

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 643 743**

51 Int. Cl.:

F24F 11/00 (2006.01)

F04D 27/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.04.2013** **E 13382160 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.07.2017** **EP 2799789**

54 Título: **Método y sistema de ajuste automático del funcionamiento de un ventilador, y programa de ordenador que implementa el método**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.11.2017

73 Titular/es:

GIDELMAR, S.A. (100.0%)
Orinoco 5198
Montevideo, UY

72 Inventor/es:

BICA CAFFERA, GABRIEL ALEJANDRO

74 Agente/Representante:

TEMIÑO CENICEROS, Ignacio

ES 2 643 743 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 y sistema de ajuste automático del funcionamiento de un ventilador, y programa de ordenador que implementa el método

5

Sector de la técnica

La presente invención concierne en general, en un primer aspecto, a un método de ajuste automático del funcionamiento de un ventilador, que comprende variar la velocidad de giro del mismo en función de un criterio de funcionamiento seleccionado, y más particularmente a un método que comprende calcular el punto de trabajo actual del ventilador y utilizarlo para llevar a cabo dicha variación de la velocidad de giro del ventilador.

10

Un segundo aspecto de la invención concierne a un sistema de ajuste automático del funcionamiento de un ventilador que implementa el método del primer aspecto.

15

Un tercer aspecto de la invención concierne a un programa de ordenador que implementa las etapas del método del primer aspecto.

Estado de la técnica anterior

20

Son conocidos diferentes métodos y sistemas de control de un ventilador mediante la variación de la velocidad de giro del mismo en función de un criterio de funcionamiento seleccionado, tal como el mantenimiento de una presión o un caudal constante, la obtención de un rendimiento máximo, un consumo mínimo, etc.

25

A continuación se citan y describen brevemente una serie de documentos de patente que divulgan algunos de tales métodos o sistemas de control.

En la solicitud EP1840476 A2 se propone realizar un control de un ventilador de un aparato de flujo de aire, con el fin de mantener una presión constante, a partir de unas señales enviadas por diferentes sensores, tales como de ocupación, de presión, de flujo de aire, de CO₂ o de velocidad de aire.

30

En JP2008116086 se propone controlar un ventilador de un aparato de aire acondicionado, para mantener un caudal constante, a partir de unas señales enviadas por diferentes sensores, incluyendo sensores de humedad y de temperatura.

35

La patente FR2835598B1 propone un sistema que incluye una carcasa que aloja un ventilador-extractor conectado a través de varios conductos a diferentes apartamentos de un edificio, y que incorpora un detector de presión en el interior de la carcasa con el fin de realizar un control de presión constante a partir de las medidas realizadas con dicho sensor de presión, variando la velocidad de giro del ventilador.

40

Tanto JP2005312227 como JP2008043083 proponen realizar un control "sin sensores" de un ventilador, para mantener un caudal constante, que se lleva a cabo a partir de la posición y velocidad de giro del ventilador, que no son obtenidas mediante sensores sino calculadas a partir de medidas de señales de consumo eléctrico del motor del ventilador.

45

En la patente ES2343161B1 se propone un sistema de ajuste automático de la presión de un ventilador en función del caudal requerido, en base a unas lecturas de un sensor de presión, y que incluye, almacenada en una memoria de una unidad lógica, una curva de caudal/presión de referencia por encima de la cual se define una franja o zona de trabajo para el ventilador, calculándose la nueva velocidad de giro a aplicar al ventilador a partir del valor de la velocidad de giro actual detectada y de la presión actual detectada.

50

La patente US6462494 propone controlar la velocidad de giro de un ventilador mediante el cálculo de la velocidad de giro a aplicar, denominada velocidad de giro requerida, sin utilizar sensores de presión o sensores de caudal, sino más bien a partir de la velocidad de giro actual del ventilador medida con un sensor, a partir de la corriente que circula a través del motor de ventilador o que lo alimenta, y a partir de una pluralidad de parámetros adicionales, incluyendo datos específicos del ventilador o datos relacionados con el mismo (diámetro y/o densidad del aire y/o coeficientes de ventilador y/o coeficientes del motor), y a partir de una curva característica artificial (es decir, no pertenece a las propias curvas características del ventilador), que sólo relaciona presión con caudal.

55

Aunque US6462494 propone obtener un punto de trabajo del ventilador, este punto se obtiene a partir del cálculo del par motor que a su vez se establece, entre otras cosas, a partir de medidas de par motor específicas para cada motor, y no propone utilizar el par motor obtenido para crear la curva característica artificial.

60

El cálculo de la curva característica artificial de US6462494 es bastante complejo y tiene en cuenta valores medidos de parámetros del motor del ventilador.

65

US2012/009863 divulga un método según el preámbulo de la reivindicación 1.

No se propone en ninguno de los documentos citados obtener el punto de trabajo actual del ventilador mediante cálculo sobre unas curvas características del ventilador, y utilizarlo para llevar a cabo la variación de la velocidad de giro del ventilador.

Aunque el experto en la materia deseara realizar el control de la velocidad de giro del ventilador utilizando para ello el punto de trabajo determinado directamente a partir de las curvas características del mismo, el punto de trabajo determinado de tal manera no sería el actual en la gran mayoría de casos, ya que, debido al número limitado tanto de curvas como de puntos que conforman cada curva, es prácticamente imposible que pueda realizarse tal determinación encontrando directamente un punto registrado en alguna de las curvas que se corresponda con el punto de trabajo actual en cada momento.

Explicación de la invención

Por todo lo anteriormente expuesto, resulta necesario ofrecer una alternativa al estado de la técnica que supere las carencias existentes en el mismo, que permita prescindir de sensores de presión y de caudal como lo hace el documento US6462494, pero que ofrezca una solución menos compleja que la ofrecida por dicha patente.

Con tal fin, la presente invención concierne, en un primer aspecto, a un método de ajuste automático del funcionamiento de un ventilador, que comprende:

- determinar (generalmente mediante una medición directa o indirecta) el valor de la velocidad de giro actual del ventilador;

- medir la corriente eléctrica consumida por el ventilador;

- establecer el valor de la nueva velocidad de giro para el ventilador, calculándolo en base a un criterio de funcionamiento seleccionado (tal como presión constante, caudal constante, consumo mínimo, rendimiento máximo, etc.), utilizando el valor de velocidad de giro actual determinado y el valor medido de la corriente eléctrica consumida por el ventilador.

A diferencia de las propuestas conocidas, el método propuesto por el primer aspecto de la presente invención comprende, de manera característica, determinar la potencia eléctrica actual consumida por el motor del ventilador a partir de dicho valor medido de la corriente eléctrica consumida por el ventilador, y calcular el punto de trabajo actual del ventilador a partir de varias curvas características del ventilador y en base a dichos valores de velocidad y de potencia eléctrica actuales, comprendiendo el método utilizar dicho punto de trabajo actual calculado para establecer el valor de la nueva velocidad de giro para el ventilador.

Según un ejemplo de realización preferido, cuando en dichas curvas características del ventilador no se encuentra ningún punto que relaciona al valor de la velocidad de giro actual del ventilador con el valor de la potencia eléctrica actual, el método comprende calcular un punto estimado de cruce, que es dicho punto de trabajo, mediante las siguientes etapas:

- determinar, en dos curvas características de dos velocidades de giro distintas que relacionan potencia eléctrica con caudal, dos puntos, un punto por curva, donde dichas dos velocidades de giro son una primera velocidad de giro con un valor inferior al de la velocidad de giro actual, y una segunda velocidad de giro con un valor superior al de la velocidad de giro actual, e

- interpolar dichos dos puntos, siendo el resultado de dicha interpolación el punto de trabajo actual.

Según un ejemplo de realización, cuando dichos dos puntos no se encuentran entre los puntos registrados de dichas dos curvas características de, respectivamente, las primera y segunda velocidades de giro, el método propuesto por el primer aspecto de la invención comprende determinarlos por interpolación de los dos puntos más cercanos de su curva característica correspondiente.

En un apartado posterior relativo a la descripción detallada de unos ejemplos de realización se describirá más detalladamente, con referencia a las figuras adjuntas, tanto la determinación por interpolación de dichos dos puntos, referidos como x_1 , x_2 , como la del punto de trabajo, referido como x , obtenido por interpolación de los mismos, según diferentes ejemplos de realización.

Según unos ejemplos de realización, alternativos o complementarios, el método comprende determinar el valor de caudal y/o de presión correspondiente al punto de trabajo actual, compararlo con un valor de consigna, y determinar el valor de la nueva velocidad de giro para el ventilador en función del resultado de dicha comparación.

De acuerdo con un ejemplo de realización, el método propuesto por el primer aspecto de la invención comprende

utilizar un control proporcional-integral para obtener la nueva velocidad de giro a partir del punto de trabajo actual calculado, utilizando la presión y/o el caudal determinado asociado al mismo.

5 Un segundo aspecto de la invención concierne a un sistema de ajuste automático del funcionamiento de un ventilador, que comprende una unidad de control con una memoria con al menos una curva característica almacenada en la misma y con acceso a información sobre la velocidad de giro actual de un ventilador, estando dicha unidad de control adaptada para establecer el valor de una nueva velocidad de giro para el ventilador en base a un criterio de funcionamiento seleccionado, utilizando al menos el valor de velocidad de giro actual y al menos dicha curva característica del ventilador.

10 A diferencia de los sistemas de ajuste conocidos, en el propuesto por el segundo aspecto de la invención dicha memoria tiene registradas una pluralidad de curvas características del ventilador, y dicha unidad de control implementa el método del primer aspecto de la invención.

15 Un tercer aspecto de la invención concierne a un programa de ordenador que incluye instrucciones que implementan las etapas del método del primer aspecto cuando se ejecutan en un ordenador o en cualquier otra clase de dispositivo con capacidad de computación, siendo el dispositivo de computación más habitual el microcontrolador integrado en el mismo circuito que controla la velocidad del motor del ventilador y que, en general, también incluye la memoria donde se almacenan las curvas características.

20 **Breve descripción de los dibujos**

Las anteriores y otras ventajas y características se comprenderán más plenamente a partir de la siguiente descripción detallada de unos ejemplos de realización con referencia a los dibujos adjuntos, que deben tomarse a título ilustrativo y no limitativo, en los que:

la figura 1 es una gráfica que relaciona presión con caudal y que incluye varias curvas características de un ventilador correspondientes a distintas velocidades de giro del mismo, a utilizar por el método y el sistema propuestos por la presente invención, para un ejemplo de realización;

la figura 2 es una gráfica que relaciona potencia eléctrica con caudal para varias curvas características de un ventilador correspondientes a distintas velocidades de giro del mismo, a utilizar por el método y el sistema propuestos por la presente invención, para un ejemplo de realización;

35 la figura 3 ilustra, en una gráfica que relaciona potencia eléctrica con caudal y que muestra dos porciones de dos curvas características del mismo para dos velocidades de giro, los diferentes puntos de interpolación teóricos posibles;

la figura 4 muestra la interpolación potencia-caudal llevada a cabo en sendas curvas de velocidades de giro distintas para hallar el punto de trabajo x, según un ejemplo de realización del método propuesto por el primer aspecto de la invención; y

la figura 5 muestra la interpolación presión-caudal llevada a cabo en sendas curvas de velocidades de giro distintas para hallar el punto de trabajo x, según otro ejemplo de realización del método propuesto por el primer aspecto de la invención.

Descripción detallada de unos ejemplos de realización

50 En las figuras 1 y 2 se ilustran, a modo de ejemplo, unas curvas características de un ventilador utilizadas por el método y el sistema propuestos por la presente invención. Estas curvas, o similares, son utilizadas para calcular el caudal y/o la presión correspondientes al punto de trabajo actual.

El punto de trabajo actual está caracterizado por una velocidad y una potencia eléctrica, que se puede calcular a partir del voltaje y la intensidad absorbida por el motor del ventilador.

55 Tal y como ya se ha indicado en un apartado anterior, debido a que tal punto de trabajo puede estar situado en cualquier punto de velocidad y potencia, y solamente se dispone de un número limitado de curvas y además cada curva contiene un número limitado de puntos, se debe encontrar el punto de trabajo mediante una doble interpolación: primero para encontrar dos puntos equivalentes en dos curvas adyacentes y después para encontrar el punto actual entre este par de puntos.

Por tanto, buena parte de la precisión del método propuesto por el primer aspecto de la invención, para unos ejemplos de realización preferidos, depende de la elección de estos puntos equivalentes.

65 Para los ejemplos de realización aquí descritos, se buscará una pareja de puntos con, idealmente, el mismo valor de caudal, ya que éstos estarán bastante próximos entre ellos, y por tanto su interpolación tendrá una gran precisión.

Como se aprecia en la figura 3, la cual muestra sendas porciones de dos curvas de velocidades distintas de potencia-caudal, la distancia entre los puntos X1 y X2 es menor que la distancia entre Y1 e Y2, o entre Z1 y Z2, y además los valores de caudal para X1 y X2 son prácticamente iguales (de hecho para la figura 3 son iguales ya que ésta muestra una situación ideal), por lo que su interpolación apenas introduce más error. Es por ello que, para los ejemplos de realización aquí descritos del método propuesto por el primer aspecto de la invención, se buscará el punto de trabajo interpolando entre dos puntos de dos curvas de distintas velocidades análogos a X1, X2, y que se ilustran e indican en las figuras 4 y 5 como puntos x1 y x2, cuya determinación, también por interpolación, se describirá a continuación, habiéndose indicado en dichas figuras el punto de trabajo con la referencia x.

Para llevar a cabo la determinación de los dos puntos x1, x2, el método del primer aspecto de la invención comprende basarse en la hipótesis de que, a caudal constante, a diferentes velocidades la potencia eléctrica consumida sigue la siguiente función:

$$\text{Pot} = a + K \cdot \text{Vel}^n$$

donde a es un término que no depende de la velocidad, K es una constante con un valor asignado de manera arbitraria u obtenido en un cálculo anterior y Vel es la velocidad de giro actual.

En función del ejemplo de realización, n tiene un valor superior a 1, con preferencia entre 2,5 y 3,5, y con aún más preferencia igual o sustancialmente igual a 3.

Según el ejemplo de realización ilustrado en la figura 4, el método comprende obtener dichos dos puntos x1, x2 mediante la realización de las siguientes etapas:

a) determinar, a partir del valor de la velocidad de giro actual Vel, las curvas de velocidad inmediatamente inferior y superior, las cuales se corresponden, respectivamente, con las anteriormente denominadas primera velocidad de giro Vel1 y segunda velocidad de giro Vel2;

b) suponer un valor de K o utilizar un valor obtenido en un cálculo anterior, de manera que $\text{Pot} = a + K \cdot \text{Vel}^n$ a caudal constante;

c) calcular los valores de potencia eléctrica Pot1, Pot2, que corresponderían a la primera Vel1 y a la segunda Vel2 velocidades de giro, manteniendo el caudal actual, mediante las siguientes expresiones:

$$\text{Pot1} = \text{Pot} + K \cdot (\text{Vel1}^n - \text{Vel}^n)$$

$$\text{Pot2} = \text{Pot} + K \cdot (\text{Vel2}^n - \text{Vel}^n)$$

y

d) determinar dichos dos puntos x1, x2 asociados a, respectivamente, los valores de Pot1 y Pot2:

d1) obteniéndolos directamente de las curvas características Vel1, Vel2, cuando se encuentran entre los puntos registrados en las mismas (caso no ilustrado); o

d2) si no se encuentran entre dichos puntos registrados (caso ilustrado), llevando a cabo dicha interpolación de los dos puntos más cercanos a1, b1; a2, b2, de su curva característica correspondiente.

Según un ejemplo de realización, el método comprende determinar el valor de caudal Q correspondiente al punto de trabajo actual x, obtenido mediante la interpolación de los dos puntos x1, x2, compararlo con un valor de consigna, y determinar el valor de la nueva velocidad de giro Vaj para el ventilador en función del resultado de dicha comparación, utilizando para ello cualquier ecuación conocida por un experto en la materia.

Para llevar a cabo dicho cálculo del valor de caudal Q, el método comprende, según una variante de dicho ejemplo de realización (ver figura 4):

e) encontrar el valor de caudal Q1 correspondiente al punto x1 asociado a la potencia Pot1, mediante la siguiente expresión:

$$Q1 = Q(a1) + (\text{Pot1} - \text{Pot}(a1)) \cdot (Q(b1) - Q(a1)) / (\text{Pot}(b1) - \text{Pot}(a1))$$

donde Q(a1) y Q(b1) representan, respectivamente, los caudales de los puntos a1 y b1 más cercanos encontrados en su curva característica Vel1, y Pot(a1) y Pot(b1) representan sus potencias eléctricas;

f) encontrar el valor de caudal Q2 correspondiente al punto x2 asociado a la potencia Pot2, mediante la siguiente

expresión:

$$Q2=Q(a2)+(Pot2-Pot(a2))\cdot(Q(b2)-Q(a2))/(Pot(b2)-Pot(a2))$$

5 donde Q(a2) y Q(b2) representan, respectivamente, los caudales de los puntos a2 y b2 más cercanos encontrados en su curva característica Vel2, y Pot(a2) y Pot(b2) representan sus potencias eléctricas;

g) comparar los valores de caudal Q1 y Q2, y si se diferencian por encima de un umbral, corregir el valor de K y volver a la etapa c); en caso contrario seguir con la etapa f); y

10 f) obtener el valor de caudal Q de dichos dos puntos x1, x2, interpolando linealmente entre Q1 y Q2, mediante la siguiente expresión:

$$Q=Q1+(Vel-Vel1)\cdot(Q2-Q1)/(Vel2-Vel1)$$

15 Según otro ejemplo de realización, alternativo o complementario, referente a la determinación del valor de caudal Q, el método propuesto por el primer aspecto de la invención comprende determinar el valor de presión P correspondiente al punto de trabajo actual x, obtenido mediante la interpolación de los dos puntos x1, x2, compararlo con un valor de consigna, y determinar el valor de la nueva velocidad de giro Vaj para el ventilador en función del resultado de dicha comparación.

Para llevar a cabo dicho cálculo del valor de presión P, el método comprende, para una variante de dicho ejemplo de realización que se ilustra en la figura 5, la realización de las siguientes etapas, utilizando unas curvas características del ventilador, para diferentes velocidades de giro, que relacionan presión con caudal:

25 i) leer en la curva de velocidad de Vel1 los valores de presión correspondientes a los dos puntos a1, b1 más cercanos al punto x1, e interpolar utilizando una de las siguientes expresiones:

$$P1=P(a1)+(Pot1-Pot(a1))\cdot(P(b1)-P(a1))/(Pot(b1)-Pot(a1))$$

$$30 P1=P(a1)+(Q1-Q(a1))\cdot(P(b1)-P(a1))/(Q(b1)-Q(a1))$$

donde P(a1) y P(b1) representan, respectivamente, dichos valores de presión correspondientes a, respectivamente, los puntos a1 y b1;

35 ii) leer en la curva de velocidad de Vel2 los valores de presión correspondientes a los dos puntos a2, b2 más cercanos al punto x2, e interpolar utilizando una de las siguientes expresiones:

$$40 P2=P(a2)+(Pot2-Pot(a2))\cdot(P(b2)-P(a2))/(Pot(b2)-Pot(a2))$$

$$P2=P(a2)+(Q2-Q(a2))\cdot(P(b2)-P(a2))/(Q(b2)-Q(a2))$$

donde P(a2) y P(b2) representan, respectivamente, dichos valores de presión correspondientes a, respectivamente, los puntos a2 y b2; y

45 iii) obtener el valor de presión P de los dos puntos x1, x2, interpolando linealmente entre P1 y P2, mediante la siguiente expresión:

$$50 P = \sqrt{P1^2+(Vel-Vel1)\cdot(P2^2 - P1^2)/(Vel2-Vel1)}$$

Debe indicarse que las porciones de curva de las figuras 4 y 5 son esquemáticas y se han representado de manera que permitan apreciar mejor los distintos puntos que las conforman, y por ende la aplicación del método sobre las mismas para interpolar tales puntos, con respecto a lo que unas curvas más realistas (por ejemplo con menor inclinación) permitirían.

55 Se consigue así, tanto con el ejemplo de realización relativo al cálculo del valor de caudal Q como al del cálculo del valor de presión P, o con una combinación de los mismos, poder determinar el punto de trabajo del ventilador sin la utilización de sensores de presión y caudal, y variar la velocidad de giro del motor del ventilador en base a dicho punto de trabajo calculado, por ejemplo mediante un control proporcional-integral (PI), utilizando cualquier ecuación conocida por un experto en la materia, tal como la siguiente ecuación, para encontrar la nueva velocidad de giro, es decir, la velocidad de consigna, en el caso de que el valor calculado sea el valor de presión P:

$$V_{aj} = V \cdot \sqrt{\frac{P_{aj}}{P}}$$

donde P_{aj} es la presión a ajustar, es decir, la presión deseada que corresponde a una presión constante si el criterio de funcionamiento seleccionado es mantener dicha presión constante.

5

Un experto en la materia podría introducir cambios y modificaciones en los ejemplos de realización descritos sin salirse del alcance de la invención según está definido en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Método de ajuste automático del funcionamiento de un ventilador, del tipo que comprende:

- 5 - determinar el valor de la velocidad de giro actual (Vel) del ventilador;
- medir la corriente eléctrica consumida por el ventilador;
- 10 - establecer el valor de la nueva velocidad de giro (Vaj) para el ventilador, calculándolo en base a un criterio de funcionamiento seleccionado, utilizando al menos el valor de velocidad de giro actual determinado (Vel) y el valor medido de la corriente eléctrica consumida por el ventilador,

15 en el que el método comprende además determinar la potencia eléctrica actual (Pot) consumida por el motor del ventilador a partir de dicho valor medido de la corriente eléctrica consumida por el ventilador, calcular el punto de trabajo actual (x) del ventilador a partir de varias curvas características del ventilador y en base a dichos valores de velocidad (Vel) y de potencia eléctrica (Pot) actuales, y utilizar dicho punto de trabajo actual calculado (x) para establecer el valor de la nueva velocidad de giro (Vaj) para el ventilador;

20 estando el método caracterizado porque: cuando en dichas curvas características del ventilador no se encuentra ningún punto que relaciona a dicho valor de la velocidad de giro actual (Vel) del ventilador con dicho valor de la potencia eléctrica actual (Pot), el método comprende calcular un punto estimado de cruce, que es dicho punto de trabajo (x), mediante las siguientes etapas:

- 25 - determinar, en dos curvas características de dos velocidades de giro distintas que relacionan potencia eléctrica con caudal, dos puntos (x1, x2), un punto por curva, donde dichas dos velocidades de giro son una primera velocidad de giro (Vel1) con un valor inferior al de la velocidad de giro actual (Vel), y una segunda velocidad de giro (Vel2) con un valor superior al de la velocidad de giro actual (Vel), e

- 30 - interpolar dichos dos puntos (x1, x2), siendo el resultado de dicha interpolación el punto de trabajo actual (x).

2. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque cuando dichos dos puntos (x1, x2) no se encuentran entre los puntos registrados de dichas dos curvas características de, respectivamente, las primera (Vel1) y segunda (Vel 2) velocidades de giro, el método comprende determinarlos por interpolación de los dos puntos más cercanos (a1, b1; a2, b2) de su curva característica correspondiente.

3. Método según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque para llevar a cabo al menos dicha determinación de dichos dos puntos (x1, x2), el método comprende basarse en la hipótesis de que, a caudal constante, a diferentes velocidades la potencia eléctrica consumida sigue la siguiente función:

$$Pot = a + K \cdot Vel^n$$

45 donde a es un término que no depende de la velocidad, K es una constante con un valor asignado de manera arbitraria u obtenido en un cálculo anterior y Vel es la velocidad de giro actual.

4. Método según la reivindicación 3, caracterizado porque comprende obtener dichos dos puntos (x1, x2) mediante la realización de las siguientes etapas:

- 50 a) determinar, a partir del valor de la velocidad de giro actual (Vel), las curvas de velocidad inmediatamente inferior y superior, las cuales se corresponden, respectivamente, con dicha primera velocidad de giro (Vel1) y con dicha segunda velocidad de giro (Vel2);

- 55 b) suponer un valor de K o utilizar un valor obtenido en un cálculo anterior, de manera que $Pot = a + K \cdot Vel^n$ a caudal constante;

- c) calcular los valores de potencia eléctrica (Pot1, Pot2) que corresponderían a la primera (Vel1) y a la segunda (Vel2) velocidades de giro, manteniendo el caudal actual, mediante las siguientes expresiones:

$$Pot1 = Pot + K \cdot (Vel1^n - Vel^n)$$

$$Pot2 = Pot + K \cdot (Vel2^n - Vel^n)$$

60 donde Vel1 y Vel2 son, respectivamente, la primera y la segunda velocidad de giro; y

- 65 d) determinar dichos dos puntos (x1, x2) asociados a, respectivamente, los valores de Pot1 y Pot2:

d1) obteniéndolos directamente de las curvas características (Vel1, Vel2), cuando se encuentran entre los puntos registrados en las mismas; o

5 d2) si no se encuentran entre dichos puntos registrados, llevando a cabo dicha interpolación de los dos puntos más cercanos (a1, b1; a2, b2) de su curva característica correspondiente.

5. Método según la reivindicación 4, caracterizado porque comprende determinar el valor de caudal (Q) correspondiente al punto de trabajo actual (x), obtenido mediante dicha interpolación de dichos dos puntos (x1, x2), compararlo con un valor de consigna, y determinar el valor de la nueva velocidad de giro (Vaj) para el ventilador en función del resultado de dicha comparación.

6. Método según la reivindicación 5, caracterizado porque para llevar a cabo dicho cálculo del valor de caudal (Q), el método comprende:

15 e) encontrar el valor de caudal (Q1) correspondiente al punto (x1) asociado a la potencia Pot1, mediante la siguiente expresión:

$$Q1=Q(a1)+(Pot1-Pot(a1))\cdot(Q(b1)-Q(a1))/(Pot(b1)-Pot(a1))$$

20 donde Q(a1) y Q(b1) representan, respectivamente, los caudales de los puntos a1 y b1 más cercanos encontrados en su curva característica (Vel1), y Pot(a1) y Pot(b1) representan sus potencias eléctricas;

f) encontrar el valor de caudal (Q2) correspondiente al punto (x2) asociado a la potencia Pot2, mediante la siguiente expresión:

$$25 \quad Q2=Q(a2)+(Pot2-Pot(a2))\cdot(Q(b2)-Q(a2))/(Pot(b2)-Pot(a2))$$

30 donde Q(a2) y Q(b2) representan, respectivamente, los caudales de los puntos a2 y b2 más cercanos encontrados en su curva característica (Vel2), y Pot(a2) y Pot(b2) representan sus potencias eléctricas;

g) comparar los valores de caudal Q1 y Q2, y si se diferencian por encima de un umbral, corregir el valor de K y volver a la etapa c); en caso contrario seguir con la etapa f); y

35 f) obtener el valor de caudal (Q) de dichos dos puntos (x1, x2), interpolando linealmente entre Q1 y Q2, mediante la siguiente expresión:

$$Q=Q1+(Vel-Vel1)\cdot(Q2-Q1)/(Vel2-Vel1)$$

40 7. Método según la reivindicación 4, caracterizado porque comprende determinar el valor de presión (P) correspondiente al punto de trabajo actual (x), obtenido mediante dicha interpolación de dichos dos puntos (x1, x2), compararlo con un valor de consigna, y determinar el valor de la nueva velocidad de giro (Vaj) para el ventilador en función del resultado de dicha comparación.

45 8. Método según la reivindicación 7, caracterizado porque para llevar a cabo dicho cálculo del valor de presión (P), el método comprende la realización de las siguientes etapas, utilizando unas curvas características del ventilador, para diferentes velocidades de giro, que relacionan presión con caudal:

i) leer en la curva de velocidad de Vel1 los valores de presión correspondientes a los dos puntos (a1, b1) más cercanos al punto x1, e interpolar utilizando una de las siguientes expresiones:

$$50 \quad P1=P(a1)+(Pot1-Pot(a1))\cdot(P(b1)-P(a1))/(Pot(b1)-Pot(a1))$$

$$P1=P(a1)+(Q1-Q(a1))\cdot(P(b1)-P(a1))/(Q(b1)-Q(a1))$$

55 donde P(a1) y P(b1) representan, respectivamente, dichos valores de presión correspondientes a, respectivamente, los puntos a1 y b1;

ii) leer en la curva de velocidad de Vel2 los valores de presión correspondientes a los dos puntos (a2, b2) más cercanos al punto x2, e interpolar utilizando una de las siguientes expresiones:

$$60 \quad P2=P(a2)+(Pot2-Pot(a2))\cdot(P(b2)-P(a2))/(Pot(b2)-Pot(a2))$$

$$P2=P(a2)+(Q2-Q(a2))\cdot(P(b2)-P(a2))/(Q(b2)-Q(a2))$$

65 donde P(a2) y P(b2) representan, respectivamente, dichos valores de presión correspondientes a, respectivamente, los puntos a2 y b2; y

iii) obtener el valor de presión (P) de dichos dos puntos (x1, x2), interpolando linealmente entre P1 y P2, mediante la siguiente expresión:

$$P = \sqrt{P1^2 + (Vel - Vel1) \cdot (P2^2 - P1^2) / (Vel2 - Vel1)}$$

- 5
9. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dicho criterio de funcionamiento seleccionado es al menos uno del grupo que incluye los siguientes criterios de funcionamiento: presión constante, caudal constante y rendimiento máximo.
- 10
10. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende utilizar un control proporcional-integral para obtener la nueva velocidad de giro (Vaj) a partir del punto de trabajo actual calculado (x), utilizando la presión (P) determinada y/o el caudal (Q) determinado asociados al mismo.
- 15
11. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 8, caracterizado porque n tiene un valor superior a 1, preferiblemente entre 2,5 y 3,5.
- 20
12. Método según la reivindicación 11, caracterizado porque n tiene un valor igual a 3.
- 25
13. Sistema de ajuste automático del funcionamiento de un ventilador, del tipo que comprende una unidad de control con una memoria con al menos una curva característica almacenada en la misma y con acceso a información sobre la velocidad de giro actual (Vel) de un ventilador, estando dicha unidad de control adaptada para establecer el valor de una nueva velocidad de giro (Vaj) para el ventilador en base a un criterio de funcionamiento seleccionado, utilizando al menos el valor de velocidad de giro actual (Vel) y al menos dicha curva característica del ventilador, estando el sistema caracterizado porque dicha memoria tiene registradas una pluralidad de curvas características del ventilador, y porque dicha unidad de control implementa el método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

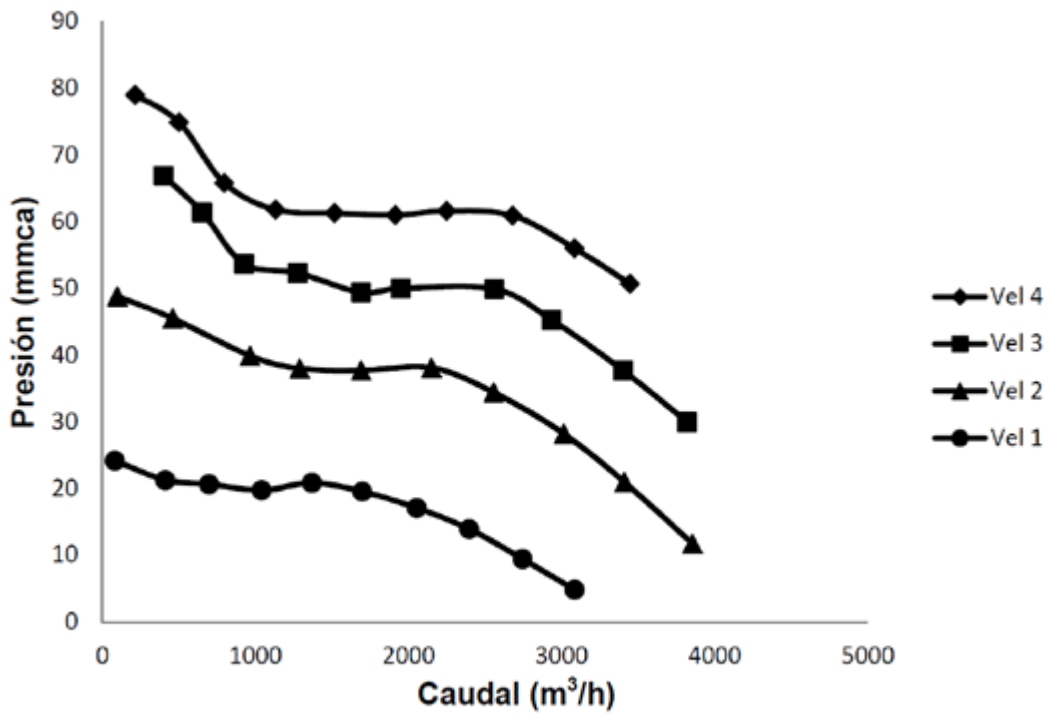


Fig. 1

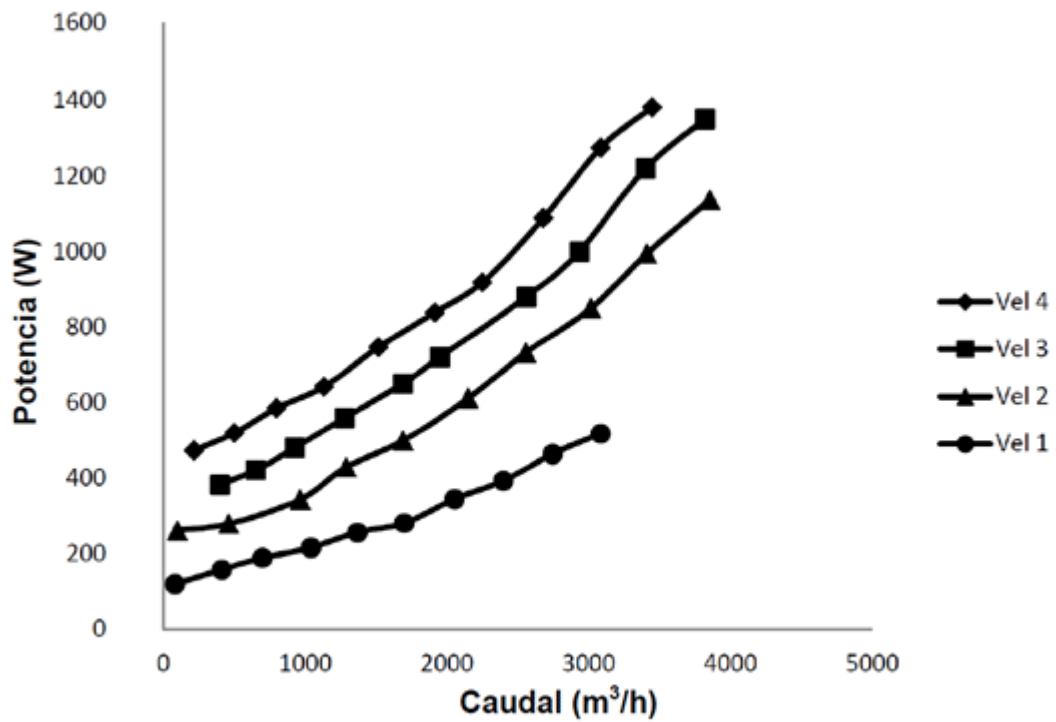


Fig. 2

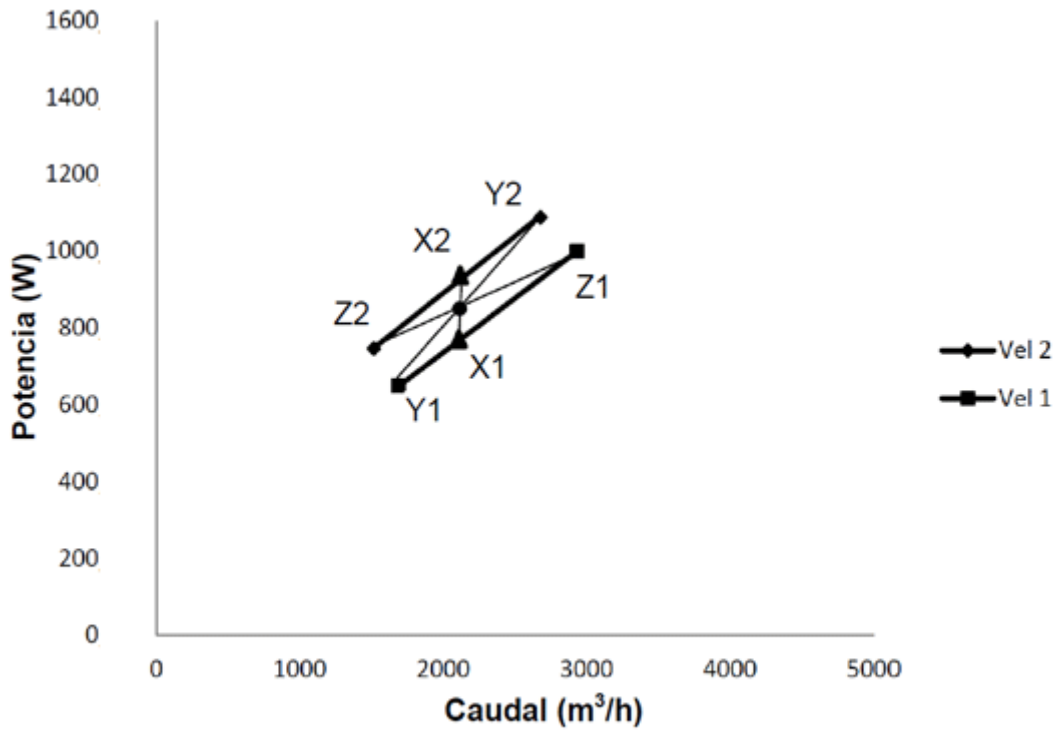


Fig. 3

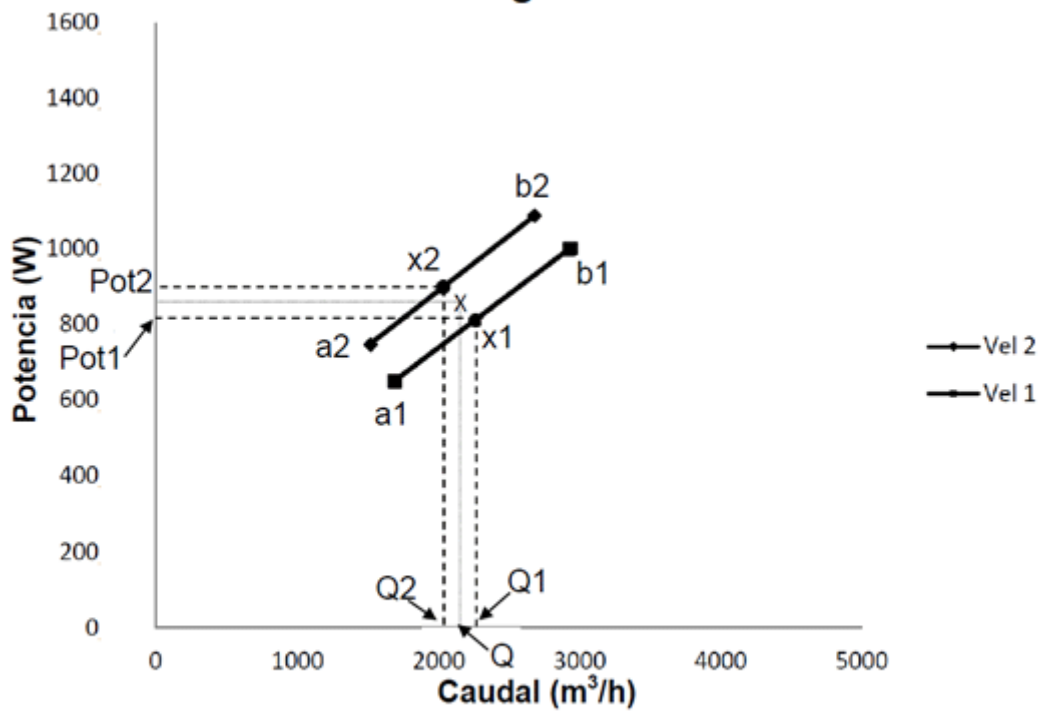


Fig. 4

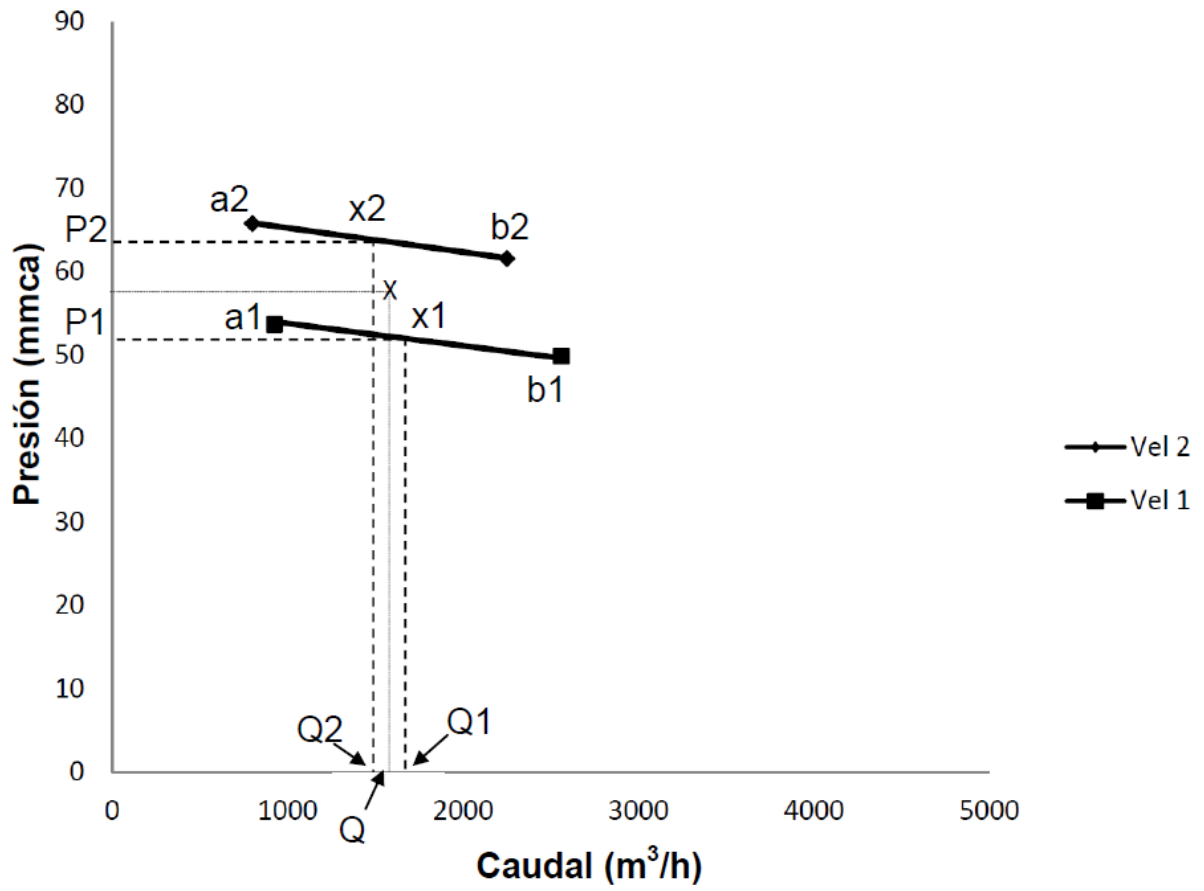


Fig. 5