

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 443 874**

51 Int. Cl.:

D06F 58/28 (2006.01)

D06F 58/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.07.2011** **E 11174919 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2013** **EP 2549009**

54 Título: **Método para controlar una secadora de ropa y secadora de ropa que utilice tal método**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.02.2014

73 Titular/es:

WHIRLPOOL CORPORATION (100.0%)
2000 M 63
Benton Harbor MI 49022, US

72 Inventor/es:

COLOMBO, DAVIDE;
MARTINELLO, DANIELE;
SANTINATO, MATTEO;
PADULA, FABRIZIO y
VISIOLI, ANTONIO

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 443 874 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

Método para controlar una secadora de ropa y secadora de ropa que utilice tal método

La presente invención se refiere a un método para controlar el funcionamiento de una secadora de ropa que comprende una cámara de secado y un sistema de flujo de aire que incluye un soplante de velocidad variable para forzar el paso de aire a través de la cámara de secado. La invención se refiere también a una secadora de ropa doméstica.

Se conocen en la técnica secadoras que tienen un soplante de velocidad variable. El documento US 2004/0261286 describe un método para controlar el funcionamiento de una secadora ventilada por aire en la que la velocidad del soplante se controla basándose en las señales recibidas de un sensor de temperatura con el fin de mantener las temperaturas de entrada y salida de la cámara de secado por debajo de una temperatura máxima predeterminada. En otras palabras, el control de velocidad del soplante sigue el mismo enfoque de un control de calentador. Además, en tal documento se describe que el calentador y el soplante nunca se ajustan al mismo tiempo.

El documento US 2007/0251118 describe un método para controlar una secadora en el que la velocidad del soplante puede cambiarse entre dos niveles establecidos según una señal de detección procedente de un sensor de electrodo.

Los métodos conocidos anteriores no permiten incrementar sustancialmente la eficiencia de la operación de secado. Según el documento US 2007/0251118, es necesario usar un sensor de carga específico, lo que aumenta el coste total del aparato. El documento US 2007/0151311 describe una secadora con un ventilador soplante accionado por un motor a velocidad variable.

El objeto de la presente invención es un método de control que se orienta a aumentar la eficiencia de una secadora volteadora reduciendo el consumo de energía y tiempo. Un objeto adicional es maximizar la ventaja de ahorro energético derivada del uso de un soplante de velocidad variable.

Tales objetos se alcanzan gracias a las características enumeradas en las reivindicaciones anexas.

Según la invención, el esquema de control preferido emplea un calentador para controlar la temperatura del flujo de aire y un motor eléctrico para controlar la velocidad del flujo de aire. En el método según la invención, se evalúa un valor relacionado con la tasa de eliminación de agua y se ajusta la velocidad del soplante según tal valor calculado.

Con el término "tasa de eliminación de agua" se quiere dar a entender la tasa de evaporación de agua de las ropas en el interior de la cámara de secado. Un valor relacionado con esta tasa de eliminación de agua se puede calcular de diferentes maneras, dependiendo de la clase de secadora (secadora ventilada por aire, secadora condensadora y secadora de bomba de valor). Una manera, particularmente para secadoras ventiladas por aire, consiste en calcular el cambio de peso de todo el aparato versus el tiempo, usar sensores externos (por ejemplo, sensores de humedad) o calcular, a intervalos de tiempo predeterminados, la carga en la cámara de secado usando técnicas bien conocidas para calcular la carga de ropa en máquinas lavadoras o secadoras (basándose una de tales técnicas bien conocidas en la estimación de la inercia de la carga). Otra manera, particularmente para una secadora condensadora, es la de calcular la tasa de condensación de agua midiendo la cantidad de agua almacenada en un tanque de agua de condensación. Una manera preferida de calcular el valor anterior relacionado con la tasa de eliminación de agua en una secadora condensadora es medir la temperatura de salida del aire de refrigeración en el intercambiador de calor (condensador), vinculándose tal valor (o mejor la diferencia entre la temperatura del aire ambiente y dicha temperatura de salida) con la variación de la entalpía en el aire de proceso (es decir, el aire que fluye en el bucle interno de la secadora) a través del intercambiador de calor y, por tanto, de la tasa de condensación (conociéndose la relación entre el flujo de aire en el bucle interno y el flujo de aire de refrigeración).

Según una realización preferida de la invención, el valor anterior relacionado con la tasa de eliminación de agua también está relacionado con la potencia entregada por el calentador de la secadora, siendo preferiblemente tal valor una relación entre la tasa de condensación de agua y la potencia aplicada al calentador o calentadores. Según una característica adicional de la invención, el método de control está orientado a maximizar la relación anterior (definida como "índice de rendimiento") ajustando en consecuencia la velocidad del soplante. Si la relación calculada en cierto momento es más alta que la relación calculada en un momento anterior, entonces se aumenta la velocidad del soplante; si tal relación es más baja que la de un momento anterior, entonces se disminuye la velocidad del soplante. Por tanto, este es un método adaptativo usado ventajosamente para determinar la velocidad del soplante o ventilador.

Ventajas y características adicionales de un método y una secadora según la presente invención se harán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada proporcionada como un ejemplo no limitativo, con referencia a los dibujos anexos, en los que:

La figura 1 es un diseño esquemático de una secadora condensadora volteadora según la invención;

La figura 2 es un diagrama de bloques que muestra cómo la velocidad del soplante se ajusta según la invención;

La figura 3 es un diagrama que muestra cómo la velocidad de soplante se ajusta usando el esquema de control de la figura 2;

5 La figura 4 es un diagrama experimental similar al de la figura 3; y

Las figuras 5-6 son diagramas que muestran cómo cambian las temperaturas del aire y la velocidad del soplante usando el método según la presente invención.

10 Con referencia a la figura 1, una secadora volteadora 10 comprende un tambor giratorio 12 accionado por un motor eléctrico 14 y adaptado para contener una cierta cantidad de ropa, un ventilador 16 de proceso que impulsa un flujo F de aire y un ventilador de refrigeración 18 que impulsa un flujo C de aire de refrigeración a lo largo del lado exterior de un intercambiador de calor (condensador) 20.

En el ejemplo mostrado en la figura 1, el tambor 12, el ventilador 16 de proceso y el ventilador 18 de refrigeración son accionados por el mismo motor 14, pero resulta claro que éstos pueden ser accionados usando tres motores diferentes o dos motores combinados (por ejemplo, uno para el tambor y el otro para los dos ventiladores).

15 Un calentador 22 (que tiene uno o más elementos calentadores) se usa para calentar el aire de proceso aguas arriba del tambor 12 según un número predefinido de niveles de potencia.

20 La secadora comprende un sensor de temperatura Ta que mide la temperatura del aire después del calentador 22 y antes de entrar en el tambor 12, un sensor de temperatura Tb que mide la temperatura de la ropa y un sensor de temperatura Tc que mide la temperatura de salida del aire de refrigeración que fluye fuera del intercambiador de calor 20.

25 Un práctica común es la de controlar sólo la temperatura de la secadora volteadora realimentando la temperatura de salida del tambor en el sistema de control de realimentación. La temperatura de salida del tambor (medida por el sensor de temperatura Tb) es usualmente una buena aproximación de la temperatura de la ropa y, por tanto, ésta se mantiene bajo control para evitar daños a los tejidos. La realimentación se realiza usualmente mediante control de histéresis, es decir, el calentador 22 se enciende cuando la temperatura de realimentación está por debajo de un umbral predeterminado y se enciende cuando está por encima de un segundo umbral predefinido. De esta manera, el control de histéresis muestra un bajo rendimiento cuando la temperatura del calentador 22 está alrededor del límite superior y esto puede provocar una oscilación de la temperatura de la ropa.

30 Una manera más avanzada de controlar el calentador 22 es mediante un control PI (proporcional-integral) y PWM (Modulación por anchura de impulsos).

Con referencia particular al método según la presente invención, se aumenta la eficiencia de la secadora volteadora 10 controlando tanto la temperatura de la ropa como el flujo de aire dentro del tambor 12. La temperatura se controla cambiando la potencia entregada por el calentador 22, mientras que el flujo de aire F se controla cambiando la velocidad del ventilador 16 por medio del motor eléctrico de velocidad variable 14.

35 El control de temperatura se realiza preferiblemente por medio de un bucle cerrado, tal como un controlador PID, que explote las señales procedentes de los sensores de temperatura Ta y Tb del calentador 22 y de la ropa, respectivamente, mientras que se emplea una estrategia adaptativa para fijar la velocidad del ventilador 16 con el fin de maximizar la relación entre la tasa de condensación de agua y la potencia aplicada a los elementos calentadores del calentador 22.

40 Esta estrategia de control requiere el cómputo de la tasa de condensación o el cálculo de un valor relacionado con la tasa de condensación, denominada también tasa de eliminación de agua. Con el término "valor relacionado con" se quiere dar a entender cualquier valor que pueda calcularse mediante una medida directa o computarse por medio de un software de proceso residente en una unidad de proceso de control del aparato que comprenda una unidad 24 de control de temperatura y un control 26 de velocidad de motor. Este valor puede estimarse de varias maneras usando sensores de temperatura o externos, tales como sensores de humedad.

45 Se explica en el siguiente ejemplo, con referencia a la figura 1, una configuración eficiente y preferida de sensores de temperatura y de un método para estimar la tasa de condensación.

50 Realmente, el control del flujo de aire es un asunto clave para la eficiencia de todo el proceso de secado, teniendo en cuenta que el flujo F del aire hacia el tambor (bucle interno) está relacionado con el flujo del aire de refrigeración C (bucle externo). De hecho, al comienzo de la operación de secado es aconsejable disminuir el flujo de aire con el fin de aumentar la temperatura del tejido tan rápido como sea posible de modo que la evaporación pueda comenzar pronto. Subsiguientemente, la disminución de la velocidad del ventilador 16 o su mantenimiento a un bajo nivel

podría provocar un aumento de la humedad relativa del aire aguas arriba del intercambiador de calor 20, pero, al mismo tiempo, un decremento de la eficiencia del intercambiador de calor 20 debido principalmente al coeficiente inferior de intercambio de calor.

5 Por el contrario, el aumento de la velocidad del ventilador 16 es beneficioso para la eficiencia del intercambiador de calor, pero se reduce la humedad relativa del aire F que entra en el intercambiador de calor 20. Además, una velocidad de rotación demasiado alta del tambor 12 (en el caso de que se use el mismo motor 14 para el ventilador 16 y para el tambor 12) podría hacer que la ropa rodara como una bola y esto claramente ha de evitarse.

10 Por tanto, se adopta una estrategia adaptativa para proporcionar una solución efectiva. La velocidad inicial del ventilador se determina dependiendo de la carga estimada. No se va a entrar en el detalle de la estimación de carga dado que está en una técnica ya conocida (por ejemplo, se describe un método en el documento ya mencionado 2007/0251118).

15 Entonces, se define un "índice de rendimiento" ϕ como la relación media entre la tasa de condensación de agua y la potencia aplicada a los elementos calentadores del calentador 22, y se define un periodo de tiempo de tal manera que se aplica una velocidad de rotación a un número fijo de ciclos PWM de control y el índice de rendimiento se evalúa subsiguientemente durante un periodo de control de tiempo predefinido.

20 Cada vez, la velocidad de rotación se modifica (se aumenta o se disminuye) de la misma manera que la vez anterior cuando la modificación previa ha dado como resultado un incremento del valor del índice de rendimiento en el periodo de control previo. De otra manera, (a saber, si la modificación previa ha dado como resultado un decremento del valor del índice de rendimiento), la modificación se realiza en la dirección opuesta con respecto a la anterior. El periodo de control es preferiblemente del orden de 1 segundo para permitir una vigilancia continua del rendimiento. Esta metodología se muestra en la figura 2.

25 La estimación del valor de la tasa de condensación se puede realizar teniendo en cuenta que, dado que la humedad relativa del aire en el tambor 12 es alta, la diferencia de la temperatura del flujo F de aire dentro del bucle interno en la entrada del intercambiador de calor 20 y en la salida es pequeña (realizándose la condensación de agua a una temperatura constante), aunque esta diferencia es alta para el aire de refrigeración C (bucle externo). De esta manera, midiendo la temperatura en la salida del intercambiador de calor 20 (en el bucle externo) por medio del sensor de temperatura Tc, puede medirse la diferencia de la temperatura del aire de refrigeración entre la entrada y la salida del intercambiador de calor 20 (la temperatura en la entrada está a temperatura ambiente la cual puede medirse sencillamente una vez por el mismo sensor Tc al comienzo del proceso de secado, o puede medirse por un sensor de temperatura específico Ti). Por medio de esta medida, puede estimarse la diferencia de entalpía entre el aire que fluye dentro y fuera del intercambiador de calor 20. De esta manera, conociendo la relación entre los flujos F y C de aire en los bucles interno y externo (que en el ejemplo mostrado en la figura 1 depende de la forma de los ventiladores 16 y 18) y aplicando el principio de conservación de la energía, puede estimarse la variación de entalpía en el bucle interno. Realmente esta variación sólo depende de la tasa de condensación de agua porque, como se mencionó anteriormente, la diferencia de la temperatura es pequeña y, por tanto, despreciable. En consecuencia, esta estrategia podría usarse fácilmente para ajustar la velocidad del tambor durante el ciclo de secado.

Para mejorar la eficiencia de la secadora es necesario mejorar el parámetro ϕ :

$$\phi = (dm/dt)/P_{\text{calentador}} \sim = P_{\text{agua eliminada}}/P_{\text{calentador}}$$

40 en donde $P_{\text{agua eliminada}}$ es el producto de la entalpía del agua condensada por su tasa de cambio de masa. El algoritmo de control estima el indicador de rendimiento ϕ en tiempo real, mientras el aparato está ejecutando un ciclo de secado.

Sobre la base de la tendencia de ϕ y con el fin de maximizar la eficiencia del aparato, el control puede afinar la velocidad del ventilador y el ciclo de trabajo de los calentadores de la secadora.

45 La salida del control de ϕ también se compensa según la fase de la secadora (arranque, calentamiento, secado, enfriamiento) para asegurar la realización de la mejor optimización de ciclo.

Por ejemplo, durante una fase de calentamiento, es aconsejable minimizar en lo que sea posible el tiempo requerido para alcanzar la temperatura de funcionamiento regular del aparato. El método según la invención reduce automáticamente la velocidad del ventilador durante esta fase y minimiza la caída de temperatura a través del condensador 20 (reduciendo la pérdida de calor en el ambiente).

50 La gráfica de la figura 4 muestra la salida de un método de control según la invención en la que se realiza un afinado continuo de la velocidad del ventilador de la secadora (línea superior) calculando el índice de rendimiento ϕ (línea inferior) durante un ciclo de secado.

Otros datos experimentales de la estrategia de control anterior se muestran en las figuras 5 y 6.

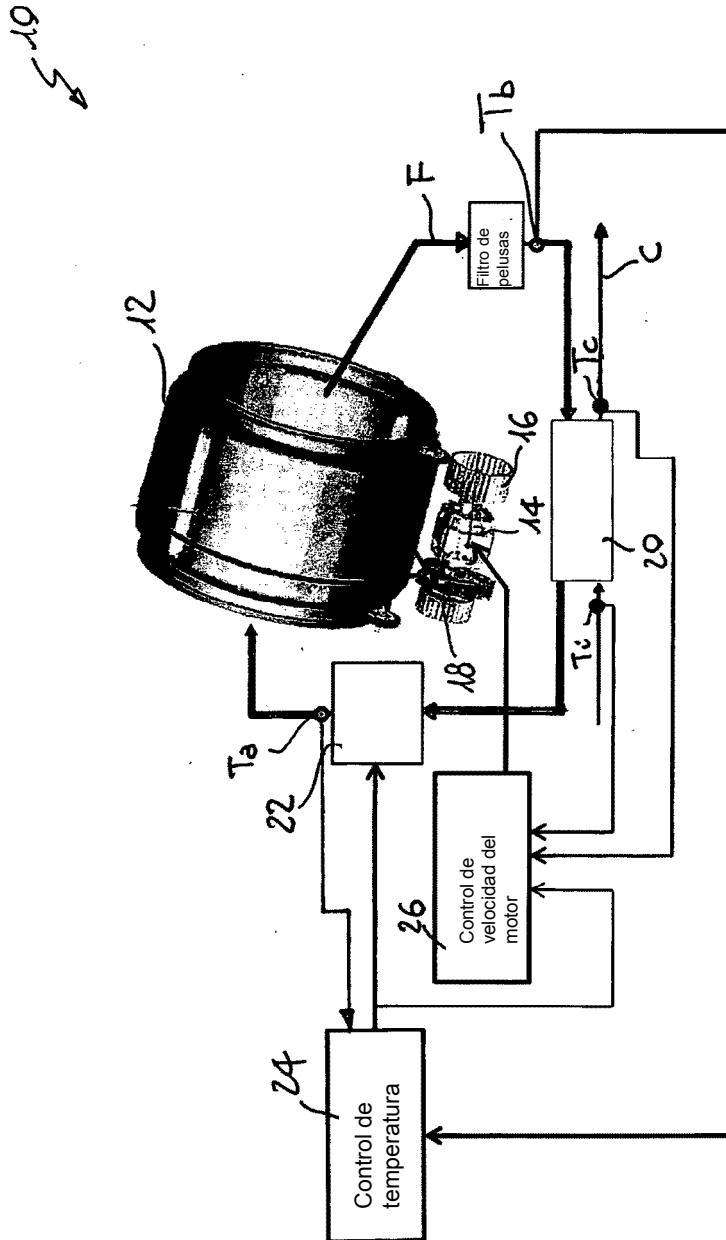
El experimento se realiza usando un secadora Whirlpool Clase A, equipada con un motor de velocidad variable (BPM) y dos bobinas calentadoras (1500W + 1500W).

5 La figura 5 muestra valores de temperatura en lugares diferentes de la secadora volteadora y valores de relación de humedad Mr para un experimento con una carga de 3kg y una temperatura de punto de ajuste de 63°C. La figura 6 muestra la velocidad y temperatura del motor del aire que fluye fuera del intercambiador de calor 20 para un experimento con la misma carga y con una temperatura de punto de ajuste como en la figura 5.

Con un método de control según la invención, se optimiza el ahorro de energía en la cantidad de carga diferente, maximizando los beneficios con una pequeña cantidad de carga.

REIVINDICACIONES

1. Un método para controlar el funcionamiento de una secadora de ropa que comprende una cámara de secado (12) y un sistema de flujo de aire que comprende un soplante (14, 16) de velocidad variable para forzar el paso de aire a través de la cámara de secado, caracterizado por que el método comprende calcular un valor relacionado con la tasa de eliminación de agua y ajustar la velocidad del soplante dependiendo de dicho valor calculado.
2. Un método según la reivindicación 1, en el que dicho valor se basa en una relación (ϕ) entre la tasa de condensación de agua y la potencia de un calentador (22) usado para calentar el flujo de aire (F) aguas arriba de la cámara de secado (12).
3. Un método según la reivindicación 1 o 2, en el que la velocidad del soplante (16) se cambia dependiendo de si el cambio previo de velocidad en un periodo de control previo ha dado como resultado un aumento o una disminución de dicha relación (ϕ), siendo, en caso de aumento, el cambio de velocidad en la misma dirección y siendo, en caso de disminución, el cambio de velocidad en la dirección opuesta.
4. Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, para una secadora de ropa que tiene un intercambiador de calor (20) para enfriar el aire aguas abajo de la cámara de secado (12) y aguas arriba de un calentador (22), en donde se mide la diferencia de temperatura del aire de refrigeración (C) a través del intercambiador de calor, estando relacionada tal diferencia con la tasa de eliminación de agua.
5. Una secadora volteadora doméstica que comprende un tambor giratorio (12) que define una cámara de secado y un sistema de flujo de aire que comprende un soplante (14, 16) de velocidad variable para forzar el paso de aire a través del tambor (12), caracterizada por que ésta comprende una unidad de control (24, 26) adaptada para calcular un valor relacionado con la tasa de eliminación de agua y para ajustar la velocidad del soplante (16) dependiendo de dicho valor calculado.
6. Una secadora volteadora doméstica según la reivindicación 5, en la que la unidad de control (24, 26) está adaptada para ajustar la velocidad del soplante (16) dependiendo de una relación entre la tasa de eliminación de agua y la potencia entregada por un calentador (22) que está colocado aguas arriba del tambor (12).
7. Una secadora volteadora doméstica según la reivindicación 5 o 6, que incluye un intercambiador de calor (20) aguas abajo del tambor (12) para condensar agua en el flujo (F) de aire, en donde dicho valor se calcula midiendo el aumento de temperatura del aire de refrigeración a través del intercambiador de calor (20).
8. Una secadora volteadora doméstica según la reivindicación 5 o 6, en la que la unidad de control (24, 26) está adaptada para procesar una señal procedente de un sensor de peso que detecta la cantidad de agua condensada.



File 1

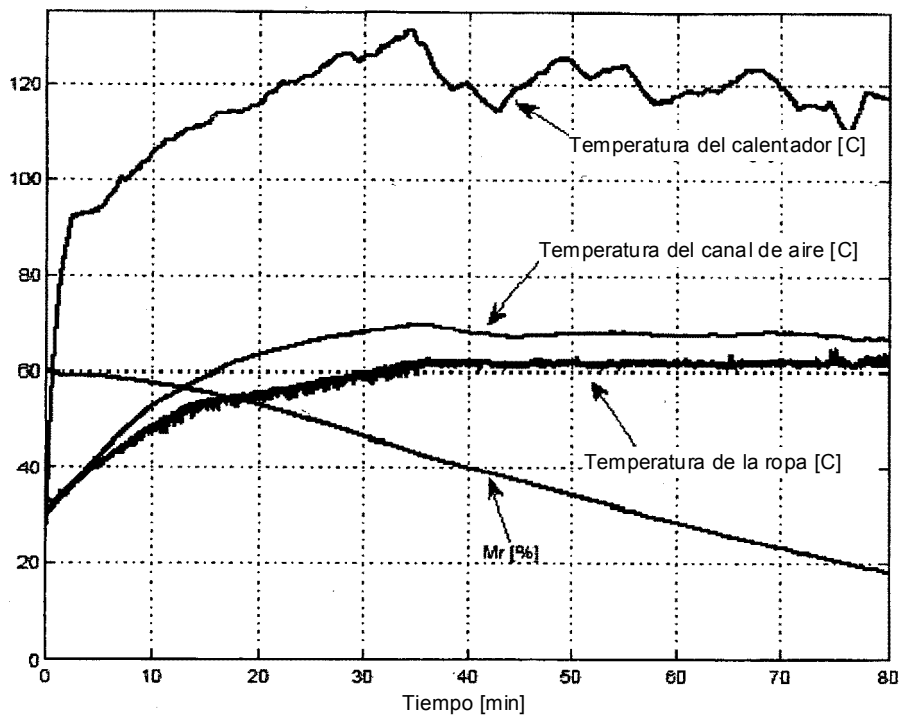


Fig. 5

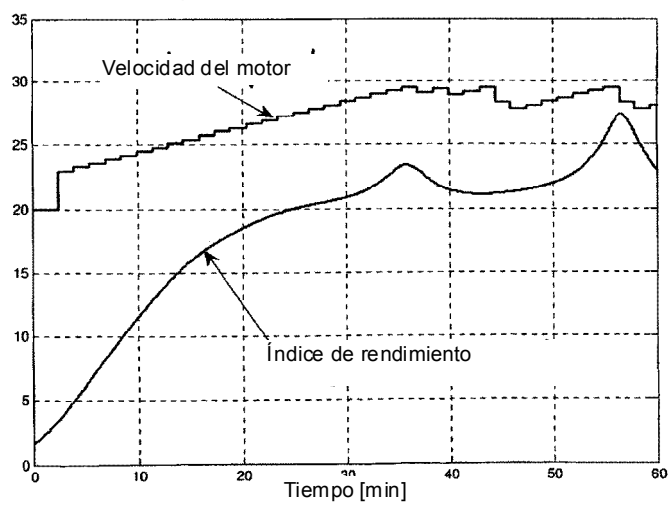


Fig. 3

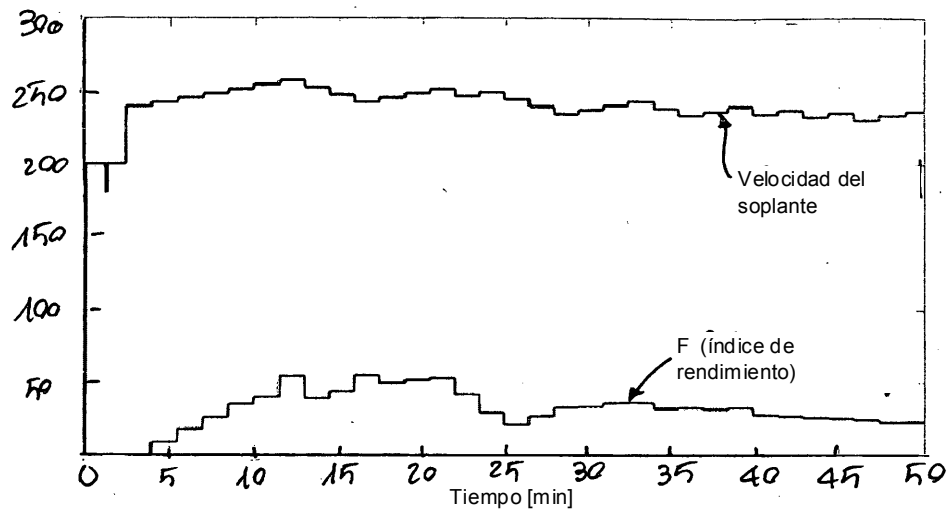


Fig. 4

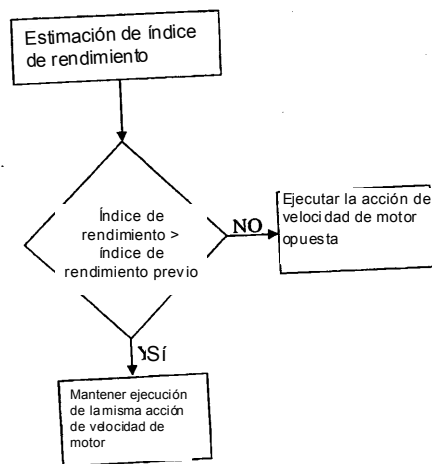


Fig. 2

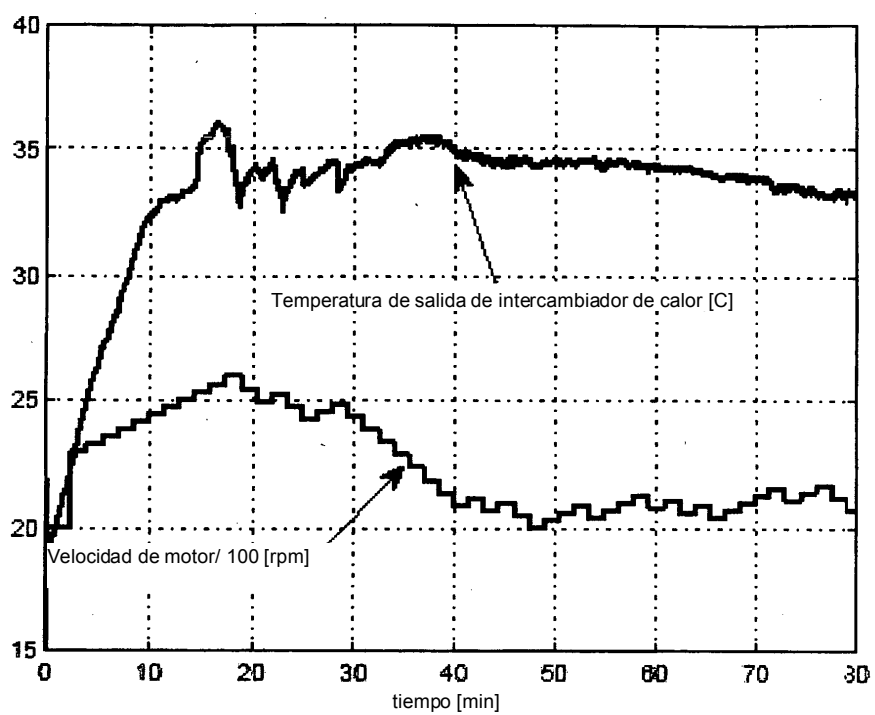


Fig. 6