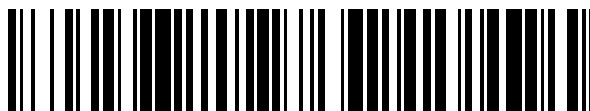


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 657 653**

51 Int. Cl.:

B29L 31/00 (2006.01)
B29C 65/08 (2006.01)
B29C 65/82 (2006.01)
B29C 65/04 (2006.01)
B29K 101/12 (2006.01)
G01M 3/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.05.2004** **PCT/BE2004/000068**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.11.2004** **WO04099751**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.05.2004** **E 04731555 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.12.2017** **EP 1620707**

54 Título: **Dispositivo de inspección de procesos de sellado**

30 Prioridad:

07.05.2003 GB 0310425

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.03.2018

73 Titular/es:

**K.U. LEUVEN RESEARCH AND DEVELOPMENT
(100.0%)
GROOT BEGIJNHOF 58
3000 LEUVEN, BE**

72 Inventor/es:

**DE BAERDEMAEKER, JOSSE;
DE KETELAERE, BART y
KAMERS, BRAM**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 657 653 T3

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).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de inspección de procesos de sellado

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un método y a un dispositivo para la supervisión en línea de la calidad de sellado de un envase.

10 Antecedentes de la invención

Una amplia gama de productos se envasa en condiciones estancas al aire para prolongar su vida de almacenamiento, para garantizar su calidad, o para preservar su esterilidad. Dicha gama de productos desde alimentos y bebidas a artículos médicos, eléctricos y farmacéuticos que son líquidos, sólidos, gases o una combinación de los mismos. Un punto crucial en el proceso de envasado es asegurar una elevada calidad de sellado del envase. La calidad de sellado engloba varios aspectos tales como la estanquidad al aire, inclusiones, resistencia y aspecto visual. Si el sellado no satisface los requisitos de calidad, el producto puede ser rechazado por el consumidor basándose en el aspecto visual del envase, o en caso de no estanquidad al aire, la calidad del producto en el interior del envase podría deteriorarse rápidamente en términos de aspecto visual, aroma, sensación en boca, esterilidad y seguridad microbiana y, por ello, la salud del consumidor. Una calidad de sellado inapropiada es un problema que sucede frecuentemente en la industria del envasado. Dado que un sellado defectuoso conduce frecuentemente al rechazo por el consumidor del producto envasado, la industria del envasado es particularmente sensible a este problema. En muchos casos la supervisión de los envases individuales aún se realiza manualmente, lo que es una ocupación fatigosa y desagradable. Es la intención de la presente invención proporcionar un dispositivo de inspección para la supervisión en línea de la calidad de sellado de diferentes tipos de envases y más particularmente de envases procesados usando un proceso de sellado térmico.

Durante el proceso de sellado térmico, se ponen en contacto entre sí las (dos o más) películas termoplásticas de un envase, y se incrementa la temperatura de modo que se consiga la fusión de las películas. Las películas se ponen en contacto y se ejerce presión sobre ellas colocando las películas entre dos o más cuerpos de sellado que se presionan entre sí. Se usan en la práctica diferentes mecanismos para mover los cuerpos de sellado, tales como ejes rotativos, o cilindros neumáticos / hidráulicos. También la metodología usada para incrementar la temperatura puede variar de un tipo de equipo a otro. Puede conseguirse mediante ruedas giratorias, mediante elementos de resistencia, dieléctricos o mediante vibraciones ultrasónicas, entre otros. Dado que el proceso de sellado siempre implica un movimiento de al menos uno de los cuerpos de sellado, es inevitable el desgaste de la maquinaria. Este grado de desgaste (por ejemplo en los cojinetes o en los cuerpos de sellado) afecta a las características del proceso de sellado y es necesario supervisar adecuadamente el estado de la maquinaria. La calidad del sellado también es influida por la temperatura del proceso, la presión ejercida sobre las películas termoplásticas, la limpieza de los cuerpos de sellado, el posicionamiento de las películas con relación a los cuerpos de sellado, la calidad de la película y del material a ser envasado. Junto a estos factores, la presencia de cuerpos extraños entre las películas termoplásticas, o entre las películas y los cuerpos de sellado, afecta claramente a la calidad de sellado. Este elevado número de variables dinámicas que afectan a la operación y eficacia del equipo de sellado descartó la predicción de la calidad de sellado basándose en la supervisión del comportamiento del dispositivo de sellado en el momento del sellado. Realmente, los diferentes sistemas de inspección del sellado que están comercialmente disponibles evalúan la calidad del sellado basándose en la supervisión de las características del envase. Pueden discriminarse tres tipos de dichos dispositivos de inspección: (1) Un sistema de inspección del sellado basado en la aplicación de una presión no destructiva sobre el envase y en repetir esta medición en dos momentos diferentes. Cuando el envase no es estanco al aire, se notará una diferencia en la lectura entre estos dos momentos debido al hecho de que el aire ha salido fuera del envase [Packaging Technologies & Inspection, <http://www.ptipacktech.com/inspection/foodpackages/pressuretesting.cfm>]. (2) Un sistema de inspección de visión por cámara en el que se toma y analiza una imagen del envase o del sellado [Perceptics, http://www.perceptics.com/sealsafe_pouch.html]. (3) Un sistema de inspección ultrasónico que genera una huella del sellado [Packaging Technologies & Inspection, <http://www.ptipacktech.com/inspection/foodpackages/sealintegritytesting.cfm>].

Junto a los sistemas anteriormente mencionados, el documento JP2001240024 describe un sistema para la detección de la compresión de un artículo a ser envasado entre los elementos de sellado de una máquina de llenado de realización de bolsas. La compresión del producto a ser envasado se detecta analizando la señal acústica emitida por el producto a ser sellado en el momento del sellado. Más específicamente, el nivel de presión sonora dentro de la frecuencia especificada de la señal acústica se compara con un valor de referencia fijo. Cuando el valor de presión sonora medido excede el valor de referencia fijado el dispositivo considera que ha ocurrido una compresión del producto durante el proceso de sellado. Esencialmente, el dispositivo del documento JP2001240024 discrimina entre la señal acústica asociada con la operación normal del dispositivo de sellado y la señal acústica asociada con la compresión de un producto entre los elementos de sellado. Adicionalmente, el documento EP0693010 divulga un método de control del cierre de un bote o recipiente y una máquina de cierre correspondiente, en el que se supervisa la vibración de los rodillos de cierre de una máquina de cerrado del bote usando un acelerómetro para detectar errores de cierre de los botes. La presente invención proporciona un sistema para la inspección en línea de la

calidad de sellado de envases basándose en la observación del comportamiento de los cuerpos de sellado durante el proceso de sellado. El sistema tiene la ventaja de que puede aplicarse fácilmente sobre diferentes tipos de equipos de sellado térmico y que tiene en cuenta la variación del comportamiento de los cuerpos de sellado con relación al desgaste del equipo, la variación de la calidad del envasado, la variación del posicionamiento del envase en el dispositivo de sellado, etc. Más aún, la flexibilidad y sensibilidad del sistema de la presente invención permite la detección sistemática y consistente de anomalías menores en el proceso de sellado. Las anomalías detectadas en el proceso de sellado pueden extrapolarse hacia una predicción de la calidad del sellado. Esta información se usa entonces para decidir si la calidad del sellado de un envase dado permite o no el procesamiento adicional y distribución de dicho envase.

Se conocen métodos y dispositivos de inspección relevantes adicionales por los documentos US5561964, EP0950608, EP0865989, WO02/092439, EP1324014, US5561964, y EP1324014.

Sumario de la invención

La presente invención proporciona un método para la inspección en línea de la calidad de sellado de envases de acuerdo con la reivindicación 1, que se procesan usando equipos de sellado que comprenden al menos dos cuerpos de sellado en colisión, tal como equipos de sellado térmico. La evaluación de la calidad del sellado se basa en la observación del sellado y más particularmente el comportamiento de los cuerpos de sellado durante el sellado de un envase. En una realización preferida el comportamiento del sellado se describe usando parámetros que caracterizan la vibración de los cuerpos de sellado. Los datos sobre la vibración de los cuerpos de sellado pueden adquirirse usando un micrófono, un acelerómetro o un vibrómetro láser.

En un segundo objeto la invención proporciona un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 14, que puede usarse para supervisar la calidad de sellado de acuerdo con el método de la presente invención. Este dispositivo comprende un sensor que permite la adquisición de los datos relativos al comportamiento de los cuerpos de sellado durante el sellado de un envase, estando conectado dicho sensor a una unidad de ordenador que procesa los datos adquiridos para predecir la calidad de sellado de dicho envase. En una realización preferida el sensor es o bien un micrófono, un vibrómetro láser o un acelerómetro.

Descripción detallada de la invención

Lista de figuras

Figura 1: Figura del equipo de sellado y del dispositivo de inspección mostrando envases sellados (1), cuerpos de sellado (2), el micrófono (3) y la unidad de ordenador (4). La figura también proporciona un ejemplo de un dispositivo de rechazo (5), que elimina de la línea de producción los envases que tienen una baja calidad de sellado.

Figura 2: Ejemplo de una señal de tiempo durante y después de la operación de sellado.

Figura 3: Señal de tiempo característica asociada con una buena calidad de sellado.

Figura 4: Señal de tiempo característica asociada con una mala calidad de sellado.

Figura 5: La dinámica del proceso de sellado tal como es capturado por un sistema de autoaprendizaje. La figura muestra cómo evoluciona la característica promedio de un buen sellado durante el proceso. Se ve un patrón similar para las actualizaciones de covarianza.

Figura 6: Distancias de mahalanobis, que indican cuánto dista la calidad de un sellado actual respecto a una buena calidad. Valores para un proceso con condiciones óptimas.

Figura 7: Distancias de mahalanobis, que indican cuánto dista la calidad de un sellado actual respecto a una buena calidad. Valores para un proceso con condiciones subóptimas.

Descripción

El sistema de la presente invención permite la detección en línea de la aparición de anomalías durante el proceso de sellado de envases. Las anomalías detectadas en el proceso de sellado pueden extrapolarse hacia una predicción de la calidad del sellado. En una realización preferida el sistema se aplica para detectar anomalías de sellado durante el sellado de envases usando un mecanismo de sellado, que comprende dos cuerpos de sellado, de los que al menos uno es móvil, que se presionan entre sí en el momento del sellado, y entre los que se posiciona al menos una parte del envase a ser sellado. Existen diferentes sistemas que accionan los cuerpos de sellado, tales como un eje giratorio, o un cilindro neumático / hidráulico. En una realización más preferida el sistema de inspección de la presente invención se usa para supervisar la calidad de sellado de envases sellados en un proceso de sellado térmico. Ejemplos particulares de fabricantes de equipos de sellado caliente son Rovema (empacadora de

movimiento continuo VPK), Robert Bosch (SVE 2510 AB), Toyo Jidoki (TT-9CW), Sig Pack Systems (SIG BZx), Sharp (empacadora SX) y Mitsubishi.

Para detectar anomalías en el proceso de sellado el sistema de inspección usa datos sobre el comportamiento de los cuerpos de sellado en el momento del sellado. Típicamente, el comportamiento de los cuerpos de sellado se supervisa mediante la medición de la señal acústica emitida por los cuerpos de sellado o la vibración de los cuerpos de sellado durante el periodo de sellado. La señal acústica emitida puede captarse usando un micrófono, mientras que las vibraciones del cuerpo de sellado puede supervisarse usando un acelerómetro y/o un vibrómetro láser. Se hace referencia a la medición de la señal acústica o vibración como el proceso de adquisición de datos. Una unidad de ordenador analiza los datos adquiridos durante el proceso de adquisición de datos y proporciona uno o más valores para al menos un parámetro físico que caracterice el comportamiento de los cuerpos de sellado. La comparación de los valores determinados para un envase dado con un conjunto de valores de referencia permite la predicción de la calidad del sellado de dicho envase. En caso de que los valores determinados caigan fuera del intervalo de valores de referencia se considera que la calidad del sellado es inferior a la calidad deseada. Una ventaja fundamental de la presente invención es que el usuario no debe predefinir los valores de referencia asociados con una calidad de sellado deseada, sino que el algoritmo de autoaprendizaje genera estos valores siempre que se usa el dispositivo de envasado o material de envasado y siempre que se envasa el producto. El algoritmo de autoaprendizaje supervisa la variación del comportamiento de los cuerpos de sellado a lo largo de un período de tiempo y proporciona el promedio y distribución alrededor de este promedio de los parámetros que describen el comportamiento de los cuerpos de sellado. En una realización preferida la supervisión del comportamiento de los cuerpos de sellado es un proceso dinámico que permite la actualización dinámica del promedio y la distribución de los parámetros que describen el comportamiento de los cuerpos de sellado. Los valores de referencia anteriormente mencionados para la evaluación de la calidad del proceso de sellado se calculan usando los datos del promedio y la distribución de los parámetros que describen el comportamiento de los cuerpos de sellado. Preferentemente, los valores de referencia se actualizan continuamente de acuerdo con la evolución de los datos del promedio y distribución de los parámetros que describen el comportamiento de los cuerpos de sellado.

En una realización preferida, el usuario del dispositivo de inspección introduce dentro de la unidad de ordenador un valor que corresponde a una desviación máxima aceptada respecto a la calidad de sellado óptimo. Posteriormente, la unidad de ordenador traduce este valor en uno o más valores de referencia usando los datos sobre la variación del comportamiento de los cuerpos de sellado y posteriormente actualiza dinámicamente estos valores de referencia de acuerdo con la evolución en el tiempo de la variación del comportamiento de los cuerpos de sellado.

En una realización preferida el proceso de adquisición de datos se activa mediante una señal externa o interna que indica el inicio del sellado del envase. En una realización preferida la señal se genera por el dispositivo de envasado.

En una realización preferida el sistema de la presente invención comprende un dispositivo que permite la evacuación de un envase cuando la unidad de ordenador decide que la calidad de sellado de dicho envase es inferior a la calidad de sellado deseada. Esto es cuando los valores para los parámetros que describen el comportamiento de los cuerpos de sellado en el momento del sellado de dicho envase no están dentro del intervalo de los valores de referencia.

Como se ha indicado el dispositivo especial es particularmente adecuado para la supervisión de la calidad de sellado de envases sellados usando equipos que comprenden dos cuerpos de sellado y más particularmente usando equipos de sellado térmico. Dicha gama de productos varía desde alimentos y bebidas a artículos médicos, eléctricos y farmacéuticos que son líquidos, sólidos, gases o una combinación de los mismos. Un punto crucial en el proceso de envasado es asegurar una calidad de sellado apropiada del envase. La calidad de sellado engloba varios elementos tales como estanquidad al aire, inclusiones, resistencia y aspecto visual. Dependiendo de la naturaleza del producto a ser envasado es más o menos importante la calidad del sellado. Por ejemplo, productos que han de mantenerse en un gas que los rodea también contenido en el envase requieren ciertamente un sellado estanco al aire y en consecuencia una supervisión más estricta del sellado. Otros productos envasados no requieren una muy alta calidad del sellado del envase. El dispositivo de inspección de la presente invención puede ajustarse fácilmente y sin una experimentación indebida para permitir una supervisión más o menos estricta de la calidad de sellado dependiendo de la naturaleza del producto a ser envasado. De la misma manera la exigencia de la supervisión de la calidad de sellado puede ajustarse de acuerdo con la calidad del material envasado. Por ejemplo, cuando se introduce en la unidad envasado un material de envasado de calidad más alta puede incrementarse la exigencia de supervisión de la inspección de sellado dando como resultado un incremento global de la calidad de sellado en tanto se mantiene el número de envases rechazados en el mismo nivel.

Pueden inspeccionarse con la presente invención diferentes tipos de envases sellados. Para alimentos y bebidas, los envases sellados más comunes son bolsitas en petaca, bolsas en cojín, bolsitas de fondo plano, entre otros. Para finalidades médicas, el fabricante más ampliamente usado de bolsas selladas térmicamente es Baxter. En la industria farmacéutica, el tipo más común es el envase en blíster.

El sistema de la presente invención puede usarse para supervisar el envasado de productos líquidos, sólidos o gases o combinaciones de dichos productos. Más aún, el sistema es adecuado para la supervisión del sellado de

envases que contengan una combinación de productos que tengan diferentes naturalezas. En una realización particular el dispositivo de la presente invención se usa para supervisar el sellado de envases que contienen líquidos. Se observó que la presencia de una cantidad de líquido entre las películas del envase a ser sellado da como resultado una amortiguación de la vibración de los cuerpos de sellado. Este cambio en el comportamiento de los cuerpos de sellado puede supervisarse y relacionarse con la calidad de sellado resultante usando el sistema tal como se ha descrito anteriormente.

El sistema de la presente invención puede también usarse para supervisar las condiciones de la operación de sellado. Dado que el sistema actualiza continuamente el promedio y el intervalo de parámetros que caracterizan el comportamiento de los cuerpos de sellado, estos valores pueden proporcionar una indicación con relación a las condiciones globales de la operación. Por ejemplo, después de la operación prolongada del sistema de sellado, las condiciones de operación pueden hacerse subóptimas debido al desgaste de los cuerpos de sellado. Este desgaste da como resultado el cambio del promedio y el intervalo de los parámetros que describen el comportamiento de los cuerpos de sellado. Basándose en estos cambios puede estimarse el grado de desgaste de los cuerpos de sellado. Sin embargo, el comportamiento de los cuerpos de sellado puede estar afectado también por factores externos al dispositivo de sellado. Cuando un cambio en el ambiente del dispositivo de sellado influye en el comportamiento de los cuerpos de sellado, también se afecta al promedio e intervalo de los parámetros que caracterizan su comportamiento. Estos cambios pueden ponerse en conocimiento del operador del dispositivo de sellado, por ejemplo usando la pantalla de la unidad de ordenador.

La realización ilustrativa presentada a continuación ejemplifica adicionalmente la presente invención y es una parte de la descripción de la invención.

Realización ilustrativa

Se construyó un dispositivo de sellado que comprendía un sistema de inspección del sellado de acuerdo con la presente invención (Figura 1). Esta configuración comprendía los siguientes elementos:

1. El dispositivo de sellado

El mecanismo de sellado (ROVEMA, empacadora de movimiento continuo VPK tipo 360) comprende dos cuerpos de sellado que se tocan entre sí en el momento del sellado, y entre los que se posiciona el envase a ser sellado. Para evaluar la calidad de sellado de un envase dado, se supervisó el comportamiento de los cuerpos de sellado durante el periodo de sellado, es decir el periodo durante el que colisionan los dos cuerpos de sellado en movimiento. En este ejemplo particular se usó la señal acústica emitida durante el periodo de sellado para supervisar el comportamiento de los cuerpos de sellado. Sin embargo, el experto en la materia entenderá que la señal acústica emitida por los cuerpos de sellado refleja las vibraciones de los cuerpos de sellado. Por lo tanto, una alternativa para la medición de la señal acústica es medir las vibraciones de los cuerpos de sellado usando por ejemplo un acelerómetro o un vibrómetro láser.

2. Posicionamiento del sensor y hardware de adquisición de datos

El sensor se colocó en la proximidad de los cuerpos de sellado (en caso de un micrófono), fijado a los cuerpos de sellado (en el caso de un acelerómetro), o dirigido hacia los cuerpos de sellado (en el caso de un vibrómetro láser) del dispositivo de sellado. Como se ha mencionado anteriormente se usó un micrófono en esta realización particular.

Se usó una señal de activación externa para temporizar la adquisición de las señales. Esta activación asegura que en cualquier momento se analiza la señal que se origina desde el proceso de sellado, y no cualquier otra señal o perturbación. Se usó una señal de activación interna del dispositivo ROVEMA que inicia el proceso de sellado.

Después de la activación, la señal capturada por el micrófono se amplificó y suministró a una tarjeta de adquisición de datos conectada a una unidad de procesamiento digital tal como un ordenador personal para análisis posterior. Los datos se adquirieron con una frecuencia de muestreo que se eligió de modo que pudiera captarse todo el intervalo de ruido originado desde los cuerpos de sellado. Este intervalo depende de los cuerpos de sellado bajo estudio. En esta realización particular, se eligió una frecuencia de muestreo de 50 kHz para la configuración de esta aplicación. Dado que la señal acústica emitida por los cuerpos de sellado está generalmente dentro del intervalo audible, la frecuencia de muestreo debería ser de al menos 100 Hz, pero preferentemente por encima de 10 kHz para captar un intervalo suficientemente amplio del espectro audible.

3. Una unidad de cálculo que realiza el análisis e interpretación de la señal adquirida

3.a. Análisis de la señal

Las señales captadas por el micrófono se analizaron en una unidad de procesamiento digital tal como un ordenador personal. El análisis de los datos comprendió las siguientes etapas:

1. Filtrado de la señal adquirida para mejorar la relación señal a ruido. Las características del filtro dependen del tipo de envase a ser sellado, del tipo de sensor usado, y del dispositivo de sellado en sí.
2. Determinación de la parte de la señal que contiene la información acerca del sellado en sí. Esta decisión se tomó mediante el análisis del mecanismo de sellado junto con la señal adquirida. Se definió una longitud de registro óptima, con un número óptimo correspondiente de puntos de datos. En esta realización particular la duración del proceso de sellado observada fue de 150 ms.
3. Etapa de compresión de datos: Cálculo de al menos un parámetro físico que caracteriza el comportamiento de los cuerpos de sellado. En su forma más simple, se usó el contenido energético de la señal en un intervalo de frecuencias predefinido que se estableció mediante filtrado.

3.b. Interpretación de las señales

Los parámetros físicos que caracterizan el comportamiento de los cuerpos de sellado se suministran entonces a un algoritmo de autoaprendizaje, tal como una red neuronal, un modelo de mínimos cuadrados recursivos, etc. Para un dispositivo de sellado dado y un envase a ser sellado, se introduce una vez una probabilidad previa para los parámetros. Esta probabilidad previa puede basarse en un conocimiento previo acerca del comportamiento del bloque de sellado. Para la evaluación de la calidad del sellado del primer envase, se usa la probabilidad previa. De ahí en adelante, comienza el aprendizaje y se actualiza la probabilidad previa. El sistema de autoaprendizaje supervisa continuamente el comportamiento real de los cuerpos de sellado y "aprende" este comportamiento en caso de un buen sellado mediante la actualización de los parámetros físicos promedio de dicho buen sellado, y cómo se dispersan estos valores alrededor del promedio. El algoritmo produce un conjunto de valores que indican cómo se aleja la calidad del sellado actual de un buen sellado. El operador solo necesita introducir en la unidad de cálculo un valor de umbral I que se relaciona con la gravedad de los defectos que necesita reducir.

En la realización preferida, cada señal adquirida se comprimió en un número pequeño de parámetros físicos relevantes que describen el comportamiento de los cuerpos de sellado, tal como se ha descrito anteriormente. Se hace referencia a esto como el vector de características. Estos parámetros se usan entonces en un algoritmo adaptativo, en línea, de autoaprendizaje como sigue:

1. Inicializar el vector de características promedio. Esta etapa de inicialización puede basarse en un conocimiento previo y solo necesita dar una idea muy aproximada de los valores que han de esperarse para un tipo dado de dispositivo de sellado. Solo necesita fijarse una vez.
2. Inicializar la matriz de covarianza inversa del vector de características. Esta etapa de inicialización puede basarse en un conocimiento previo y solo necesita dar una idea muy aproximada de los valores que han de esperarse para un tipo dado de dispositivo de sellado. Solo necesita fijarse una vez.
3. Presentar un nuevo vector de características, correspondiente al sellado de un envase.
4. Calcular la distancia de mahalanobis M como sigue:

$$M = (x-m)^T C(x-m)$$

en la que M = distancia de mahalanobis, x = nuevo vector de características; m = vector de características promedio, C la inversa de la matriz de covarianza.

5. En caso de que la distancia de mahalanobis exceda un umbral I , la calidad de sellado del envase bajo estudio se considera como de "baja calidad". En este caso, no se actualiza la matriz de covarianza inversa ni el vector de características promedio. El valor real de la distancia de mahalanobis indica a la gravedad del defecto. El límite I se determina usando la distribución teórica de la distancia de mahalanobis, siendo una distribución Chi cuadrada, con los grados de libertad igual al número de elementos en el vector de características.

6. En caso de que la distancia de mahalanobis sea más baja que el límite I , se actualizan la matriz de covarianza inversa y el vector de características promedio. El vector de características promedio se actualiza como

$$m = ((n-1)m + x)/n$$

en la que n denota el número de buenos sellados considerados hasta el momento + 1. Puede introducirse un factor que determina el límite superior de n sirviendo como un factor de olvido. Puede usarse un factor extra que ajusta la importancia de cada muestra en el cálculo de m . Se actualiza la inversa de la matriz de covarianza usando el lema de inversión de matriz lo que da como resultado:

$$P = P - Px(I + x^T Px)^{-1} x^T P$$

siendo P una matriz intermedia a partir de la que

$$C = Pn$$

4. Unidad de rechazo de envases

Una vez la unidad de clasificación da una señal de que la calidad protegida del sellado de un envase es más baja que la calidad deseada, se suministra la señal a una unidad de retardo acoplado a un dispositivo de rechazo tal como una válvula neumática. Esta unidad de retardo retarda la señal de rechazo un número preestablecido de segundos de modo que abre la válvula en el momento en el que el envase malo está enfrente de la válvula. El tiempo de apertura de la válvula puede ajustarse de modo que el envase se retire de la línea de producción.

Ejemplo 1: Rendimiento del dispositivo de inspección cuando se supervisa el sellado de envases procesados en un dispositivo de sellado usado para el envasado de un aperitivo de tipo crujiente.

Un ejemplo típico de una señal adquirida que se origina desde el dispositivo de sellado (ROVEMA, empacadora de movimiento continuó VPK tipos 360) se da en la Figura 2 en un caso de un "buen" sellado del envase. Tras la adquisición, se filtró la señal para eliminar contribuciones no deseadas. Se observaron dos patrones de ruido claramente distintos.

La primera parte de la señal se asocia con el inicio del proceso de sellado, en el momento en que los dos cuerpos de sellado (figura 1, parte 2) se tocan entre sí. La segunda parte de la señal se debe a la apertura de los cuerpos de sellado, y solo tiene lugar después de que haya acabado el proceso de sellado. Como tal, la segunda parte no se usó para análisis y predicción posterior. La figura 3 representa un patrón típico asociado con un buen sellado, mientras que la figura 4 representa un patrón asociado con un sellado de baja calidad.

A partir de la parte restante, se calcula(n) la(s) característica(s) (una o más, dependiendo de la aplicación real) y a partir del vector medio actualizado y matriz de covarianza se calculó la distancia de mahalanobis. Las características usadas en este ejemplo particular son el contenido energético en tres bandas de frecuencia específicas en el intervalo audible, tal como se estima usando análisis de frecuencias.

La figura 5 presenta el cambio en el vector medio tal como se da por el algoritmo de autoaprendizaje en función del número de muestras. También se actualiza la matriz de covarianza con el algoritmo. El valor real de la distancia de mahalanobis es un indicador sensible para la calidad de sellado. Cuanto más alto es este valor, más se desvía el sellado considerado de lo que se aprendió como que era un "buen" sellado. Las siguientes figuras describen dos momentos diferentes en la tirada de producción real. La figura 6 se refiere al inicio de una tirada de producción, cuando solo hay una perturbación limitada de polvo, mientras que la figura 7 se refiere al final de una tirada de producción en donde la cantidad de polvo rodeando y sobre el dispositivo de sellado era sustancialmente más alta.

La muestra "A" en la figura 6 tenía un déficit de calidad fundamental (sellado abierto debido a una partícula extraña que se situó entre medias de los elementos de sellado en el momento del sellado). La muestra B tenía partículas de tamaño pequeño en la zona de sellado. Las muestras C y D solo tenían deficiencias de calidad menores, mal posicionamiento de la lámina y la presencia de polvo en el sellado, respectivamente. Estas deficiencias no dan como resultado la pérdida instantánea de estanquidad al aire, pero incrementa la probabilidad del mismo durante un manejo y envío adicional. Estos 4 sellados producen claramente un patrón diferente del de los buenos sellados.

Tras una tirada de producción prolongada y presencia asociada de cantidades significativas de polvo puede incrementarse la incidencia de muestras malas (o de baja calidad). Dicho ejemplo se da en la figura 7. En esa situación en particular, la muestra A tenía una deficiencia de calidad fundamental, un sellado abierto debido a una partícula extraña que se situó entre medias de los elementos de sellado en el momento del sellado mientras que la muestra B tenía un sellado que no era estanco al aire debido a la combinación de pequeñas inclusiones y polvo. Las muestras C y D solo tenían deficiencias de calidad menores, estos sellados eran estancos al aire, pero eran débiles debido a la presencia de una cantidad de polvo en el sellado. Junto a estos sellados, hay numerosas muestras tales como la E y F para las que la calidad de sellado es más baja pero la cantidad de polvo en la zona de sellado es más baja que en el caso de C y D. Este caso particular ilustra que el dispositivo de inspección de la presente invención puede usarse para seguir el estado del proceso de envasado. En una realización particular el sistema de inspección avisa al operador de que las condiciones de operación han pasado a ser subóptimas basándose en la observación de un incremento en el número de sellados que se asocian con valores que se desvían del promedio. Esas condiciones subóptimas pueden relacionarse con factores internos del dispositivo de sellado, tales como el desgaste del equipo de sellado o pueden ser externos al dispositivo de sellado, por ejemplo la presencia de polvo.

Ejemplo 2: Algoritmo para la interpretación en caso de que se use solo un parámetro para la caracterización del comportamiento de los cuerpos de sellado

En el caso en que solo se usa un parámetro relevante, el método descrito anteriormente puede simplificarse adicionalmente como sigue:

Cada señal adquirida se comprime en un número de contenido de energía como se ha descrito anteriormente. Este número de contenido de energía se usa a continuación en un algoritmo de clasificación de autoaprendizaje adaptativo como sigue:

1. Elegir la longitud de histórico n : Este número define el número de contenidos de energía pasados que han de recordarse, y que se usarán para comparar contenidos de energía futuros.
2. Adquirir una nueva señal y_{nueva} y calcular el contenido de energía e_{nuevo} . Este contenido de energía puede definirse, por ejemplo como la varianza de la señal.

5 El contenido de energía de la señal de ruido filtrada puede definirse como s^2

$$s^2 = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (y_i - media(y))^2$$

siendo m el número de puntos analizados en la señal y $media(y)$ el valor medio de la señal.

- 10 3. Calcular el x % del límite extremo $I_x(t)$ del contenido de energía basado en las n muestras previas. El índice t se usó para enfatizar que los límites extremos son una función del tiempo de proceso. Como tal, el límite extremo se adapta a sí mismo durante el proceso y robustece el algoritmo contra cambios del proceso. Este cálculo del límite extremo se basa en la distribución estadística de los n números de contenido de energía. El x puede usarse para controlar / definir la incidencia teórica que puede esperarse de falsos rechazos.
- 15 4. Comparar e_{nuevo} con $I_x(t)$.

20 Clasificar el nuevo envase como que tiene un sellado de baja calidad si $e_{nuevo} < I_x(t)$ o $e_{nuevo} > I_x(t)$, dependiendo de la aplicación. O bien, aceptar el envase como "correctamente sellado". En el ejemplo aquí descrito, se tomó el límite inferior.

REIVINDICACIONES

1. Un método para la inspección de la calidad de sellado de envases (1) sellados usando equipos de sellado térmico que comprende al menos dos cuerpos de sellado (2) en colisión, en el que el método se basa en la supervisión de la emisión acústica o la vibración de los cuerpos de sellado (2) en colisión durante el sellado del envase (1).
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1 en el que dicho método comprende:
 - (i) adquirir datos de la emisión acústica o vibración de los cuerpos de sellado (2) en colisión durante el sellado de los envases (1),
 - (ii) calcular el promedio y distribución de al menos un parámetro que caracteriza la emisión acústica o la vibración de los cuerpos de sellado (2) en colisión usando al menos una selección de los datos de (i),
 - (iii) calcular valores de referencia para los parámetros que caracterizan dicha emisión acústica o vibración usando el promedio y distribución determinados en (ii), estando asociados dichos valores de referencia con una calidad de sellado aceptable mínima,
 - (iv) adquirir datos sobre la emisión acústica o la vibración de los cuerpos de sellado (2) en colisión durante el sellado de un envase (1) dado y determinar los valores de los parámetros que caracterizan la emisión acústica o vibración durante el sellado de dicho envase (1),
 - (v) comparar los valores determinados en (iv) con los valores de referencia para decidir sobre la calidad de dicho envase (1).
3. El método de acuerdo con la reivindicación 2 en el que solo se usan los valores determinados que están dentro del intervalo de los valores de referencia para el cálculo del promedio y distribución de los parámetros que describen la emisión acústica o vibración de los cuerpos de sellado (2) en colisión durante el sellado de los envases (1).
4. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 a 3 en el que uno o más factores de ponderación establecen el peso de los valores determinados durante el sellado de un envase (1) dado en el cálculo del promedio y distribución de los parámetros que caracterizan la emisión acústica o vibración de los cuerpos de sellado (2) en colisión durante el sellado de dicho envase (1).
5. El método de acuerdo con la reivindicación 4 en el que los factores de ponderación disminuyen el peso de los valores determinados durante el sellado de un envase (1) previo en comparación con los parámetros determinados durante el sellado del último envase (1) sellado.
6. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5 en el que el cálculo de los valores de referencia tiene en cuenta un valor que corresponde a una desviación aceptable de la calidad de sellado promedio.
7. El método de acuerdo con la reivindicación 6 en el que el valor que corresponde a una desviación aceptable respecto a la calidad de sellado promedio se preestablece.
8. El método de acuerdo con la reivindicación 6 en el que el valor que corresponde a una desviación aceptable respecto a la calidad de sellado promedio puede modificarse de acuerdo con la exigencia deseada de la supervisión de la calidad de sellado.
9. El método de acuerdo con la reivindicaciones 1 a 8 en el que los datos de la vibración de los cuerpos de sellado (2) se adquieren usando un vibrómetro láser apuntado sobre un cuerpo de sellado (2).
10. El método de acuerdo con la reivindicaciones 1 a 8 en el que los datos de la vibración de los cuerpos de sellado (2) se adquieren usando un acelerómetro montado sobre un cuerpo de sellado (2).
11. El método de acuerdo con la reivindicaciones 1 a 8 en el que los datos de la emisión acústica de los cuerpos de sellado (2) se adquieren usando un micrófono (3).
12. El uso de un método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 para la supervisión de la calidad de sellado de envases (1) seleccionados de entre el grupo que consiste en bolsitas, bolsas en cojín, bolsitas de fondo plano y envases en blíster (1).
13. El uso de un método de las reivindicaciones 1 a 11 en el que los envases (1) contienen un sólido, un líquido, un gas o una combinación de los mismos.
14. Un dispositivo para la inspección de la calidad de sellado de envases (1) sellados usando equipos de sellado térmico que comprende al menos dos cuerpos de sellado (2) en colisión comprendiendo dicho dispositivo al menos un acelerómetro montado sobre un bloque de sellado (2), estando conectado dicho acelerómetro a una unidad de cálculo (4), o comprendiendo dicho dispositivo al menos un vibrómetro láser apuntado sobre un bloque de sellado (2), estando conectado dicho vibrómetro láser a una unidad de cálculo (4).

15. El dispositivo de acuerdo con las reivindicaciones 14 en el que el dispositivo comprende una unidad de rechazo (5) que permite el rechazo de los envases (1) que tienen una baja calidad de sellado.

5 16. El uso de un dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones 14 a 15 para la supervisión de la calidad de sellado de envases (1) seleccionados de entre un grupo que consiste en bolsitas, bolsas en cojín, bolsitas de fondo plano y envases en blíster (1).

17. El uso de un dispositivo de las reivindicaciones 14 a 15 en el que los envases (1) contienen un sólido, un líquido, un gas o una combinación de los mismos.

10

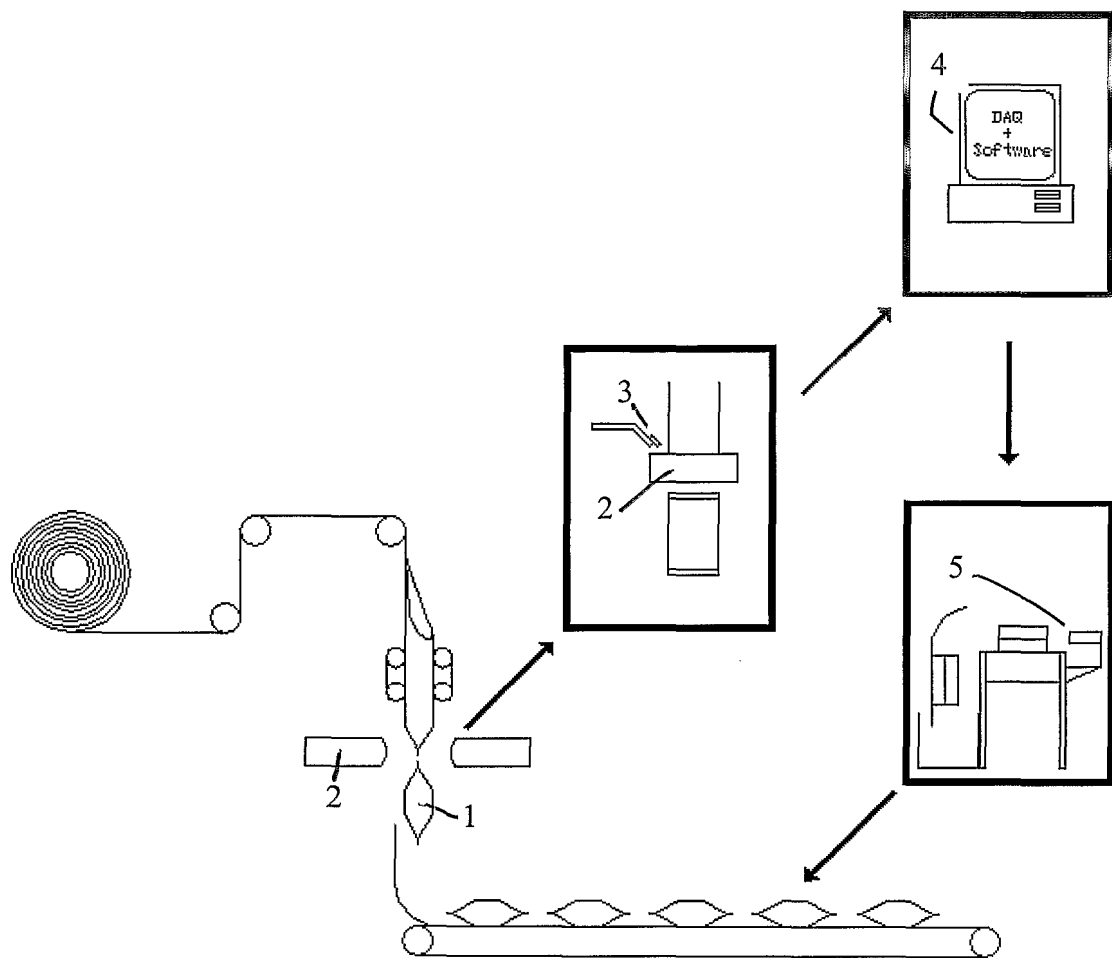


Figura 1.

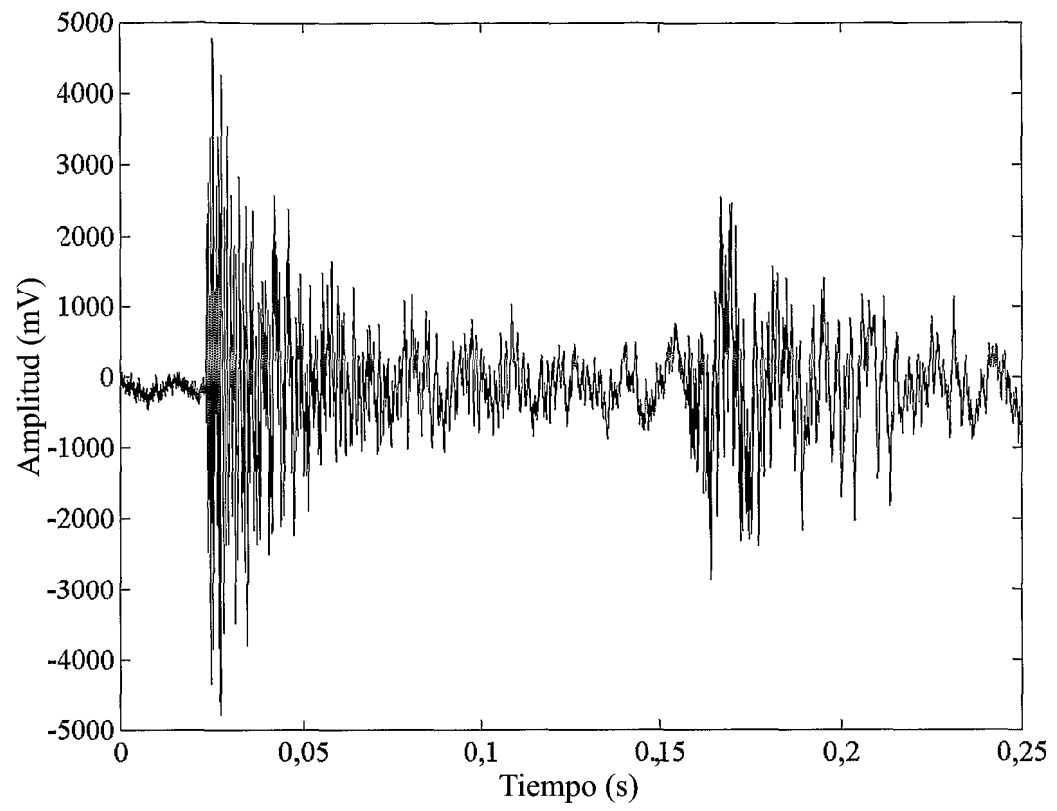


Figura 2.

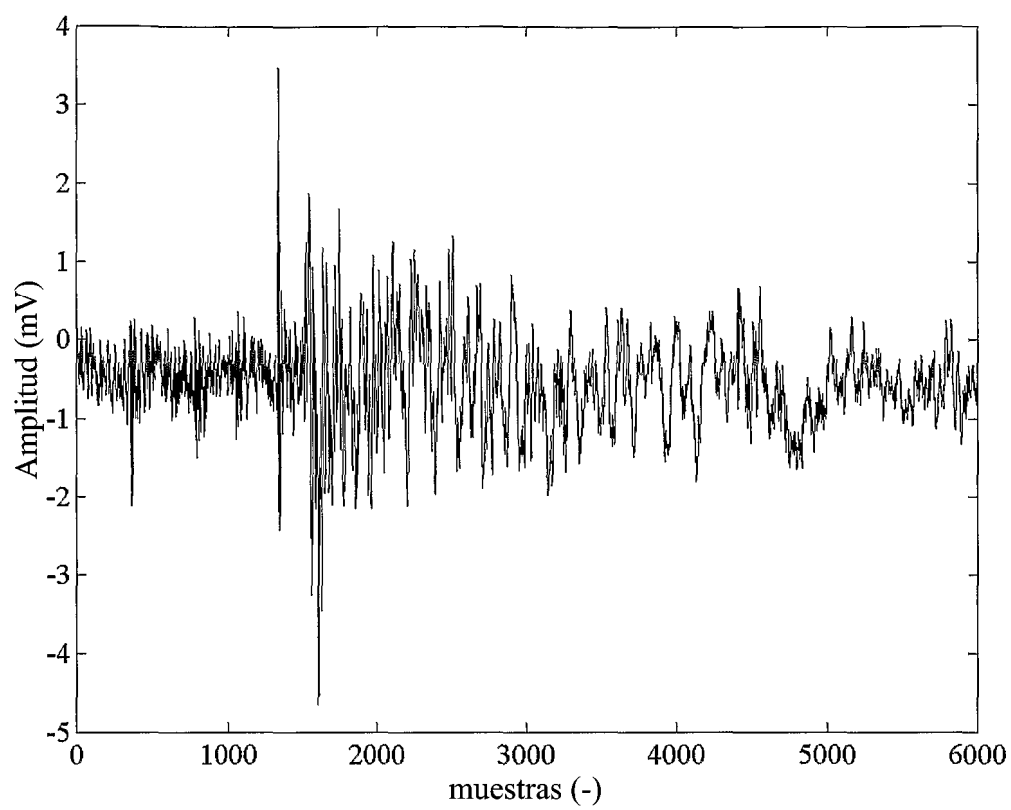


Figura 3.

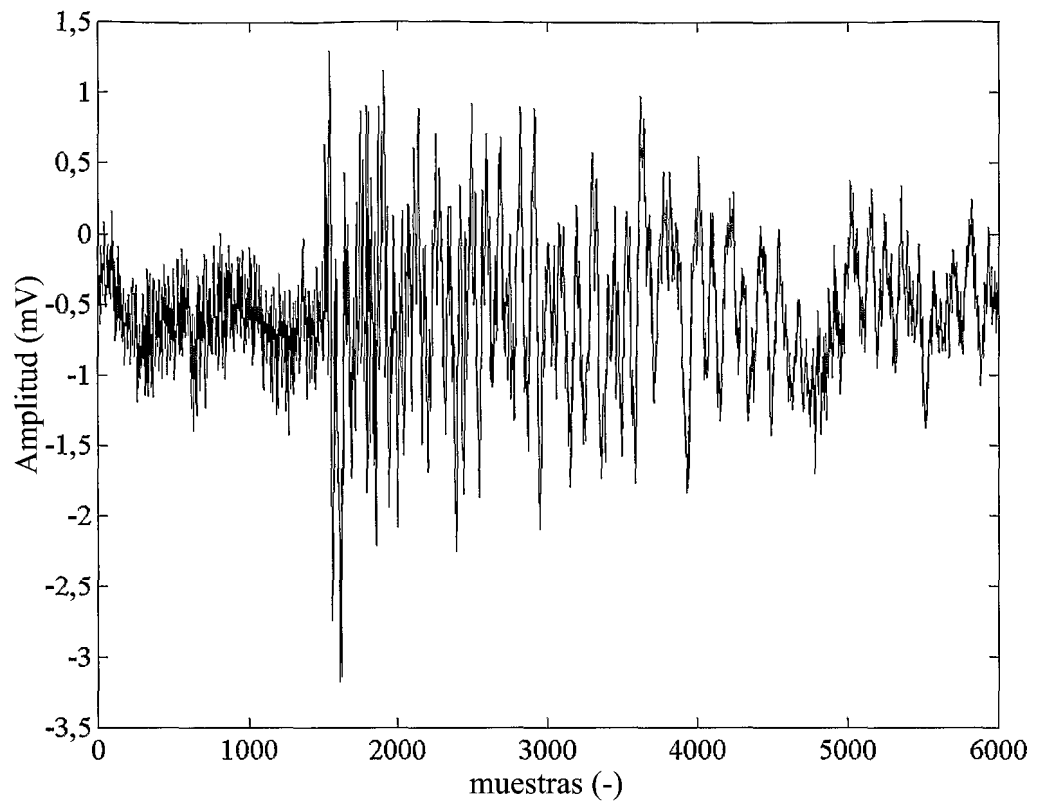


Figura 4.

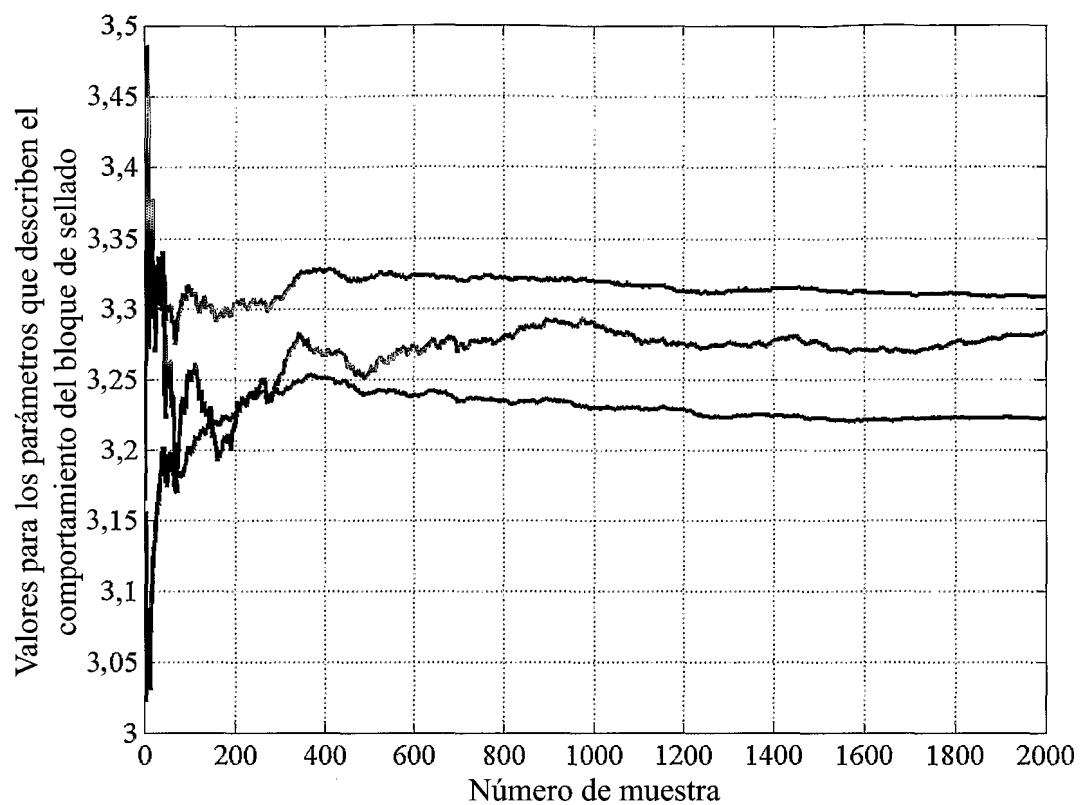


Figura 5.

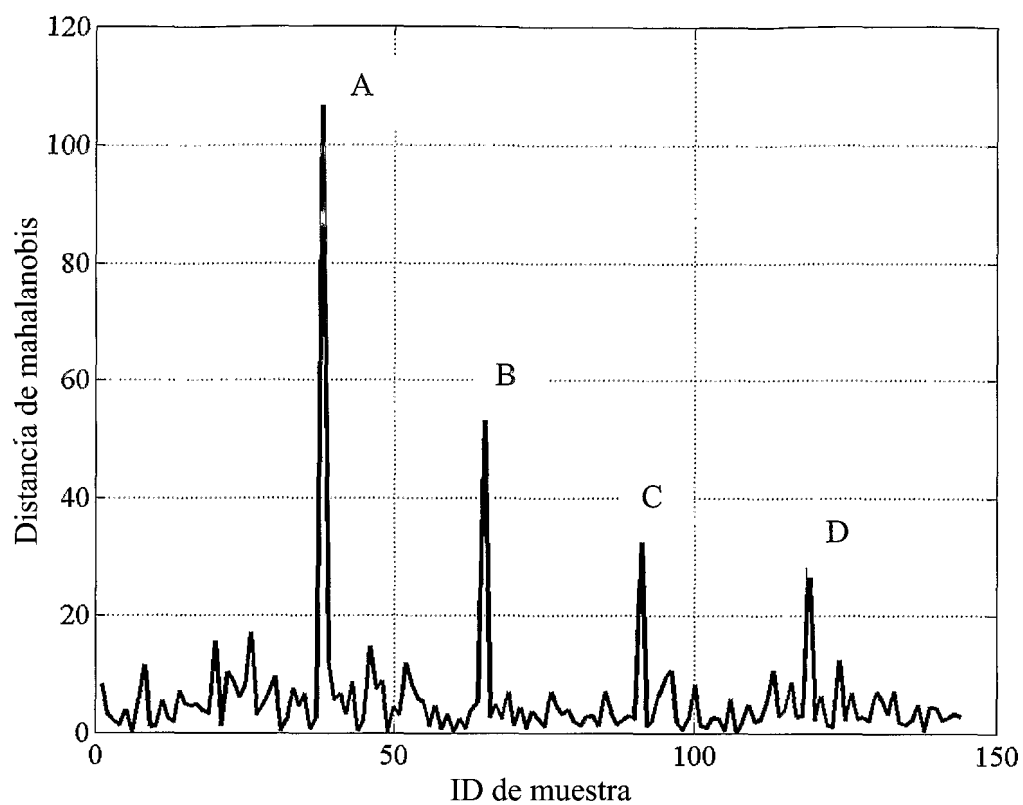


Figura 6.

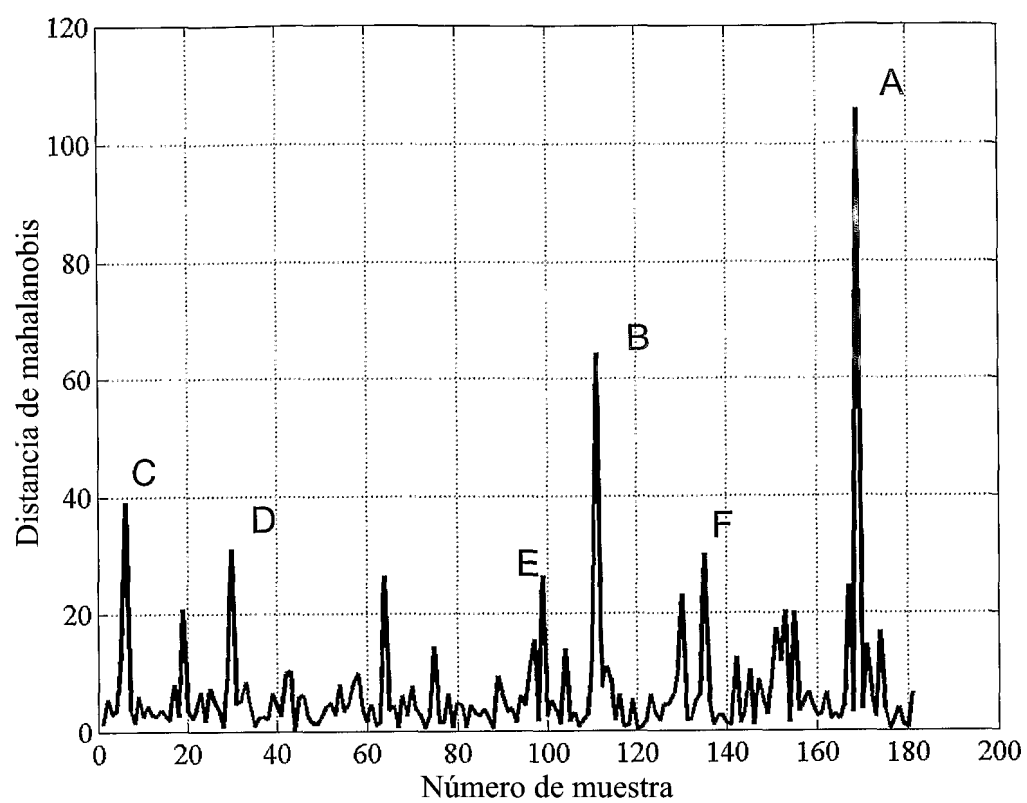


Figura 7.