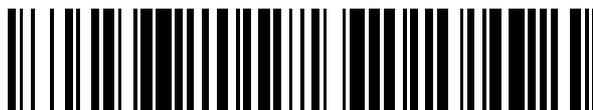


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 527 719**

51 Int. Cl.:

F24F 11/00 (2006.01)

F24F 11/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.11.2007 E 07254433 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.10.2014 EP 1921392**

54 Título: **Aparato para controlar un sistema de distribución de aire**

30 Prioridad:

10.11.2006 MY 0604486

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.01.2015

73 Titular/es:

**O.Y.L. RESEARCH & DEVELOPMENT CENTRE
SDN BHD (100.0%)
LOT 4739, JALAN BRP 8/2, TAMAN
PERINDUSTRIAN BUKIT RAHMAN PUTRA
47000 SUNGAI BULOH, SELANGOR, MY**

72 Inventor/es:

**SHIZUO, OTAKI;
THOO, KOK KEONG y
TENG, CHEE PANG**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 527 719 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

Aparato para controlar un sistema de distribución de aire

5 La presente invención se refiere a sistemas para el acondicionamiento de aire, y específicamente para controlar un sistema para mantener un caudal deseado de aire acondicionado a través de al menos parte del sistema independientemente de la presión estática en el mismo.

10 Varias técnicas diferentes se han utilizado en un intento de flujo de aire a través de un espacio confinado de un sistema que incluye sistemas de distribución de aire para el acondicionamiento de la temperatura del aire y estando la velocidad de dicho flujo de aire en relación con la presión estática en el sistema. La velocidad del flujo de aire a través de los sistemas de distribución de aire también se ve afectada por la velocidad y el par de torsión de un motor utilizado en el sistema.

15 Un enfoque implica la laboriosa tarea de hacer coincidir la velocidad del motor y el par de torsión con el ventilador adecuado para aproximarse al caudal de aire deseado para un espacio contenido particular y una presión estática de un sistema de distribución de aire particular. Sin embargo, esto no acomoda variaciones en la presión estática en el sistema de distribución de aire causada por alteraciones en el sistema, tales como la apertura, cierre o ajuste de un amortiguador que conecta un espacio acondicionado en relación de flujo de aire con el sistema. Además, otros dispositivos, tales como filtros e intercambiadores de calor, pueden alterar la presión estática dentro del sistema de conductos.

25 Si el ventilador o el soplador utilizados en este tipo de sistemas son del tipo de ventilador o de aspas, un aumento en la presión estática que actúa en este ventilador se traducirá en una disminución del caudal de aire.

30 Otro enfoque ha sido para compensar la alteración en la velocidad de los ventiladores y los motores eléctricos mediante el empleo de un aparato para controlar la velocidad del motor, lo que requiere el cálculo de constantes específicas para cada combinación de un sistema de aparato y distribución de aire. Este aparato incluye un controlador, que acciona el motor a diversas velocidades, pero no se puede utilizar con un controlador de motor general.

35 Es un objetivo de la presente invención proporcionar un sistema mejorado para el acondicionamiento de aire y para mantener un caudal de aire preseleccionado del aire acondicionado a través de al menos parte del sistema independientemente de la presión estática en el mismo.

El documento EP 0 601 150 divulga un aparato según el preámbulo de la reivindicación 1.

El documento 5.736.823 divulga otro aparato de gestión de aire conocido.

40 Según la presente invención, se proporciona un aparato para controlar un sistema de distribución de aire del tipo que incluye un sistema de conductos, un motor asociado de manera accionada con un soplador y una señal de caudal de aire objetivo que representa un flujo de aire objetivo para el sistema de distribución de aire. El aparato está dispuesto para proporcionar control de la velocidad del motor para mantener una velocidad del flujo de aire en el sistema, sustancialmente con el caudal de aire objetivo. El aparato comprende unos medios de control dispuestos para controlar la velocidad del motor para estar a una velocidad provisional y para controlar la velocidad del motor a la velocidad objetivo y medios dispuestos para proporcionar una señal de la velocidad representativa de la velocidad del motor. El aparato comprende además medios dispuestos para proporcionar una señal representativa del par de torsión del motor, un módulo dispuesto para calcular una señal de caudal de aire basado en la señal de velocidad y la señal del par de torsión y para calcular una velocidad objetivo utilizando el caudal de aire y el caudal de aire objetivo.

55 Un aparato para controlar un sistema de distribución de aire para mantener una velocidad del flujo de aire en el sistema sustancialmente con el caudal de aire objetivo, en el que el microprocesador funciona de acuerdo con el siguiente algoritmo:

$$Q_a = A + B \cdot T_a + C/T_a + (D + E \cdot T_a + F/T_a) \cdot N_a + (G + H \cdot Q_a + I/Q_a) / N_a,$$

60 en el que Q_a es la señal de caudal real de aire, T_a es el valor actual de la señal de la velocidad del motor, N_a es el valor actual de la señal del par de torsión, y A a I son constantes que representan características del soplador, el motor y el motor de velocidad variable controlado.

Según la invención, se proporciona un aparato como se indica en la reivindicación 1. Las características preferidas se indican en las reivindicaciones 2 a 7.

La Figura 1 ilustra un diagrama de bloques de un aparato para controlar el sistema de distribución de aire en una realización de la presente invención.

La Figura 2 ilustra un diagrama de flujo del algoritmo de una realización de la presente invención.

Las Figuras 3(a) y 3(b) ilustran un caudal de aire de comparación entre el caudal de aire real y el caudal de aire calculado.

La Figura 4 ilustra un gráfico de rendimiento que muestra la revolución respecto a velocidad del flujo de aire en diferente una presión estática externa.

La Figura 1 es un diagrama de bloques ilustrativo de un aparato para controlar el sistema de distribución de aire de una realización de la presente invención. El aparato para controlar el sistema de distribución de aire comprende un sistema de conductos 15, un soplador 20, un motor 25, un controlador de motor de velocidad variable 30, un módulo de control del flujo de aire 35, y un sistema de control 40. El sistema de conductos 15 es un conducto utilizado para la distribución de aire a la zona deseada. Por ejemplo, el sistema de conductos 15 puede instalarse en un edificio para proporcionar aire acondicionado a las habitaciones deseadas en el mismo. Como se mencionó anteriormente, las presiones estáticas formadas dentro del sistema de conductos 15 se ven afectadas por amortiguadores 45, filtro 50, e intercambiadores de calor 55 que se incorporan en el sistema de conductos 15.

El soplador 20 es un dispositivo, tal como un ventilador, para hacer que el aire fluya en el sistema de conductos 15 y normalmente está instalado en el mismo. En una realización preferida, el soplador 20 comprende un ventilador centrífugo curvado hacia delante. Sin embargo, el soplador 20 puede ser cualquier tipo de aspa, ventilador, u otro dispositivo para mover aire en un sistema de distribución de aire.

El motor 25 es un dispositivo para proporcionar la potencia mecánica necesaria para accionar el soplador 20. En una realización preferida, el motor 25 incluye un conjunto estacionario 60 con una pluralidad de etapas de bobinado para llevar la corriente del motor e incluye además un conjunto de rotación 65 en relación de accionamiento con el soplador 20. El motor 25 puede ser cualquier dispositivo capaz de accionar el soplador 20, tal como un motor de CC sin escobillas. El motor 25 está conectado de manera accionada al soplador 20 mediante un sistema de polea 70. Alternativamente, el motor 25 y el soplador 20 puede ser un dispositivo integrado, de tal manera que el motor 25 se inserta en el soplador 20, fijado con un tornillo de fijación y eléctricamente conectado en el mismo (no mostrado).

El controlador de motor de velocidad variable 30 es unos medios para controlar la velocidad del motor en respuesta a una señal de velocidad objetivo 80 generada por el módulo de control de flujo de aire 35, unos medios para proporcionar una señal de velocidad 85 representativa de la velocidad del motor 25 y unos medios para proporcionar una señal de par de torsión 90 relativamente representativos del par de torsión del motor. La señal de velocidad 85 puede proporcionarse mediante un dispositivo para contar pulsos enviados desde el motor de CC sin escobillas. La señal del par de torsión 90 puede proporcionarse mediante un dispositivo para representar una tensión a suministrar al motor 25 o un dispositivo para representar una corriente a suministrar al motor 25. El controlador 30 del motor de velocidad variable es un tipo de control de tensión de armadura, es sensible a una señal de velocidad objetivo 80 y controla una velocidad del motor 25 mediante comparación entre una señal de velocidad objetivo 80 y una señal de velocidad 85.

El controlador 30 del motor de velocidad variable está conectado eléctricamente al módulo de control de flujo de aire 35 para recibir la señal de velocidad objetivo 80 y para enviar la señal de velocidad 85 y la señal del par de torsión 90. El controlador de motor de velocidad variable 30 también está conectado eléctricamente al motor 25 para aplicar una tensión a una o más de las etapas de bobinado en un momento y por conmutación de las fases del bobinado en una secuencia preseleccionada para girar el conjunto de rotación 65. Por consiguiente, el controlador 30 del motor de velocidad variable controla la velocidad del motor 25 en respuesta a la señal de velocidad objetivo 80 proporcionada por el módulo de control de flujo de aire 35.

El módulo de control de flujo de aire 35 son unos medios para proporcionar una señal de velocidad objetivo 80 en respuesta a una señal de caudal de aire 95, una señal de velocidad 85 y una señal de par de torsión 90, como se explicará a continuación. La señal de caudal de aire objetivo 95 se genera mediante el control del sistema 40. La señal de velocidad 85 y la señal de par de torsión 90 se generan mediante el controlador de motor de velocidad variable 30. El módulo de control de flujo de aire 35 comprende un microprocesador 100 para calcular una señal de caudal de aire 105 mediante la señal de velocidad 85 y la señal de par de torsión 90 y para el cálculo de la señal de velocidad objetivo 80 mediante la señal de caudal de aire objetivo 95, una señal de velocidad 85 y la señal de caudal de aire 105.

El control del sistema 40 es un dispositivo o sistema que suministra el control de flujo de aire 35 con una señal de caudal objetivo 95 representativa del caudal de aire deseado. El control del sistema 40 puede ser sensible a los sensores y a la entrada del usuario (no mostrada).

En una realización preferida de acuerdo con la invención, el módulo de control de flujo de aire 35 funciona de acuerdo con un algoritmo de flujo de aire constante para controlar y compensar la velocidad del motor. Este algoritmo permite que el motor 25 proporcione un flujo de aire constante dentro del sistema de distribución de aire 10 independientemente de las variaciones en la presión estática. El control del motor 25 de esta manera proporciona una independencia mejorada del caudal de aire para la presión estática dentro del sistema de distribución de aire 10. El algoritmo de flujo de aire constante demuestra la cooperación de la presente invención y se describe a continuación.

La figura 2 es un diagrama de flujo del algoritmo de flujo de aire constante incorporado en la presente invención. Comenzando en el bloque 120 marcado "iniciar", la primera etapa realizada 125 es enviar una señal de velocidad objetivo inicial que se puede seleccionar en cualquier señal de velocidad o puede ser una señal de velocidad objetivo final en la última funcionamiento. En la etapa 130, el módulo de control de flujo de aire 35 recibe la señal de caudal de aire objetivo 95 ("Qt") transmitida desde el sistema de control 140. En la etapa 135, el módulo de control de flujo de aire 35 recibe la señal de velocidad 85 ("Na-1") transmitida desde el controlador de motor de velocidad variable 30. En la etapa siguiente 140, el módulo de control de flujo de aire 35 espera 1 segundo y después de 1 segundo en la etapa 145, el microprocesador 100 recibe la señal de velocidad 85 ("Na") transmitida desde el controlador de motor de velocidad variable 30. En la etapa 150, el microprocesador 100 compara "Na-1" con "Na". Si la diferencia entre "Na-1" y "Na" es más de 10 rpm, el microprocesador 100 vuelve a la etapa 135 para esperar a la estabilidad de la velocidad del motor. Si la diferencia entre "Na-1" y "Na" es igual o inferior a 10 rpm, el microprocesador 100 pasa a la etapa 155 para recibir la señal de par de torsión 90 ("Ta") transmitida desde el controlador de motor de velocidad variable 30. En la etapa 160, el microprocesador 100 calcula una señal de caudal de aire ("Qa") mediante la señal de par de torsión 90 ("Ta") y la señal de velocidad 85 ("Na") usando el siguiente algoritmo

$$Qa=A+B * Ta+C/Ta+(D+E * Ta+F/Ta) * Na+(G+H * Qa+I/Qa)/Na,$$

en el que Qa es la señal de caudal real de aire, Ta es el valor actual de la señal de velocidad del motor 85, Na es el valor actual de la señal de par de torsión 90, y A a I son constantes que representan características del soplador 20, el motor 25 y el controlador de motor de velocidad variable 30. En la etapa 165, el microprocesador 100 calcula una señal de velocidad objetivo 80 ("NT") por la señal de caudal de aire objetivo 95 ("Qt"), la señal de caudal de aire real ("Qa") y la señal de velocidad 85 ("Na") usando el siguiente algoritmo: $Nt = Qt/Qa * Na$, donde Nt es una nueva señal de velocidad objetivo, Qa es la señal de caudal de aire real calculada en la etapa 160, Qt es el valor actual de la señal de caudal de aire de destino 95 y Na es el valor actual de la señal de velocidad 90. Después de la etapa 165, el microprocesador 100 vuelve a la etapa 125 para enviar la nueva señal de velocidad objetivo ("NT") al controlador de motor de velocidad variable 30 e iniciar el ciclo de nuevo.

La figura 3 es una comparación del caudal de aire entre el caudal de aire real y el caudal de aire calculado mediante una realización preferida de la presente invención. Las 4 columnas de la izquierda de la tabla A representan los datos de prueba y las 2 columnas de la derecha representan los resultados calculados por la ecuación mencionados en la etapa 160 y las constantes que se muestran en la tabla B en la figura 3. La primera columna representa el valor experimental de la velocidad del motor. La segunda columna representa el valor experimental de la presión estática. La tercera columna representa el valor experimental del caudal de aire. La cuarta columna representa el valor experimental de la señal de par de torsión 90. La quinta columna representa el valor calculado de la corriente de aire dada una geometría del soplador particular, el motor 25, y el controlador 30 del motor de velocidad variable. La sexta columna representa el porcentaje de error entre los valores calculados del flujo de aire y los valores experimentales del flujo de aire. Como ilustra esta tabla, el valor del porcentaje de error entre los valores calculados del flujo de aire y los valores experimentales de la corriente de aire están a menos del 2 % y los valores calculados del flujo de aire en una realización preferida de la presente invención expresan los valores experimentales del flujo de aire con precisión.

La figura 4 es un gráfico de rendimiento de una realización preferida de la presente invención. En esta tabla, un nivel horizontal es un caudal de aire con la unidad de CFM, un nivel vertical es una velocidad del motor y los puntos trazados representan el resultado experimental en cada caso que el amortiguador 45 se abre en el orden debido. Como ilustra esta tabla, los datos de misma relación de apertura del amortiguador 45 en línea recta aproximada, estas líneas rectas convergen en el origen y, por lo tanto, el algoritmo de cálculo de la nueva velocidad objetivo en una realización preferida de la presente invención es eficaz.

Por lo tanto, la presente invención proporciona un sistema y un método mejorados para el acondicionamiento de aire y para mantener un caudal de aire preseleccionado del aire acondicionado a través de al menos parte del sistema independientemente de la presión estática en el mismo para su uso en conjunción con numerosos sistemas de conductos sin la necesidad de calibración particular para el sistema de conductos específico.

Aunque el motor 25 y el controlador 30 de motor de velocidad variable se han descrito como un motor de corriente continua sin escobillas y un tipo de un control de tensión de armadura, un experto en la técnica reconocerá fácilmente que una combinación de un motor de inducción y un tipo de control de tensión primario o combinación de

un motor de inducción y un tipo de un control de frecuencia primaria también pueden controlar la velocidad del motor 25.

5 Aunque la invención se ha mostrado y descrito respecto a un mejor modo de realización de la misma, debe entenderse por los expertos en la técnica que varios otros cambios, omisiones y adiciones en la forma y detalle de la misma pueden realizarse en la misma sin apartarse del alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

5 1. Un aparato (10) para controlar un sistema de distribución de aire del tipo que incluye un sistema de conductos (15), un motor (25) asociado en accionamiento con un soplador (20) y una señal de caudal de aire objetivo (95), que representa un flujo de aire objetivo para el sistema de distribución de aire, estando dispuesto el aparato (10) para proporcionar control de la velocidad del motor para mantener un caudal de aire en el sistema, sustancialmente con el caudal de aire objetivo, en donde el aparato (10) comprende:

10 unos medios de control (30) dispuestos para controlar la velocidad del motor para estar a una velocidad provisional y para controlar la velocidad del motor a la velocidad objetivo;
unos medios (85) dispuestos para proporcionar una señal representativa de la velocidad del motor (25);

CARACTERIZADO POR

15 unos medios (90) dispuestos para proporcionar una señal de par de torsión representativa del par de torsión del motor (25);
un módulo (35) dispuesto para calcular una señal de caudal de aire basado en la señal de velocidad y la señal de par de torsión y para calcular una velocidad objetivo utilizando el caudal de aire y el caudal de aire objetivo.

20 2. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la velocidad provisional corresponde a una velocidad de funcionamiento actual del motor.

3. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la velocidad provisional corresponde a la velocidad a la que el motor funcionaba en una ocasión anterior.

25 4. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la ocasión anterior es la última vez que se utilizó el motor (25).

30 5. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la señal de par de torsión corresponde a una entrada de corriente eléctrica al motor (25).

6. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la señal de par de torsión corresponde a una entrada de tensión al motor (25).

35 7. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la señal de par de torsión corresponde a un deslizamiento que es una diferencia entre la frecuencia de una señal eléctrica suministrada al motor (25) y la velocidad del motor.

40 8. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que dichos medios para calcular un caudal de aire funcionan de acuerdo con el siguiente algoritmo;

$$Qa=A+B * Ta+C/Ta+(D+E * Ta+F/Ta) * Na+(G+H * Qa+I/Qa)/Na,$$

45 en el que Qa es igual al caudal de aire real; Ta es igual al valor actual de la señal de par de torsión; Na es igual al valor actual de la señal de la velocidad del motor y A a I equivalen a constantes.

9. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que dichos medios para calcular una velocidad objetivo funcionan de acuerdo con el siguiente algoritmo:

50
$$Nt = Qt/Qa*Na$$

donde Nt es igual a la velocidad objetivo; Qt es igual al caudal de aire objetivo; Qa es igual al caudal de aire real que se calcula mediante el cálculo de un caudal de aire y Na es igual al valor actual de la señal de velocidad del motor.

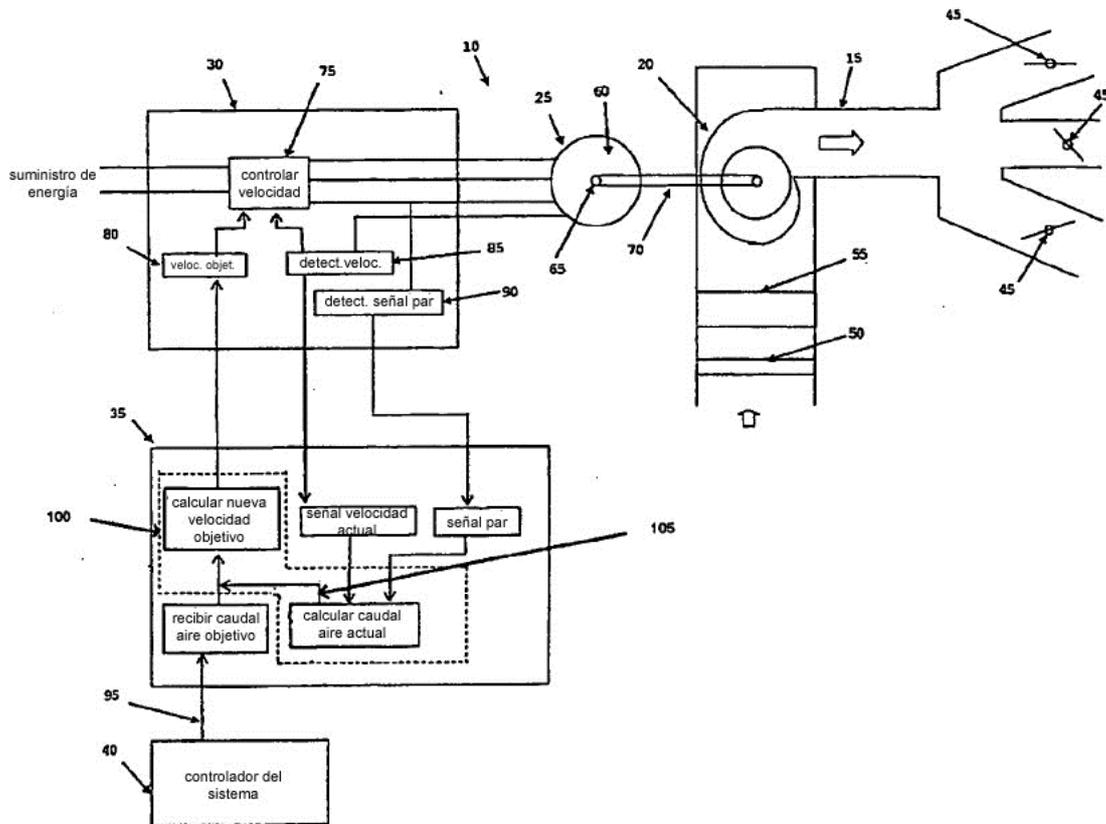


Figura 1

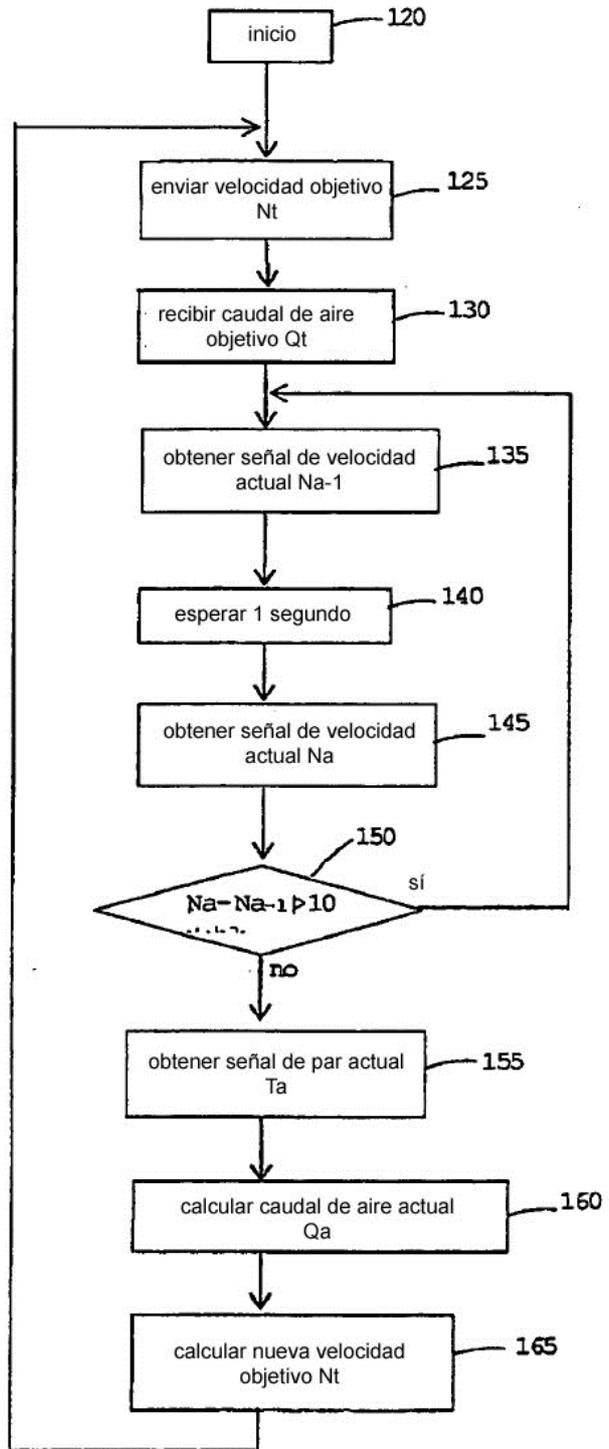


Figura 2

Tabla A

revolución	medición			cálculo	
	Pres. estática	Caudal	Señal par	Flujo aire	error
r/m	Pa	CFM		CFM	□ %
1000	127,5	1755	127,4	1759	-0,19
1000	147,1	1667	119,1	1653	0,86
900	73,5	1709	107,7	1697	0,74
900	147,1	1339	82,6	1317	1,64
800	24,9	1667	92,4	1659	0,50
800	98,1	1300	70,3	1280	1,58
720	14,7	1526	75,3	1514	0,80
720	83,4	1141	55,6	1128	1,09
610	19,6	1233	51,6	1228	0,38
610	58,8	961	40,6	968	-0,72
500	19,6	943	33,2	952	-0,91
500	39,2	795	27,9	798	-0,46
400	19,6	692	20,0	692	-0,02
400	39,2	392	12,4	393	-0,14
350	19,6	555	14,5	545	1,71
350	29,4	367	10,4	369	-0,58

Tabla B

Constantes	
A=	815,785
B=	11,36759
C=	30033,42
D=	0,004343
E=	-0,0077
F=	-56,0355
G=	-190684
H=	7063,981
I=	-4386800

Figura 3

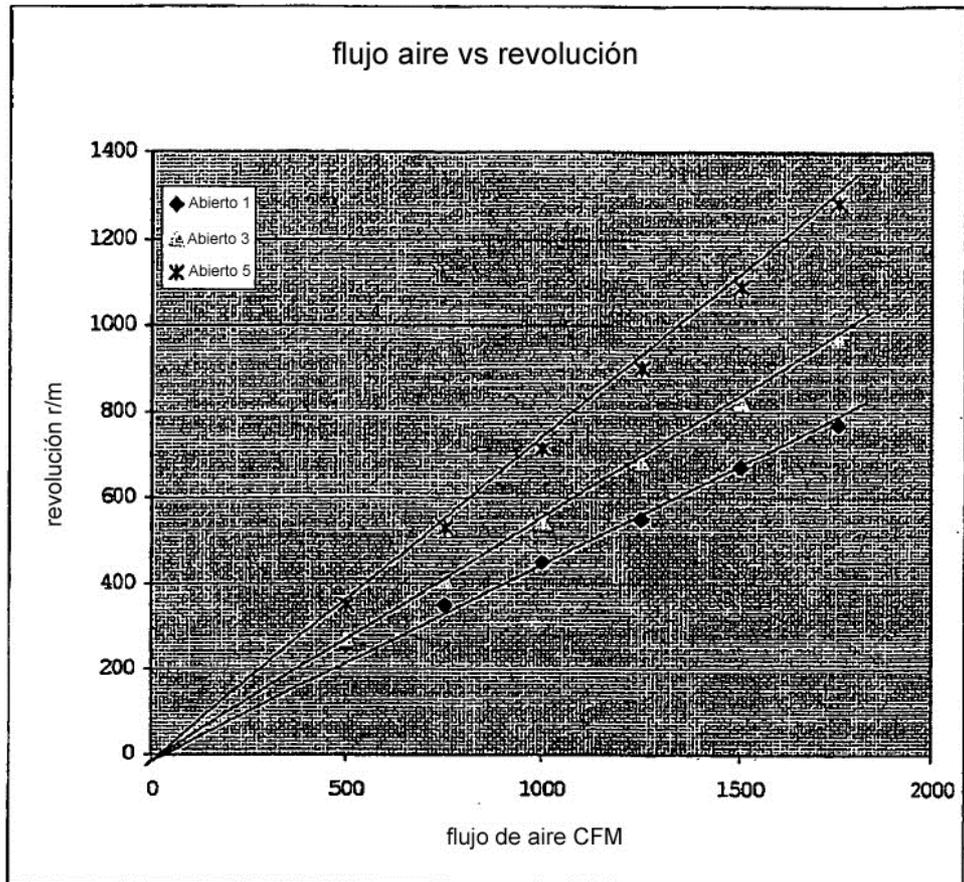


Figura 4