

# motor tico

BOLETÍN BI-MENSUAL PREPARADO POR [WWW.MOTORTICO.COM](http://WWW.MOTORTICO.COM), COSTA RICA



JULIO-AGOSTO 2017

## Manteniendo la eficiencia del motor eléctrico durante su reparación

*Distintos estudios a nivel global indican que los motores eléctricos consumen cerca del 60% de la electricidad producida. Lo anterior se puede extender a distintos países de Latinoamérica, y reconocer que el motor es un elemento fundamental en distintas aplicaciones. Sin embargo, diariamente una cantidad de motores fallan, los cuales son en su mayoría reparados y puestos de nuevo en servicio para afectar lo menos posible las actividades productivas. Estos motores requieren de un tratamiento adecuado durante su reparación para mantener los niveles de eficiencia, especialmente aquellos clasificados como de eficiencia mejorada.*

### Introducción

Es posible clasificar las causas de fallas en motores eléctricos en tres categorías principales, estas son: mecánicas (41% del total), eléctricas (37%), otras causas (22%). En primer lugar, las fallas mecánicas se asocian principalmente con los rodamientos y descansos, los cuales fallan por: contaminación, problemas de lubricación, malos montajes, desalineamiento y sobre carga. Las fallas eléctricas principalmente se presentan en los devanados de estator o de rotor, las cuales son mayormente por problemas térmicos, de contaminación y condiciones inusuales en el servicio eléctrico. Finalmente, en otras causas se incluyen causas generales, como una mala selección del motor, errores de aplicación que provocan fallas en el rotor o el eje, o por el tipo de protección contra el ambiente. La Fig. 1 muestra distintas fotografías con fallas típicas en devanados de motores eléctricos.



*Figura 1 Algunas fallas en devanados (Cortesía de Ferroman S.A.)*

Teniendo en cuenta la prevalencia y consecuencias de las fallas, junto con los efectos potenciales de los métodos de reparación de cada una, se deberán enfocar los esfuerzos en mantener (o mejorar) la eficiencia del motor. Por ejemplo, cuando se presenta una falla de corto circuito en el devanado de estator, la configuración y magnitud de la falla determinará las consecuencias sobre la eficiencia. En caso que se alcance el núcleo laminado (chapas), con un daño considerable, el centro de servicio deberá realizar una serie de ensayos (como la prueba de pérdidas) para constatar la viabilidad de la reparación. Para esto, se necesitará de interpretación especializada y técnicas de reparación adecuadas, para controlar la afectación sobre la eficiencia.

En general, las buenas prácticas de reparación en motores eléctricos incluyen: (i) prácticas de rebobinado, tales como remoción de las bobinas dañadas, configuración y modificación de devanados, procesos de impregnación, y selección de materiales; (ii) verificación y reparación de los núcleos de chapas; (iii) verificación y reparaciones mecánicas; y, (iv) selección de partes de repuesto, como rodamientos, ventiladores, otros.

Es posible clasificar las causas de fallas en motores eléctricos en tres categorías principales, estas son: mecánicas (41% del total), eléctricas (37%), otras causas (22%). En primer lugar, las fallas mecánicas se asocian principalmente con los rodamientos y descansos, los cuales fallan por: contaminación, problemas de lubricación, malos montajes, desalineamiento y sobre carga. Las fallas eléctricas principalmente se presentan en los devanados de estator o de rotor, las cuales son mayormente por problemas térmicos, de contaminación y condiciones inusuales en el servicio eléctrico. Finalmente, en otras causas se incluyen causas generales, como una mala selección del motor, errores de aplicación que provocan fallas en el rotor o el eje, o por el tipo de protección contra el ambiente. La Fig. 1 muestra una falla severa de núcleo.



Figura 2 Detalle de una falla severa en un núcleo magnético (Cortesía de Ferroman S.A.)

Teniendo en cuenta la prevalencia y consecuencias de los modos de falla, junto con los efectos potenciales de los métodos de reparación de cada una, se deberán enfocar los esfuerzos en mantener (o mejorar) la eficiencia del motor reparado. Por ejemplo, cuando se presenta una falla de corto circuito en el devanado de estator, la configuración y magnitud de la falla determinará las consecuencias sobre la eficiencia. En caso que se alcance el núcleo laminado, con un daño considerable, el centro de servicio deberá realizar una serie de ensayos (como la prueba de pérdidas) para constatar la viabilidad de la reparación. Para esto, se necesitará de interpretación especializada y técnicas de reparación adecuadas, para controlar la afectación sobre la eficiencia.

En general, las buenas prácticas de reparación en motores eléctricos incluyen: (i) prácticas de rebobinado, tales como remoción de las bobinas dañadas, configuración y modificación de devanados, procesos de impregnación, y selección de materiales; (ii) verificación y reparación de los núcleos de chapas; (iii) verificación y reparaciones mecánicas; y, (iv) selección de partes de repuesto, como rodamientos, ventiladores, otros.

#### Métodos y prácticas de reparación que afectan las pérdidas

Cuando un motor eléctrico falla, hay una clasificación para el nivel de reparación, definidos como: i) Nivel 1: mantenimiento básica, con reemplazo de rodamientos y limpieza ; ii) Nivel II: Nivel I junto con limpieza de devanados y reparación de asientos de rodamientos ; iii) Nivel III: Nivel II junto con rebobinado de estator ; iv) Nivel IV: Nivel III junto con reparación de chapas o reemplazo del eje; y, v) Nivel V: en este nivel se recomienda el reemplazo, pero se por circunstancias especiales se decide reparar, por ejemplo por problemas de disponibilidad del motor nuevo. Sin importar el nivel que implique la reparación, las pérdidas se pueden afectar (positiva o negativamente) durante la intervención, según lo siguiente:

- (1) Magnéticas: pérdidas en los núcleos debido a la histéresis de magnetización y corrientes parásitas. Varían aproximadamente con el cuadrado de la tensión. Pueden incrementarse si: se sobrecalienta durante la extracción del alambre; por daños mecánicos; y por cambios en la densidad de flujo (ej.: por modificación en el devanado).
- (2) I<sup>2</sup>R en estator: pérdidas en los devanados de estator por calor. Pueden incrementarse si: se disminuye la sección del alambre; aumenta el tamaño de las cabezas de bobina; cambios en las configuraciones del devanado.
- (3) I<sup>2</sup>R en el rotor: pérdidas en los devanado/barras de rotor por calor, se incluyen las pérdidas de contacto de escobillas en rotor devanado. Se incrementan si: daños en las chapas o barras; mecanizado del rotor; y por cambios en la densidad de flujo.
- (4) Fricción y ventilación: pérdidas por fricción en rodamientos y ventilación de enfriamiento. Pueden incrementarse si: cambios en rodamientos; mala lubricación; inclusión de retenes y sellos; modificación del ventilador; cambios en los ductos y canales de enfriamiento.
- (5) Indeterminadas: son producidas por corrientes armónicas y flujo magnético en el motor. Los factores que las afectan incluyen:
  - Geometría de la ranura (propio del diseño).
  - Número de ranuras (propio del diseño).
  - Dimensiones del entrehierro (propio del diseño).
  - Procesos de manufactura, los cuales tiene que ver con el tamaño y forma de la bobina, tipos de devanado, y otros.

Pueden incrementarse si: el entrehierro presenta defectos, como no uniformidad por excentricidad, o modificaciones; y cambios en el tipo del devanado.

#### Conclusión

El problema de la reparación de motores requiere asegurar que el nivel de eficiencia no se reducirá durante su intervención o reparación, especialmente en motores clasificados como de eficiencia mejorada (Alta Eff.-IE<sub>2</sub>, Eff. Premium-IE<sub>3</sub>, Eff. Super Premium-IE<sub>4</sub>), esto requerirá de buenas prácticas de reparación y mantención.