



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



① Número de publicación: **2 178 950**

② Número de solicitud: 200003112

⑤ Int. Cl.7: **G01N 27/07**  
A01C 1/02

⑫

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO

B2

⑫ Fecha de presentación: **26.12.2000**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **01.01.2003**

Fecha de la concesión: **13.12.2004**

Fecha de modificación de las reivindicaciones:  
**02.06.2003**

⑮ Fecha de anuncio de la concesión: **01.02.2005**

⑮ Fecha de publicación del folleto de la patente:  
**01.02.2005**

⑰ Titular/es: **Universidad Politécnica de Madrid  
Ramiro de Maeztu, 7  
28040 Madrid, ES**

⑱ Inventor/es: **Muñoz García, Miguel Ángel;  
Duran Altisent, José María y  
Navas Gracia, Luis Manuel**

⑳ Agente: **No consta**

㉑ Título: **Analizador electrónico de calidad de semillas.**

㉒ Resumen:

Analizador electrónico automático de calidad de semillas. El Analizador Electrónico Automático de Calidad de Semillas resuelve el problema de la determinación a priori de la calidad de un lote de semillas en virtud de su vigor para la germinación. Este análisis es realizado de forma automática mediante la medida de la conductividad eléctrica generada por la imbibición de semillas en agua desionizada. Presenta como ventajas la posibilidad de realizar múltiples medidas sobre lotes diferentes de forma paralela y automática, la modularidad de sus componentes que permite su limpieza y sustitución en caso de fallo y la conexión directa a ordenador personal para el almacenamiento de los datos y la generación de informes de calidad tras un análisis estadístico y matemático. El sistema puede ser programado para la realización de una campaña de medidas evitando la necesidad de la presencia de un supervisor. Todo ello lo hace un equipo completo y novedoso.

ES 2 178 950 B2

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

## DESCRIPCIÓN

Analizador electrónico automático de calidad de semillas.

### Sector técnico

Diseño de circuitos electrónicos, integración software, electrónica agrícola.

### Estado de la técnica anterior

El test de conductividad eléctrica para la medida de calidad de semillas fue desarrollado para especies de altramuces y consiste en medir la conductividad eléctrica (CE) del exudado, después de que las semillas hayan sido sumergidas en agua por un determinado tiempo. Desde el año 1968, aparece referida la relación existente entre la facilidad con que los solutos eran lixiviados a partir de diferentes lotes de semillas de guisante y su capacidad de emergencia en campo. Posteriormente varios autores comprobaron, que en lotes de semillas con niveles aceptables de germinación (> 80%) al ser sumergidas en agua, aquellos que ceden grandes cantidades de electrolitos al agua, emergen pobremente en el campo.

El test de CE es internacionalmente aceptado para identificar el vigor de un lote de semillas de leguminosas, siendo ampliamente adoptado como test de vigor, generando interés por el mecanismo fisiológico y su posible empleo en otros cultivos.

El primer dispositivo que nos consta que realizaba un análisis basado en conductividad eléctrica se fundamenta en la patente U.S. Pat. Num. 3852914. En ella se estudiaba la viabilidad de una semilla midiendo la corriente que pasa a través de la celda en que se encuentra dicha semilla junto con agua desionizada. En este dispositivo únicamente se podía medir la calidad de una semilla a la vez.

Posteriormente apareció un dispositivo que es capaz de determinar dicha conductividad eléctrica, denominado ASAC y que puede estar basado en la patente US.4230983. Este dispositivo aplica a varias celdas en las cuales se encuentran sumergidas las semillas, la tensión eléctrica y mide la corriente que las atraviesa, determinando de este modo la conductividad de la celda. Sin embargo solo permite cambiar la tensión de ataque entre cuatro valores posibles, y solo permite mandar los datos a una impresora, no almacenarlos ni transmitirlos. Además este dispositivo sólo permite disponer un cabezal conectado al sistema central de procesamiento.

Otros dispositivos, como el SAD 2007, han mejorado su funcionamiento conectando el sistema a un ordenador personal, pero sin permitir la versatilidad que supone el usar un microcontrolador en el sistema central, lo cual posibilita cambiar fácilmente el programa y programar una campaña de medidas *off-line*, sin conexión al ordenador. Por otra parte, el equipo mencionado sigue permitiendo la conexión de un cabezal de medida solamente.

### Explicación de la invención

El analizador Electrónico Automático de Calidad de Semillas es un Sistema de adquisición y tratamiento de datos que mide la capacidad de germinación de diferentes lotes de semillas a partir de uno o varios ensayos de CE realizados sobre muestreos de dichos lotes. Es decir, permite medir la conductividad eléctrica de distintos lotes de semillas al mismo tiempo.

El sistema presenta las siguientes características:

- 5 - Los datos provendrán de la medida de conductividad eléctrica del agua de 100 celdas independientes, en cada una de las cuales se depositará una semilla (Figura 2).
- Cada cabezal analiza un lote de semillas diferente con cada semilla inmersa en agua desionizada.
- 10 - Cada medida sobre 100 celdas se realiza mediante un cabezal porta electrodos, pudiendo existir varios de estos cabezales conectados en paralelo al sistema de control para la medida de distintos lotes de 100 semillas cada uno.
- 15 - Las partes de los cabezales se modulan pudiendo separarse en caso de avería o para limpieza.
- Cada una de esas celdas de medida se atacará de forma independiente con una tensión ajustable según el tipo de semilla a analizar.
- 20 - Debido al elevado número de canales a medir, se dispondrá de un sistema multiplexor para la lectura sobre cada celda.
- El sistema irá comandado por un microprocesador, que tomará los datos y será capaz de gestionar su paso hasta un PC remoto, que será el que utilice esos datos para el análisis de calidad. Esto permite solucionar el problema de la operación *off-line* (sin operario presente).
- 30 - Como mejora sobre sistemas de un sólo cabezal, podrá haber hasta 15 cabezales diferentes conectados al mismo sistema central de control funcionando a la vez y cada uno utilizando una tensión de ataque diferente.

35 En definitiva, se trata de un sistema que toma datos de conductividad eléctrica de imbibiciones de semillas, comandado por un programa de gestión instalado en un PC remoto que permite gestionar la configuración de cabezales, comunicación con el sistema central, almacenamiento de datos, y su posterior tratamiento estadístico-matemático (obtención de informes de calidad de los lotes en base a los análisis). Todo ello de forma automática y concurrente, es decir, sin necesidad de la presencia de un operario, y que puede analizar varios lotes de semillas al mismo tiempo debido a la conexión de varios cabezales.

40 En el estado de la técnica actual, sólo se pueden realizar medidas sobre un único lote al mismo tiempo, puesto que los sistemas disponen de un único cabezal, debiendo cambiar el cabezal de posición para pasar a analizar otros lotes. Esto resta automatización al proceso e implica mayores costes, si se opta por disponer de varios analizadores, o mayor tiempo de análisis, si un único analizador se utiliza para varios ensayos diferentes.

50 La configuración del Analizador Electrónico Automático de Calidad de Semillas tiene como esquema básico el de la Figura 1. En éste, el sistema multiplexor va conectado a entradas y salidas de un PC esclavo y éste PC esclavo es el que está conectado a través de bus externo a un PC maestro. Se considera que el PC esclavo añade a las funciones de PC las de microcontrolador. Además, el sistema multiplexor no va conectado directamente a su bus interno, sino a entradas y salidas digitales y analógicas, por lo que el sistema dispone de dos subsistemas PC de bus

externo.

Los elementos físicos se pueden agrupar en tres sistemas:

1. Cabezales modulares (al menos dos) portaelectrodos con sistema multiplexor.
2. Sistema central de control del multiplexor.
3. PC remoto para el análisis de los datos.

#### 1. Cabezal portaelectrodos

El cabezal consta de un circuito impreso de fibra de vidrio sobre el que se alojan los 100 pares de electrodos unidos a pistas de cobre. De cada par de electrodos, uno va unido mediante su pista de cobre a un punto común a todo el circuito denominado punto de masa y el otro irá unido a una pista que acaba en un conector. Utilizando conectores conseguimos modularidad en el sistema.

Sobre el circuito impreso que alberga los electrodos, y unido a este por dos cables de 50 hilos cada uno mas otro hilo que una la masa, se sitúa el circuito impreso que multiplexa el ataque en tensión a cada par de electrodos. Los circuitos integrados fundamentales de éste elemento son los multiplexores analógicos 4051 en tecnología CMOS.

Este circuito, además de dejar pasar la tensión a una única celda en cada instante de tiempo, tiene un chip comparador 74LS85, que discrimina si el cabezal que recibe la orden es el que debe dar paso a la tensión a cada celda o es otro con otra numeración diferente. Esta numeración se determina mediante un microinterruptor de cuatro cifras, dando por tanto 16 posibles cabezales a conectar. Sin embargo, se reserva una dirección para la no conexión de Cabezal o estado de reposo, siendo finalmente el número de posibilidades 15.

Las señales de mando con las que se direcciona hacia que par de electrodos se dejará pasar la tensión de ataque a las celdas, llegan desde el sistema central de control a través de sus salidas digitales. El dato de tensión de ataque es fijado por el PC remoto, que le da la orden al sistema central de control y éste fija dicha tensión en su salida analógica, que es llevada hasta la entrada de los multiplexores. La caída de tensión que aparece en una celda en un instante determinado será llevada hasta la entrada analógica del sistema central de control y será el dato que determine la conductividad eléctrica de la celda al ser comparado con la tensión de ataque. Tanto las señales digitales, como las analógicas, son llevadas desde el sistema central de control hasta el cabezal a través de un cable apantallado con sendos conectores en los extremos, lo que lo hace totalmente modular.

Los circuitos del cabezal van convenientemente protegidos. El que alberga los electrodos se recubre con pasta sellante aislante por una de sus caras, puesto que estará en contacto directo con el agua. Por la otra cara, donde el circuito multiplexor reposa sobre el circuito portaelectrodos, se protegerá todo con parafina. Esto tiene la ventaja de que en caso de avería parcial de alguno de los componentes se puede retirar la parafina y proceder a su reparación puesto que todos los circuitos integrados van sobre zócalos y las distintas placas van unidas entre sí por conectores.

#### 2. Sistema central de control

Constituido por un microcontrolador con un microprocesador 386, lo cual proporciona ventajas muy grandes frente a otros microcontroladores, pese a ser

de mayor coste. La principal de las ventajas es la facilidad de programación y la compatibilidad con otros sistemas basados en PC con los que ha de comunicarse, como será la conexión a un PC remoto. El programa, codificado inicialmente en C y compilado a lenguaje máquina de PC, ejecuta una secuencia de sondeo continuamente esperando un orden del PC remoto. Si esa orden llega y es correcta, pasa a ejecutarla sobre el cabezal portaelectrodos, configurándolo según dicha instrucción en cuanto a la tensión de ataque a través de su salida analógica y midiendo a través de su entrada analógica la tensión que cae en cada celda debido a la circulación de corriente eléctrica. El ataque de una u otra celda se hace a través de las salidas digitales, así como la selección en cada momento del cabezal que estará operativo en un instante dado.

#### 3. PC remoto

La función del control del sistema multiplexor la lleva a cabo la tarjeta PC microcontroladora, sin embargo, quien le indica a dicha tarjeta cuándo realizar las lecturas será un ordenador denominado PC remoto. Esta indicación también se le puede mandar al PC remoto al sistema central de control para que éste opere de forma *off-line*, sin conexión alguna al PC.

El PC remoto se conecta a uno de los puertos serie de la tarjeta PC microcontroladora para transferirle las órdenes y para recuperar los datos de la lectura por otro. Dicho control está gestionado por un programa desarrollado en el entorno gráfico LabVIEW, que hace su utilización mucho más sencilla e intuitiva.

El programa del PC remoto no solo controla el sistema multiplexor, sino que también gestiona los datos y hace un análisis de los mismos de acuerdo a un sistema previamente calibrado de curvas de calidad en función de la conductividad eléctrica detectada. Por ello se necesita un sistema con rapidez en los cálculos. Para que el programa opere con la rapidez adecuada, se aconseja un PC remoto con procesador Pentium (aun cuando con un 486 también funcionaría) y 8 Mb de memoria RAM. En él se instalará el programa de control, que ocupa en tomo a 5Mb de memoria en disco duro. Pero hay que dejar espacio también para los datos tomados de los ensayos, por lo tanto se aconseja tener 10Mb de espacio libre en el disco duro antes de la instalación del programa.

En la actual versión se hace necesaria la configuración de la pantalla en 800x600 puntos para poder visualizar correctamente todos los controles y datos en el monitor, por ello se necesita una pantalla super VGA.

Por otra parte, la robustez de la tarjeta PC microcontroladora, hace que el sistema tenga precisión y fiabilidad, consiguiendo la armonía necesaria entre sencillez y calidad.

#### Breve descripción de los dibujos

Figura 1. - Configuración esquemática del sistema de medida. Se representa un esquema de bloques de la totalidad del sistema:

- (1) Cabezales con sensores y sistema multiplexor
- (2) Lotes de semillas a medir
- (3) Conexión a través de entradas/ salidas digitales y analógicas
- (4) Tarjeta CPU industrial + Fuente de Alimentación
- (5) Conexión a través de RS-232

## (6) PC remoto

Figura 2.- Esquema de los elementos en las celdas de ensayo donde:

- (1) Celda de ensayo
- (2) Circuito portaelectrodos
- (3) Electrodo
- (4) Semilla
- (5) Agua desionizada.

Siendo la distancia entre electrodos (A) de 12 mm.

La profundidad de la celda (B), la longitud de los electrodos (C) y la longitud del lado superior interior de cada celda cuadrada (E) iguales y de 20 mm.

La longitud del lado interior inferior de cada celda cuadrada (D) de 15 mm.

La longitud del lado exterior superior de cada celda cuadrada (F) de 25 mm.

### Exposición de un modo de realización de la invención

Se expone a continuación como son cada uno de los elementos del sistema de medida o analizador:

#### 1. Cabezal portaelectrodos

Entre los materiales más adecuados para la fabricación de los electrodos se encuentra el acero inoxidable. Se elige este material debido a su dureza, resistencia a la oxidación y por contaminar el agua en que es sumergido menos que otros materiales como el cobre, en el cual se disuelve la capa de óxido que sobre él se forma.

El acero inoxidable tiene como ventajas las ya mencionadas de resistencia a la inmersión y la limpieza. Sin embargo, presenta el inconveniente de la dificultad para ser soldado. Esto es debido a que el estaño, que debería hacer de puente entre el acero inoxidable y el cobre de las pistas del circuito impreso, no agarra sobre el acero inoxidable. Cuando es fundido con el soldador, el estaño resbala sobre el acero sin agarrarse a él, lo cual presenta un serio problema, puesto que las soldaduras de circuitos impresos están normalmente hechas con estaño.

Para hacer una soldadura lo que se hace es excitar los materiales a soldar para que se creen poros entre los cuales se inserte el material que unirá ambos. Normalmente esto se hace con calor, sin embargo, para excitar con calor el acero inoxidable hay que alcanzar temperaturas muy altas. Si se intentara de esta manera, la fibra de vidrio del circuito impreso se quemaría. Por lo tanto, la forma adecuada para conseguir excitar el acero inoxidable es con ácido clorhídrico más calor, pero calor únicamente necesario para fundir el estaño.

La precisión del sistema de medida depende de la elección de un sistema multiplexor compatible con las características de la señal a medir. Puesto que se miden resistencias altas, la resistencia RON del canal cerrado de los multiplexores ha de ser inferior a 1 kΩ. Por otro lado necesitamos un sistema fácilmente controlable. A través de las líneas digitales de la CPU del

PC microcontrolador, podremos seleccionar el canal sin necesidad de interfaces exclusivos, ya que son niveles TTL.

El esquema del circuito multiplexor ya ha sido presentado en el apartado de descripción de funcionamiento y aparece en la Figura 5. Como ya se dijo, el circuito multiplexor y el circuito portaelectrodos, que conforman el cabezal, irán protegidos con pasta sellante en la cara expuesta directamente al agua, y con parafina en la cara opuesta. Todo el cabezal estará fabricado en metacrilato o en PVC y de él partirá un cable apantallado de 25 hilos que llevarán las señales de control y de medida, tal y como se ve en la Figura 6.

#### 2. Sistema central de control

Para implementarlo se ha elegido un microcontrolador de la firma Octagon, concretamente el PC Microcontroler con CPU 6040. Pero se puede elegir cualquier microcontrolador con las siguientes características:

- Conexión serie RS-232
- Al menos 11 salidas digitales
- Un canal analógico de salida
- Un canal analógico de entrada
- CPU basada en la familia 8086 de Intel.

Esto último no es imprescindible, pero si muy útil si se quiere compilar el programa desde un compilador estándar para PC y facilita las comunicaciones con un PC remoto.

El programa tendrá que estar continuamente esperando una orden del PC remoto, aunque también puede quedarse dormido y despertar mediante una interrupción provocada por la presencia de datos en el puerto serie. Cuando llegue la orden precisa, debe realizar un barrido de las celdas colocando en las salidas digitales los códigos que sólo cierran un canal multiplexor en cada momento, generando la salida analógica indicada por el PC remoto y leyendo la caída de tensión que ocurre en el canal cerrado, fruto de la conductividad eléctrica de la celda a la que ataca el canal.

#### Aplicación industrial

La principal aplicación de la invención es a las empresas productoras y laboratorios de calidad de semillas. De un lado, permite automatizar los ensayos de vigor para determinar de forma estadística la calidad de una partida de semillas. De otro, es capaz de almacenar gran cantidad de datos para mantener un histórico de la calidad de la producción y de generar informes impresos con los datos necesarios para ser firmados por un operario que de fe de que esa medida ha sido llevada a cabo.

El funcionamiento programado permite que no haya un supervisor continuamente realizando las medidas y el conexionado de varios cabezales a un mismo sistema central permite aún mas ahorrar tiempo y recursos, pudiéndose realizar varios ensayos en paralelo.

### REIVINDICACIONES

1. Analizador electrónico automático de calidad de semillas, **caracterizado** por medir la conductividad eléctrica de distintos lotes de semillas al mismo tiempo, constar de cabezales modulares portaelectrodos, al menos dos, con sistema multiplexor incorporado, un sistema de control del multiplexor, un PC remoto para análisis de datos, y en donde las tensiones de ataque (más de cuatro valores posibles) es fijada por el PC remoto.

2. Analizador electrónico automático de calidad de semillas, **caracterizado** porque hasta 15 cabezales

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

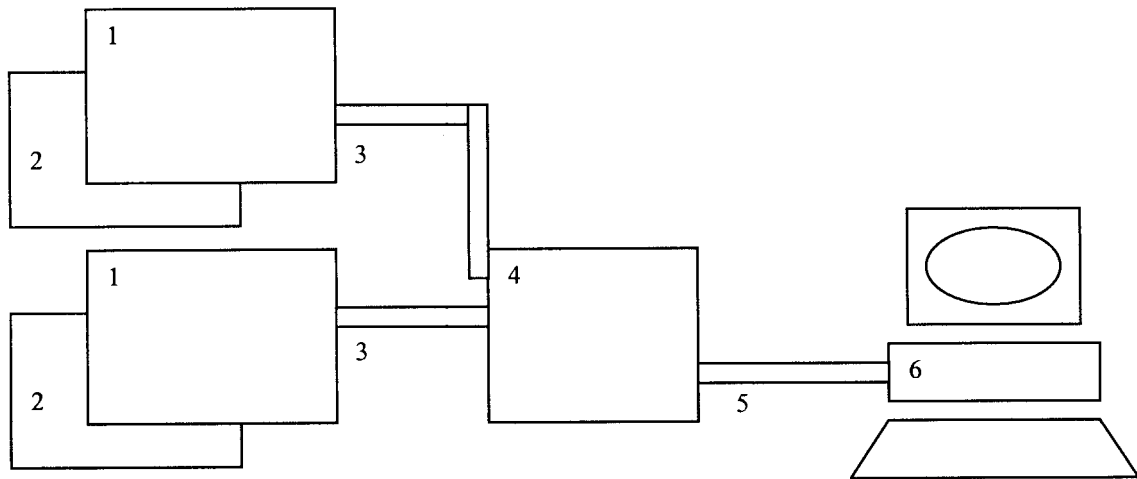
55

60

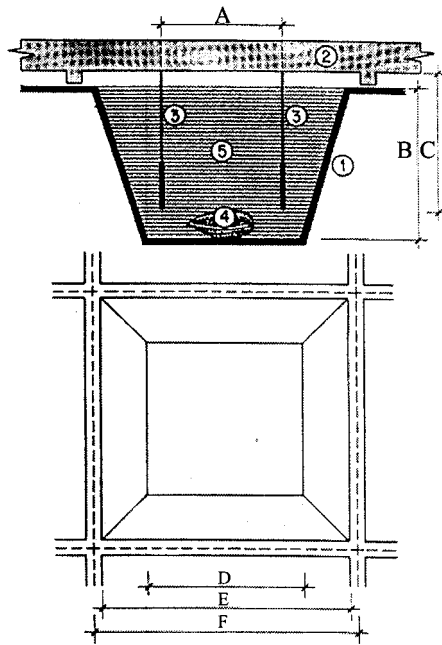
65

de medida se pueden conectar en paralelo al sistema de control, cada cabezal analiza un lote de semillas diferente con semillas inmersas en agua desionizada, presentándose los resultados en pantalla gráfica y almacenándose en memoria, y en donde las partes de los cabezales se modulan pudiendo separarse en caso de avería o para limpieza.

3. Analizador electrónico automático de calidad de semillas, **caracterizado** por incluir un programa de gestión para la configuración de cabezales, comunicación con el sistema central, almacenamiento de datos y obtención de informes de calidad de los lotes en base a análisis estadístico-matemáticos.



**Fig. 1**



**Fig. 2**



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 178 950

② Nº de solicitud: 200003112

③ Fecha de presentación de la solicitud: 26.12.2000

④ Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.7: G01N 27/07, A01C 1/02

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 4230983 A (STEERE et al.) 28.10.1980, reivindicaciones.	1
A	US 3852914 A (LEVENGOD) 10.12.1974, todo el documento.	1
A	BASE DE DATOS WPIL en QUESTEL, semana 199221, Londres: Derwent Publications Ltd., AN 1992-174085, SU 1658858 A (KHARK AGRIC. MECHN. ELECTRIF. INST.), resumen.	1
A	WO 8202470 A (CLAEYS-LUCK) 05.08.1982	

#### 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

14.11.2002

Examinador

A. Cardenas Villar

Página

1/1





OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① N° de publicación : ES 2 178 950 B2

② Número de solicitud: 200003112

## CORRECCIÓN DE ERRATAS DEL FOLLETO DE PATENTE

Pág./Inid	Errata	Corrección
1/54	ANALIZADOR ELECTRONICO DE CALIDAD DE SEMILLAS.	ANALIZADOR ELECTRÓNICO AUTOMATICO DE CALIDAD DE SEMILLAS.