



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 224 855**

② Número de solicitud: 200301359

⑤ Int. Cl.

**G01N 21/85** (2006.01)

**G01N 21/05** (2006.01)

**G01N 1/20** (2006.01)

**G01N 33/03** (2006.01)

⑫

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO

B2

② Fecha de presentación: **09.06.2003**

④ Fecha de publicación de la solicitud: **01.03.2005**

Fecha de la concesión: **15.06.2006**

Fecha de modificación de las reivindicaciones:  
**26.05.2006**

④ Fecha de anuncio de la concesión: **16.07.2006**

④ Fecha de publicación del folleto de la patente:  
**16.07.2006**

⑦ Titular/es: **Universidad de Jaén**  
**Paraje "Las Lagunillas", s/n, Edificio B-1**  
**23071 Jaén, ES**  
**Universidad de Málaga**

⑧ Inventor/es: **Sánchez Solana, Antonio Miguel;**  
**Rodríguez Quesada, Alfonso;**  
**Vico Vela, Francisco José;**  
**Muñoz Pérez, José;**  
**Rivas Menchón, Ramón y**  
**Cruz Martos Quero, Juan de la**

⑦ Agente: **Fernández Marquina, Pilar**

⑥ Documentos citados:  
**Actas Simposio Expoliva 1999, Pp. 113-124 (Fundación**  
**del Olivar); "Caracterización de alperujo mediante**  
**procesamiento de imágenes. Descripción del detector**  
**visual de pérdidas"**

⑤ Título: **Método de caracterización del alperujo para optimización de la extracción de aceite de oliva, e instalación para la puesta en práctica del mismo.**

⑦ Resumen:

Método de caracterización del alperujo para optimización de la extracción de aceite de oliva.

El método consiste en efectuar una toma de muestras en continuo y en tiempo real del alperujo a la salida del decánter, con la colaboración de un transportador sinfín (1), que suministra también en continuo a dicha muestra a una caja (2), dotada de medios para que el orujo muestre un aspecto homogéneo y compacto a una cámara (3) de captación de imágenes, concretamente a una cámara digital, tras la que en dicha caja (2) se establece una salida (4) para el producto, que retorna a la línea principal. La cámara (3) capta determinadas variables de la superficie del orujo tales como número de burbujas, áreas, perímetros y circularidades, y dichos parámetros son enviados permanentemente a un módulo de procesamiento de la información en el que participa un ordenador con arquitectura PC, de manera que mediante un software de tratamiento de la información apropiado, se establece el oportuno control sobre el proceso de la almazara, en tiempo real, ya que los parámetros anteriormente citados son función de los porcentajes de aceite y agua existentes en el alperujo.

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

## DESCRIPCIÓN

Método de caracterización del alperujo para optimización de la extracción de aceite de oliva, e instalación para la puesta en práctica del mismo.

### Objeto de la invención

La presente invención se refiere a un nuevo método de caracterización del alperujo, para determinar en tiempo real los porcentajes de materia grasa y humedad existentes en los orujos a la salida del decánter, y consecuentemente para clasificar dichos orujos y determinar el buen o mal funcionamiento de la almazara.

El método de basa en la toma de imágenes de los orujos y en la digitalización y procesado de dichas imágenes, para extraer de las mismas los datos perseguidos.

Es también objeto de la invención el mecanismo electromecánico que toma y examina las muestras de orujo, para que la imagen pueda ser convenientemente procesada.

### Antecedentes de la invención

La industria aceitera ha sustituido recientemente su procedimiento de producción de aceite, basado en un sistema de decánter de tres fases, salida de aceite, orujo y alpechín, por otro basado en decánter de dos fases, es decir con salida de aceite por un lado y orujo de dos fases o alperujo por otro, todo ello debido a la nueva legislación medioambiental que trata de evitar los efectos del alpechín.

Este cambio de sistema ha hecho que desaparezcan los parámetros actuales de control de planta por parte de los maestros molineros, como son los finos en el vibro-filtro y el comportamiento de la centrifugadora de alpechines.

La pérdida de aceite en el alperujo está cifrada entre el 3 y el 4% sobre muestra húmeda y en condiciones normales, lo que supone una pérdida entre el 7 y el 8% sobre materia seca, por lo que su control es de vital importancia.

La desaparición de los clásicos parámetros a que se ha hecho mención con anterioridad, hace que actualmente el maestro molinero, sobre la base de una información visual y táctil, determine el buen o mal funcionamiento de la planta. Si quiere tener información exacta debe esperar el resultado de unos análisis químicos que se demoran más allá de un día de trabajo, con lo que la información resulta excesivamente tardía y no es posible efectuar correcciones en tiempo real.

Métodos alternativos como el de resonancia magnética nuclear o el de infrarrojo cercano, son más rápidos en el tiempo de respuesta, del orden de varios minutos, pero se necesita de la manipulación de un operario especializado y de una buena calibración de los dispositivos. Además ninguno funciona en un sistema continuo y los intentos que se han realizado con infrarrojo cercano mediante filtros, han fracasado.

Esto trae consigo que, como ya se ha apuntado con anterioridad, el maestro molinero efectúe un control visual y táctil, concretamente sobre tres parámetros: la pasta que sale del molino, la consistencia de la pasta al salir de la batidora y la salida de los orujos en el decánter.

Con base en estos parámetros se regula el funcionamiento de la instalación, actuando sobre los controles apropiados, como son la criba en el molino, la temperatura de la batidora, el agua caliente que se añade

a la batidora, el tiempo que se deja la pasta en la batidora, la cantidad de masa que entra en el decánter, el agua que se añade en el decánter, y los anillos de regulación o diafragmas por donde se extraen los aceites en el decánter.

Debido a esta disminución en los controles visuales en el sistema de dos fases, sólo a través del análisis en el laboratorio es posible evaluar el agotamiento del orujo. Este procedimiento de control dista mucho de ser el idóneo ya que los métodos actualmente en uso presentan diversas limitaciones.

Así, los métodos RMN y Soxhlett requieren un secado previo de la muestra que implica, al menos, 6-7 horas de espera para la obtención del resultado analítico (en el caso del método Soxhlett hay que sumar a este tiempo el de extracción de la grasa por el disolvente), implica un alto grado de manipulación de la muestra y un considerable consumo de disolvente (limitaciones que comparte con el método Soxhlett).

Otro aspecto a considerar es la representatividad y el número de muestras que se tomen para el control "fuera de línea". Un número reducido de muestras proporcionaría una información poco representativa de lo que realmente está ocurriendo en la línea de elaboración, mientras que un elevado número incrementaría drásticamente el coste de dicho control.

La situación fuera de línea del analizador supone además la imposibilidad de realizar un control en tiempo real del funcionamiento del sistema. Efectivamente, en la actualidad existen diferentes sistemas automatizados de control de almazaras que permiten regularizar y controlar variables de funcionamiento de la línea de elaboración tales como las temperaturas del agua y aceite, ritmos de inyección de masa y cantidad de aceite obtenido. No obstante, al no existir analizadores "en línea" para evaluar automáticamente el contenido graso de los orujos producidos, el sistema de control carece de información para poder gobernar el sistema de forma que se minimice la pérdida de aceite [García M. 1996].

Los métodos Soxhlett y RMN no pueden emplearse como base para el desarrollo de un analizador en línea de agotamiento de orujo ya que implican un secado previo de la muestra. Por una parte, el método Autelec requiere tal grado de manipulación de la muestra que se hace imposible su automatización, además de requerir un elevado consumo de disolventes cuya introducción en la planta de elaboración no es deseable. Por su lado, los requerimientos de un equipo de RMN en cuanto a ausencia de interferencias electromagnéticas hacen inviable su introducción en el cuerpo de fábrica de una almazara. De esto se deduce que es necesario recurrir a otra tecnología para abordar el desarrollo de este sensor.

La espectroscopia de infrarrojo cercano (NIR) es una técnica analítica cuyas características instrumentales la hacen interesante a la hora de abordar el desarrollo de un sensor para analizar el agotamiento de los orujos. Ello es debido a que permite el análisis cuantitativo de muestras sin apenas requerir preparación de las mismas. Los intentos de poner en funcionamiento un sistema en continuo con esta tecnología han fracasado y en esta última campaña, algún fabricante de equipos a anunciado su retirada del mercado.

### Descripción de la invención

El método que la invención propone mejora el rendimiento en la producción de aceite en las almaza-

ras, mediante la aplicación de técnicas de procesamiento de imágenes. Para ello se definen un conjunto de rutinas de tratamiento de imágenes que caracterizan el orujo, siendo el principal factor discriminante su contenido de materias grasas y de humedad. Asimismo, se aplican técnicas de redes neuronales para el ajuste del sistema a las condiciones del entorno.

El método presenta como ventajas fundamentales el ofrecer un control en continuo y en tiempo real, un bajo costo debido al uso de medios convencionales para el procesamiento y adquisición de las imágenes, concretamente un ordenador y una cámara, y una gran robustez ante las variaciones en la masa del orujo, principalmente en cuanto a la variedad de aceituna y a la evolución de la molienda a que se refiere.

El método permite determinar la acción de control a partir de un conjunto de imágenes del orujo que se extrae en el decánter, mediante la caracterización por visión artificial de los orujos.

Para la puesta en práctica del método se hace preciso un módulo de adquisición de datos y un módulo para procesamiento de los mismos.

El módulo de adquisición de datos se materializa en una caja estanca asistida por un transportador sinfín para extracción en continuo de la muestra de orujo, caja estanca compartimentada mediante una placa de vidrio que separa la zona a través de la que circula el orujo, debidamente homogeneizado para su tratamiento, y la zona de trabajo de una cámara digital para toma de imágenes, asistida por una pluralidad de diodos luminiscentes que aseguren una perfecta iluminación del orujo y, en consecuencia, unas óptimas condiciones para la citada toma de imágenes.

En cuanto al módulo de procesamiento de la información, está formado por un ordenador con arquitectura PC compatible, un módulo de adaptación y comunicaciones con el PLC de la planta, y el necesario software del tratamiento de la información y de control sobre el proceso.

#### 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, según una representación esquemática en alzado lateral, el módulo de adquisición de datos que participa en el método de la invención.

La figura 2.- Muestra una vista en perspectiva de una ejecución real de la caja estanca para circulación del orujo y la correspondiente cámara digital asociada a la misma.

#### Realización preferente de la invención

A la vista de las figuras reseñadas, y especialmente de la figura 1, puede observarse como para la puesta en práctica del método de la invención se utiliza un transportador sinfín (1) encargado de extraer una muestra representativa y continua del producto, es decir del orujo procedente del decánter, que en cada momento se está obteniendo. En la práctica este transportador sinfín (1) estará intercalado en el cajón colector de orujos proveniente del decánter, no representado en los dibujos.

El transportador sinfín (1) estará accionado por el correspondiente motoreductor y estará construido preferentemente en acero inoxidable.

Dicho transportador sinfín (1) suministra el orujo a una caja captadora (2), con sistema de uniformidad de la muestra, transportador que provoca la inyección del orujo en la caja (2) para su preparación y homogeneización, caja provista de los canales y sistemas de convergencia necesarios para que la muestra pierda las oclusiones de aire y presente un aspecto homogéneo y compacto antes de la toma de imágenes.

Así pues, el orujo alcanza en el interior de la caja (2) la compacidad y las características necesarias para poder obtener imágenes representativas de sus condiciones y realizar su posterior análisis.

Las imágenes son captadas por una cámara (3), dotada de medios de iluminación apropiados, como por ejemplo dos regletas de diodos luminiscentes, estando el objetivo de la cámara separado del orujo mediante un vidrio transparente, al que ya se ha hecho alusión con anterioridad, que lo protege convenientemente.

La caja (2) dispone en oposición al transportador sinfín (1) de una salida (4), por la que tras su análisis el orujo es expulsado por efecto del propio transportador sinfín (1), retornando a la línea de evacuación del orujo correspondiente a la salida del decánter.

La cámara digital (3) es la encargada de la obtención de las distintas imágenes de la muestra preparada, y su envío mediante la correspondiente conexión al sistema de procesamiento de las mismas, sistema en el que participa un ordenador con arquitectura PC compatible y con unas especificaciones estándar, como por ejemplo un Pentium 4 a 2,5 Ghz, 512 md. RAM y HD de 80 Gb, colaborando con dicho ordenador un módulo de adaptación y comunicaciones con el PLC de la planta, y el software de tratamiento de información y de control sobre el proceso.

El citado software tiene en consideración el número de burbujas, áreas, perímetros y circularidades de la superficie de la muestra, y más concretamente la media y la varianza de cada una de estas variables, variables que vienen determinadas fundamentalmente por los porcentajes de aceite y humedad, si bien se ven también influenciadas por otros compuestos químicos existentes en el orujo tales como ceras, celulosas, azúcares, polifenoles, monoglicéridos, esteroides, proteínas, diglicéridos y sal.

## REIVINDICACIONES

1. Método de caracterización del alperujo para optimización de la extracción de aceite de oliva en sistemas de decánter de dos fases, con una salida de aceite y otra salida de orujo en dos fases o alperujo, en el que se realiza una toma de muestra en continuo a la salida del decánter, se homogeniza y compacta la muestra, se toman imágenes que se suministran a un módulo de procesamiento, el cual, mediante técnicas de visión artificial evalúa los parámetros n° de burbujas, área de las burbujas, perímetro y circularidad de las burbujas fotografiadas en las muestras de alperujo y, a partir de ellos, genera los datos de control: % de materia grasa y % de humedad en la muestra de alperujo y en función de estos datos, regula el funcionamiento de la instalación en tiempo real, **caracterizado** porque dicha homogeneización se realiza en una caja captadora con dos compartimentos, estando dotado el inferior de una superficie inferior inclinada hacia arriba en el sentido de el flujo.

2. Instalación para la puesta en práctica del método de la reivindicación 1ª, en la que participa un trans-

portador sinfín (1), a través del que se realiza la toma de muestra del alperujo, que lo suministra a una caja estanca dotada con una entrada y salida de alperujo (2) en la que se definen dos compartimentos superpuestos separados por un vidrio transparente intermedio, accediendo el alperujo al compartimento inferior, rematado en la correspondiente salida (4), mientras que en el compartimento superior se establece el objetivo de una cámara digital (3), asistido por un foco de iluminación estando dicha cámara digital (3) conectada al módulo de procesamiento de la información, que participa un ordenador con arquitectura PC, y un módulo de adaptación y comunicaciones con el PLC de la planta programado para determinar los parámetros de burbujas, área de las burbujas, perímetro y circularidad de las burbujas fotografiadas bidimensionales y en función de estos valores genera los datos de control: % de materia grasa y % de humedad en la muestra de alperujo en el, **caracterizado** porque el compartimento inferior de la caja captadora presenta su superficie inferior inclinada hacia arriba en el sentido de el flujo.

25

30

35

40

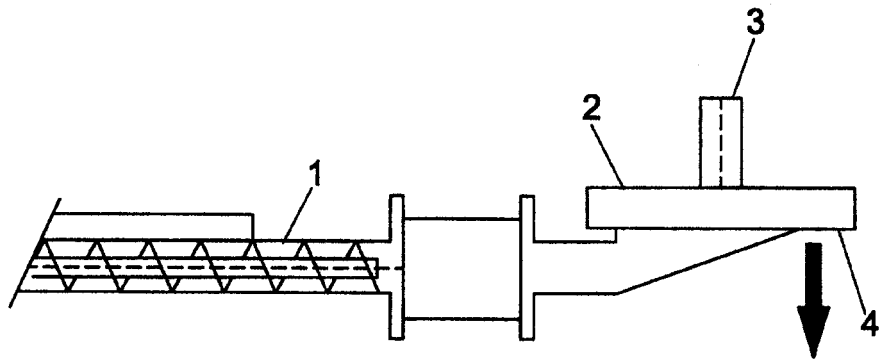
45

50

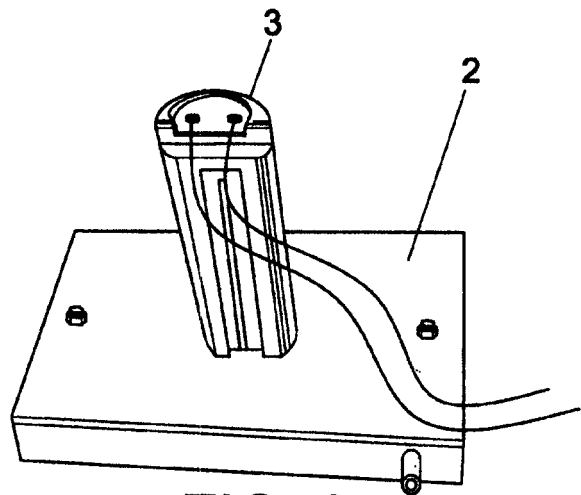
55

60

65



**FIG. 1**



**FIG. 2**



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 224 855

② Nº de solicitud: 200301359

③ Fecha de presentación de la solicitud: 09.06.2003

④ Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.7: G01N 21/85, 21/05, 1/20, 33/03

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	( <a href="http://www.expoliva.com/expo99/simposio/ind.htm#ind18">http://www.expoliva.com/expo99/simposio/ind.htm#ind18</a> ). Caracterización de alpeorajo mediante procesamiento de imágenes. Descripción del detector visual de pérdidas". (SÁNCHEZ y otros) Simposio Expoliva, 18-19 junio 1999.	1
Y	ES 2163940 A (GARCÍA) 01.02.2002, columna 3, líneas 40-68; figura 2.	1-4
Y	US 6195443 B (HAMMOND et al.) 27.02.2001, columna 2, líneas 49-63; columna 3, líneas 21-23; figura 1.	1-4

#### 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

10.01.2005

Examinador

J. Olalde Sánchez

Página

1/1