

motor tico

BOLETÍN MENSUAL PREPARADO POR WWW.MOTORTICO.COM, COSTA RICA

ENERO 2016

Consideraciones del Factor de Potencia en las máquinas rotativas

Entender el comportamiento del motor eléctrico es clave para alcanzar una vida útil prolongada de la máquina, sea esta de baja o media tensión (BT/MT), considerando aspectos de confiabilidad y eficiencia. El factor de potencia (FP) es una de las características más importantes que puede dar indicios de cómo está operando. En este artículo se entregan algunas recomendaciones prácticas al respecto.

Teoría del factor de potencia

El motor eléctrico es una máquina predominantemente inductiva, es decir, su operación se caracteriza por una corriente atrasada en el tiempo, respecto del voltaje. Por lo tanto, el efecto magnético predomina por sobre el efecto calórico de resistencia eléctrica, al ser compuesto por enrollados de alambre colocados sobre núcleos de hierro. La Ley de Lenz explica gran parte de lo que sucede en el interior de la máquina, que reacciona ante un campo magnético variable, creando una corriente inducida tendiente a anular la causa que la produce. Éste efecto es básicamente el que explica el FP de la máquina, definido como la razón de la potencia de entrada que es convertida en potencia activa en el eje. El resto de potencia no se pierde, si no que oscila entre el motor y la red eléctrica, o el motor y el condensador de corrección, para sostener su operación.

Operación y eficiencia

Típicamente el usuario del motor no tiene acceso a la especificación del FP en el momento de la adquisición o la reparación, es una característica ofrecida por el fabricante, y varía poco entre distintas marcas. El valor se encuentra en la placa de características indicado a plena carga, pero en fichas técnicas se presenta como tabla mostrando su dependencia con la carga, expresado en unidades decimales o porcentaje (Ej.: 0.8 o 80%). En general, el mejor FP se obtiene a partir del 75% de carga, por lo tanto en aplicaciones de carga variable el FP se modificará. Igualmente es necesario considerar su dependencia con el voltaje, explicado de la siguiente manera: a mayor voltaje en el motor, el FP baja (o desmejora) debido al aumento de las pérdidas magnéticas; y viceversa. Finalmente, durante el arranque, el motor presenta el FP más bajo de manera transitoria, y el valor es menor en motores de mayor tamaño, con valores en el rango de 0.2-0.3.

Aspectos de la corrección

Hay diversos aspectos a considerar cuando se busca corregir el FP por medio de la conexión de condensadores en paralelo al motor, y obtener beneficios como: reducción de la corriente, mejora en la regulación de voltaje, y evitar multas por bajo FP en casos que aplique. Al incluir los condensadores se mejora el FP que mide la compañía eléctrica, no así el propio del motor, que depende de la carga y del voltaje, según se explicó, así como de la frecuencia, lo que no se abordó en este boletín. Algunos puntos importantes a considerar son los siguientes:

- Conviene corregir por grupo de motores, que operan a carga constante. Aunque es posible hacerlo por motor, en casos especiales.
- En motores de BT tome en cuenta el punto de conexión del condensador, ya que influye en algunos aspectos, como por ejemplo en el ajuste de la protección de sobre carga.
- En arrancadores a voltaje reducido (arrancador electrónico suave, estrella-delta, auto transformador) se deberá conectar el condensador en la etapa final del arranque.
- En variadores electrónicos no se deberán utilizar condensadores de corrección del FP, el valor es cercano a 1.0 a la entrada del variador.
- Si se excede la corrección recomendada se pueden presentar fenómenos indeseables, como transitorios de voltaje durante la conexión/desconexión. Evite sobre corregir el FP.
- Cuando es posible la resonancia por contenido armónico, se sugiere el uso de condensadores anti-resonantes, lo que aplica a motores de BT y MT.
- Por razones de seguridad, no intervenga un banco de condensadores inmediatamente luego de la desconexión del motor, se deberá esperar a su descarga completa según recomendación del fabricante y la utilización de la resistencia de descarga.

Efecto de la reparación de la máquina sobre el FP

La reparación de un motor o generador puede tener efectos sobre el FP, lo cual se relaciona con la condición del núcleo magnético. Un daño en el núcleo requerirá mayor potencia para generar el campo magnético, lo que implica un FP menor. Hay varias maneras de dañar un núcleo magnético, ya sea por: medios mecánicos (golpes, maltrato), o medios térmicos (calor excesivo durante una descarga por corto circuito severo en el devanado; o cuando se extrae el alambre durante la reparación). Se revisan los siguientes aspectos:

- Cuando hay indicios de ocurrencia de rozamiento mecánico del Rotor-Estator, se deberán seguir análisis completos de la condición de los núcleos, para evitar: zonas calientes, altas pérdidas y afectación en el FP.
- En casos de corto circuitos que impactaron el núcleo, provocando un daño puntual, se deberá analizar la magnitud del daño y si procede la reparación.
- En el momento de quitar el alambre dañado típicamente se calienta el devanado por medios externos (flama) para suavizarlo, se recomienda no superar una temperatura de 350-400 °C en el proceso, porque dañará el aislante inter laminar, y con esto las pérdidas magnéticas aumentan.
- Llevar registros del FP sin carga (vacío) en el momento de la adquisición y la reparación. Este dato es pocas veces registrado por los usuarios. Relacionarlo con el voltaje y la frecuencia, dada su dependencia.
- Evitar el maquinado del rotor, ya que se aumenta el espacio libre Rotor-Estator (entre hierro o air gap), con esto se modifican las pérdidas y el FP.

Lo que impactará una reparación incorrecta del motor es la **Permeabilidad del Núcleo**, que describe su capacidad para conducir campo magnético. Cualquier reducción en la permeabilidad significa que se requiere más potencia para producir el campo original. Esto hará que el motor presente una corriente en vacío superior. Algunos daños típicos en núcleos magnéticos se muestran en las Figs. 1: A- y B-: Daño puntual por corto circuito en devanado; y C-: Daño por rozamiento debido a quebradura de rodamiento.



Figura 1 Daños típicos en núcleos magnéticos (Fuente: Ferroman S.A. – www.ferroman.cl)

Reparar un motor con estos daños, sin corregirlos, traerá problemas de operación por: eficiencia, FP, calentamiento, y terminarán en daños prematuros en el devanado (antes del primer año).