



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 317 414**

(51) Int. Cl.:
D06F 58/28 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **06100754 .8**

(96) Fecha de presentación : **24.01.2006**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1816253**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **08.08.2007**

(54) Título: **Un método y un dispositivo para detectar el fallo del sistema de accionamiento del tambor de una secadora de ropa.**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.04.2009

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.04.2009

(73) Titular/es: **WHIRLPOOL CORPORATION**
2000 M-63
Benton Harbor, Michigan 49022, US

(72) Inventor/es: **Pastore, Cristiano;**
Jatta, Francesco;
Haselmeier, Ralf;
Lorenz, Thomas;
Papi, Gabriele y
Petrigliano, Rocco

(74) Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 317 414 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

Un método y un dispositivo para detectar el fallo del sistema de accionamiento del tambor de una secadora de ropa.

5 La invención presente trata de un método para detectar el fallo del sistema de transmisión que proporciona movimiento de rotación al tambor de una secadora. Más en particular, la invención presente trata de un método para monitorizar el fallo de dicho sistema de transmisión, en una secadora que tiene un sensor de conductividad para medir la resistencia eléctrica a través de unos electrodos que están en contacto con la ropa que está girando. La invención presente trata también de una secadora para ropa que aplica el método anterior. Normalmente, el sistema de tambor
10 rotativo de una secadora para ropa comprende un motor y una correa; la rotura de la correa es un suceso peligroso, que potencialmente puede devenir en un riesgo de incendio si dicha condición no es detectada. La causa mas importante de riesgo de incendio asociada con el fallo del movimiento del tambor es la persistencia de las mismas piezas de ropa contra la entrada de aire caliente de la secadora. La invención presente puede ser utilizada en aquellas secadoras equipadas con sensores de humedad basados en sistemas analógicos de medida de la resistencia, como los descritos
15 en el documento EP-A-940494.

Los métodos utilizados actualmente para detectar la rotura de la correa del tambor se basan normalmente en contactos electromecánicos que se mantienen en posición cerrada cuando la correa está operando correctamente, y por el contrario abierta en caso de que la correa se rompa o se afloje. Estos métodos (y las secadoras asociadas a los
20 mismos) se describen en los documentos WO2005064065 y US2005161310.

Estos dispositivos electromecánicos conocidos son caros y en ocasiones poco fiables ya que implican el uso de partes móviles adicionales, sistemas de sujeción y arneses. Tales contactos electromecánicos están normalmente conectados eléctricamente en serie con los elementos de calentamiento de la secadora para provocar, en caso de ruptura
25 de la correa, la interrupción inmediata de la generación de calor dentro de la máquina. Tales métodos son capaces de detectar únicamente la rotura de la correa de transmisión, no siendo capaces de detectar de manera fiable una correa suelta o fallos en el motor.

Otros métodos, descritos en el documento US5166592 y US5006778, se basan en sensores de ferrita saturada para
30 detectar el descenso en el par del motor cuando se rompe la correa de transmisión. Estos métodos conocidos son capaces de detectar también fallos del motor, pero requieren sensores eléctricos adicionales con el consiguiente coste.

Los métodos como los descritos en el documento US2005/0016013 son de aplicación en aquellas máquinas equipadas con sensores de humedad capaces de proporcionar una señal de salida digital cada vez que una pieza de ropa
35 húmeda toca un par de tiras de electrodos. Desafortunadamente este método de control falla en proporcionar una información fiable cuando la máquina está tan sobrecargada que las prendas están constantemente excediendo el umbral de detección o cuando las prendas están tan secas que no son capaces de superar el umbral de detección, siendo estas dos condiciones con seguridad las más peligrosas con diferencia cuando se produce un fallo de la transmisión.

Otros métodos, esencialmente basados en la detección de cambios de velocidad bruscos en el caso de una ruptura
40 de la transmisión, además de requerir equipos adicionales para leer dicha velocidad, son también ineficaces en detectar el fallo al principio del ciclo, cuando no existe una línea de base para la velocidad normal.

Un objeto de la invención presente es proporcionar un método de detección y un sistema que no ocasione un
45 incremento en el coste total de la secadora y que sea capaz de identificar y dar una señal indicativa de la ausencia de movimiento en el tambor, causada por un fallo en el motor y/o en el sistema de transmisión. La invención es aplicable en las secadoras equipadas con circuitos de tiras de conductividad (usadas originalmente para la detección de humedad) del tipo que proporciona una señal continua (esto es, analógica), proporcional a la impedancia eléctrica instantánea ofrecida por las prendas en contacto con las tiras. Este tipo de sensores muy conocidos se basa normalmente en dos
50 electrodos, colocados dentro de la cavidad de la máquina en una posición tal que sean sometidos al contacto mecánico con la ropa que gira. Los electrodos pueden estar hechos bien mediante una pareja de tiras metálicas situadas en las proximidades del aro del tambor pero que no gira con el tambor mismo (esto es, solidarias con el bastidor de la máquina) o bien directamente colocadas en el tambor y conectadas a su vez con el circuito electrónico a través de contactos deslizantes. Estos sensores son suministrados por la mayoría de los fabricantes de secadoras en el segmento
55 de mayor calidad del mercado y permiten un seguimiento mejor del estado de secado leyendo en tiempo real el contenido de agua restante en el tejido que guarda una proporción conocida de agua con la conductividad. Una ventaja de estos sensores de conductividad continua frente a aquellos que solamente proporcionan pulsos de voltaje cuando son tocados por una prenda suficientemente húmeda reside en la posibilidad de tener una precisión en la detección de humedad aumentada. Esto se debe al rango de medición de resistencia extendido, que típicamente alcanza de 50
60 kohm a 50 Mohm, al contrario de la capacidad de los sensores de "contacto húmedo" de discriminar únicamente si la resistencia instantánea está por encima o por debajo de un valor de umbral dado (fijado típicamente en alrededor de un Mohm).

Al objeto de proporcionar aislamiento eléctrico con respecto a la placa de control, dicha señal analógica de conductividad se convierte normalmente en una señal de frecuencia o amplitud de pulso y está aislada ópticamente antes de
65 ser introducida en un contador digital de la unidad de control. Esta técnica muy utilizada, conocida como modulación de pulsos (PWM) es equivalente en esencia a un convertidor analógico a digital de bajo coste.

ES 2 317 414 T3

Una vez que la señal continua de impedancia de la ropa se convierte en una secuencia digital, ésta se procesa normalmente de manera conocida por la unidad de control al objeto de determinar el estado de secado de la ropa.

La invención presente apunta a utilizar la misma señal continua de conductividad al objeto de determinar la ausencia de movimiento del tambor, con una alta fiabilidad a lo largo de todo el ciclo de secado. Gracias a que la señal continua de conductividad se utiliza también para otros propósitos, el coste total del sistema de acuerdo con la invención es muy bajo, al estar incluida en un programa actualizado embebido en el microprocesador de la unidad de control de proceso.

Otro objeto de la invención presente es utilizar dicha señal de ausencia de movimiento del tambor para iniciar un programa de seguridad en la unidad de control de la máquina al objeto de llevar el aparato a condiciones seguras.

Otro objeto de la invención presente es minimizar la ocurrencia de falsas alarmas (por ejemplo la generación indebida de la señal de ausencia de movimiento en el tambor) y simultáneamente minimizar la probabilidad de alarmas perdidas (por ejemplo la no generación de la señal de ausencia de movimiento del tambor en el caso de un fallo real), incluso en presencia de fuertes ruidos eléctricos superpuestos a la señal del sensor de humedad y/o en caso de agitación externa de la secadora causada (por ejemplo) por una máquina lavadora colocada apilada debajo de la secadora.

Otro objeto de la invención presente es la habilidad de realizar la detección del sistema de movimiento del tambor incluso en condiciones normalmente no identificables con fiabilidad por la técnica anterior existente basada en sistemas digitales que tocan las prendas, como por ejemplo máquinas muy sobrecargadas con prendas muy mojadas o cuando la carga se está volviendo tan seca que es incapaz de disparar el denominado sensor de toque húmedo.

Al objeto de conseguir estos objetivos y otras ventajas, y de acuerdo con el objeto de la invención, se describe un método para procesar dicha señal de salida analógica de resistencia mediante un sensor de conductividad continuo conocido basado en electrodos, al objeto de detectar el estado de movimiento del tambor, analizando el contenido de frecuencia de la señal y proporcionando una señal de salida de “motor detenido” o “tambor detenido” si tal señal no contiene energía suficiente en aquellas frecuencias típicamente provocadas por las ropas volteadas durante el proceso.

La invención será descrita a continuación con más detalle, mediante referencias a los dibujos adjuntos, en los que:

- La Figura 1 es una vista esquemática de una secadora para ropa de acuerdo con la invención presente y de la unidad de control de la misma;

- La Figura 2 es un espectro de señal de conductividad de la secadora de la Figura 1; y

- La Figura 3 es un diagrama experimental que muestra los daños en la ropa en una secadora para ropa como una función de la temperatura y el tiempo.

En referencia a la Figura 1, una secadora para ropa 10 comprende un tambor 12, un motor 14 con una polea 16 y una correa de transmisión 18 alrededor de la polea 16 y del tambor 12. La invención se basa en la observación de que el espectro de frecuencias de la señal de conductividad continua proporcionada por los electrodos que contactan con las ropas que giran en el tambor 12 puede ser descrito sustancialmente mediante cuatro componentes de frecuencia mostrados en la Figura 2:

s1. Es un ruido con muchos picos, (también llamado ruido 1/f o ruido vacilante) que es generado por el proceso semiautomático de las prendas girando dentro del tambor rotativo.

s2. Un componente de frecuencia de una frecuencia f_0 relacionada esencialmente con la periodicidad fundamental de la rotación de la carga de ropa contra los electrodos;

s3. Un número de armónicos (esto es múltiplos enteros) de la frecuencia f_0 .

s4. Un componente de corriente continua (sustancialmente equivalente al valor medio de la señal de conductividad).

Adicionalmente a estas “firmas” de procesos físicos, la señal está afectada siempre por un número de componentes indeseados o ruidos, típicamente:

n1. El reflejo del ruido de la frecuencia de la alimentación, que tiene una frecuencia equivalente esencialmente al servicio eléctrico de alimentación (esto es, 50 Hz o 60Hz).

n2. El ruido de vibración externo de la máquina, que está causado por fuerzas mecánicas externas como, por ejemplo, la vibración inducida cuando la secadora está apilada sobre una máquina lavadora que opera en la fase de centrifugado.

ES 2 317 414 T3

Estas observaciones explican cómo un algoritmo de base simple de la detección ante la ausencia de cambio en la señal con el tiempo no será suficientemente fiable, siendo incapaz de distinguir entre las variaciones de las señales causadas por el movimiento de la ropa y variaciones causadas por dichas fuentes de ruido.

La invención está basada también en el hecho de que las condiciones para que se dañen las telas o se produzca la ignición de las telas son función de una combinación de los factores temperatura, tiempo y contenido de humedad. El solicitante ha descubierto mediante métodos empíricos la combinación de tiempo/temperatura/humedad que define la frontera de daño para los tejidos e ignición de los tejidos. Un ejemplo de dicha relación física se muestra en la Figura 3.

La invención presente consigue el objeto de una detección robusta y fiable de la ausencia de movimiento en el tambor procesando la señal en el dominio de frecuencia al objeto de retener el espectro de frecuencias del proceso de movimiento de las ropas despreciando al mismo tiempo el espectro de frecuencia de las fuentes de ruido. Dicho proceso de señal en el dominio de frecuencias es por tanto ejecutado al objeto de extraer la energía asociada únicamente con las bandas de frecuencia que son excitadas por el proceso de volteo de las ropas. No es necesario describir en detalle cómo se lleva a cabo el proceso de la señal descrito más arriba en el dominio de frecuencias, ya que esto es sobradamente conocido para aquellos expertos en esta técnica de control aplicado. La extracción de la banda de frecuencias simulada por el volteo de la ropa es realizada por ejemplo mediante cálculo de la transformada de Fourier discreta de los datos de conductividad analógicos muestreados en el tiempo a las frecuencias de interés (típicamente entre 0,5 Hz y 6 Hz) y a continuación haciendo la media de la magnitud de estas líneas espectrales.

De acuerdo con otra realización, la extracción de la banda de frecuencias simuladas por el volteo de las ropas es realizada mediante el cálculo de la transformada de Fourier rápida de la señal analógica y a continuación agrupando y calculando la media de las líneas espectrales que corresponden a las frecuencias de interés mencionadas anteriormente. De acuerdo con otra realización de la invención, la extracción de la banda de frecuencias simulada por el volteo de la ropa se realiza implementando un filtro pasa - banda (tanto en la forma analógica como de tiempo discreto) cuya banda de paso está sustancialmente superpuesta a las frecuencias de interés mencionadas más arriba.

Al final de este proceso se produce una señal, que sustancialmente contiene una información relacionada con la cantidad de movimiento de las ropas contrapuesta a la conductividad de los electrodos de medida.

La señal puede ser utilizada así por una unidad de proceso de control 20 de la secadora 10 mediante comparación de la misma con un valor de consigna al objeto de detectar un fallo en el sistema de transmisión del motor. Dicho valor de consigna puede ser establecido como una fracción del valor medio de la señal de movimiento descrita anteriormente en las condiciones de operación normales. Dicho valor de consigna de movimiento puede ser establecido de manera dinámica y continua como una fracción de la señal de movimiento promediada continuamente durante el proceso de secado.

La unidad de control de proceso 20 comprende un convertidor de resistencia a voltaje 20a, un procesador del dominio de frecuencia 20b, un procesador del estado de seguridad de la máquina 20c, un calculador de humedad 20d y un procesador de supervisión de riesgo 20e. La señal que proviene del convertidor de resistencia a voltaje 20a se alimenta al calculador de humedad 20d y al procesador del dominio de frecuencias 20b. El procesador del estado de seguridad de la máquina 20c es alimentado con las señales que vienen del procesador del dominio de frecuencias 20b y por el supervisor de riesgo 20e. Este último procesa no solamente los datos de humedad que provienen del bloque 20d, sino también la señal h, k y z que viene de los otros componentes de la secadora y que son indicativos de la potencia de calentamiento suministrada por los calentadores, del tipo de tejido y por la temperatura del aire de proceso. De esta manera la señal principal que procede del procesador del dominio de frecuencias 20b, señal que refleja el estado de movimiento actual del tambor, es de alguna manera "ajustada" en el bloque 20c al objeto de tener en cuenta otras señales útiles para ajustar el grado de riesgo actual.

Un paso posterior del método de control se utiliza preferiblemente para continuar procesando la señal de cantidad de movimiento instantáneo durante una ventana de observación de un tiempo dado al objeto de comprender si la ausencia de señal es únicamente temporal debido a las condiciones extremas desfavorables (como por ejemplo cargas cercanas al secado prácticamente completo, o una cantidad de carga tal que exista una baja probabilidad de tocar las tiras causando la ausencia de señal) o si es debido en realidad a un fallo del motor o de la transmisión.

Un paso posterior preferido del método es iniciar un primer estado de seguridad de la unidad de control de la máquina 20 cuando se produce la condición de que la señal de cantidad de movimiento permanezca por debajo de un umbral de movimiento dado durante un tiempo más largo que una ventana de tiempo de observación dada, siendo dicho primer estado de seguridad un estado reversible, que retorna al estado de secado normal cuando se detecta que la señal de cantidad de movimiento ha permanecido por encima de un umbral dado durante un cierto tiempo. Cuando en el primer estado de seguridad, la unidad de control puede ser programada convenientemente para apagar los elementos de calefacción o para reducir la potencia asociada hasta un valor seguro.

La fiabilidad del método se ve incrementada además haciendo la ventana de tiempo de observación para dicho proceso adicional dependiente de la salida de un algoritmo de evaluación del riesgo de incendio (calculado en el supervisor de riesgo 20e) que tiene en consideración el estado instantáneo de la máquina (esto es, la potencia suministrada a los elementos de calefacción, estado de sequedad de la carga, temperatura del aire de proceso, etc.), permitiendo tiempos

ES 2 317 414 T3

de reacción más largos (esto es, ventanas de tiempo de observación más largas) en el caso de un riesgo bajo y forzando tiempos de reacción más cortos en el caso de condiciones críticas. Dicha ventana de tiempo de observación puede ser cambiada durante el proceso de secado de una manera proporcional a la humedad residual de las ropas e inversamente proporcional a la potencia media suministrada a los calefactores.

5

Otro paso preferido de la invención presente es comprobar la señal de detección de movimiento cuando la máquina está en un primer estado de seguridad reversible y si esta señal excede de nuevo los umbrales de movimiento la secadora retornará a las operaciones normales a menos que se sobrepase un cierto límite de tiempo desde la primera entrada en el estado de seguridad. Si este primer límite de tiempo mencionado ha pasado el primer estado de seguridad se convierte en irreversible hasta el final del ciclo y la máquina no puede completar las operaciones normales nunca más.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para detectar el fallo de un sistema de rotación del tambor de una secadora de ropa (10), comprendiendo dicha secadora un sensor de conductividad para medir la resistencia eléctrica a través de electrodos que son tocados por las ropas volteadas, **caracterizado** porque comprende adquirir una señal de conductividad del sensor de conductividad, y procesar dicha señal en el dominio de frecuencias al objeto de retener un espectro de frecuencias del proceso de volteado de las ropas desechando al mismo tiempo el espectro de frecuencias de ruidos y/o efectos similares.
- 10 2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque la señal de conductividad se procesa al objeto de extraer una señal de movimiento de la ropa asociado con las bandas de frecuencia excitadas por las ropas volteadas, siendo dicha señal de movimiento de la ropa comparada con un valor umbral predeterminado para suministrar una señal de estado indicativa del estado de seguridad o inseguridad de la secadora.
- 15 3. Un método de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado** porque dicha señal de movimiento de la ropa es vigilada en intervalos de tiempo predeterminados, y porque dicha señal de estado es producida cuando la señal de movimiento de la ropa permanece por encima o por debajo de un valor umbral predeterminado durante un período igual o más largo que el intervalo de tiempo.
- 20 4. Un método de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado** porque mientras se encuentra en dicha señal de estado la señal de movimiento dicha se compara con la señal de cantidad de movimiento y si ésta excede un umbral de cantidad de movimiento la máquina vuelve a la operación normal a menos que se halla superado un umbral de tiempo predeterminado, y si este umbral de tiempo ha transcurrido la secadora pasa a un estado de seguridad irreversible hasta el final del ciclo.
- 25 5. Un método de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado** porque el valor de umbral es la señal de movimiento de la ropa detectado en el intervalo de tiempo previo.
- 30 6. Un método de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado** porque dicho valor de umbral se establece como una fracción predeterminada de un valor promedio de la señal de movimiento de la ropa en condiciones de operación normales.
- 35 7. Un método de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado** porque la longitud de dicho intervalo de tiempo se cambia periódicamente durante el proceso de secado de una manera proporcional a la humedad residual de la ropa e inversamente proporcional a la potencia media suministrada a los calentadores.
- 40 8. Un método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la extracción de la banda de frecuencia simulada por el volteo de la ropa se realiza mediante el cálculo de la transformada de Fourier discreta de la conductividad analógica medida durante el tiempo a las frecuencias de interés y el promedio de la magnitud de estas líneas espectrales.
- 45 9. Un método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la extracción de la banda de frecuencias simulada por el volteo de la ropa se realiza mediante la transformada de Fourier rápida transformando la señal analógica y a continuación agrupando y promediando las líneas espectrales que corresponden a las frecuencias de interés.
- 50 10. Un método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la extracción de la banda de frecuencias simulada por el volteo de las ropas se realiza implementando un filtro pasa - banda (en la forma analógica o bien discreta con el tiempo) cuya banda de paso está sustancialmente superpuesta a las frecuencias de interés.
- 55 11. Una secadora de ropa, del tipo que comprende un tambor (12), un sistema de rotación del tambor (14, 16, 18), un sensor de conductividad para medir la resistencia eléctrica a través de unos electrodos que están en contacto con las ropas volteadas, una unidad de control de proceso (20) adaptada para recibir una señal de conductividad indicativa de dicha resistencia eléctrica al objeto de controlar el proceso de secado, **caracterizada** porque la unidad de control de proceso (20) está adaptada para procesar dicha señal de conductividad en el dominio de frecuencias al objeto de retener un espectro de frecuencias de las ropas volteadas mientras desprecia el espectro de frecuencias de los ruidos y similares, y porque la unidad central de proceso (20) está adaptada para proporcionar una señal de fallo cuando el espectro de frecuencias de las ropas volteadas o un valor extraído de las mismas difiere en un valor de umbral predeterminado durante más de una ventana de tiempo de observación predeterminada.
- 60 12. Una secadora de ropa de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizada** porque la unidad de control de proceso (20) comprende un procesador de dominio de frecuencias (20b) y un procesador de supervisión de riesgo (20e) que están adaptados para introducir señales en un procesador de estado de seguridad (20c) al objeto de tener en cuenta otras condiciones de operación de la secadora, como por ejemplo la potencia calorífica, el tipo de tejido, la temperatura del aire de proceso y el estado de sequedad de la carga.

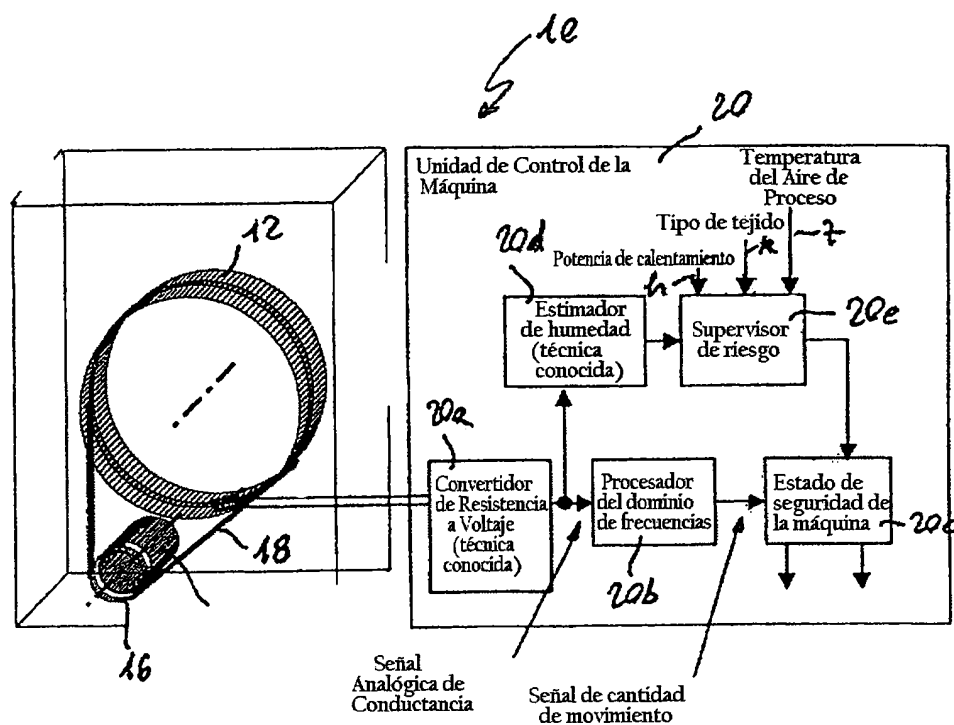


FIG. 1

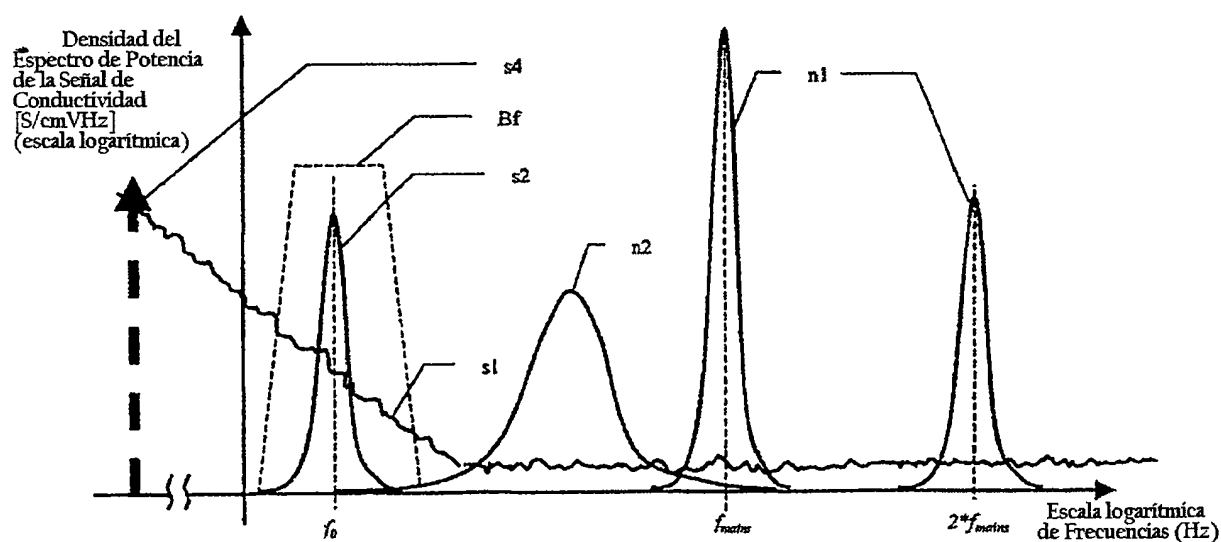


FIG. 2

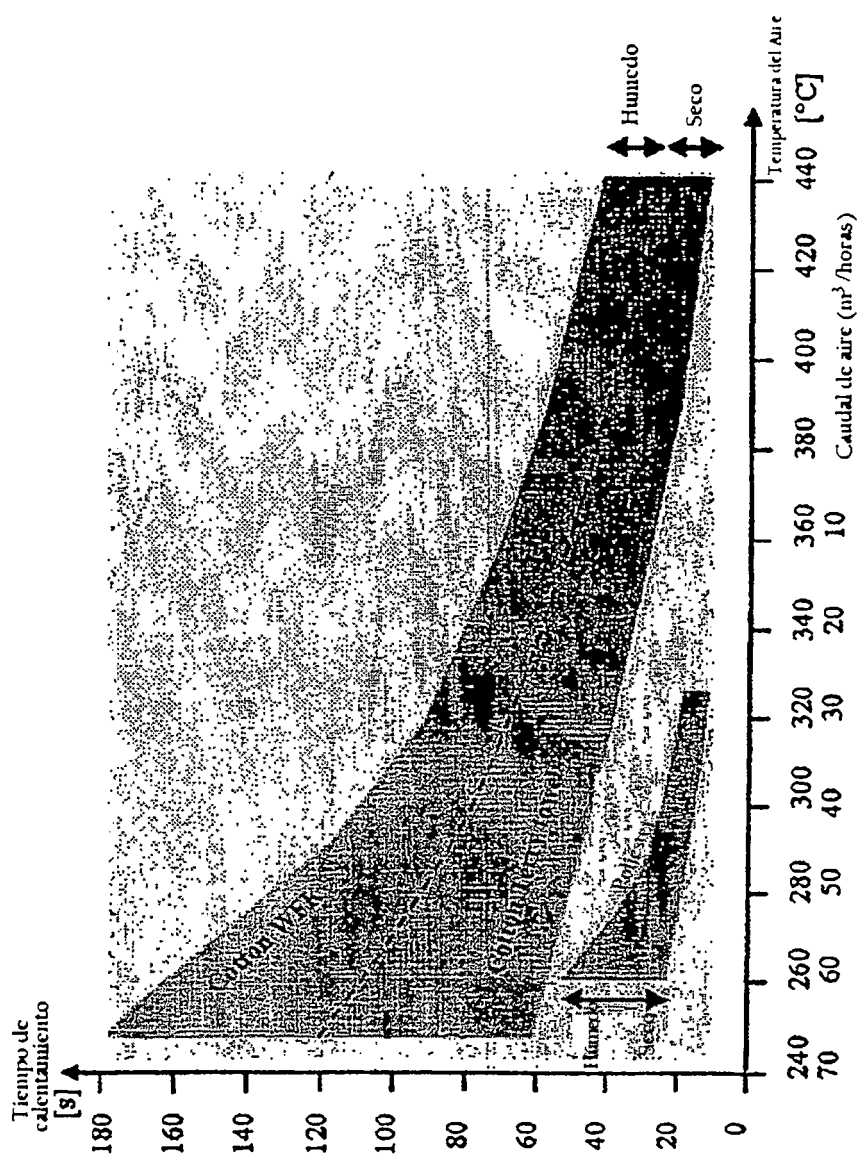


FIG. 3