



CAPÍTULO 11

MOTORES Y GENERADORES ELÉCTRICOS ANÁLISIS DE LA FRECUENCIA DE INSPECCIÓN

Al efectuar la inspección de motores eléctricos debe prestarse especial atención a la presencia de ruidos o calentamientos anormales. Por calentamiento anormal debe entenderse aquel que sobrepasa de 45° C en relación con la temperatura ambiente (20° C).

La frecuencia de inspección de los generadores y motores eléctricos depende no sólo de las condiciones de servicio, más o menos exigentes, sino de las condiciones ambientales dentro de las cuales trabajan. La experiencia de cada jefe de mantenimiento será definitiva para determinar el plan de inspecciones más racional y económico.

Como siempre, las frecuencias que se sugieren tienen un carácter orientativo. Las mismas están referidas a condiciones y situaciones de servicio normales. No se considera, entonces, la influencia de atmósferas especiales o impregnadas de polvo y cuerpos extraños, así como también de calores excesivos, humedad, vapores corrosivos, etc.

- ▶ **Semanalmente:** Comprobar la limpieza exterior de las máquinas. Comprobar, por medio del tacto, la temperatura de las carcasas, y por medio del oído, la presencia de ruidos anormales. Con el sentido del olfato se apreciará el efecto de sobrecargas por alteración de los aislantes en los devanados (bobinados). Verificar la presencia de vibraciones en las bases de fundación y el ajuste de los bulones de anclaje. Examinar las escobillas, y verificar su tensión y desgaste. Verificar la limpieza de los canales de ventilación. Estando la máquina detenida y desconectada de la red de alimentación, se verificará la limpieza de los devanados. La limpieza de los mismos se efectuará con la ayuda de un aspirador o compresor con aporte de aire seco y limpio, y con la ayuda complementaria de trapos y pinceles. Se verificará también que no haya humedad acumulada en el fondo de las carcasas. Se eliminará completamente la presencia de grasa o aceite mezclados con polvo. A tal fin, se hará uso de disolventes especiales. Entre éstos es recomendable el, tetracloruro de carbono, por ser un líquido no inflamable exige, no obstante, la precaución de trabajar en locales con buena ventilación, pues sus emanaciones son tóxicas. Verificar la correcta puesta en marcha de las máquinas para comprobar si alcanzan la velocidad nominal especificada por los fabricantes.
- ▶ **Mensualmente:** Comprobar la limpieza y ajuste de todas las conexiones eléctricas. Comprobar el ajuste y limpieza de los contactores, relevadores térmicos, etc. Las tapas deben estar bien apretadas para evitar la introducción de polvo y demás sustancias indeseables. La limpieza de los contactos de plata debe efectuarse con la ayuda de trapos secos y limpios, ligeramente embebidos en tetracloruro de carbono. Nunca debe usarse tela esmeril, pues sus partículas pueden aislar los contactos. Puede, en cambio, emplearse una lima fina y limpia, con la cual se retocarán los contactos en caso de ser ello estrictamente indispensable. La correcta presión de las escobillas sobre los anillos colectores debe verificarse con la ayuda de un pequeño dinamómetro. La tensión correcta es normalmente del orden de 150 g a 200 g por centímetro cuadrado. Reemplazar las escobillas que estén gastadas o con roturas y agrietamientos. Al efectuarse los reemplazos no debe cambiarse la calidad de las escobillas. Estas deben desgastarse en el sentido de rotación del colector y jamás en sentido normal al de rotación. En todos los casos conviene

oír la opinión del fabricante referente al reemplazo más conveniente y adecuado. Comprobar el estado del colector por si hubiese delgas con anomalías, micas sobresalientes, asperezas, rayaduras, recalentamientos, falsos contactos, etc. La limpieza debe efectuarse con un cepillo de cerda dura y después con un trapo que no desprenda hilachas y pelusas, y preferentemente embebido en un disolvente. En motores con servicio exigente y continuado debe extraerse la grasa vencida y reemplazarla por nueva en todos los cojinetes.

- ▶ **Anualmente:** Verificar la aislación y estado general de los devanados. En caso de ser necesario, se barnizarán los arrollamientos. Se eliminará todo vestigio de humedad. De ser necesario, se procederá al secado de los devanados. Comprobar, con la ayuda de calibres o sondas, la uniformidad del entrehierro. Las variaciones no deben exceder de $\pm 10\%$ con relación a las tolerancias indicadas por el fabricante. En este aspecto es fundamental verificar el estado de los cojinetes. Verificar la fijación de las paletas de los ventiladores. Comprobar la concentricidad de los colectores y proceder a tornearlos si se considera necesario. Este trabajo debe efectuarlo un operario calificado. Si la anomalía no es muy importante, puede pulirse con papel de lija muy fino. Nunca debe emplearse tela esmeril. Girar el eje para observar si existen roces debido a la presencia de cuerpos extraños en el entrehierro. Comprobar, con una pinza amperohmétrica, la carga que toma el motor en vacío, a plena carga y en las condiciones normales de servicio. La pinza amperohmétrica, el voltímetro, téster, lámpara de prueba y megóhmetro son elementos indispensables para las inspecciones de motores y generadores. Se verificará la aislación de los bobinados entre sí y con respecto a masa. La comparación con datos extraídos de inspecciones anteriores indicará si la aislación mejora o empeora. Las lecturas deben efectuarse con la máquina a temperatura normal de funcionamiento. El megóhmetro da directamente los valores de aislación. Para su empleo basta con seguir las instrucciones de los fabricantes. Girando a mano en vacío, el instrumento suministra una tensión constante y la aguja marca infinito. Al conectarlo a la resistencia que debe medirse y haciéndolo girar a razón de 2 o 3 vueltas por segundo, dará una lectura directa de la aislación. Las normas AIEE (American Institute of Electrical Engineers) dan la siguiente fórmula para determinar el valor normal de la resistencia de aislación:

$$\text{meghomios} = \frac{\text{tensión nominal de la máquina}}{\frac{\text{potencia (en kVA)}}{100} + 1.000}$$

La finalidad de probar los bobinados de corriente alternada o continua es la de poder descubrir posibles contactos a tierra, corto circuitos entre espiras, empalmes defectuosos, así como conexiones y polaridad equivocadas.

El rendimiento de toda máquina eléctrica está relacionado con la correcta lubricación y aislación de sus bobinados.

Cuando las máquinas eléctricas deben permanecer almacenadas, el medio ambiente estará exento de polvo, humedad y suciedades en general. Además, es importante la ausencia de vibraciones, las cuales pueden perjudicar los cojinetes.

Los motores que han permanecido largo tiempo inactivos en lugares húmedos y fríos deben secarse cuidadosamente antes de ponerlos en servicio. Es siempre posible que las máquinas depositadas se humedezcan accidentalmente por diferencia entre su temperatura y la



del medio ambiente que las rodea. Por esto, conviene mantener los depósitos con una calefacción razonable, para lo cual se puede disponer de estufas eléctricas.

De ser necesario, secar los bobinados; la temperatura no debe exceder los 90° C. Con esto se persigue no dañar los aislamientos y no permitir que llegue a hervir el agua depositada sobre los devanados.

Cuando se emplean estufas, las máquinas se cubren con lonas, dejando un orificio en la parte superior para permitir la salida del aire húmedo y a la vez facilitar en el interior una razonable circulación de aire caliente. De ser necesario, pueden disponerse pequeños caloventiladores para una mejor expulsión del aire húmedo.

Tratándose de máquinas pequeñas, es mejor ubicarlas dentro de hornos eléctricos, respetando el límite de temperatura ya establecido.

El tiempo requerido para un eficiente secado depende del tamaño y del voltaje del motor, pues a mayor capacidad de tensión, mayor será el espesor de la aislación de los devanados.

A intervalos de 4 a 5 horas se medirá la resistencia de aislación contra tierra y entre fases, hasta obtener valores no inferiores, como mínimo, al establecido por las normas. Normalmente, la resistencia de aislación en un motor seco es bastante más alta que la establecida por la fórmula de la página anterior.

El polvo con limaduras de hierro es muy dañino para los bobinados por su cualidad abrasiva. Por este motivo, la limpieza debe realizarse respetando ciertos cuidados. Las suciedades abrasivas son transportadas por las corrientes de aire de la ventilación de la máquina y actúan sobre los aislamientos. Habiendo polvo conductor y abrasivo, se utilizará para la limpieza un aspirador. Este procedimiento es más aconsejable que el aire comprimido, debido a que el aspirado tiene menor presión. Normalmente, la limpieza es también accesible con la ayuda de trapos y pinceles limpios y secos.

La limpieza de las máquinas eléctricas debe iniciarse quitando el polvo y grasa endurecida. Estos elementos pueden removerse primeramente con cepillos y disolventes, complementando después con el uso de aire comprimido a presión moderada (2kg/cm²). Cuando se emplea como disolvente el tetracloruro de carbono, deben tenerse en cuenta las precauciones que anteriormente se han indicado y además secar bien los devanados, pues este líquido ataca la aislación.

Otros disolventes tienen la desventaja de ser inflamables. Los vapores, al ser más pesados que el aire, persisten en las cavidades, bases, etc., pudiendo permanecer allí durante varias horas. Un cigarillo o una chispa producida por una herramienta pueden originar un incendio o una explosión.

La mejor forma de aplicar los disolventes para efectuar la limpieza de los devanados es con la ayuda de una pistola que permita una pulverización uniforme y no muy intensa. Se regula así la presión y caudal necesarios para el servicio que se está efectuando.

Aunque los aislamientos secan rápidamente a la temperatura ambiente, después de la limpieza con tetracloruro de carbono es conveniente calentar los arrollamientos para eliminar todo vestigio de humedad. Esto es particularmente importante si posteriormente debe renovarse el aislamiento mediante el barnizado correspondiente.

Si el motor queda fuera de servicio por algún tiempo, los bobinados se secarán calentándolos hasta 90° C. Mientras el motor conserva aún temperatura, se procede a aplicar el barniz específico.

El barnizado puede efectuarse con pincel o pulverizador. Los modernos barnices sintéticos permiten secados a temperatura ambiente en tiempos muy breves.

Medida la resistencia de aislación, y después de hacer funcionar la máquina durante algunos minutos para asegurarse de que todo está bien conectado y ajustado, se pone nuevamente en servicio.

Cables eléctricos

La inspección planificada y la corrección de anomalías incipientes es un procedimiento eficiente para asegurar un satisfactorio funcionamiento y un servicio continuado.

El mantenimiento preventivo en los cables permite verificar y subsanar a tiempo sobrecargas, recalentamientos y falsos contactos en empalmes.

Una frecuencia de inspección razonable puede ser semestral o anual, conforme a las exigencias del servicio y a lo que la experiencia vaya aconsejando.

Conociendo la sección de los cables y su carga admisible, las sobrecargas pueden detectarse con la ayuda de pinzas amperométricas que permiten efectuar mediciones estando el cable en servicio.

Las anomalías más frecuentes pueden tener su origen en:

- 1) Deterioro mecánico;
- 2) Corrosión de la aislación;
- 3) Contactos a tierra o entre fases.

El peor enemigo de la aislación de los cables está representado por el calentamiento constante y prolongado que originan las sobrecargas. Esta anomalía seca y endurece las aislaciones, aumentando las pérdidas dieléctricas y produciendo rajaduras y agrietamientos, reduciéndose así sensiblemente la vida útil de los cables. Las instalaciones sometidas a fuertes sobrecargas no deben estar sometidas a esfuerzos mecánicos originados, por ejemplo, por el movimiento.

Por *intensidad nominal* se entiende la carga que puede transportar un cable para la cual ha sido fabricado.

Carga máxima es el margen de intensidad extremo a que puede estar sometido un cable, pasado este límite, se entra en la sobrecarga.

Los fabricantes, en sus publicaciones técnicas, indican las intensidades nominales y máximas en función de la sección y la tensión de los cables.

Estos elementos deben conservarse en sus embalajes originales en lugares secos y limpios. Los extremos de las bobinas se sellan para evitar el ingreso de humedad y conseguir una eficaz retención del aceite mineral que protege y aísla.

Al almacenar trozos de cable empalmados, éstos deben ser verificados para comprobar la correcta continuidad eléctrica y su correcta terminación.

Esta es la mejor forma de poder disponer de estos materiales, tanto en condiciones normales como de emergencia.

AVERÍAS EN LOS MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA		
<i>Avería</i>	<i>Causa eventual</i>	<i>Remedio</i>
a) Marcha ruidosa	1) Averías en los cojinetes. 2) Soporte con tensiones mecánicas. 3) Correas averiadas o flojas. 4) En corriente trifásica falta una fase.	1) Cambiar los cojinetes. 2) Aflojar los bulones de anclaje y centrarlos. 3) Cambiar el juego de correas. 4) Comprobar las fases con una lámpara de prueba.
b) El motor no arranca	1) Alimentación interrumpida. 2) Las escobillas no hacen contacto. 3) Baja tensión en alimentación. 4) Baja tensión de alimentación. 5) Contacto a masa. 6) Defecto en el reóstato de arranque o en el sistema estrella-triángulo.	1) Revisar los bornes y la alimentación. 2) Cambiar las escobillas gastadas. 3) Revisar con lámpara de prueba. 4) Regular el transformador de alimentación. 5) Verificar resistencia de aislación con el megóhmetro. 6) Revisar contactos.
c) Arranque con golpes	1) Reóstato de arranque demasiado pequeño. 2) Reóstato de arranque con contactos quemados. 3) Reóstato de arranque mal conectado. 4) Contacto entre espiras en el inducido.	1) Cambiarlo. 2) Repasarlo. 3) Verificar con el esquema de conexiones. 4) Rebobinar.
d) El motor trifásico arranca con dificultad. Disminuye el número de revoluciones al ser cargado.	1) Baja tensión en la red. 2) Caída de tensión demasiado grande en la línea de alimentación. 3) El estator está mal conectado al arrancador $\lambda - \Delta$. 4) Por equivocación se ha conectado una fase en el neutro.	1) Regular el autotransformador de alimentación. 2) Revisar la sección del cable. 3) Revisar las conexiones y modificarlas. 4) Verificar los bornes.
e) El motor trifásico produce un zumbido intermitente y fluctuaciones en la corriente del estator.	1) Interrupción en el circuito del inducido.	1) Investigar continuidad con téster ó lámpara de prueba.

f) El motor trifásico arranca con dificultad o no arranca con la conexión en λ .	<ol style="list-style-type: none"> 1) Demasiada carga. 2) Tensión de la red insuficiente. 3) Los contactos del interruptor $\lambda - \Delta$ están quemados. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Disminuir la carga o cambiar el motor por uno de más potencia. 2) Revisar la tensión y los conductores de entrada. 3) Repasar los contactos.
g) El motor trifásico calienta rápidamente y empieza a zumbar.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Contacto entre fases. 2) Contacto entre espiras. 3) Múltiple contacto en la carcasa. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Bobinar nuevamente.
h) El estator del motor trifásico calienta muy rápido y acusa una elevada corriente en vacío.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Devanados del estator mal conectados. 2) Contacto entre fases. 3) Múltiple contacto con la carcasa. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Revisar las conexiones en Δ o en λ. 2) Bobinar nuevamente. 3) bobinar nuevamente.
i) El motor se calienta demasiado.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Demasiada carga. 2) Tensión demasiado alta. 3) Tensión demasiado baja. 4) Falta una fase en la bornera. 5) Arrollamientos interrumpidos. 6) Conexiones falsas. 7) Contacto entre espiras o corto circuito franco entre fases. 8) Ventilación dificultosa. 9) Inducido roza con el estator. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Disminuir o cambiar el motor. 2) La tensión no debe exceder del 5 %. 3) Verificar la sección de los cables de alimentación. 4) Investigar con la lámpara de prueba. 5) Bobinar nuevamente. 6) Verificar con el esquema de conexiones. 7) Bobinar de nuevo. 8) Limpiar polvo en general. 9) Comprobar los cojinetes.

AVERÍAS EN LOS MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA		
<i>Avería</i>	<i>Causa eventual</i>	<i>Remedio</i>
a) Arranque con dificultad.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Cortocircuito en los conductores o cables de alimentación. 2) Campo mal conectado. 3) Los arrollamientos hacen contacto con la armadura. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Probar la aislación con megómetro. 2) Comprobar las conexiones en la bornera. 3) probar con el megómetro.
b) Chispas en las escobillas.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Motor sobrecargado. 2) Escobillas desplazadas. 3) Cojinetes deteriorados. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Medir la corriente de carga. 2) Alinear las escobillas. 3) Revisar los cojinetes.

	4) Contacto entre espiras en el arrollamiento de campo o en el polo auxiliar.	4) Bobinar de nuevo.
c) En motores en serie la marcha es demasiado rápida.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Carga muy escasa. 2) Escobillas mal ajustadas. 3) Tensión en los bornes muy elevada. 4) Contacto entre espiras en el arrollamiento de campo. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Aumentar la carga. 2) Ajustar las escobillas. 3) Revisar el regulador de tensión. 4) Bobinar de nuevo.
d) Ennegrecimiento del colector en sitios aislados.	1) Delgas cortocircuitadas.	1) Repasar la mica.