada en la figura 1, que permiten conocer el estado de deformaciones y/o tensiones de la estructura sobre la que van adheridas según el eje longitudinal de la banda, pero igualmente pueden ser bidireccionales, como la representada en la figura 2, donde sobre un mismo soporte (2) se montan dos rejillas (1) (1'), con sus orientaciones desfasadas 90° la una con respecto a la otra, como también se
- 30 observa en la citada figura 2. Este tipo de bandas se emplean cuando se conocen las direcciones principales y lo que interesa es conocer las deformaciones y/o tensiones máximas y mínimas (principales) de una estructura bajo carga, por supuesto en el punto de instalación de la banda.

- También existe la posibilidad de utilizar bandas tridireccionales como la mostrada en la figura 3, en las que sobre el soporte (2) se montan una rejilla (1) intermedia en las rejillas laterales (1''), orientadas a 45 ó 60° con respecto a la
- 35 primera y con sus orientaciones contrapuestas entre sí, banda aplicable en estructuras con simetrías poco claras o sometidas a cargas combinadas, donde es preciso conocer la deformación según tres direcciones.

- En la figura 4 se ha representado una de las bandas anteriormente citadas, concretamente la banda extensiométrica simple de la figura 1, referenciada globalmente con (3), formando parte de un Puente de Wheatstone, como la primera de sus resistencias, combinada con tres resistencias convencionales, (4), (5) y (6), dando lugar a un montaje
- 40 tres hilos que garantiza la simetría del circuito, alimentado por una determinada tensión de entrada aplicada en los nudos (7), (7'), y con una tensión de salida entre los puntos (8) (8') que debe ser cero cuando el puente está en equilibrio, adoptando un valor positivo o negativo en función de las deformaciones sufridas por la banda extensiométrica (3).

- Con este montaje de tres hilos no solo se garantiza la simetría del circuito sino también, en consecuencia, se elimina el efecto de resistencia de los cables, así como el efecto que la variación de la temperatura tiene sobre la resistencia de los cables, evitándose paralelamente efectos de "desensibilización" de la señal. Esto se consigue si todos los cables son de la misma longitud y, a ser posible, unidos o trenzados, para estar de esta forma sometidos a las mismas condiciones ambientales.
- 45

- En este tipo de montaje tan solo existe una rama activa, por lo que la relación entre las tensiones de entrada y salida es 1/4 del factor de banda (K) multiplicado por la deformación del material.
- 50

También es posible un montaje a medio puente, colocando dos bandas extensiométricas (3) en ramas adyacentes u opuestas del Puente de Wheatstone representado en la figura 4. Si las bandas (3) se colocan en las ramas adyacentes, una de ellas debe trabajar a tracción y la otra a compresión, en orden a que si la resistencia aumenta en una decrezca en la otra. Otra posibilidad es que una de las dos muestre una deformación igual a cero, que por su colocación trabajase en una deformación mínima o para medir el efecto Poisson.

El montaje de ramas adyacentes, es un montaje muy útil cuando se trata de compensar temperatura más allá, por encima o por debajo, del rango de autocompensación de las bandas. De esta forma puede tenerse una banda pegada sobre la estructura de ensayo que esté midiendo las deformaciones mecánicas y las debidas a la señal térmica de las bandas. En la rama adyacente se coloca otra banda pegada sobre ese mismo material, que se denomina de compensación, y sometida a las mismas condiciones ambientales que la banda activa, pero sin sufrir deformaciones mecánicas. De esta forma, restando la señal de las dos bandas, resta únicamente la deformación debida a los efectos mecánicos. No obstante, es muy difícil mantener una completa simetría y que las dos bandas estén exactamente a la misma temperatura y tengan la misma resistencia.

En el caso de dos ramas activas, ambas según la dirección de deformación principal, la señal de salida es de $1/2$ del factor de banda (K) multiplicado por la deformación del material.

Finalmente existe también la posibilidad de efectuar un montaje a puente completo, caso en el que se emplean bandas extensiométricas (3) en todas las ramas del puente, solución que permite obtener una mayor sensibilidad en el sistema de medida. Lógicamente cuando se utilizan cuatro bandas extensiométricas orientadas según la dirección principal, es decir, cuando todas las ramas son activas, la relación entre las tensiones de entrada y salida es igual al producto del factor de banda (K) por la deformación del material.

En este caso se llega a multiplicar por cuatro la señal con respecto al montaje en cuarto de puente, además de una compensación automática con la temperatura y la eliminación de señales no deseadas, es decir, ruido.

Existe la posibilidad de obtener además otros números de ramas activas, no enteros, concretamente de valores 1,3 y 2,6, según se dispongan las bandas en el puente, pudiendo obtener distintas señales de salida sustituyendo este valor del número de bandas en la correspondiente ecuación de salida.

La mayor ventaja del puente completo es que todo el cableado, desde el punto de medida hasta la instrumentación, incluidos conectores, clavijas y, si se utilizan, anillos rozantes, está fuera del circuito de medida, con lo que los errores que se podrían introducir en el sistema son mínimos.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, en la solución de montaje en cuarto de puente se hace imprescindible el uso de bandas autocompensadas para obtener una medida sin alteraciones por efectos de la temperatura, o con alteraciones tabuladas, mientras que en los casos de medio puente y puente completo, la compensación de la temperatura se puede lograr de forma automática, en ausencia de bandas autocompensadas.

En las figuras 5 y 6 se han representado dos soluciones de montaje de las bandas extensiométricas en el dendrómetro de la invención.

En el caso de la figura 5, en el conjunto (9), por una cara, se realiza un montaje en puente completo, con dos rejillas (1) según la dirección principal de máxima deformación, y otras dos rejillas (1') según la dirección principal de mínima deformación, que es perpendicular a la anterior. Con un soporte de poliamida y las rejillas sin encapsular se obtiene un número de ramas activas de 2,6.

Esta banda va instalada únicamente en la cara superior del sensor, dejando libre la cara inferior.

En la figura 6 se ha representado un segundo tipo de sensor, por dos caras, de manera que se colocan dos bandas por cada cara, orientando las cuatro rejillas (1) (dos por cada cara) según la deformación principal, con lo que se consigue un número de ramas activas igual a cuatro. También en este caso se utiliza un soporte de poliamida y una rejilla sin encapsular, con resistencia nominal de 350 ohmios y autocompensación para aluminio. Cada banda tiene dos rejillas paralelas que, cableadas entre sí y con la banda colocada en la otra cara, logran un puente completo.

El conjunto (9) que forman las bandas extensiométricas se dispone en una zona concreta de una lámina de aluminio (10) de configuración rectangular y preferentemente de 60 mm de longitud y 10 mm de anchura, que por uno de sus extremos presenta un doble acodamiento con bordes laterales convergentes que da origen a que, a partir del primer acodamiento, se vaya estrechando la parte emergente hasta rematarse en un extremo angular y redondeado (11) que va a determinar el medio de contacto sobre la correspondiente planta en la que se aplique el dendrómetro, habiéndose previsto que esa lámina de aluminio (10), portadora de las bandas extensiométricas anteriormente referidas, vaya situada por su extremo opuesto en una ranura (12) prevista en sentido diametral en proximidad a uno de sus extremos de un cuerpo cilíndrico (13), según se ve en su figura 7.

El conjunto referido constituye un sensor en conexión con una interface electrónica (14) que define un circuito cuyas características se expondrán con posterioridad y que se encuentra conectado al correspondiente sistema o equipo de toma de medidas.

5 El sensor queda montado sobre un soporte o porta-sensor (15), que presenta una pieza, que se corresponde con la propia referencia (15), a modo de mordaza con una depresión cilíndrica en la que queda posicionado el cilindro (13) del sensor, siendo pasantes a través de la pieza que forma ese porta-sensor (15) unas varillas (16) en funciones de patas, que finalizan en otra pieza (17) con elementos de apriete para fijarse, en colaboración con convenientes elementos de amarre, sobre la planta (18) en la que se aplique el dendrómetro, tal y como se representa en la figura 10.

10 El porta-sensor (15) estará constituido en aluminio, mientras que las varillas correspondientes a sus patas (16) están constituidas en otro material con un coeficiente de dilatación nulo para permitir medir las micras de variación continua de la planta (18).

15 En la figura 11 se muestra la electrónica de interface, materializada por un circuito de adecuación de la señal del conjunto del dendrómetro, circuito que se ha diseñado como un amplificador de célula de carga de bandas extensiométricas alimentada con tensión asimétrica de precisión, comprendiendo un bloque (19) de alimentación del puente de bandas extensiométricas y un bloque (20) de amplificación de la señal de medida del puente de bandas extensiométricas, con la particularidad de que el bloque (19) de alimentación incluye un regulador de tensión basado en un circuito (21) TL431 que es un regulador zéner de precisión con un error máximo del 0,5%, incluyendo a la entrada de ese bloque o circuito (21) un zéner (22) de 5V6 para que la variación de la alimentación sea la mínima y 20 el error menor al 0,5%, centrándose la alimentación referida en $4,7 V_{cc} + 0,5\%$.

La amplificación de la señal, cuyo esquema corresponde al bloque (20), comprende básicamente un operacional (23) OPA2277/SA de bajo coste y altas prestaciones, funcionando como un amplificador diferencial con una ganancia determinada, definida en función de la resolución requerida por la aplicación, todo ello de manera tal que la ganancia del circuito será la amplificación por la que se multiplica la señal diferencial recibida de las bandas extensiométricas, 25 siendo esa señal proporcional a la elongación de las mismas, escogiéndose esa ganancia en base a la resolución del lector y de la precisión deseada.

Lógicamente, en el momento que se establece una ganancia y una tensión de alimentación del puente de bandas extensiométricas, se estará en disposición de definir la correlación entre la tensión de salida del circuito y la distancia que el sensor se ha desplazado, de modo que la precisión que se obtendrá de la medida final dependerá de la 30 resolución del aparato de lectura, de la ganancia con la que se haya dotado al circuito y de la calidad de montaje.

REIVINDICACIONES

- 1.- Dendómetro de precisión, del tipo de los basados en la utilización de bandas extensiométricas como resistencias en un circuito tipo Puente de Wheatstone, que dicho dendrómetro consiste en un porta-sensor que sirve como elemento de sujeción del dendrómetro a una planta, la interface electrónica que lo conecta al equipo de toma de datos y un sensor, **se caracteriza porque** dicho sensor está compuesto por un cuerpo cilíndrico (13) de aluminio al que va fijado un extremo de una lámina de aluminio (10) sobre la que van montadas las bandas extensiométricas, estando el otro extremo de la lámina de aluminio (10) en contacto con la planta (18), determinando, mediante la presión ejercida por ésta, sus variaciones dimensionales, debido a la deformación de la lámina de aluminio (10) y con ello del conjunto (9) que forman las bandas extensiométricas.
- 2.- Dendómetro de precisión según reivindicación anterior, **caracterizado porque** el extremo de la lámina de aluminio (10) en contacto con la planta presenta un doble acodamiento con bordes laterales convergentes.
- 3.- Dendómetro de precisión según reivindicación 1, **caracterizado porque** el porta-sensor (15) incluye una pieza con una cavidad cilíndrica donde queda alojado y sujeto el cuerpo cilíndrico (13) del sensor, estando asociadas a dicha pieza del porta-sensor (15) unas varillas (16) en función de patas a las que se vincula una pieza (17) de adaptación y sujeción a la planta (8) en la que se instala el dendrómetro.
- 4.- Dendómetro de precisión según reivindicación 3, **caracterizado porque** las varillas (16) están constituidas en un material tal que su coeficiente de dilatación es nulo, permitiendo así medir la variación constante de la planta (18).

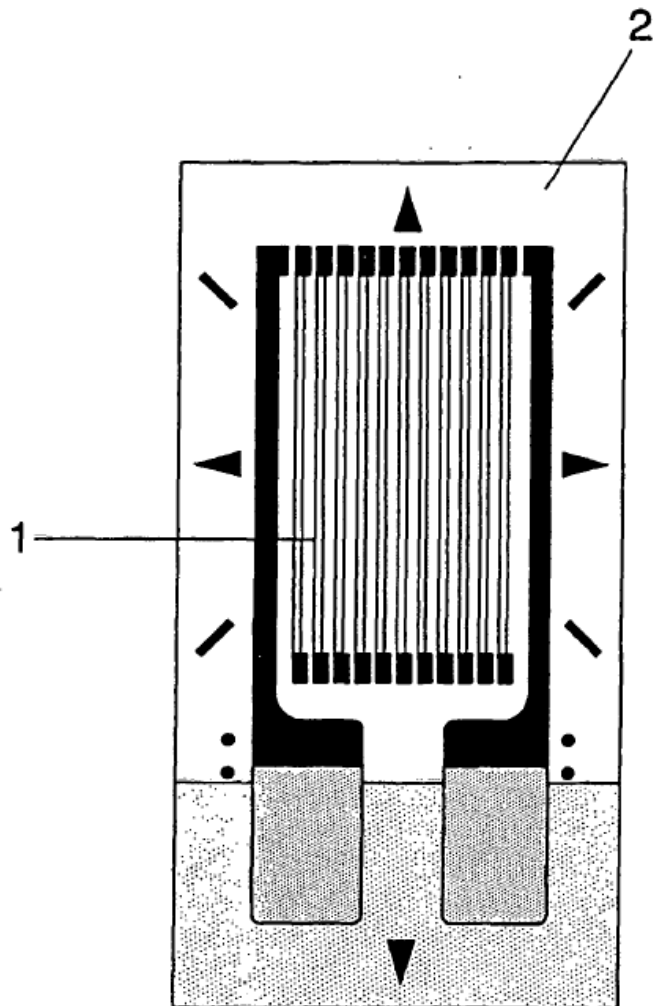


FIG.1

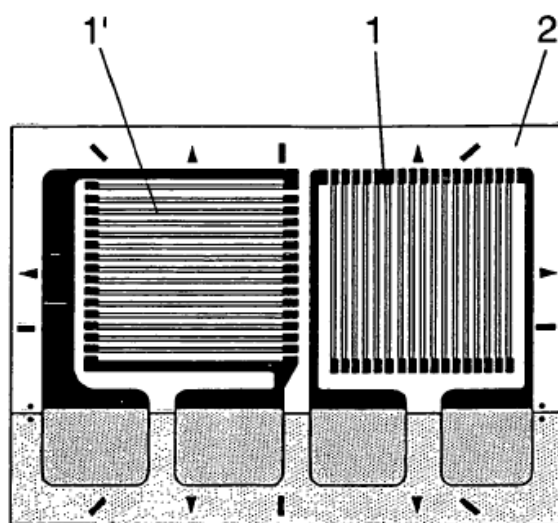


FIG. 2

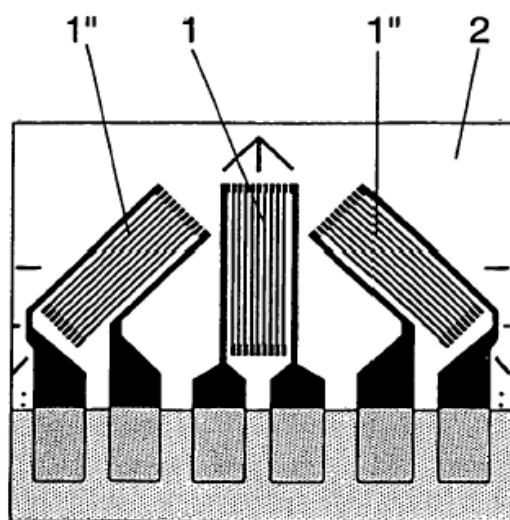


FIG. 3

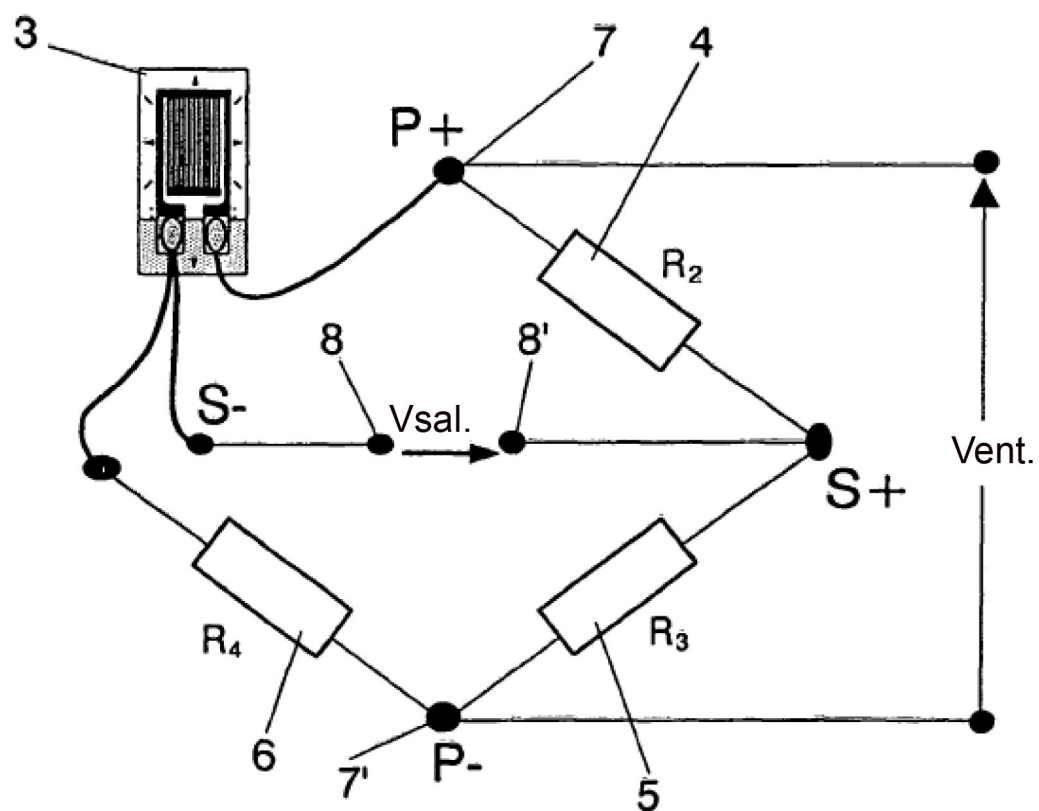


FIG.4

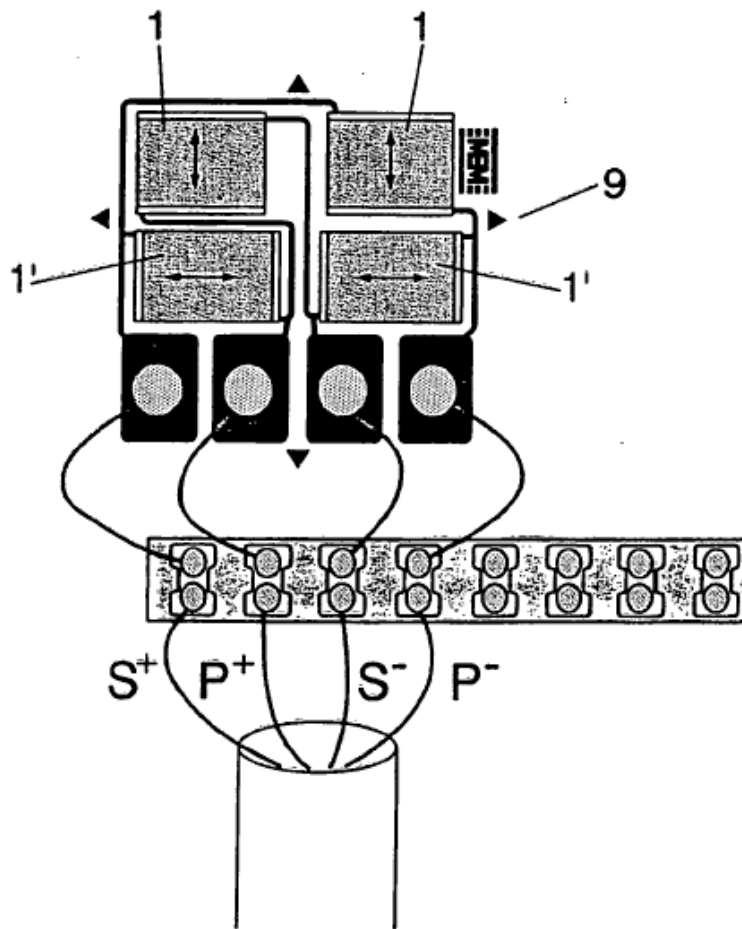


FIG.5

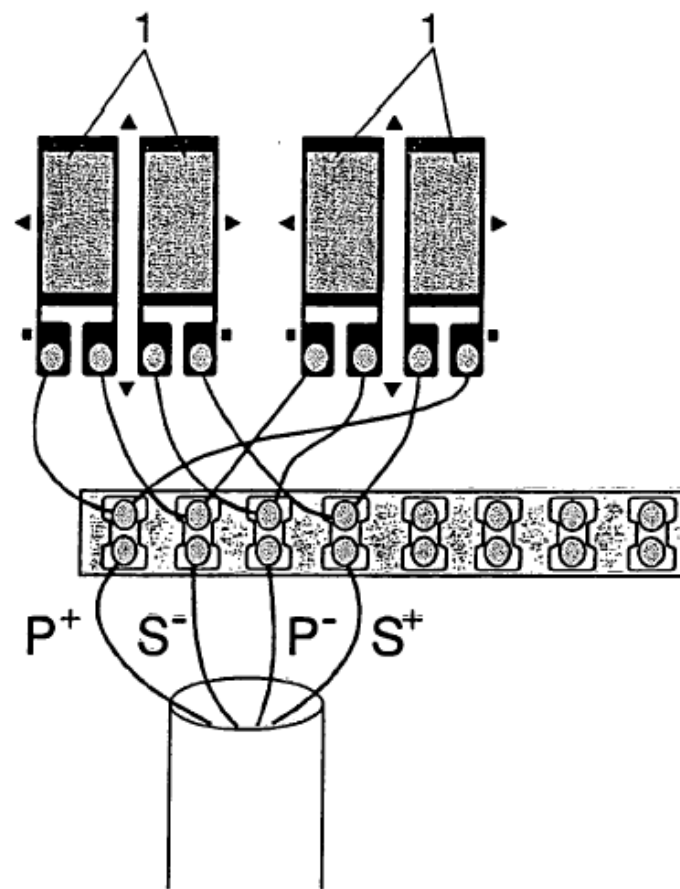


FIG.6

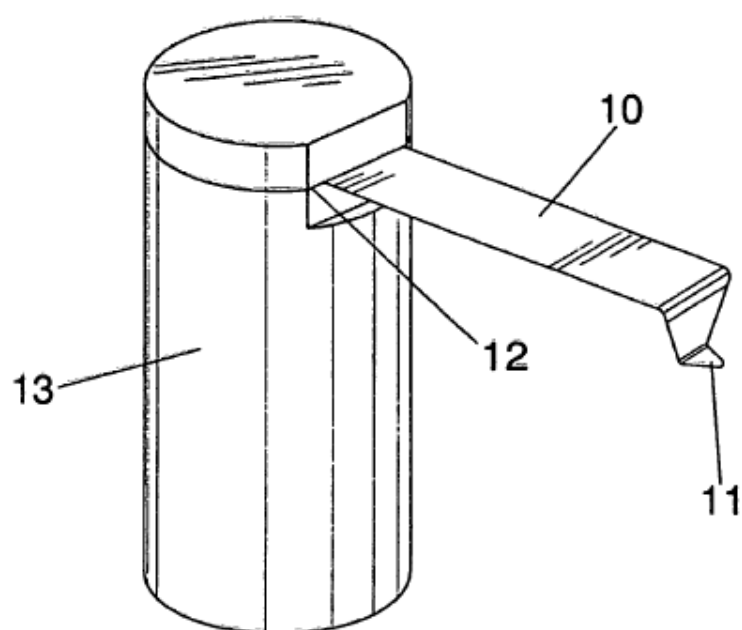


FIG. 7

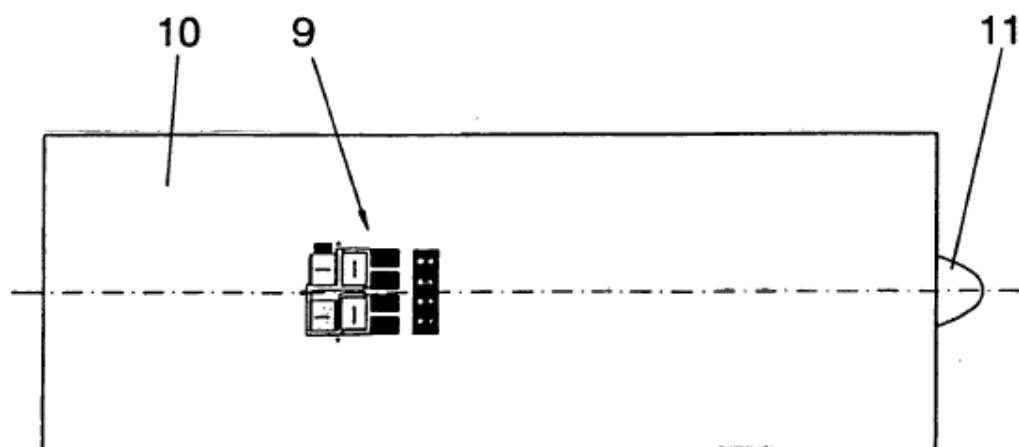


FIG. 8

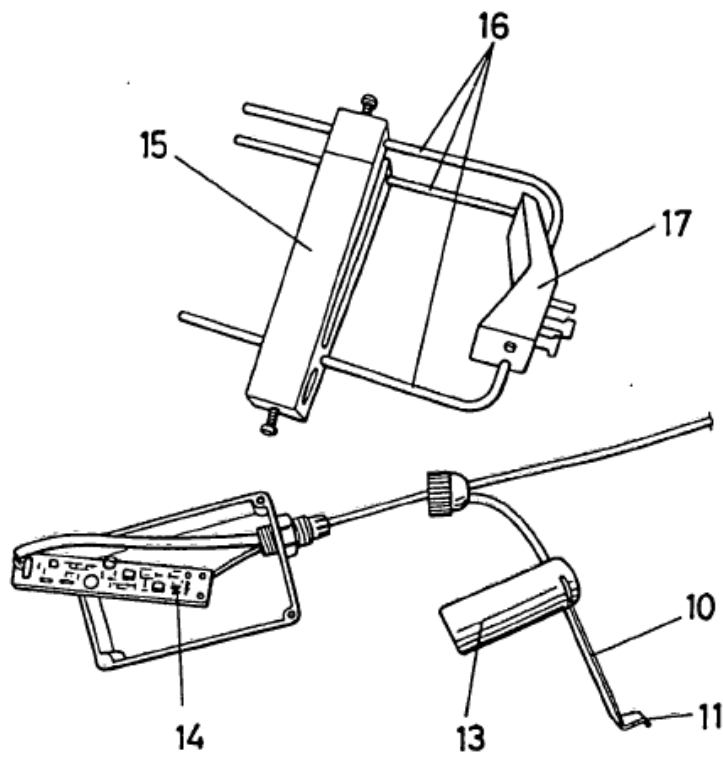


FIG.9

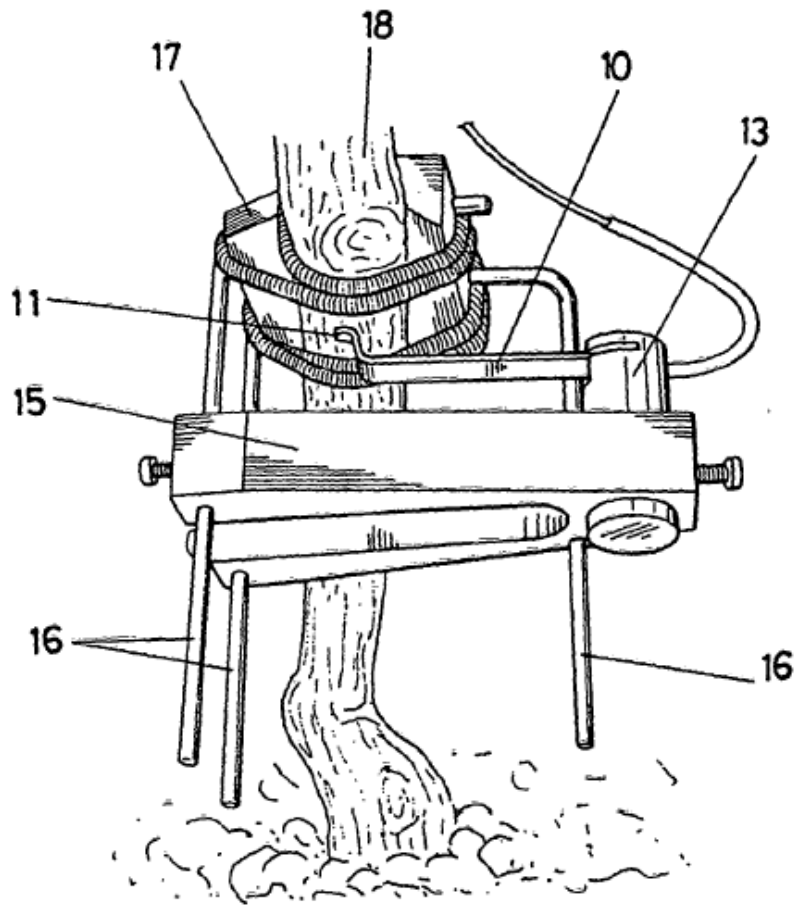


FIG.10

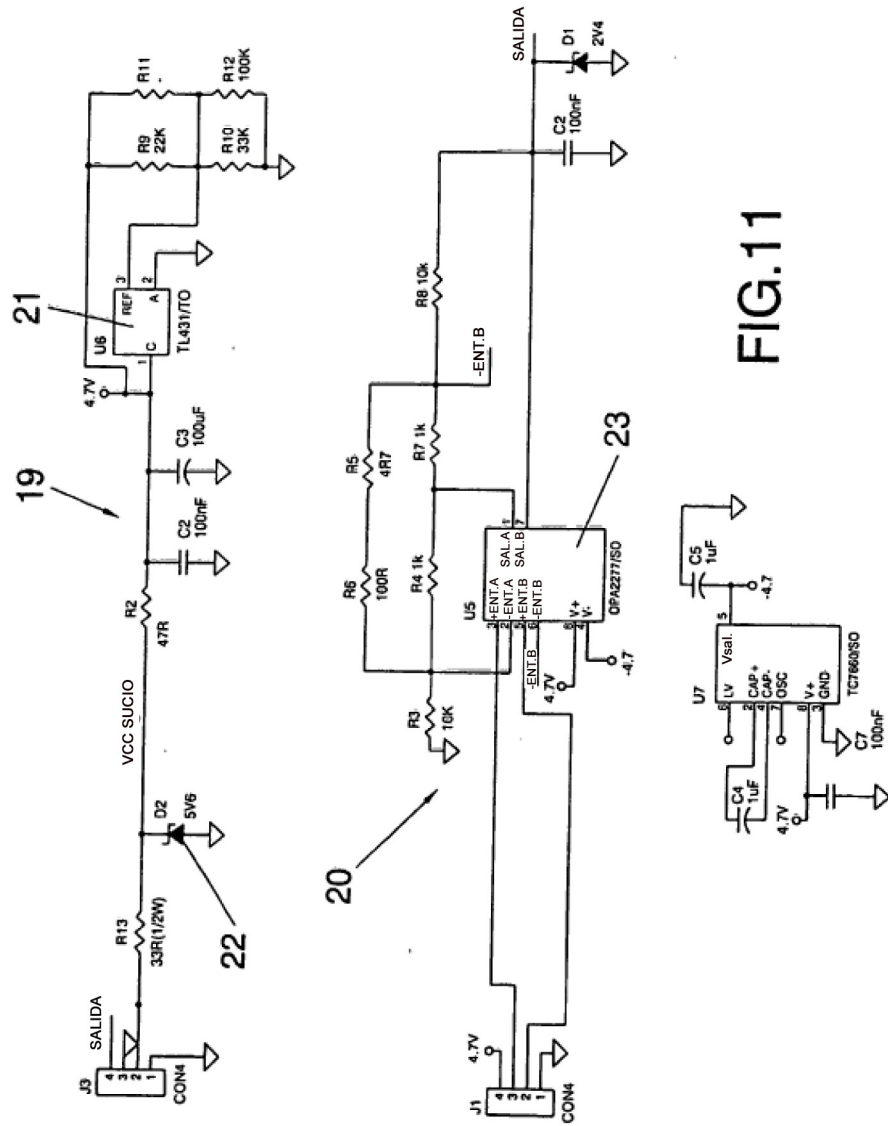


FIG.11