

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 545 253**

51 Int. Cl.:

F04D 27/00 (2006.01)

G05D 7/06 (2006.01)

F24F 11/047 (2006.01)

F24F 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.08.2013 E 13180541 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.06.2015 EP 2730786**

54 Título: **Método para controlar un volumen de aire**

30 Prioridad:

13.11.2012 CN 201210453463

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

09.09.2015

73 Titular/es:

**ZHONGSHAN BROAD-OCEAN MOTOR CO., LTD.
(100.0%)**

**No. 3 Industrial Area, Shalang Town, West
District
Zhongshan, Guangdong 528400, CN**

72 Inventor/es:

HU, GE

74 Agente/Representante:

LAZCANO GAINZA, Jesús

ES 2 545 253 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 un volumen de aire

5 La invención se refiere a un método para controlar la salida de un volumen de aire mediante un motor.

10 En un conducto de ventilación interior de un aire acondicionado doméstico, la presión estática frecuentemente cambia debido a la deposición de polvo en un conducto o a la obstrucción de un filtro. La presión estática frecuentemente es mayor que la presión estática estándar para un sistema nominal de un laboratorio industrial debido a diferentes instalaciones de conductos. El control de volumen de aire constante puede proporcionar un volumen de aire constante para usuarios bajo tales casos, para mantener el efecto de ventilación, enfriamiento o calentamiento confortable bajo amplias condiciones de presión estática.

15 Para realizar el control de volumen de aire constante, se instala un medidor de volumen de aire, el cual, sin embargo, aumenta el costo y el riesgo potencial debido a un fallo del medidor de volumen de aire. Actualmente, los fabricantes de aire acondicionado adoptan mayormente un método para controlar el volumen de aire proporcionado para permanecer constante sin un medidor de volumen de aire.

20 Adicionalmente, en algunos esquemas técnicos, la velocidad de rotación se ajusta mediante el monitoreo de los cambios de la presión estática para obtener el volumen de aire constante. Por ejemplo, la patente de Estados Unidos US 4806833 logra el propósito del volumen de aire constante a través del ajuste de la velocidad de rotación mediante la detección de la presión estática. La patente de Estados Unidos US201000298993A1 determina el volumen de aire a través de la medición directamente de la presión estática externa, y esto requiere que la relación entre la presión estática y el volumen de aire se mida con antelación, entonces el torque de un motor se calcula bajo la presión estática correspondiente al volumen de aire especificado, y el ajuste de la velocidad se lleva a cabo mediante el monitoreo de los cambios de la presión estática. Algunas fórmulas de cálculo involucran cálculos logarítmicos o polinomios de alto orden, y esto requiere que una unidad de control del microprocesador (MCU) para un controlador de motor tenga una mayor capacidad de cálculo, por lo tanto el costo se mejora.

30 La US2007/0248467 A1 describe un método para controlar un motor eléctrico en un sistema de soplado, el método que comprende recibir una demanda de flujo de aire y producir las señales de accionamiento para el motor. El método incluye convertir la demanda de flujo de aire en una demanda de torque mediante el uso de la ecuación:

35
$$\text{Torque} = K1+K2*S+K3*CFM+K4*CMF^2$$
, de manera que K1-K4 son constantes, S es la velocidad del motor eléctrico y CFM es la demanda de flujo de aire.

40 En consecuencia, el solicitante inventó un método de control de volumen de aire constante para un motor en mayo de 2012 y solicitó las patentes (ver PCT/CN2012/078545 y PCT/CN2012/078749). El método emplea una función de primer orden o segundo orden para describir el sistema y no requiere medir una presión estática en tiempo real; de esta manera se simplifica la estructura del sistema de ventilación y el modelo matemático, además, el requerimiento de la capacidad de cálculo de una MCU (Unidad de microcontrolador) para el controlador del motor no es alto, de esta manera se disminuye el costo de producción. Sin embargo, el método tiene los defectos siguientes: 1) una precisión de control del método es relativamente pobre en algunas situaciones; 2) el método carece de un proceso para corregir un volumen de aire individual, cuando el resultado de prueba total es bueno, pero existen problemas de precisión en algunas de las posiciones de operación. El método no puede emplear medios de compensación para mejorar la precisión de estas posiciones de operación sobre la premisa de no afectar otras posiciones de operación.

50 En vista de los problemas descritos anteriormente, es un objetivo de la invención proporcionar un motor. El método tiene una alta eficiencia, alta velocidad, alta precisión de control, un modelo matemático simple y conveniente para el cálculo de volumen de aire, y bajo costo de implementación, y puede adaptar automáticamente el amplio rango de la presión estática.

55 Para lograr el objetivo anterior, de acuerdo con una modalidad de la invención, se proporciona un método para controlar la salida de volumen de aire mediante un motor, el método que comprende:

- 1) determinar un intervalo de torque bajo 0-Tm y un intervalo de torque alto

60 Tm-T0 dentro de un intervalo desde 0 hasta un torque nominal T0; probar las relaciones entre un volumen de aire y una velocidad de rotación de un sistema de motor bajo múltiples torques constantes dentro del intervalo de torque bajo y del intervalo de torque alto, respectivamente; establecer una fórmula de relación funcional Q1 = F1 (T, n, V) para calcular el volumen de aire dentro del intervalo de torque bajo; y establecer una fórmula de relación funcional Q2 = F2 (T, n, V) para calcular el volumen de aire dentro del intervalo de torque alto; Q que representa el volumen de aire, T que representa un torque, n que representa la velocidad de rotación, V que representa un coeficiente de ajuste, y cada sección de torque que tiene un coeficiente de ajuste correspondiente el cual se introduce en una unidad de control del microprocesador de un controlador de motor;

2) introducir un volumen de aire objetivo Q_{ref} dentro de la unidad de control del microprocesador del controlador del motor;

5 3) arrancar el motor mediante el controlador del motor bajo el torque T para permitir al motor alcanzar un estado estacionario, y registrar la velocidad de rotación n en el estado estacionario;

10 4) obtener el coeficiente de ajuste V bajo el torque T a través de un método de consulta de tabla; determinar si el torque T está dentro del intervalo de torque bajo o dentro del intervalo de torque alto; calcular un volumen de aire Q_c de acuerdo con la fórmula de relación funcional $Q1 = F1(T, n, V)$ si el torque T está dentro del intervalo de torque bajo; y calcular el volumen de aire Q_c de acuerdo con la fórmula de relación funcional $Q2 = F2(T, n, V)$ si el torque T está dentro del intervalo de torque alto;

15 5) comparar el volumen de aire objetivo Q_{ref} con el volumen de aire calculado Q_c mediante la unidad de control del microprocesador del controlador del motor, y a) mantener el torque para trabajar en el estado estacionario y registrar la velocidad de rotación n si el volumen de aire objetivo Q_{ref} es igual o equivalente al volumen de aire calculado Q_c ; o b) aumentar el torque T a través del controlador del motor si el volumen de aire objetivo Q_{ref} es mayor que el volumen de aire calculado Q_c , o c) disminuir el torque T a través de la unidad de control del microprocesador del controlador del motor si el volumen de aire objetivo Q_{ref} es menor que el volumen de aire calculado Q_c ;

20 6) volver a registrar una velocidad de rotación estacionaria después de que el motor alcanza un nuevo estado estacionario bajo un torque aumentado o reducido; volver a buscar el coeficiente de ajuste correspondiente V a través del método de consulta de tabla; determinar si el torque en el estado estacionario está dentro del intervalo de torque bajo o dentro del intervalo de torque alto; y volver a calcular el volumen de aire Q_c de acuerdo con la fórmula de relación funcional correspondiente; y

25 7) repetir la etapa 5) y la etapa 6) para ajustar el torque hasta que el volumen de aire calculado Q_c sea igual o equivalente al volumen de aire objetivo Q_{ref} , y registrar la velocidad de rotación n en el estado estacionario después de que el motor alcanza el estado estacionario.

30 En una clase de esta modalidad, la etapa 7) es seguida por la etapa 8), es decir, si la velocidad de rotación y el volumen de aire de salida cambian debido a la alteración de un sistema externo, el controlador del motor compara la nueva velocidad de rotación estacionaria con la velocidad de rotación en la etapa 5) o la etapa 7) para obtener el cambio del volumen de aire de salida, y luego las etapas 4), 5), 6), y 7) se repiten.

35 En una clase de esta modalidad, la etapa 7) es seguida por la etapa 9) para registrar un volumen de aire individual anormal, es decir, llevar a cabo una calibración y prueba práctica, si bajo las condiciones de trabajo de un volumen de aire objetivo y una presión estática p , un volumen de aire real Q_m es muy diferente del volumen de aire objetivo, fijar un punto anormal; fijar el volumen de aire objetivo como un volumen de aire objetivo anormal Q_t ; registrar un torque $T1$ y una velocidad de rotación $n1$ en un estado estacionario; corregir manualmente el volumen de aire objetivo registrado en un programa hasta que el volumen de aire real Q_m sea igual al volumen de aire objetivo anormal Q_t ; registrar un volumen de aire objetivo de compensación corregido manualmente Q_p , un torque $T2$, una velocidad de rotación $n2$ sobre un nuevo estado estacionario; obtener un arreglo $\{Q_t, n1, Q_p, n2\}$ en cada punto anormal, y almacenar el arreglo correspondiente a cada punto anormal en la unidad de control del microprocesador del controlador del motor.

40 La etapa 3) es seguida por la etapa 10) para la corrección del volumen de aire individual: la unidad de control del microprocesador del controlador del motor realiza una evaluación a través del método de consulta de tabla; ajustar el volumen de aire objetivo Q_{ref} si el volumen de aire objetivo $Q_{ref} =$ el volumen de aire objetivo anormal Q_t , la velocidad de rotación $n =$ la velocidad de rotación $n1$, y el motor aún no ha introducido un flujo para el ajuste normal del volumen de aire; usar el volumen de aire objetivo de compensación corregido manualmente Q_p , como un nuevo volumen de aire objetivo; y repetir las etapas 4), 5), 6), y 7); la velocidad de rotación en el estado estacionario registrado en la etapa 7) en el momento es la velocidad de rotación $n2$ mencionada en la etapa 9); obtener la corrección del volumen de aire individual si en el control en tiempo real, las condiciones del "volumen de aire objetivo $Q_{ref} =$ el volumen de aire objetivo anormal Q_t , y la velocidad de rotación $n =$ la velocidad de rotación $n1$ " no se cumplen debido a que el estado de un controlador de temperatura se corrige por un usuario, o la velocidad de rotación n no es igual a la velocidad de rotación $n2$; restablecer un volumen de aire objetivo de entrada original Q_{ref} ; y repetir las etapas 4), 5), 6), y 7).

55 En una clase de esta modalidad, una fórmula de cálculo para calcular el volumen de aire es como sigue:

60

65

$$Q1 = c0 \times \sqrt{\frac{T \times V}{T_{base1}}} + c1 \times n, \text{ o } Q1 = c0 \times \sqrt{\frac{T \times V}{T_{base1}}} + c1 \times n + c2 \times n^2 \times \sqrt{\frac{T_{base1}}{T \times V}};$$

$$Q2 = c3 \times \sqrt{\frac{T \times V}{T_{base2}}} + c4 \times n, \text{ o } Q2 = c3 \times \sqrt{\frac{T \times V}{T_{base2}}} + c4 \times n + c5 \times n^2 \times \sqrt{\frac{T_{base2}}{T \times V}};$$

en la cual, los coeficientes c0, c1, y c2 se obtienen por un método de ajuste de curva bajo diferentes condiciones de presión estática externa de un torque base T_{base1} de acuerdo con los datos originales de la velocidad de rotación y los parámetros de volumen de aire; y los coeficientes c3, c4, y c5 se obtienen por el método de ajuste de curva bajo diferentes condiciones de presión estática externa de un torque base T_{base2} de acuerdo con los datos originales de la velocidad de rotación y los parámetros de volumen de aire.

En una clase de esta modalidad, T_m es un torque crítico del intervalo de torque bajo y del intervalo de torque alto, y varía de 30 %T0 a 70 %T0.

En una clase de esta modalidad, $T_m = 40 \%T0$, el torque base del intervalo de torque bajo $T_{base1} = 20 \%T0$, y el torque base del intervalo de torque alto $T_{base2} = 50 \%T0$.

En una clase de esta modalidad, el coeficiente de ajuste V cambia entre 0.1 y 2. T_m tiene dos valores de coeficiente de ajuste V correspondientes al intervalo de torque alto y el intervalo de torque bajo, respectivamente.

En una clase de esta modalidad, el volumen de aire calculado Q_c es igual o equivalente al volumen de aire objetivo Q_{ref} en la etapa 5) y la etapa 7) significa que el volumen de aire calculado Q_c está en el rango de la "ventana de error del volumen de aire objetivo Q_{ref} ", y la ventana de error del volumen de aire objetivo Q_{ref} varía de 1 % a 2 %.

En una clase de esta modalidad, aumentar o disminuir el torque T a través del controlador del motor en la etapa 5) significa aumentar o disminuir el torque T de acuerdo con la secuencia de longitud de las etapas de al menos 1 % T0 cada vez, o nuevo torque = torque actual $\times (Q_{ref}/Q_c)^2$.

En una clase de esta modalidad, las fórmulas de relación funcional $Q1 = F1 (T, n, V)$, $Q2 = F2 (T, n, V)$ se obtienen como sigue de acuerdo con los datos originales de la velocidad de rotación y los parámetros de volumen de aire bajo un torque base T_{base} y otros torques y bajo una presión estática externa diferente: disponer el motor fijo sobre una rueda de viento en un dispositivo de aire acondicionado; fijar el motor para trabajar en el estado de trabajo de torque constante T0; seleccionar una pluralidad de valores de torque que comprenden el torque base dentro del rango sin exceder un torque nominal; permitir al motor trabajar bajo diferentes torques; y cambiar la presión estática externa del sistema en secuencia para recolectar los datos originales que comprenden la velocidad de rotación y los parámetros del volumen de aire.

Las ventajas de la invención se resumen como sigue:

1) El motor trabaja en estados de torque constante, y una pluralidad de valores de torque que comprenden el torque base se seleccionan en el rango sin exceder el torque nominal, de manera que el motor trabaja bajo diferentes torques, la presión estática externa del sistema se cambia en secuencia para recolectar los datos originales que comprenden la velocidad de rotación y los parámetros de volumen de aire; se establece el intervalo de torque bajo y el intervalo de torque alto, y la fórmula de relación de función $Q1 = F1 (T, n, V)$ para calcular el volumen de aire dentro del intervalo de torque bajo y la fórmula de relación funcional $Q2 = F2 (T, n, V)$ para calcular el volumen de aire dentro del intervalo de torque alto se obtienen de acuerdo con los datos originales de la velocidad de rotación y los parámetros de volumen de aire bajo diferentes condiciones de presión estática externa de diferentes torques. El modelo matemático para calcular el volumen de aire solamente tiene una función de primer orden o segundo orden, por lo tanto el método es de operación simple, cálculo simplificado, alta eficiencia, alta velocidad de respuesta, alta precisión de control, y bajo costo de implementación. El sistema se describe por dos fórmulas de función correspondientes al intervalo de torque bajo y al intervalo de torque alto, respectivamente; el error del volumen de aire se controla en el rango de 0.5 % - 5 %, por lo tanto el método tiene una buena perspectiva de aplicación.

2) El método puede practicarse en un amplio rango de la presión estática, y el volumen de aire se calcula a través de la medición de la presión estática externa del sistema, de manera que la estructura del producto se simplifica, y el costo se reduce.

3) cuando la precisión del volumen de aire constante se verifica de acuerdo con las etapas anteriores, puede suceder que los resultados totales son buenos, pero la precisión bajo una o varias condiciones de trabajo es pobre, el método para la corrección de volumen de aire individual se conduce sin afectar la alta precisión

obtenida de otros puntos de operación; es decir, se lleva a cabo la calibración y prueba real. Si el volumen de aire real Q_m es muy diferente del volumen de aire objetivo bajo las condiciones de trabajo de un volumen de aire objetivo y una presión estática p , se fijan los puntos anormales. El valor del volumen de aire objetivo registrado en el programa bajo las condiciones de trabajo se corrige manualmente hasta que el volumen de aire real Q_m sea equivalente al volumen de aire objetivo anormal Q_t , y el volumen de aire objetivo compensado y corregido manualmente Q_p , el torque T_2 y la velocidad de rotación n_2 en el nuevo estado estacionario se registran; los datos de cada punto anormal constituyen el arreglo $\{Q_t, n_1, Q_p, n_2\}$, y los arreglos correspondientes de una pluralidad de puntos anormales se almacenan en la unidad del microcontrolador para el controlador del motor. La evaluación se lleva a cabo en la unidad del microcontrolador para el controlador del motor a través de un método de consulta de tabla, cuando el volumen de aire objetivo Q_{ref} = el volumen de aire objetivo anormal Q_t , la velocidad de rotación n = la velocidad de rotación n_1 , y el motor aún no ha introducido un flujo para el ajuste normal del volumen de aire, el volumen de aire objetivo Q_{ref} se ajusta, el volumen de aire objetivo compensado y corregido manualmente Q_p se usa como un nuevo volumen de aire objetivo, y las etapas 4, 5, 6 y 7 se repiten; la velocidad de rotación estacionaria se registra finalmente como n_2 ; en el modo de "calibración del volumen de aire individual", si el volumen de aire objetivo Q_{ref} no es igual al volumen de aire objetivo anormal Q_t , o la velocidad de rotación n no es igual a la velocidad de rotación n_2 , la calibración del volumen de aire individual se cancela, y la precisión del control puede mejorarse adicionalmente a través de la calibración del volumen de aire individual.

La Fig. 1 es un diagrama de estructura de un sistema de ventilación de aire acondicionado tradicional;

La Fig. 2 es un diagrama de flujo de control de un sistema de aire acondicionado de acuerdo con una modalidad de la invención;

La Fig. 3 es un diagrama de bloques funcional de un método para controlar el volumen de aire de acuerdo con una modalidad de la invención;

La Fig. 4 es un diagrama de flujo de control de un método para controlar el volumen de aire de acuerdo con una modalidad de la invención;

La Fig. 5 es un diagrama de ajuste de línea recta de los datos medidos dentro de un intervalo de torque bajo de acuerdo con una modalidad de la invención; y

La Fig. 6 es un diagrama de ajuste de línea recta de los datos medidos dentro de un intervalo de torque alto de acuerdo con una modalidad de la invención.

Como se muestra en la Fig. 1, un sistema de soplado (por ejemplo, un horno de gas o un procesador de aire, los cuales se reemplazan con "motor + rueda de viento" en la figura) se instala en un conducto de ventilación de aire acondicionado típico. Un filtro de aire se dispone en el conducto. El lanzamiento de aire se inicia cuando el motor se arranca. El número de salidas de aire y entradas de aire se relaciona con el número de habitaciones, y no existe un estándar unificado para diseñar los conductos. Mientras, el filtro puede tener diferentes caídas de presión, y el sistema de soplado que lleva un motor de AC de una sola fase tradicional (motor PSC) se posiciona en un conducto diferente, por lo tanto el volumen de aire real será diferente.

Como se muestra en la Fig. 2, un motor conmutado electrónicamente (ECM) se emplea para accionar la rueda de viento para hacerla girar, y comprende un controlador de motor. El controlador del motor se conecta y comunica con un controlador de sistema de aire acondicionado, por ejemplo, el controlador del sistema de aire acondicionado envía el volumen de aire objetivo al controlador del motor, y el controlador del motor controla el motor para accionar la rueda de viento para hacerla girar, para así sacar el volumen de aire objetivo, equivalentemente al control del volumen de aire.

Como se muestra en la Fig. 3, el controlador del sistema de aire acondicionado introduce un volumen de aire objetivo Q_{ref} a una unidad de control del microprocesador del controlador del motor. El controlador del motor comprende un sensor, una unidad de control del microprocesador, y un módulo inversor de potencia. El sensor introduce una señal de velocidad de rotación RPM y una señal de corriente I_{dc} del motor a la unidad de control del microprocesador. Una salida de señal PWM (modulación por ancho de pulso) por el módulo inversor de potencia se envía además a la unidad de control del microprocesador para el procesamiento. Cada coeficiente involucrado en una fórmula de relación funcional $Q = F(T, n, V)$, que comprende una tabla de comparación para los coeficientes de ajuste V correspondientes bajo diferentes torques de trabajo, se introduce a la unidad de control del microprocesador del controlador del motor con antelación. La unidad de control del microprocesador compara el volumen de aire objetivo Q_{ref} con el volumen de aire calculado Q_c para ajustar las señales de salida, y el torque se usa como la cantidad controlada para controlar indirectamente el volumen de aire. Si el volumen de aire objetivo Q_{ref} es mayor que el volumen de aire calculado Q_c , el torque de salida T se aumenta a través del controlador del motor; si el volumen de aire objetivo Q_{ref} es menor que el volumen de aire calculado Q_c , el torque de salida T se reduce a través de la unidad de control del microprocesador del controlador del motor. Después de que el motor entra en un estado estacionario, se vuelve a registrar la velocidad de rotación estacionaria n bajo el torque aumentado o reducido. El controlador del motor se usa para volver a buscar los

coeficientes de ajuste V correspondientes a través de un método de consulta de tabla. El volumen de aire calculado Q_c se vuelve a calcular, y el ajuste del torque se detiene hasta que el volumen de aire calculado Q_c sea igual o equivalente al volumen de aire objetivo Q_{ref} , y entonces el motor entra en un estado estacionario, es decir, el estado de volumen de aire constante. El volumen de aire objetivo Q_{ref} es un valor fijo, sin embargo, en la unidad de control del microprocesador, cuando el volumen de aire calculado Q_c se ajusta al rango de "volumen de aire objetivo $Q_{ref} \pm$ ventana de error", se estima que se cumple el requerimiento, y se detiene el ajuste. La ventaja es que se evita el ajuste repetido debido a perturbaciones pequeñas para lograr el volumen de aire estable. La ventana de error del volumen de aire objetivo Q_{ref} generalmente varía de 1 % a 2 %.

10 Como se muestra en la Fig. 4, un método para controlar la salida de volumen de aire mediante un sistema de ventilación de aire acondicionado, el método que comprende:

- 1) determinar un intervalo de torque bajo $0-T_m$ y un intervalo de torque alto T_m-T_0 dentro de un rango desde 0 hasta un torque nominal T_0 ; probar las relaciones entre un volumen de aire y una velocidad de rotación de un sistema de motor bajo múltiples torques constantes dentro del intervalo de torque bajo y del intervalo de torque alto, respectivamente; establecer una fórmula de relación funcional $Q_1 = F_1(T, n, V)$ para calcular el volumen de aire dentro del intervalo de torque bajo; y establecer una fórmula de relación funcional $Q_2 = F_2(T, n, V)$ para calcular el volumen de aire dentro del intervalo de torque alto; Q que representa el volumen de aire, T que representa un torque, n que representa la velocidad de rotación, V que representa un coeficiente de ajuste, y cada sección de torque que tiene un coeficiente de ajuste correspondiente el cual se introduce en una unidad de control del microprocesador de un controlador de motor;
- 2) introducir un volumen de aire objetivo Q_{ref} dentro de la unidad de control del microprocesador del controlador del motor;
- 3) arrancar el motor mediante el controlador del motor bajo el torque T para permitir al motor alcanzar un estado estacionario, y registrar la velocidad de rotación n en el estado estacionario;
- 4) obtener el coeficiente de ajuste V bajo el torque T a través de un método de consulta de tabla; determinar si el torque T está dentro del intervalo de torque bajo o dentro del intervalo de torque alto; calcular un volumen de aire Q_c de acuerdo con la fórmula de relación funcional $Q_1 = F_1(T, n, V)$ si el torque T está dentro del intervalo de torque bajo; y calcular el volumen de aire Q_c de acuerdo con la fórmula de relación funcional $Q_2 = F_2(T, n, V)$ si el torque T está dentro del intervalo de torque alto;
- 5) comparar el volumen de aire objetivo Q_{ref} con el volumen de aire calculado Q_c mediante la unidad de control del microprocesador del controlador del motor, y a) mantener el torque para trabajar en el estado estacionario y registrar la velocidad de rotación n si el volumen de aire objetivo Q_{ref} es igual o equivalente al volumen de aire calculado Q_c ; o b) aumentar el torque T a través del controlador del motor si el volumen de aire objetivo Q_{ref} es mayor que el volumen de aire calculado Q_c , o c) disminuir el torque T a través de la unidad de control del microprocesador del controlador del motor si el volumen de aire objetivo Q_{ref} es menor que el volumen de aire calculado Q_c ;
- 6) volver a registrar una velocidad de rotación estacionaria después de que el motor alcanza un nuevo estado estacionario bajo un torque aumentado o reducido; volver a buscar el coeficiente de ajuste correspondiente V a través del método de consulta de tabla; determinar si el torque en el estado estacionario está dentro del intervalo de torque bajo o dentro del intervalo de torque alto; y volver a calcular el volumen de aire Q_c de acuerdo con la fórmula de relación funcional correspondiente; y
- 7) repetir la etapa 5) y la etapa 6) para ajustar el torque hasta que el volumen de aire calculado Q_c es igual o equivalente al volumen de aire objetivo Q_{ref} , y registrar la velocidad de rotación n en el estado estacionario después de que el motor alcanza el estado estacionario.

La etapa 7) es seguida por la etapa 8), es decir, si la velocidad de rotación y el volumen de aire de salida cambian debido a la alteración de un sistema externo, el controlador del motor compara la nueva velocidad de rotación estacionaria con la velocidad de rotación en la etapa 5) o la etapa 7) para obtener el cambio del volumen de aire de salida, y luego las etapas 4), 5), 6), y 7) se repiten.

La etapa 7) es seguida por la etapa 9) para registrar un volumen de aire individual anormal, es decir, llevar a cabo una calibración y prueba práctica, si bajo las condiciones de trabajo de un volumen de aire objetivo y una presión estática p , un volumen de aire real Q_m es muy diferente del volumen de aire objetivo, fijar un punto anormal; fijar el volumen de aire objetivo como un volumen de aire objetivo anormal Q_i ; registrar un torque T_1 y una velocidad de rotación n_1 en un estado estacionario; corregir manualmente el volumen de aire objetivo registrado en un programa hasta que el volumen de aire real Q_m sea igual al volumen de aire objetivo anormal Q_i ; registrar un volumen de aire objetivo de compensación corregido manualmente Q_p , un torque T_2 , una velocidad de rotación n_2 en un nuevo estado estacionario; obtener un arreglo $\{Q_i, n_1, Q_p, n_2\}$ en cada punto anormal, y almacenar el arreglo correspondiente a cada punto anormal en la unidad de control del microprocesador del controlador del motor.

La etapa 3) es seguida por la etapa 10) para la corrección del volumen de aire individual: la unidad de control del microprocesador del controlador del motor realiza una evaluación a través del método de consulta de tabla; ajustar el volumen de aire objetivo Q_{ref} si el volumen de aire objetivo $Q_{ref} =$ el volumen de aire objetivo anormal Q_i , la velocidad de rotación $n =$ la velocidad de rotación n_1 , y el motor aún no ha introducido un flujo para el ajuste normal del volumen de

aire; usar el volumen de aire objetivo de compensación corregido manualmente Q_p , como un nuevo volumen de aire objetivo; y repetir las etapas 4), 5), 6), y 7); la velocidad de rotación en el estado estacionario registrado en la etapa 7) en el momento es la velocidad de rotación n_2 mencionada en la etapa 9); obtener la corrección del volumen de aire individual si en el control en tiempo real, las condiciones del "volumen de aire objetivo Q_{ref} = el volumen de aire objetivo anormal Q_t , y la velocidad de rotación n = la velocidad de rotación n_1 " no se cumplen debido a que el estado de un controlador de temperatura se corrige por un usuario, o la velocidad de rotación n no es igual a la velocidad de rotación n_2 ; restablecer un volumen de aire objetivo de entrada original Q_{ref} ; y repetir las etapas 4), 5), 6), y 7).

Una fórmula de cálculo para calcular el volumen de aire es como sigue:

$$Q_1 = c_0 \times \sqrt{\frac{T \times V}{T_{base1}}} + c_1 \times n, \quad \circ \quad Q_1 = c_0 \times \sqrt{\frac{T \times V}{T_{base1}}} + c_1 \times n + c_2 \times n^2 \times \sqrt{\frac{T_{base1}}{T \times V}};$$

$$Q_2 = c_3 \times \sqrt{\frac{T \times V}{T_{base2}}} + c_4 \times n, \quad \circ \quad Q_2 = c_3 \times \sqrt{\frac{T \times V}{T_{base2}}} + c_4 \times n + c_5 \times n^2 \times \sqrt{\frac{T_{base2}}{T \times V}};$$

en la cual, los coeficientes c_0 , c_1 , y c_2 se obtienen por un método de ajuste de curva bajo diferentes condiciones de presión estática externa de un torque base T_{base1} de acuerdo con los datos originales de la velocidad de rotación y los parámetros de volumen de aire; y los coeficientes c_3 , c_4 , y c_5 se obtienen por el método de ajuste de curva bajo diferentes condiciones de presión estática externa de un torque base T_{base2} de acuerdo con los datos originales de la velocidad de rotación y los parámetros de volumen de aire.

T_m es un torque crítico del intervalo de torque bajo y del intervalo de torque alto, y varía de 30 % T_0 a 70 % T_0 .

$T_m = 40$ % T_0 , el torque base del intervalo de torque bajo $T_{base1} = 20$ % T_0 , y el torque base del intervalo de torque alto $T_{base2} = 50$ % T_0 .

En una clase de esta modalidad, el coeficiente de ajuste V cambia entre 0.1 y 2. T_m tiene dos valores de coeficiente de ajuste V correspondientes al intervalo de torque alto y el intervalo de torque bajo, respectivamente.

El volumen de aire calculado Q_c es igual o equivalente al volumen de aire objetivo Q_{ref} en la etapa 5) y la etapa 7) significa que el volumen de aire calculado Q_c está en el rango de la "ventana de error del volumen de aire objetivo Q_{ref} ", y la ventana de error del volumen de aire objetivo Q_{ref} varía de 1 % a 2 %.

Aumentar o disminuir el torque T a través del controlador del motor en la etapa 5) significa aumentar o disminuir el torque T de acuerdo con la secuencia de longitud de las etapas de al menos 1 % T_0 cada vez, o el nuevo torque = el torque actual $\times (Q_{ref}/Q_c)^2$.

Las fórmulas de relación funcional $Q_1 = F_1(T, n, V)$, $Q_2 = F_2(T, n, V)$ se obtienen como sigue de acuerdo con los datos originales de la velocidad de rotación y los parámetros de volumen de aire bajo un torque base T_{base} y otros torques y bajo una presión estática externa diferente: disponer el motor fijo sobre una rueda de viento en un dispositivo de aire acondicionado; fijar el motor para trabajar en el estado de trabajo de torque constante T_0 ; seleccionar una pluralidad de valores de torque que comprenden el torque base dentro del rango sin exceder un torque nominal; permitir al motor trabajar bajo diferentes torques; y cambiar la presión estática externa del sistema en secuencia para recolectar los datos originales que comprenden la velocidad de rotación y los parámetros del volumen de aire.

Lo siguiente es el proceso de derivación de las fórmulas de relación funcional ($Q_1 = F_1(T, n, V)$, y $Q_2 = F_2(T, n, V)$), y los estados de norma del ventilador que bajo ciertas condiciones:

el volumen de aire es proporcional a la velocidad de rotación, es decir,

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2};$$

la presión de aire externa del ventilador es proporcional al cuadrado de la velocidad de rotación, es decir, $\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$; y

el torque de salida del motor, es decir, el torque de entrada del ventilador, es proporcional al cuadrado de la velocidad de rotación, es decir,

$$\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 = \left(\frac{Q_1}{Q_2}\right)^2$$

n representa la velocidad de rotación del motor, Q representa el volumen de aire, P representa el aumento de la presión de aire externa del ventilador, y T representa el torque de salida del motor, es decir, el torque de entrada del ventilador.

Para la derivación conveniente, la fórmula de relación entre el volumen de aire y la velocidad de rotación es como sigue:

$$Q_{\text{equiv}} = c_0 + c_1 \times n_{\text{equiv}}$$

o (si se usa el polinomio cuadrático)

$$Q_{\text{equiv}} = c_0 + c_1 \times n_{\text{equiv}} + c_2 \times n_{\text{equiv}}^2$$

A partir de la fórmula anterior, mediante la combinación de la norma para el ventilador, la relación entre la velocidad de rotación y el volumen de aire puede derivarse adicionalmente bajo un torque arbitrario. Para hacer esto, se necesita derivar cómo el volumen de aire equivalente Q_{equiv} y la velocidad de rotación equivalente n_{equiv} se convierten en un nuevo torque bajo el torque ($T = T_{\text{base1}}$) de acuerdo con la norma para el ventilador:

$$Q_{\text{equiv}} = Q \times \sqrt{\frac{T_{\text{base1}}}{T}}$$

$$n_{\text{equiv}} = n \times \sqrt{\frac{T_{\text{base1}}}{T}}$$

Si se usa la fórmula de relación lineal, entonces

$$Q_1 = Q_{\text{equiv}} \times \sqrt{\frac{T}{T_{\text{base1}}}} = \left(c_0 + c_1 \times n \times \sqrt{\frac{T_{\text{base1}}}{T}}\right) \times \sqrt{\frac{T}{T_{\text{base1}}}} = c_0 \times \sqrt{\frac{T}{T_{\text{base1}}}} + c_1 \times n$$

Si se usa el polinomio cuadrático, entonces

$$Q_1 = Q_{\text{equiv}} \times \sqrt{\frac{T}{T_{\text{base1}}}} = \left(c_0 + c_1 \times n \times \sqrt{\frac{T_{\text{base1}}}{T}} + c_2 \times n^2 \times \frac{T_{\text{base1}}}{T}\right) \times \sqrt{\frac{T}{T_{\text{base1}}}}$$

$$= c_0 \times \sqrt{\frac{T}{T_{\text{base1}}}} + c_1 \times n + c_2 \times n^2 \times \sqrt{\frac{T_{\text{base1}}}{T}}$$

A partir de los resultados experimentales, el dispositivo para probar el volumen de aire se usa siempre para regular dinámicamente la contrapresión para controlar la presión estática externa, o un método para controlar el tamaño de una salida de aire se adopta para controlar la presión estática externa, y esto provoca que se invalide la norma del ventilador en todo el rango del volumen de aire, por lo tanto se requiere añadir un coeficiente de ajuste V en la fórmula anterior. La fórmula después del ajuste es como sigue.

Si se usa la fórmula de relación lineal, entonces

$$Q1 = c0 \times \sqrt{\frac{T \times V}{T_{base1}}} + c1 \times n .$$

5

Si se usa el polinomio cuadrático, entonces

$$Q1 = c0 \times \sqrt{\frac{T \times V}{T_{base1}}} + c1 \times n + c2 \times n^2 \times \sqrt{\frac{T_{base1}}{T \times V}} .$$

10

Similarmente, en el intervalo de torque alto, se necesita derivar la fórmula de relación funcional para calcular el volumen de aire bajo la condición ($T = T_{base2}$).

15

Si se usa la fórmula de relación lineal, entonces

$$Q2 = c3 \times \sqrt{\frac{T \times V}{T_{base2}}} + c4 \times n .$$

20

Si se usa el polinomio cuadrático, entonces

$$Q2 = c3 \times \sqrt{\frac{T \times V}{T_{base2}}} + c4 \times n + c5 \times n^2 \times \sqrt{\frac{T_{base2}}{T \times V}} .$$

25

El valor del coeficiente de ajuste V se cambia entre 0.1 y 2, el principio de selección es que el valor del volumen de aire calculado a partir de la fórmula anterior sea igual o similar al valor de prueba real, los coeficientes c0, c1 y c2 se obtienen a través de un método de ajuste de curva de acuerdo con los datos originales de los parámetros de la velocidad de rotación y el volumen de aire bajo el torque base T_{base1} en presiones estáticas externas diferentes, los coeficientes c3, c4 y c5 se obtienen a través de un método de ajuste de curva de acuerdo con los datos originales de los parámetros de la velocidad de rotación y el volumen de aire bajo el torque base T_{base2} en presiones estáticas externas diferentes.

35

EJEMPLO 1

40

El dato es un motor de 1/2 HP que porta una carga

Se asume que el volumen de aire se calcula con la fórmula de relación funcional $Q1 = c0 \times \sqrt{\frac{T \times V}{T_{base1}}} + c1 \times n$ en el intervalo de

torque bajo o se calcula con la fórmula de relación funcional $Q2 = c3 \times \sqrt{\frac{T \times V}{T_{base2}}} + c4 \times n$ en el intervalo de torque alto, $T0 = 3.390$ Nm (es decir, en el rango de 40 oz-pie), $Tm = 1.356$ Nm = 40 % $T0$, el torque en el intervalo de torque alto varía de 1.356 Nm a 3.390 Nm, y el torque en el intervalo de torque bajo varía de 0 Nm a 1.356 Nm. El torque base T_{base1} en el intervalo de torque bajo es 20 % $T0$ (0.678 Nm), y el torque base T_{base2} en el intervalo de torque alto es 50 % $T0$ (1.695 Nm).

45

Cuando el intervalo de torque bajo es 0-40 % $T0$, los datos concretos de la velocidad de rotación real n (PRM) y el volumen de aire real Qm (CFM) se obtienen mediante la medición de datos experimentalmente, y se marcan con puntos graficados en la figura, luego la línea recta se ajusta, como se muestra en la Fig. 5, c1 es igual a la pendiente de la línea

50

recta AA, $c0 \times \sqrt{\frac{T \times V}{T_{base1}}}$ es igual al valor del punto de intersección entre la línea recta AA y el eje horizontal. Cuando $T = T_{base1} = 20$ % $T0$, y $V = 1$, el valor de c0 puede calcularse; o el coeficiente c0 y otros coeficientes pueden calcularse a través de un método de mínimos cuadrados, y la fórmula para calcular el volumen de aire y los valores de c0 y c1 se obtiene preliminarmente. Como se muestra en la Tabla 1,

55

60

Tabla 1

T = 10 %T0, V = 1.40			
Presión estática externa P ("H ₂ O)	Volumen de aire real Q _m (CMF)	Velocidad de rotación real (RPM)	Volumen de aire calculado Q _c (CFM)
0.2	646	617.8	655
0.3	571	738.93	573
0.4	525	809	526
0.5	490	865.87	487

cuando T = 10 %T0, la velocidad de rotación real n (PRM) y el volumen de aire real Q_m (CFM) se obtienen en presiones estáticas externas diferentes, y la velocidad de rotación real n (PRM) y el volumen de aire real Q_m (CFM) se sustituyen en la fórmula de cálculo anterior, y el valor V se ajusta hasta que el volumen de aire calculado sea básicamente igual al volumen de aire medido realmente.

El valor V correspondiente a torques diferentes en el intervalo de torque bajo puede calcularse a través de los métodos anteriores, y ver la Tabla 2 para los valores de V en el intervalo de torque bajo; la tabla de valores de V se almacena en el controlador del motor.

Tabla 2

Torque T	10 %T0	...	20 %T0	...	30 %T0	...	40 %T0
Valor V	1.40	...	1	...	0.87	...	0.81

Cuando el intervalo de torque alto es 40 %T0-100 %T0, los datos concretos de la velocidad de rotación real n (PRM) y el volumen de aire real Q_m(CFM) se obtienen mediante la medición de datos experimentalmente, y se marcan con puntos graficados en la figura, luego la línea recta se ajusta, como se muestra en la Fig. 6, c4 es igual a la pendiente de la línea

recta BB, $c3 \times \sqrt{\frac{T \times V}{T_{base2}}}$ es igual al valor del punto de intersección entre la línea recta BB y el eje horizontal, y cuando T = T_{base2} = 50 %T0, y V = 1, el valor de c3 puede calcularse; la fórmula para calcular el volumen de aire y los valores de c4 y c3 se obtiene preliminarmente, o el coeficiente c0 y otros coeficientes pueden calcularse a través de un método de mínimos cuadrados. Como se muestra en la Tabla 3, cuando T = 60 %T0, la velocidad de rotación real n (PRM) y el volumen de aire real Q_m (CFM) se obtienen en presiones estáticas externas diferentes, y la velocidad de rotación real n (PRM) y el volumen de aire real Q_m (CFM) se sustituyen en la fórmula de cálculo anterior, y el valor V se ajusta hasta que el volumen de aire calculado sea básicamente igual al volumen de aire medido realmente.

Tabla 3

T = 60 %T0, V = 0.97			
Presión estática externa P ("H ₂ O)	Volumen de aire real Q _m (CMF)	Velocidad de rotación real (RPM)	Volumen de aire calculado Q _c (CFM)
0.7	1188	1117.27	1167
0.8	1065	1221	1071
0.9	1010	1259.53	1035
1	983	1312.4	985

El valor V correspondiente a torques diferentes en el intervalo de torque alto puede calcularse a través de los métodos anteriores, y ver la Tabla 4 para los valores de V en el intervalo de torque alto; la tabla de valores de V se almacena en el controlador del motor.

Tabla 4

Torque T	40 %T0	50 %T0	60 %T0	70 %T0	80 %T0	90 %T0	100 %T0
Valor V	1.07	1	0.97	0.91	0.89	0.87	0.83

5

10

15

En resumen, podemos establecer la fórmula de relación funcional ($Q1 = F1 (T, n, V)$) para calcular el volumen de aire en el intervalo de torque bajo, así como también la fórmula de relación funcional ($Q2 = F2 (T, n, V)$) para calcular el volumen de aire en el intervalo de torque alto; en las cuales, Q representa el volumen de aire, T representa el torque, n representa la velocidad de rotación, V representa el coeficiente de ajuste, un coeficiente de ajuste V correspondiente se proporciona para cada sección de torque, el valor V entre cada dos secciones de torque se obtiene a través de la interpolación lineal y se introduce en la unidad del microcontrolador para el controlador del motor, y luego la operación puede ejecutarse de acuerdo con el proceso mostrado en la Fig. 4. Cuando el torque crítico T_m tiene dos valores V correspondientes, dos fórmulas de cálculo para el torque alto y bajo pueden usarse para calcular el volumen de aire, y luego se toma un promedio. Para el cálculo, se usa la fórmula siguiente: $Q = 1/2 (Q1 + Q2)$.

Reivindicaciones

1. Un método para controlar la salida de volumen de aire mediante un motor, el método que comprende:

- 5 1) determinar un intervalo de torque bajo 0-T_m y un intervalo de torque alto T_m-T₀ dentro de un rango desde 0 hasta un torque nominal T₀; probar las relaciones entre un volumen de aire y una velocidad de rotación de un sistema de motor bajo múltiples torques constantes dentro del intervalo de torque bajo y del intervalo de torque alto, respectivamente; establecer una fórmula de relación funcional Q₁ = F₁ (T, n, V) para calcular el volumen de aire dentro del intervalo de torque bajo; y establecer una fórmula de relación funcional Q₂ = F₂ (T, n, V) para calcular el volumen de aire dentro del intervalo de torque alto; Q que representa el volumen de aire, T que representa un torque, n que representa la velocidad de rotación, V que representa un coeficiente de ajuste, y cada sección de torque que tiene un coeficiente de ajuste correspondiente el cual se introduce en una unidad de control del microprocesador de un controlador de motor;
- 10 2) introducir un volumen de aire objetivo Q_{ref} dentro de la unidad de control del microprocesador del controlador del motor;
- 15 3) arrancar el motor mediante el controlador del motor bajo el torque T para permitir al motor alcanzar un estado estacionario, y registrar la velocidad de rotación n en el estado estacionario;
- 20 4) obtener el coeficiente de ajuste V bajo el torque T a través de un método de consulta de tabla; determinar si el torque T está dentro del intervalo de torque bajo o dentro del intervalo de torque alto; calcular un volumen de aire Q_c de acuerdo con la fórmula de relación funcional Q₁ = F₁ (T, n, V) si el torque T está dentro del intervalo de torque bajo; y calcular el volumen de aire Q_c de acuerdo con la fórmula de relación funcional Q₂ = F₂ (T, n, V) si el torque T está dentro del intervalo de torque alto;
- 25 5) comparar el volumen de aire objetivo Q_{ref} con el volumen de aire calculado Q_c mediante la unidad de control del microprocesador del controlador del motor, y a) mantener el torque para trabajar en el estado estacionario y registrar la velocidad de rotación n si el volumen de aire objetivo Q_{ref} es igual o equivalente al volumen de aire calculado Q_c; o b) aumentar el torque T a través del controlador del motor si el volumen de aire objetivo Q_{ref} es mayor que el volumen de aire calculado Q_c, o c) disminuir el torque T a través de la unidad de control del microprocesador del controlador del motor si el volumen de aire objetivo Q_{ref} es menor que el volumen de aire calculado Q_c;
- 30 6) volver a registrar una velocidad de rotación estacionaria después de que el motor alcanza un nuevo estado estacionario bajo un torque aumentado o reducido; volver a buscar el coeficiente de ajuste correspondiente V a través del método de consulta de tabla; determinar si el torque en el estado estacionario está dentro del intervalo de torque bajo o dentro del intervalo de torque alto; y volver a calcular el volumen de aire Q_c de acuerdo con la fórmula de relación funcional correspondiente; y
- 35 7) repetir la etapa 5) y la etapa 6) para ajustar el torque hasta que el volumen de aire calculado Q_c es igual o equivalente al volumen de aire objetivo Q_{ref}, y registrar la velocidad de rotación n en el estado estacionario después de que el motor alcanza el estado estacionario.
- 40 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la etapa 7) es seguida por la etapa 8): si la velocidad de rotación y el volumen de aire de salida cambian debido a la alteración de un sistema externo, el controlador del motor compara la nueva velocidad de rotación estacionaria con la velocidad de rotación en la etapa 5) o la etapa 7) para obtener el cambio del volumen de aire de salida, y luego las etapas 4), 5), 6), y 7) se repiten.
- 45 3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** la etapa 7) es seguida por la etapa 9) para registrar un volumen de aire individual anormal: llevar a cabo una calibración y prueba práctica, si bajo las condiciones de trabajo de un volumen de aire objetivo y una presión estática p, un volumen de aire real Q_m es muy diferente del volumen de aire objetivo, fijar un punto anormal; fijar el volumen de aire objetivo como un volumen de aire objetivo anormal Q_t; registrar un torque T₁ y una velocidad de rotación n₁ en un estado estacionario; corregir manualmente el volumen de aire objetivo registrado en un programa hasta que el volumen de aire real Q_m sea equivalente al volumen de aire objetivo anormal Q_t; registrar un volumen de aire objetivo de compensación corregido manualmente Q_p, un torque T₂, una velocidad de rotación n₂ en un nuevo estado estacionario; obtener un arreglo {Q_t, n₁, Q_p, n₂} en cada punto anormal, y almacenar el arreglo correspondiente a cada punto anormal en la unidad de control del microprocesador del controlador del motor; y
- 50 la etapa 3) es seguida por la etapa 10) para la corrección de volumen de aire individual: la unidad de control del microprocesador del controlador del motor realiza una evaluación a través del método de consulta de tabla; ajustar el volumen de aire objetivo Q_{ref} si el volumen de aire objetivo Q_{ref} = el volumen de aire objetivo anormal Q_t, la velocidad de rotación n = la velocidad de rotación n₁, y el motor aún no ha introducido un flujo para el ajuste normal del volumen de aire; usar el volumen de aire objetivo de compensación corregido manualmente Q_p, como un nuevo volumen de aire objetivo; y
- 55 repetir las etapas 4), 5), 6), y 7); la velocidad de rotación en el estado estacionario registrado en la etapa 7) en el momento es la velocidad de rotación n₂ mencionada en la etapa 9); obtener la corrección del volumen de aire individual si en el control en tiempo real, las condiciones del "volumen de aire objetivo Q_{ref} = el volumen de
- 60

aire objetivo anormal Q_i , y la velocidad de rotación $n =$ la velocidad de rotación n_1 no se cumplen debido a que el estado de un controlador de temperatura se corrige por un usuario, o la velocidad de rotación n no es igual a la velocidad de rotación n_2 ; restablecer un volumen de aire objetivo de entrada original Q_{ref} ; y repetir las etapas 4), 5), 6), y 7).

- 5
4. El método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2 o 3, **caracterizado porque** una fórmula de cálculo para calcular el volumen de aire es como sigue:

10

$$Q1 = c0 \times \sqrt{\frac{T \times V}{T_{base1}}} + c1 \times n, \text{ o } Q1 = c0 \times \sqrt{\frac{T \times V}{T_{base1}}} + c1 \times n + c2 \times n^2 \times \sqrt{\frac{T_{base1}}{T \times V}};$$

15

$$Q2 = c3 \times \sqrt{\frac{T \times V}{T_{base2}}} + c4 \times n, \text{ o } Q2 = c3 \times \sqrt{\frac{T \times V}{T_{base2}}} + c4 \times n + c5 \times n^2 \times \sqrt{\frac{T_{base2}}{T \times V}};$$

20

en la cual, los coeficientes c_0 , c_1 , y c_2 se obtienen por un método de ajuste de curva bajo diferentes condiciones de presión estática externa de un torque base T_{base1} de acuerdo con los datos originales de la velocidad de rotación y los parámetros de volumen de aire; y los coeficientes c_3 , c_4 , y c_5 se obtienen por el método de ajuste de curva bajo diferentes condiciones de presión estática externa de un torque base T_{base2} de acuerdo con los datos originales de la velocidad de rotación y los parámetros de volumen de aire.

- 25
5. El método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2 o 3, **caracterizado porque** T_m es un torque crítico del intervalo de torque bajo y del intervalo de torque alto, y varía de 30 % T_0 a 70 % T_0 .
- 30
6. El método de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado porque** $T_m = 40$ % T_0 , el torque base del intervalo de torque bajo $T_{base1} = 20$ % T_0 , y el torque base del intervalo de torque alto $T_{base2} = 50$ % T_0 .
- 35
7. El método de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado porque** el coeficiente de ajuste V cambia entre 0.1 y 2; y T_m tiene dos valores de coeficiente de ajuste V correspondientes al intervalo de torque alto y el intervalo de torque bajo, respectivamente.
- 40
8. El método de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado porque** el volumen de aire calculado Q_c es igual o equivalente al volumen de aire objetivo Q_{ref} en la etapa 5) y la etapa 7) significa que el volumen de aire calculado Q_c está en el rango de la "ventana de error del volumen de aire objetivo Q_{ref} ", y la ventana de error del volumen de aire objetivo Q_{ref} varía de 1 % a 2 %.
- 45
9. El método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2 o 3, **caracterizado porque** aumentar o disminuir el torque T a través del controlador del motor en la etapa 5) significa aumentar o disminuir el torque T de acuerdo con la secuencia de longitud de las etapas de al menos 1 % T_0 cada vez, o el nuevo torque = el torque actual $\times (Q_{ref}/Q_c)^2$.
- 50
10. El método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2 o 3, **caracterizado porque** las fórmulas de relación funcional $Q1 = F1(T, n, V)$, $Q2 = F2(T, n, V)$ se obtienen como sigue de acuerdo con los datos originales de la velocidad de rotación y los parámetros de volumen de aire bajo un torque base T_{base} y otros torques y bajo una presión estática externa diferente:
- 55
- a) disponer el motor fijo sobre una rueda de viento en un dispositivo de aire acondicionado;
 - b) fijar el motor para trabajar en el estado de trabajo de torque constante T_0 ;
 - c) seleccionar una pluralidad de valores de torque que comprenden el torque base dentro del rango sin exceder un torque nominal;
 - d) permitir al motor trabajar bajo diferentes torques; y
 - e) cambiar la presión estática externa del sistema en secuencia para recolectar los datos originales que comprenden la velocidad de rotación y los parámetros del volumen de aire.

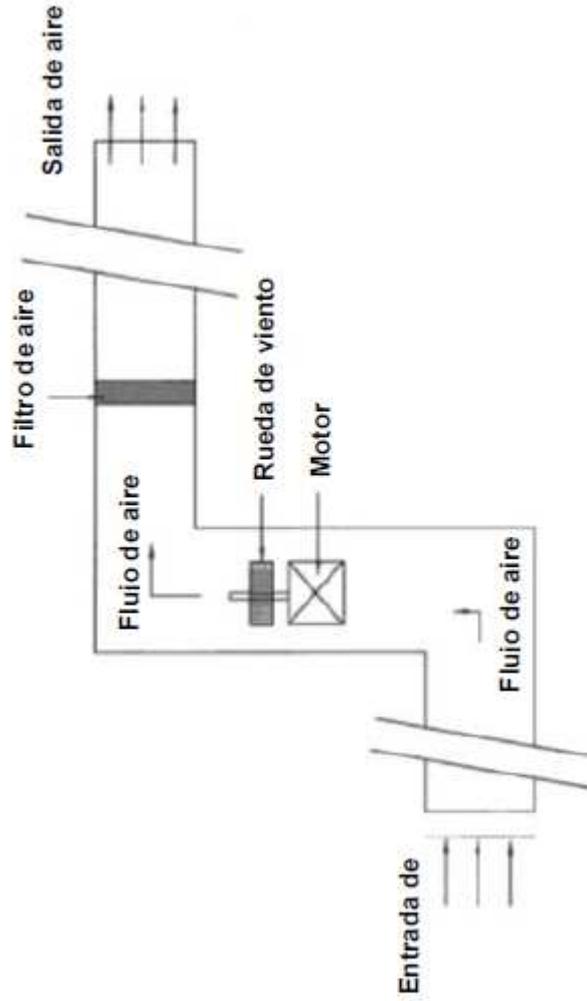


FIG.1

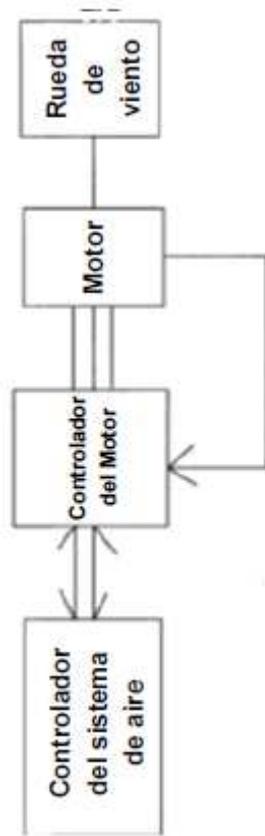


FIG.2

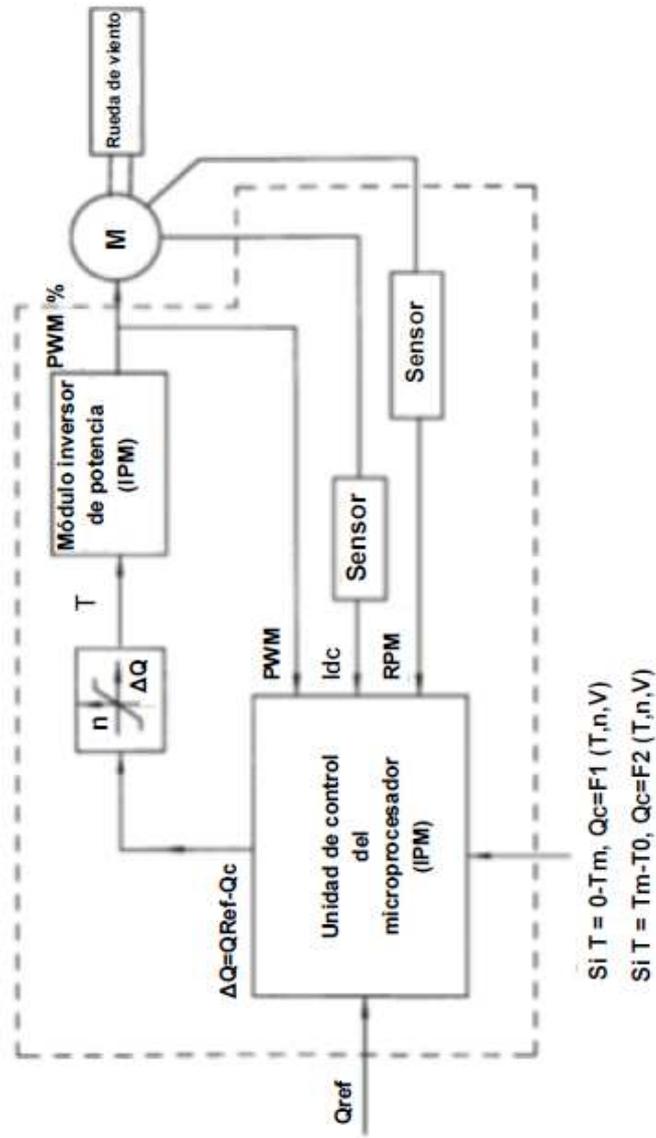


FIG.3

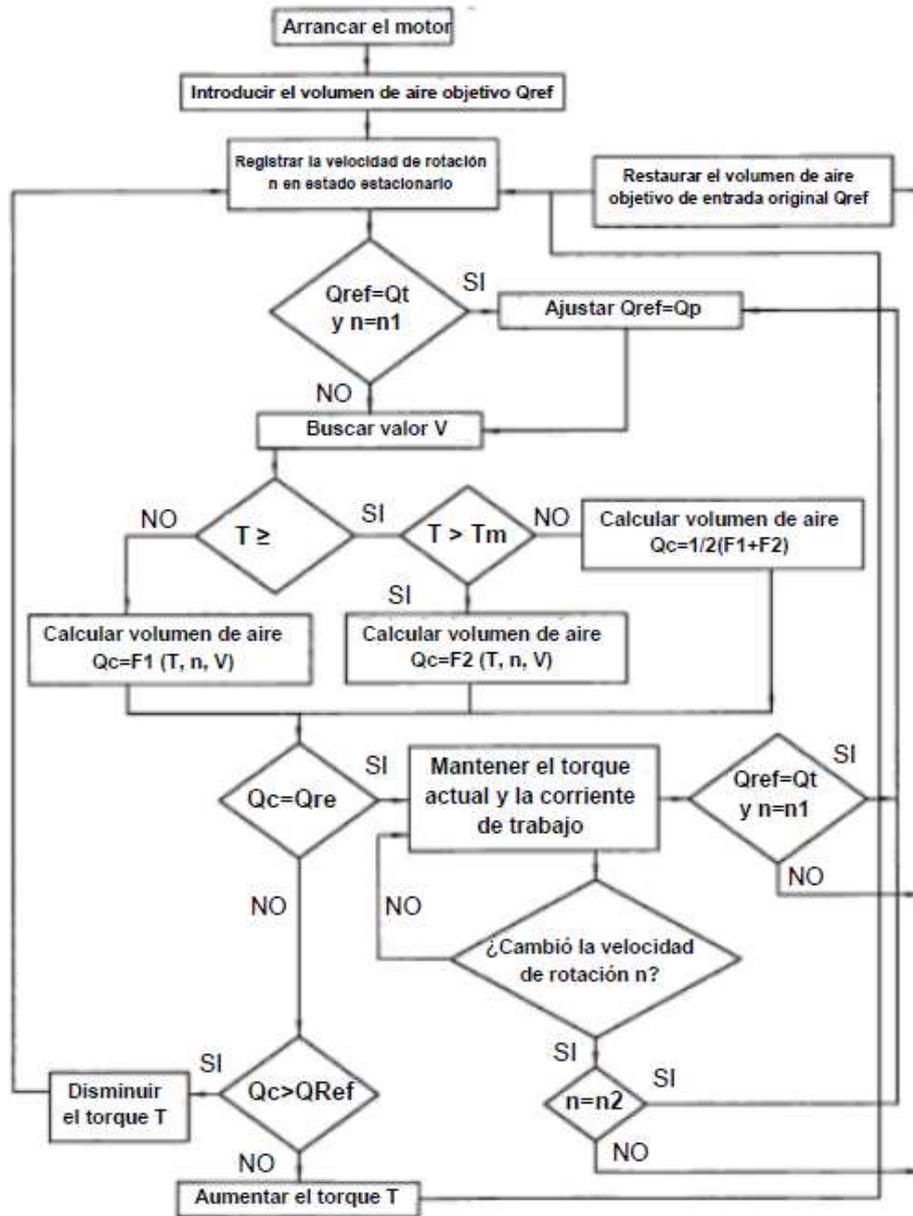


FIG. 4

Volumen de aire real Q_m (CFM)

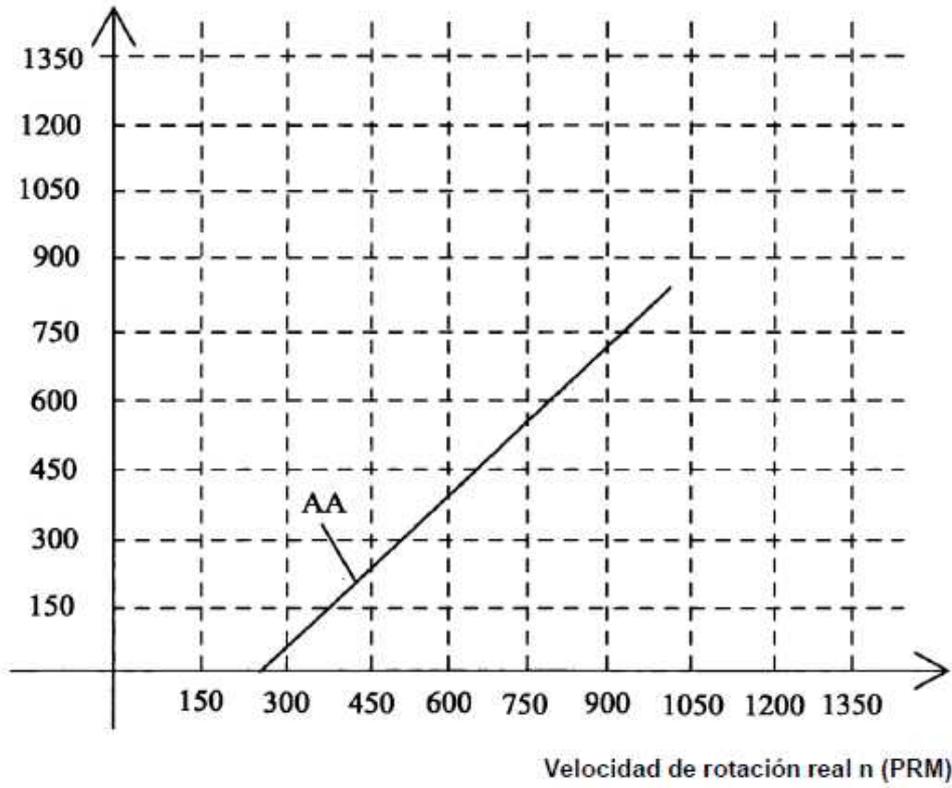


FIG. 5

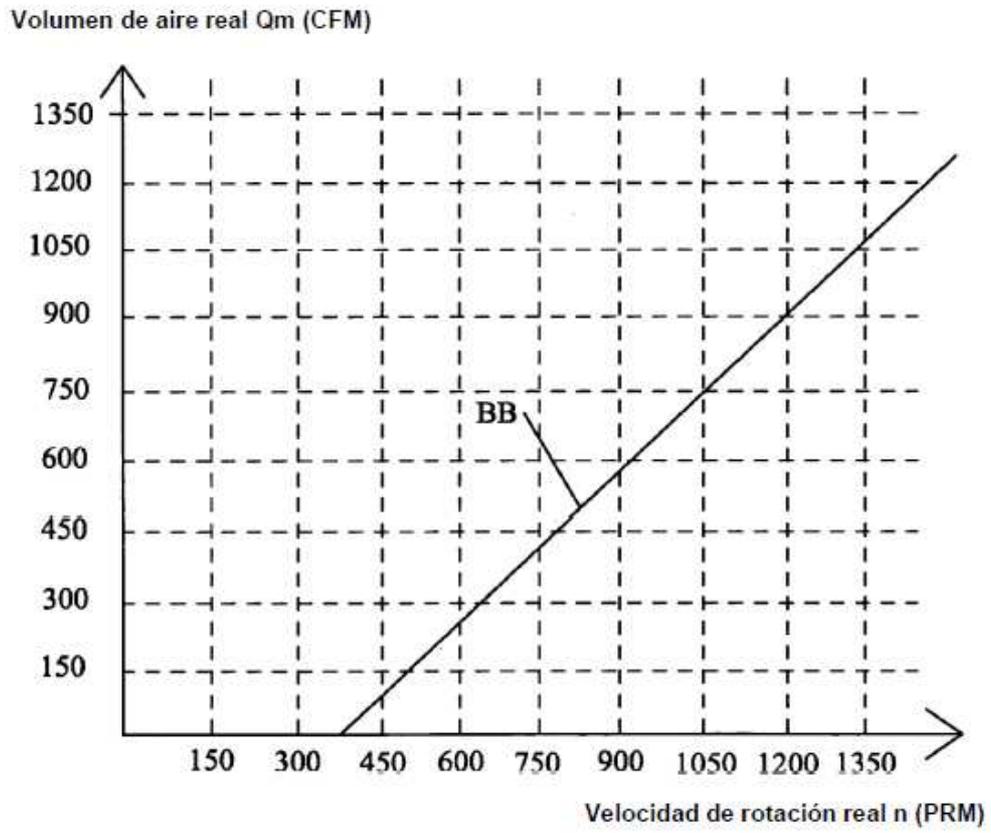


FIG. 6