

DISPOSITIVO PARA EL ACCIONAMIENTO INTERMITENTE DEL VENTILADOR DE ENFRIAMIENTO DE MOTORES TRIFÁSICOS DE INDUCCIÓN, CONTROLADO POR LA TEMPERATURA DEL ENROLLADO DEL ESTATOR.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Los sistemas accionados por motores eléctricos representan entre el 43% y 46% del consumo global de electricidad y generan emisiones de 6040 Mt de CO₂ aproximadamente cada año. En el sector industrial, el consumo de los motores representa aproximadamente el 68% del consumo de energía eléctrica total. En Estados Unidos y la Unión Europea, este consumo se encuentra entre el 65% y 75%, mientras que en Canadá llega a alcanzar el 80%, lo que demuestra la importancia de tomar acciones que reduzcan su consumo de energía. Entre las medidas que se han tomado se encuentran la mejora en los diseños y materiales para reducir las pérdidas y mejorar la eficiencia, la selección adecuada según la función que realiza, la mejora en la eficiencia de los mecanismos que accionan, y la sustitución paulatina de motores de eficiencia estándar por motores de alta eficiencia.

Las pérdidas de energía en los motores trifásicos de inducción se dividen en pérdidas de cobre del estator y rotor, pérdidas de núcleo, pérdidas adicionales y pérdidas por fricción y batimiento, estas últimas producidas por el ventilador de aire de enfriamiento. Entre estas, las pérdidas por fricción y batimiento, representan aproximadamente un 1,2% del consumo de electricidad, siendo muy significativas en motores grandes con régimen de operación continuo (S1) de alrededor de 5000 horas al año.

Las pérdidas por batimiento son de carácter permanente pues en los motores de inducción, el ventilador de enfriamiento se encuentra fijo al eje girando junto a este, aunque no siempre se requiera el enfriamiento. Se han publicado varias patentes con mecanismo de enfriamiento alternativo al convencional, sin embargo, muy diferentes al propuesto en esta invención, como lo divulga la patente JP4008899, que presenta un dispositivo de enfriamiento para un motor eléctrico con un embrague unidireccional que acopla el ventilador de enfriamiento con el eje mientras el motor está en funcionamiento y desacopla el ventilador cuando el motor se apaga, permitiendo que el mismo permanezca en rotación por el efecto de inercia y se continúe con el enfriamiento del motor por un tiempo adicional después de detenido el eje.

Otro mecanismo de enfriamiento, aunque para motores del sistema de dirección de automóviles y no para motores trifásicos, es el que presenta la patente US5557930A que comprende un dispositivo donde el ventilador de enfriamiento está conectado operativamente al motor por un embrague y está previsto de un circuito de control, el cual tiene como función el accionar el embrague que desacopla el ventilador de refrigeración cuando se requiere suministrar fluido hidráulico en el sistema de dirección.

En el campo de los embragues en motores, la patente US3280352 presenta un freno de embrague magnético automático para reducir la inercia de frenado en un motor eléctrico. El mecanismo desacopla el eje del motor de la masa inercial cuando se interrumpe la alimentación eléctrica y acopla el accionamiento cuando se restablece la alimentación de electricidad.

La patente US4868437 divulga un ensamblaje donde el acople entre el eje y el ventilador se realiza a partir de la temperatura del rotor y de un elemento mecánico de elevada dilatación térmica.

En vista de las anterioridades mencionadas, es necesario el desarrollo de un dispositivo que reduzca las pérdidas por batimiento debido al sistema de ventilación y mejore la eficiencia de operación de los motores trifásicos de inducción de uso industrial.

Por lo tanto, la presente invención presenta un dispositivo que permite el accionamiento intermitente del ventilador de enfriamiento, con un mecanismo controlado por la temperatura del estator y que además está provisto de un sistema de almacenamiento y comunicación de datos de la temperatura que permite el diagnóstico de fallas, la detección de cambios operacionales u otras aplicaciones.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

El objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo que permite el accionamiento intermitente del ventilador de enfriamiento, con un mecanismo controlado por la temperatura del estator, para reducir las pérdidas por batimiento y mejorar la eficiencia de operación de los motores trifásicos de inducción de uso industrial como los que accionan las bombas, compresores, transportadores, ventiladores, máquinas de soldar y troqueladoras entre otros.

El dispositivo para el accionamiento intermitente del ventilador de enfriamiento de un motor trifásico de inducción controlado por la temperatura del enrollado del estator es accionado al

sensar la temperatura del devanado del estator constantemente, temperatura que depende del sistema de aislamiento del motor.

El dispositivo sensa la temperatura del devanado del estator permanentemente y de acuerdo al sistema de aislamiento del motor, el controlador compara la temperatura sensada con un rango de temperatura mínima y máxima. El ventilador permanece desconectado si la temperatura del devanado del estator es inferior a la temperatura mínima o si se supera a la temperatura mínima pero no se supera a la temperatura máxima.

El ventilador se conecta si la temperatura del devanado del estator es superior a la temperatura máxima permisible y se desconecta solamente cuando la temperatura del devanado del estator se reduzca a una temperatura inferior a la temperatura mínima permisible.

La norma NEMA (American National Standard Motors and Generator), establece las características de diseño y construcción que deben de cumplir los motores eléctricos trifásicos de inducción. Entre estas, se define la temperatura máxima permisible de operación según la clase del sistema de aislamiento. Para evitar procesos continuos de encendido y apagado del dispositivo, se establece una temperatura mínima, inferior en 5°C a la temperatura máxima de operación. En la tabla siguiente se muestran estos rangos de temperatura. La clase del sistema de aislamiento se muestra en la placa característica de los motores.

Tabla 1. Temperatura máxima permisible de operación según la clase del sistema de aislamiento.

Clase del sistema de aislamiento	Temperatura mínima de operación (OC)	Temperatura máxima de operación (OC)
A	70	75
B	90	95
F	110	115
H	125	130

El dispositivo puede adaptarse a un motor durante su fabricación o en la explotación y consta de un sensor de temperatura, un actuador eléctrico lineal, un termostato que abre y cierra el circuito de alimentación del actuador y un sistema de acople mecánico entre el ventilador y el eje del motor.

En una realización particular el sensor de temperatura puede estar acoplado al devanado del estator del motor y el termostato junto con el actuador lineal a la carcasa del motor. En esta realización el sensor mide la temperatura del devanado del estator y envía la señal correspondiente al termostato para que este accione el actuador lineal, dispuestos en la carcasa del motor, y se lleve a cabo el acople o desacople del ventilador.

En otra realización particular, el sensor se encuentra en el devanado del estator, el controlador en la caja de control y el actuador lineal en la carcasa del motor, de tal manera que una vez el sensor mide la temperatura del devanado del estator, éste envía la señal al controlador, el cual a su vez acciona el actuador lineal para el acople o desacople del ventilador.

En una realización particular adicional, el termostato se encuentra dispuesto en el devanado del estator del motor para accionar directamente el actuador lineal que se encuentra en la carcasa del motor, llevando así a cabo el acople o desacople del ventilador.

En una última realización, el sensor se encuentra en el devanado del estator, el termostato y el actuador lineal en la carcasa del motor y el controlador en una caja de control, separado del sensor, del termostato y del actuador lineal. En esta realización, el sensor del devanado del estator del motor envía una señal al termostato para que este a su vez active el actuador lineal y se acople o desacople el ventilador, este sensor también envía una señal al controlador para que este active las alarmas, envíe la información al conector externo y al módulo de transmisión y almacenamiento de datos.

Adicionalmente, en cualquiera de las realizaciones anteriores, el dispositivo podrá comprender opcionalmente un controlador, separado, que activa la alarma visual y sonora, que envía información de la temperatura sensada al módulo de transmisión y almacenamiento de datos para que este a su vez active la antena de transmisión de datos, y que envíe una señal al conector

externo para que a través de éste, un dispositivo mida la temperatura del devanado del estator y se visualice a través de un módulo de visualización de datos la de temperatura del motor, todo esto comprendido opcionalmente en una caja de control.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Figura 1. Motor eléctrico trifásico de inducción de uso industrial.

Figura 2. Vista lateral del motor eléctrico trifásico de inducción de uso industrial con posición de acople y repos del mecanismo de embrague.

Figura 3. Vista lateral del motor eléctrico trifásico de inducción de uso industrial

Figura 4. Vista superior del motor eléctrico trifásico de inducción de uso industrial con la caja de control.

Figura 5. Vista ampliada de la brida de acople del eje del motor.

Figura 6. Vista ampliada de la brida de acople del ventilador.

Figura 7. Vista seccionada del mecanismo de embrague.

Figura 8. Vista explosionada del mecanismo de acople lado del ventilador.

Figura 9. Vista explosionada del mecanismo de acople lado del motor.

Figura 10. Accionamiento intermitente del ventilador de enfriamiento del motor.

Figura 11. Accionamiento intermitente del ventilador de enfriamiento del motor donde el sensor de temperatura se acopla al devanado del estator del motor y el termostato junto con el actuador lineal a la carcasa del motor.

Figura 12. Accionamiento intermitente del ventilador de enfriamiento del motor donde el devanado del estator, el termostato y el actuador lineal están en la carcasa del motor y el controlador en una caja de control, separado del sensor, del termostato y del actuador lineal.

Figura 13. Accionamiento intermitente del ventilador de enfriamiento del motor con una caja de control.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Con el fin de brindar una descripción detallada de la invención, se procede a describir el dispositivo para el accionamiento intermitente del ventilador de enfriamiento de un motor eléctrico trifásico de inducción, con base en las figuras suministradas.

En la figura 1 se muestra el motor eléctrico trifásico de inducción de uso industrial que está constituido por un motor (1), una carcasa del ventilador (2) y una caja de control (3).

En la figura 2, se puede observar la posición de acople (4) y desacople (5) del ventilador de enfriamiento (6).

En la figura 3 se muestran los elementos mecánicos que permiten el accionamiento intermitente del ventilador de enfriamiento. Como se observa, el eje del motor (8) y el ventilador de enfriamiento (6) se encuentran normalmente desacoplados. Estos se acoplan cuando se accione el dispositivo de conexión intermitente del ventilador de enfriamiento (6), mediante la unión de la brida de acople del eje (9) y la brida de acople del ventilador (10). La brida de acople del ventilador se encuentra ensamblada al ventilador de enfriamiento (6), al actuador lineal (11) y al soporte del actuador (12). El acoplamiento intermitente se acciona según la temperatura medida por el sensor de temperatura (13) en el devanado del estator del motor (7).

En la figura 4 se presenta la caja de control (3) con los elementos electrónicos que permiten el accionamiento intermitente del ventilador de enfriamiento. Estos elementos, que están interconectados eléctricamente sobre una placa electrónica convencional, permiten la captación de la señal de temperatura, el procesamiento de la señal mediante la comparación con las temperaturas de referencia, el envío de la señal de accionamiento a los elementos mecánicos del dispositivo y el almacenamiento y transmisión de datos. Los elementos electrónicos son: el controlador (14), una fuente de alimentación DC (15), un selector de rangos de temperatura (16), un módulo de transmisión y almacenamiento de datos (17), un módulo de visualización de datos (18), una antena de transmisión de datos (19), el conector para la alarma visual y sonora (20), el conector del sensor (21), los conectores del medidor externo (22) y los conectores de la alimentación eléctrica (23).

En la figura 5, se muestra la brida de acople del eje del motor (9) con forma geométrica cilíndrica y una bolas metálicas insertadas (24) adecuadamente para el ensamble con el eje de acople del ventilador (10) mostrado en la figura 6. La brida de acople del ventilador (10) tiene agujeros (25) de forma geométrica idéntica a la de las bolas de la brida (24) de acople del eje del motor (9) (figura 5).

Cuando la temperatura de operación alcanza la temperatura máxima establecida, el actuador lineal (11) (figura 7) se acciona, empujando la brida que soporta el ventilador de enfriamiento (10) axialmente hacia la brida que se encuentra fijada al eje (9) produciendo el contacto entre las dos bridas. En los primeros instantes del contacto se establece un rozamiento por un corto período de tiempo, hasta que las bolas de la brida del eje (24) se introducen en los agujeros (25) de la brida que soporta el ventilador de enfriamiento (10), quedando acoplado el eje con el sistema de ventilación de enfriamiento.

En la figura 7 se muestra el soporte de actuador lineal (12) que sostiene y cubre externamente el actuador lineal (11) hasta una longitud de $\frac{3}{4}$ de la longitud del actuador. El actuador lineal se acopla al interior del rodamiento de ventilador (26) y este a su vez se encuentra fijado al ventilador y a la brida de acople.

El soporte de actuador lineal (12) representado en la figura 8, se acopla fijamente por un extremo a través de un orificio circular (27) ubicado en la parte trasera de la carcasa (2), asegurando que el mecanismo sea concéntrico. En el otro extremo también se ubica un medio de sujeción compuesto de cuatro o más soportes fijados mediante tornillos en los orificios laterales de la carcasa (28). Esto permite una distribución simétrica a lo largo de la circunferencia del soporte de actuador lineal (29).

El actuador lineal (11) se ensambla en el interior del soporte del actuador lineal y comprende tres secciones. La primera sección tiene forma cilíndrica (30), la segunda sección (31) es la de mayor longitud y tiene forma hexagonal como se muestra en la figura 8, mientras que la tercera sección (32) presenta forma cilíndrica con un pasante que se acopla con el eje del actuador lineal (33). Este a su vez se introduce al interior del rodamiento (34).

En la figura 9 se muestra el interior de la brida del eje (9) conformado por el encaje de balines (35), las bolas metálicas (24) y los resortes (36) junto con el encaje de resorte (37). Esta brida se encuentra ensamblado al eje del motor (8).

La figura 10 ilustra la dirección (201, 202) de la fuente de alimentación eléctrica y la señal del dispositivo para el accionamiento intermitente del actuador lineal para el acople intermitente del ventilador de enfriamiento del motor trifásico de inducción controlado por la temperatura del enrollado del estator, llevado a cabo por el termostato al sensor la temperatura del devanado del estator constantemente.

En la realización particular de la figura 11, el sensor de temperatura se acopla al devanado del estator del motor y el termostato junto con el actuador lineal a la carcasa del motor. En esta realización el sensor mide la temperatura del devanado del estator y envía la señal (202) al termostato para que este accione el actuador lineal, dispuestos en la carcasa del motor, y se acople o desacople el ventilador

En la realización de la figura 12, el sensor se encuentra en el devanado del estator, el termostato y el actuador lineal en la carcasa del motor y el controlador en una caja de control, separado del sensor, del termostato y del actuador lineal. En esta realización, el sensor del devanado del estator del motor envía una señal (202) al termostato para que este a su vez active el actuador lineal y se acople o desacople el ventilador, este sensor también envía una señal (202) al controlador para que este active las alarmas, envíe la información al conector externo y al módulo de transmisión y almacenamiento de datos.

Adicionalmente, en cualquiera de las realizaciones anteriores, el dispositivo podrá comprender opcionalmente un controlador, separado que activa la alarma visual y sonora, que envía información de la temperatura sensada al módulo de transmisión y almacenamiento de datos para que este a su vez active la antena de transmisión de datos, y que envíe una señal (202) al conector externo para que a través de éste, un dispositivo mida la temperatura del devanado del estator y se visualice a través de un módulo de visualización de datos de la temperatura del motor, todo comprendido opcionalmente en una caja de control (ver figura 13).