

motor tico



Prácticas Recomendadas para la Puesta en Marcha de Motores Eléctricos Industriales

Los trabajos de instalación y puesta en marcha de motores eléctricos son pasos claves para que su equipo alcance el desempeño esperado, asegurando dicha operación en el largo plazo. En muchos casos, buena parte de las causas de falla prematura ocurridas en los primeros meses de operación del motor se deben a una inapropiada instalación e incorrectos procedimientos de puesta en marcha. Cuando se pasan por alto ciertas consideraciones al respecto, la operación del motor está comprometida, junto con la garantía que entregan los fabricantes o centros de servicio (taller).

Introducción

Seguir buenas prácticas de instalación y puesta en marcha es un paso fundamental para promover que el motor eléctrico recién instalado opere con adecuada confiabilidad, y maximizando su desempeño que facilite el ahorro energético. Sea éste un motor nuevo, reparado o de stock (bodega), los beneficios de contar con procedimientos adecuados de instalación y puesta en marcha son innegables. Sin embargo, para alcanzar los beneficios esperados, los procedimientos deberán considerar al menos los siguientes aspectos: *i)* estar coordinados con el fabricante o centro de servicio para validar la garantía; *ii)* buscar como objetivo general el incremento de la confiabilidad, eficiencia y seguridad tanto del motor como del personal a cargo; *iii)* seguir distintas normativas reconocidas (nacional y/o internacional), y recomendaciones emitidas por el fabricante; *iv)* contar con personal calificado; *v)* optimizar los costos y tiempos para afectar lo menos posible a los procesos productivos; y, *vi)* registrar distintas variables eléctricas, mecánicas y de proceso, que servirán como base de comparación futura.

1) Fases recomendadas de un procedimiento de instalación y puesta en marcha

Se propone dividir las tareas de instalación y puesta en marcha en tres fases, éstas son: *i)* Construcción e instalación; *ii)* Pruebas pre-operacionales; y, *iii)* Pruebas operacionales. A continuación, se explica cada una de las fases indicadas:

- a. Construcción e instalación: esta fase incluye la construcción de cualquier instalación y base de montaje para asegurar la correcta ubicación del motor, según diseños y requerimientos. Durante esta etapa se realizan pruebas, tales como: *i)* Eléctricas: ensayos dieléctricos en motor y cables; revisión del sentido de rotación; inspección y pruebas en el centro de control y tablero; preparación y verificación de las terminaciones de cables. *ii)* Mecánicas: alineamiento; correcto centrado magnético del eje; verificación de lubricación; inspección de equipos mecánicos. *iii)* Instrumentación: instalación de instrumentos y medición; pruebas de continuidad en cables de instrumentación.
- b. Pruebas pre-operacionales: es esta etapa se llevan a cabo distintas pruebas y la revisión completa del motor, se incluyen las siguientes: *i)* Pruebas de resistencia de aislación en cables; *ii)* Verificación del sistema de enfriamiento y lubricación; *iii)* Verificación del circuito de control; *iv)* Calibración de los relés de protección y medición; *v)* Verificación de la calibración de los instrumentos de medición y polaridad de transformadores de instrumentos; *vi)* Ejecución de procedimientos de verificación entregados por el fabricante; y, *vii)* Ensayos de vibración antes y después de acoplar el motor y la máquina de carga.

- c. **Pruebas operacionales:** esta fase incluye las siguientes pruebas: *i)* Medición de corriente y temperatura en condiciones de carga; *ii)* Verificación de lubricación y enfriamiento; *iii)* Revisión de cualquier accesorio que incluya el motor, como un freno magnético; *iv)* Ensayos de vibración; y, *v)* Monitoreo y operación desde algún sistema de control remoto.

Para ilustrar lo explicado antes, la Fig. 1 presenta una forma de verificar el nivel de enfriamiento en un motor tipo WP11 (Weather Protected Type II). Los motores WP11 están diseñados para aplicaciones al aire libre donde las condiciones son adversas. El sistema de enfriamiento se diseña para bajar la velocidad de la entrada de aire de enfriamiento, y reducir así al mínimo la posibilidad de que las partículas aerotransportadas entren en el motor. En cualquier motor es fundamental asegurar que el sistema de ventilación está operando correctamente.

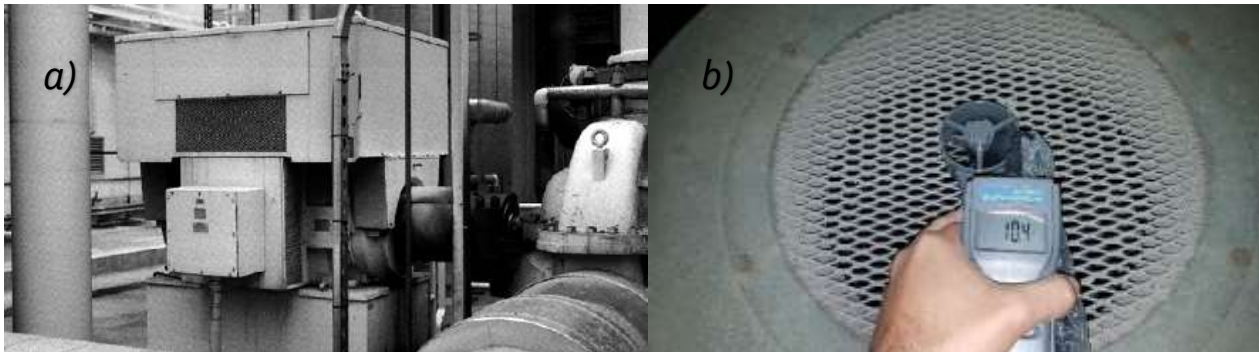


Fig. 1 a) Motor tipo WP11, b) Medición de flujo de aire en sistema de enfriamiento con anemómetro (Cortesía de Ferroman S.A. -Chile)

2) Recomendaciones prácticas

Cada una de las fases descritas anteriormente deben incluir consideraciones específicas, y algunas de estas se describen a continuación para que los usuarios las incluyan en sus procedimientos:

a. Consideraciones de instalación:

- **MONTAJE:** El motor deberá estar correctamente instalado sobre una cimentación rígida, o superficie de montaje adecuada, para minimizar la posibilidad de vibración y permitir su correcto alineamiento.
- **ROTACIÓN:** No acoplar el motor a la carga hasta no tener clara la dirección de rotación.
- **ALINEAMIENTO:** Cumplir con el alineamiento del motor y la carga para minimizar posible vibración.
- **AJUSTE DE PERNOS:** El ajuste de los pernos (tornillería) deberá hacerse con el torque tensión según el tipo de perno, y usando la herramienta adecuada.
- **LUBRICACIÓN DE COJINETES:** Verificar las condiciones de lubricación de los cojinetes (rodamientos, bujes, descansos, roles).
- **AJUSTE AXIAL:** Verificar que el ajuste de juego axial cumple con requerimientos según el tipo de cojinetes.
- **ENSAYOS DIELECTRICOS:** Realizar y registrar los siguientes ensayos dieléctricos (siguiendo normas reconocidas): **(1)** Ensayos básicos: Resistencia de aislamiento en corriente continua; Índice de polarización/Absorción Dieléctrica; Impulso. **(2)** Ensayos avanzados: Tangente Delta; Descargas Parciales. Además, se recomienda registrar las siguientes variables: temperatura en devanados, temperatura ambiente y humedad relativa.
- **RESISTENCIA DE DEVANADOS:** Medir y registrar la resistencia óhmica por fase.
- **CONEXIONADO:** Las conexiones del motor deberán ser realizadas con materiales y dispositivos adecuados, según reglamentos. Utilizar mufas según la tensión de la máquina, y siguiendo las recomendaciones del fabricante del dispositivo.
- **ACCESORIOS Y SEÑALES:** Conectar los distintos accesorios y señales, tales como: descargadores sobre tensión, sensores de temperatura, sensores de vibración.
- **CONEXIÓN A TIERRA:** El motor deberá estar conectado sólidamente a tierra según reglamentos reconocidos (Ej.: NEC).

b. Puesta en marcha:

- **CON MOTOR DESACOPLADO:** Girar el motor en vacío.
- **VENTILACIÓN:** Verificar que el sistema de ventilación funciona correctamente.
- **REGISTRO DE DATOS:** Mantener el motor girando en vacío por un tiempo no menor a 60 minutos, o al llegar a la estabilidad térmica. Registrar variables eléctricas y mecánicas. Confirme el cumplimiento de las recomendaciones para cada variable medida.

- **ALINEAR Y ACOPLAR:** Siguiendo un procedimiento adecuado proceda a alinear el motor y la carga.
 - **CON MOTOR ACOPLADO EN VACÍO:** Girar el motor en vacío al menos por 60 minutos, o al llegar a la estabilidad térmica.
 - **REGISTRO DE DATOS:** Registrar variables eléctricas y mecánicas.
 - **MOTOR ACOPLADO CON CARGA:** Girar el motor con carga al menos por 60 minutos, o al llegar a la estabilidad térmica, y registrar los datos de operación.
- c. Aspectos generales:
- **Grado de protección:** El motor deberá tener el grado de protección apropiado para el ambiente donde opera.
 - **Límites temperatura ambiente:** El rango de temperatura ambiente recomendado es de: +40 °C a -10 °C (a menos que se especifique otra condición).
 - **SERVICIO ELÉCTRICO:** Verificar niveles de tensión (voltaje), desbalance, y frecuencia, según lo siguiente: **(1)** Voltaje: en motores norma NEMA es de $\pm 10\%$, en motores IEC es de $\pm 5\%$. **(2)** Frecuencia: $\pm 5\%$. **(3)** Caída de tensión máxima durante arranque: -15% . **(4)** Desbalance voltaje máximo: 1% (no superar el 3%). **(5)** Desbalance corriente máxima: 10% .
 - **COJINETES:** Para evitar daños en los cojinetes no provocar fuerzas sobre los componentes del eje.
 - **DUDAS:** Si hay dudas con el funcionamiento de la máquina se deberá detener la operación.

La Fig. 2 muestra una fotografía del proceso de alineamiento de un motor.



Figura 2 Procedimiento de alineamiento del motor con la máquina de carga (Cortesía de Ferroman S.A.-Chile)

La Fig. 3 muestra la aplicación de ensayos dieléctricos durante la puesta en marcha de un motor industrial de gran tamaño.



Figura 3 Ensayos dieléctricos durante la puesta en marcha de un motor (Cortesía de Ferroman S.A.-Chile)

3) Conclusión

El contar con un procedimiento de instalación y puesta en marcha es importante para toda empresa que usa motores eléctricos en sus procesos productivos, para minimizar las posibles fallas prematuras, y que sirva de base para una operación confiable en el largo plazo.