

3. **MANTENIMIENTO DE MAQUINAS ELÉCTRICAS**

Una máquina eléctrica es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en otra energía, o bien, en energía eléctrica pero con una presentación distinta, pasando esta energía por una etapa de almacenamiento en un campo magnético. Se clasifican en tres grandes grupos: generadores, motores y transformadores.

Los generadores transforman energía mecánica en eléctrica, mientras que los motores transforman la energía eléctrica en mecánica haciendo girar un eje. El motor se puede clasificar en motor de corriente continua o motor de corriente alterna. Los transformadores y convertidores conservan la forma de la energía pero transforman sus características.

Una máquina eléctrica tiene un circuito magnético y dos circuitos eléctricos. Normalmente uno de los circuitos eléctricos se llama excitación, porque al ser recorrido por una corriente eléctrica produce las amperevueltas necesarias para crear el flujo establecido en el conjunto de la máquina. Desde una visión mecánica, las máquinas eléctricas se pueden clasificar en rotativas y estáticas:

Las máquinas rotativas están provistas de partes giratorias, como las dinamos, alternadores, motores.

Las máquinas estáticas no disponen de partes móviles, como los transformadores.

En las máquinas rotativas hay una parte fija llamada estator y una parte móvil llamada rotor. Normalmente el rotor gira en el interior del estator. Al espacio de aire existente entre ambos se le denomina entrehierro.

Las máquinas eléctricas deben de estar provistas de un buen mantenimiento para obtener un rendimiento óptimo y alargar su vida útil.

3.1 **Dinamos**

Historia

Durante 1831 y 1832, Michael Faraday descubrió que un conductor eléctrico moviéndose perpendicularmente a un campo magnético generaba una diferencia de potencial. Aprovechando esto, construyó el primer generador electromagnético, el disco de Faraday, un generador homopolar, empleando un disco de cobre que giraba entre los extremos de un imán con forma de herradura, generándose una pequeña corriente continua. También fue utilizado como generador de energía en una bicicleta para producir luz de poca intensidad.

La dinamo convierte la energía mecánica que recibe por su eje en energía eléctrica que suministra por sus bornes. Pueden ser de excitación independiente, auto excitadas, de excitación en serie y de excitación shunt.

La dinamo es un mecanismo espléndidamente eficaz: puede llegar a un rendimiento del 90 por 100, con un 10 por 100 de su producción utilizada para alimentar los inductores. Consume poca potencia del motor, y el único mantenimiento que necesita es una lubricación ocasional y el control de

desgaste de las escobillas. Mientras la correa del ventilador este bien tensa en torno a la polea de arrastre, y en tanto la batería este en un estado aceptable, la dínamo actuara durante muchos tiempo. El punto débil de la dínamo, no obstante, es su incapacidad de suministrar una buena potencia de carga a velocidades bajas.

3.2 Alternadores

Una gran proporción de la corriente eléctrica producida por máquinas dinamoeléctricas es alterna, a raíz de esto el alternador es el medio más importante para la producción de corriente eléctrica. Los generadores de corriente alterna varían de tamaño dependiendo de la cantidad de energía eléctrica que debe suministrar.

Recibe el nombre de alternador, la máquina síncrona capaz de transformar la energía mecánica que recibe por su eje, en corriente alterna que suministra por sus bornes. Pueden ser monofásicos y trifásicos. Como toda máquina eléctrica, consta de dos circuitos eléctricos y uno magnético, que a su vez están alojados en las siguientes partes: estator, rotor y excitatriz.

TIPOS DE ALTERNADORES:

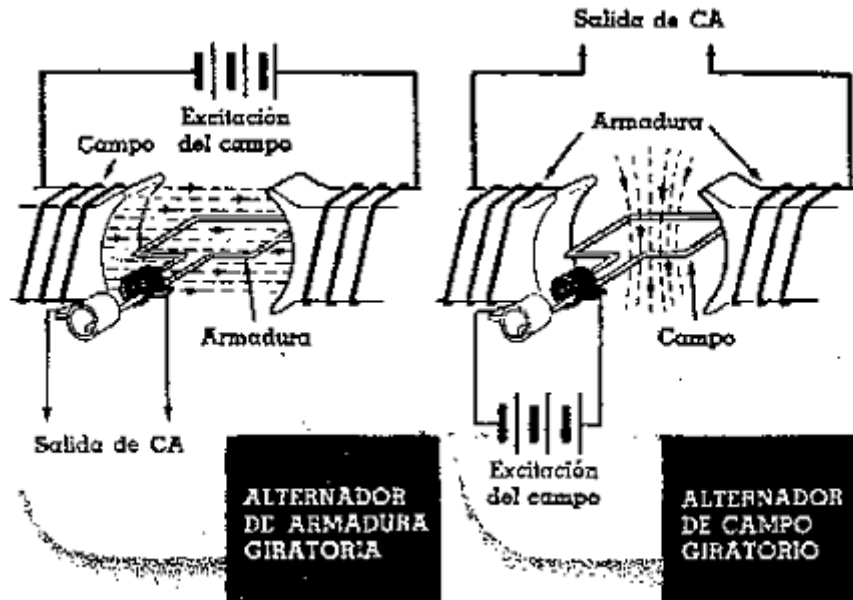
Hay dos tipos de alternadores, el de armadura giratoria y el de campo giratorio:

El alternador de armadura giratoria tiene el bobinado inducido en el rotor y el bobinado de campo o excitación (inductor) en el estator.

El bobinado inductor produce el campo magnético necesario para engendrar la fuerza electromotriz en el bobinado inducido.

La corriente alterna producida en la armadura es transmitida por medio de anillos colectores a los terminales de carga, sin sufrir variaciones, el alternador de armadura giratoria, sólo se encuentra en los alternadores de poca potencia.

El alternador de campo giratorio tiene el bobinado de la armadura fijo y el bobinado de campo giratorio. La ventaja de que la armadura sea estacionaria, radica en que la tensión generada puede conectarse directamente con la línea de carga. La armadura rotatoria requeriría de anillos rozantes para transmitir la corriente al circuito externo. Como los anillos rozantes están descubiertos se producirían arcos y cortocircuitos al generarse altos voltajes. Por eso, los alternadores de alta tensión suelen ser de campo giratorio; la tensión aplicada al campo giratorio es de corriente continua de bajo voltaje con lo que se anula el problema de la formación de arcos en los anillos.

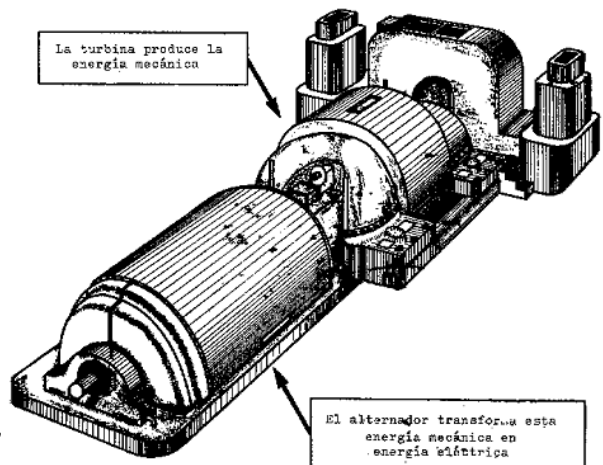


PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL ALTERNADOR

Al hacer girar una espira en el seno de un campo magnético, cuyos extremos estén unidos a dos anillos, se genera una f.e.m. alterna. Pero teniendo en cuenta que la producción y transporte de la energía, es más rentable si se hace con sistemas trifásicos, se hace necesario generar corriente alterna trifásica. Para ello se montan tres bobinas, desfasadas 120° eléctricos entre sí, y se les hace girar dentro de un campo magnético, con lo que se crea una f.e.m., alterna, en cada una de ellas, desfasada 120°.

EL ALTERNADOR NO ES UNA MAQUINA INDEPENDIENTE
SU FUNCIONAMIENTO DEPENDE DE UNA FUENTE DE
ENERGIA MECANICA (TURBINA)

GRUPO TURBO-ALTERNADOR DE
USINA TERMICA



A continuación veremos un ejemplo del mantenimiento que se realiza a un alternador, para este caso ser el alternador LSA 43.2 / 44.2 – 4 polos.

MANTENIMIENTO

Medidas de seguridad

Es preciso realizar estrictamente las operaciones de mantenimiento o de reparación a fin de evitar riesgos de accidentes y mantener la máquina en su estado original.

Todas estas operaciones efectuadas en el alternador han de ser realizadas por personal cualificado para la puesta en marcha, el mantenimiento y la reparación de los elementos eléctricos y mecánicos. Antes de efectuar cualquier operación en la máquina, comprobar que ésta no se pueda poner en marcha con un sistema manual o automático y que se hayan entendido los principios de funcionamiento del sistema.

MANTENIMIENTO ORDINARIO

Control tras la puesta en marcha

Al cabo de unas 20 horas de operación, comprobar el apriete de todos los tornillos de fijación de la máquina, su estado general y las diferentes conexiones eléctricas de la instalación.

Circuito de ventilación

Se recomienda prestar atención a que no se reduzca la circulación de aire debido a una obstrucción parcial de las rejillas de aspiración y descarga: barro, fibras, hollín, etc.

Rodamientos

Los rodamientos están engrasados de por vida: duración aproximada de la grasa (según utilización) = 20 000 horas o 3 años. Vigilar la subida de temperatura de los rodamientos que no ha de sobrepasar los 60 °C por encima de la temperatura ambiente. Si supera dicho valor parar la máquina y efectuar una comprobación.

MANTENIMIENTO ELÉCTRICO

Producto de limpieza para los devanados.

No utilizar: tricloretileno, percloroetileno, tricloreetano ni ningún producto alcalino.

Se pueden utilizar determinados productos desengrasantes y volátiles puros como por ejemplo:

- Gasolina normal (sin aditivos); inflamable
- Tolueno (poco tóxico); inflamable
- Benceno (o bencina, tóxico); inflamable
- Ciclohexano (no tóxico); inflamable

Limpieza de estator, rotor, excitatriz y puente de diodos

Los aislantes y el sistema de impregnación no son atacados por los disolventes (ver la lista anterior de los productos autorizados). Se debe evitar que el producto de limpieza fluya hacia las ranuras. Aplicar el producto con un pincel repasando a menudo una esponja para evitar acumulaciones en la carcasa. Secar el bobinado con un trapo seco. Dejar evaporar los restos antes de cerrar la máquina.

MANTENIMIENTO MECÁNICO

Se prohíbe utilizar chorros de agua o aparatos de limpieza a alta presión para limpiar la máquina. Para desengrasar la máquina se debe utilizar un pincel y un producto desengrasante. Comprobar su compatibilidad con la pintura. Para quitar el polvo utilizar aire comprimido. Si después de la fabricación de la máquina han sido añadidos unos filtros y la máquina no tiene protecciones térmicas, el personal de mantenimiento debe proceder periódica y sistemáticamente a limpiar los filtros del aire, tan a menudo como sea necesario (cada día para los entornos muy polvorientos)... Para lavar se utiliza agua en caso de polvos secos y un baño con jabón o detergente si se trata de polvos grasos. También se puede utilizar gasolina o cloretano. Después de limpiar el alternador es imprescindible comprobar el aislamiento de los bobinados.

Detección de averías

Si a la puesta en marcha el funcionamiento del alternador es anómalo, es preciso averiguar el origen de la avería. Para ello cabe comprobar que:

- las protecciones estén bien conectadas,
- las conexiones y los enlaces sean conformes a los esquemas de los manuales adjuntos a la máquina,
- la velocidad del grupo sea correcta.

AVERÍAS MECÁNICAS

Defecto		Acción
Rodamiento	Calentamiento excesivo de uno o ambos palieres (temp. > 80 °C en los casquetes de los rodamientos con o sin ruido anómalo)	- Si el rodamiento se ha azulado o la grasa está carbonizada, cambiarlo. - Rodamiento mal encajado. - Mala alineación de los palieres (bridas mal encajadas).
Temperatura anómala	Calentamiento excesivo de la carcasa del alternador (más de 40 °C por encima de la temperatura ambiente)	- Entrada-salida del aire parcialmente obstruida o recirculación del aire caliente desde el alternador o el motor térmico - Funcionamiento del alternador a una tensión demasiado alta (> al 105 % de Un con carga) - Funcionamiento del alternador en sobrecarga
Vibraciones	Vibraciones excesivas	- Alineación incorrecta (acoplamiento) - Amortiguación defectuosa o juego en el acoplamiento - Rotor desequilibrado
	Vibraciones excesivas y zumbido procedentes de la máquina	- Marcha en monofásico del alternador (carga monofásica o contactor estropeado o defecto de instalación) - Cortocircuito en el estátor.
Ruidos anómalos	Choque violento, eventualmente seguido de zumbido y vibraciones	- Cortocircuito en la instalación - Falso acoplamiento (acoplamiento en paralelo no en fase) Posibles consecuencias - Ruptura o deterioro del acoplamiento - Ruptura o torsión del extremo de eje. - Desplazamiento y puesta en cortocircuito del bobinado de la rueda polar. - Ruptura o desbloqueo del ventilador - Destrucción de los diodos giratorios del regulador

AVERÍAS ELÉCTRICAS

Defecto	Acción	Medidas	Control/Origen
Falta de tensión en vacío al arranque	Conectar, entre E- y E+ una pila nueva de 4 a 12 voltios respetando las polaridades durante 2 a 3 segundos	El alternador se ceba y su tensión queda normal cuando se quita la pila	- Falta de remanente
		El alternador se ceba pero su tensión no aumenta hasta el valor nominal tras quitar la pila	- Comprobar la conexión de la referencia de tensión al regulador - Defecto de diodos - Cortocircuito del inducido
		El alternador se ceba pero su tensión desaparece cuando se quita la pila	- Defecto del regulador - Inductores cortados - Rueda polar cortada. Comprobar la resistencia
Tensión demasiado baja	Comprobar la velocidad de accionamiento	Velocidad buena	Comprobar la conexión del regulador (eventualmente regulador estropeado) - Inductores en cortocircuito - Diodos giratorios quemados - Rueda polar en cortocircuito – Comprobar resistencia
		Velocidad demasiado baja	Aumentar la velocidad de accionamiento (No tocar el potenciómetro tensión (P2) del regulador antes de recobrar la velocidad correcta).
Tensión demasiado alta	Ajuste del potenciómetro de tensión del regulador	Ajuste inoperante	Fallo del regulador
Oscilaciones de la tensión	Ajuste del potenciómetro de estabilidad del regulador	Si no hay efecto: probar los modos normal rápido (ST2)	- Comprobar velocidad: posibles irregularidades cíclicas - Conexiones mal apretadas - Fallo del regulador - Baja velocidad con carga (o LAM del regulador demasiado alto)
Tensión correcta en vacío y demasiado baja con carga (*)	Poner en vacío y comprobar la tensión entre E+ y E- en el regulador	Tensión entre E+ y E- SHUNT < 20 V - AREP / PMG < 10 V	- Comprobar velocidad (o LAM del regulador demasiado alto)
		Tensión entre E+ y E- SHUNT > 30 V - AREP / PMG > 15 V	- Diodos giratorios estropeados - Cortocircuito en la rueda polar. Comprobar resistencia - Inducido de la excitatriz estropeado.
(*) Atención: En utilización monofásica, comprobar que los hilos de detención procedentes del regulador estén bien conectados en las bornas.			
Desaparición tensión durante funcionamiento (**)	Comprobar el regulador, el varistor, los diodos giratorios y cambiar el elemento estropeado	La tensión no vuelve al valor nominal.	- Inductor excitatriz cortado - Inducido excitatriz estropeado - Regulador estropeado - Rueda polar cortada o en cortocircuito

VERIFICACIÓN DEL BOBINADO

Se puede comprobar el aislamiento del bobinado efectuando una prueba dieléctrica. En tal caso es obligatorio desconectar todas las conexiones del regulador.

VERIFICACIÓN DEL PUENTE DE DIODOS

Un diodo en buen estado permite la circulación de intensidad en un solo sentido desde el ánodo al cátodo.

VERIFICACIÓN DE LOS BOBINADOS Y DE LOS DIODOS GIRATORIOS POR EXCITACIÓN SEPARADA

Durante esta prueba cabe comprobar que el alternador esté desconectado de cualquier carga externa y examinar la caja de bornas para comprobar que las conexiones estén bien apretadas.

- 1) Parar el grupo, desconectar y aislar los hilos del regulador.
 - 2) Para crear la excitación separada hay dos montajes posibles.
 - 3) Hacer girar el grupo a su velocidad nominal.
 - 4) Aumentar paulatinamente la intensidad de alimentación del inductor maniobrando el reóstato o el Variac y medir las tensiones de salida en L1 - L2 - L3, controlando las tensiones y las intensidades de excitación sin y con carga (ver la placa de características de la máquina o pedir la ficha de ensayos de fábrica).
- Si las tensiones de salida están en sus valores nominales y equilibrados al $< 1 \%$ para el valor de excitación dado, la máquina está bien y el defecto procede de la parte de regulación (regulador – cableado – detección – bobinado auxiliar).

DESMONTAJE, MONTAJE.

Este se debe de llevar a cabo en un taller autorizado y con las herramientas necesarias para llevarse a cabo.

3.3 Transformadores

Constitución del transformador

Está formado por un circuito magnético y dos circuitos eléctricos.

Circuito magnético

Está constituido por chapas de aleaciones de hierro-silicio o hierro-níquel generalmente, aisladas unas de otras para limitar las pérdidas de corrientes. El espesor de las chapas suele oscilar entre 0,33 y 0,5 mm.

Circuitos eléctricos.

El circuito que recibe la energía eléctrica se llama primario y el que la suministra transformada, es el circuito secundario.

El transformador es una máquina reversible, es decir, que el circuito primario puede actuar como secundario y viceversa.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL TRANSFORMADOR.

Es una máquina estática y solo puede funcionar con corriente alterna puesto que para generar corriente inducida, es necesario someter un conductor a variación de flujo, bien moviendo este dentro del campo magnético o haciendo que el campo sea variable, si tenemos en cuenta que la máquina es estática, no es posible mover ni el conductor, ni el campo, por tanto la solución será que el campo creado por la corriente sea alterno y para ello es necesario que se alimente el circuito con corriente alterna.

CLASIFICACIÓN DE LOS TRANSFORMADORES

Se clasifican en transformadores de potencia y transformadores de medidas.

Transformadores de potencia

Son empleados a las redes de distribución de energía, para elevar o reducir la tensión e intensidad según convenga. Para el transporte y con el objeto de reducir las pérdidas, se eleva la tensión y se reduce la intensidad y en el

lugar de utilización se hace la operación inversa, de forma que utilizamos bajas tensiones con alta intensidad. De ahí, que los transformadores puedan ser elevadores, reductores y de aislamiento o separadores. Según su número de fases pueden ser: monofásicos, trifásicos y otras posibles combinaciones.

Transformadores de medidas

Estos pueden ser de tensión o de intensidad. Su función fundamental consiste en aislar y adecuar los valores de las características eléctricas a las necesidades que se presenten en cada caso, aprovechando las características básicas de los transformadores.

Aíslan de las altas tensiones, creando una separación física entre circuitos. Adecuan los valores de tensión e intensidad, en función de su relación de transformación, a las necesidades de uso. La adecuación de los valores de tensión e intensidad hacen posible el uso de aparatos de medidas de bajas tensiones e intensidades en redes de alta tensión y de elevados consumos.

REPARACION DE TRANSFORMADORES

En muchas ocasiones nos vamos a encontrar con un transformador averiado. En este caso debemos observar que tipo de avería tiene, bien por inspección visual, si se observa quemado total o parcialmente alguno de sus circuitos, o bien comprobando su continuidad y aislamiento.

Si después de las correspondientes comprobaciones se observa que esta averiado alguno de sus circuitos, hemos de hacer lo siguiente:

- Disponer de un recipiente para ir echando las piezas
- Desmontamos la carcasa, si la tiene.
- Se retiran los espárragos y con ayuda de un mazo de plástico se desmontan las chapas que forman el núcleo.
- Ahora solo queda el chasis con los bobinados.
- Quitar el cartón que cubre el bobinado y comenzar a quitar espiras, contando el número de estas y midiendo la sección del hilo, si es éste, el bobinado averiado y el resto está todo bien, no hay más que tomar el hilo de las mismas características y rebobinar poniendo el mismo número de espiras.
- En el caso de que sea el circuito interior el averiado, habrá que desmontarlo totalmente, contando también el número de espiras y midiendo su sección.
- Rebobinar totalmente, con las mismas características que tenía antes de la avería siguiendo el proceso ya mencionado.

MANTENIMIENTO

La necesidad del mantenimiento preventivo en las instalaciones eléctricas, tanto en las de Alta, Media y Baja tensión se multiplica en función de los daños que podría ocasionar su parada por avería, tanto se trate de instalaciones públicas como privadas. Tratándose de costosos equipos, su revisión debe efectuarse con la periodicidad establecida en su proyecto de

instalación, adecuándola en todo momento a las especiales características de su utilización, ubicación, etc.

NORMAS BASICAS PREVIAS

Detallamos unos consejos básicos y generales:

- Planificar el trabajo con antelación a la parada y desconexión del transformador de la Red, solicitando los permisos y efectuando todos los avisos necesarios.
- Recopilar toda la información técnica relativa al Transformador y sus equipos (ventiladores, sistemas de control y seguridad, etc.).
- Revisar todo el protocolo de seguridad necesario, incluyendo los equipos necesarios: puestas a tierra, señalizaciones, etc.
- Seleccionar el personal necesario para la tarea de mantenimiento entre los capacitados para ello, así como los medios materiales y herramientas, vehículos, grúas, etc.

TAREAS DE MANTENIMIENTO

Aunque cada instalación tendrá características específicas, intentaremos relacionar las más habituales; resaltamos una vez más que todo trabajo deberá cumplir con las normas y protocolos de seguridad pertinentes, por personal autorizado y formado para ello.

- Desconectar el equipo de la Red de tensión, tomando todas las medidas necesarias establecidas en el protocolo. Las más habituales son: Puesta a tierra del equipo, Bloqueo de todas las posibles conexiones entrantes y salientes, delimitación y marcado del área de trabajo.
- Comprobación del sistema de seguridad por sobre temperatura.
- Comprobación del sistema de seguridad por sobre presión interna del transformador.
- Comprobación de los sistemas de sobrecorriente, fuga a tierra, diferencial, etc. en función del tipo y modelo del transformador.
- Comprobación del resto de indicadores, alarmas ópticas y/o acústicas.
- Comprobación del nivel de aceite, así como posibles fugas.
- Prueba de Rigidez Dieléctrica del Aceite; la muestra debe tomarse de la parte baja del transformador, mediante la válvula de muestreo.
- Comprobación, limpieza y ajuste de todas las conexiones eléctricas, fijaciones, soportes, guías y ruedas, etc.
- Comprobación y limpieza de los aisladores, buscando posibles grietas o manchas donde pueda fijarse la suciedad y/o humedad.
- Comprobación en su caso del funcionamiento de los ventiladores, así como limpieza de radiadores o demás elementos refrigerantes.
- Limpieza y pintado del chasis, carcasas, depósito y demás elementos externos del transformador susceptibles de óxido o deterioro.

3.4. Rectificadores

Un rectificador es un dispositivo formado por componentes eléctricos y electrónicos con la finalidad de proporcionar una energía eléctrica continua

a partir de una alterna. El cambio de las características de la energía eléctrica se hace a partir de componentes semiconductores que están conectados conjuntamente en un arreglo que permite seguir cambiando tales características con la ayuda de otros componentes como los capacitores, los transistores o los diodos zener. Su utilidad reside en el hecho de que la mayoría de los circuitos electrónicos actuales necesitan ser alimentados con una corriente eléctrica continua y con una tensión mucho menor a la existente en las líneas de corriente alterna. Se les puede encontrar en una inmensidad de aparatos electrodomésticos, de laboratorio, portátiles, etc. A todo el conjunto de componentes y dispositivos que conforman el rectificador se le da el nombre de fuente de alimentación.

Los componentes del rectificador tienen la siguiente función:

- *Transformador*: Provee de la energía eléctrica necesaria para poder tener un voltaje e intensidad de salida determinada. El voltaje a su salida es mayor que el obtenido a la salida de todo el arreglo, esto sucede por pérdidas en los diodos, transducción de la energía eléctrica a calorífica, etc., ha de tomarse en cuenta también que comúnmente el voltaje que se señala a la salida del transformador es un voltaje pico, de electricidad se sabe que existe un voltaje efectivo y a partir de este se toma en cuenta la caída de voltaje de los diodos y de otros componentes con motivo de obtener el voltaje de salida determinado. Entre otras funciones, el transformador *separa* el circuito de alimentación de corriente alterna de todo el arreglo del rectificador y demás circuitos conectados, esto como resultado del eslabón electromagnético existente.

- *Diodo(s)*: Deja(n) pasar solamente una parte de la onda de corriente alterna. A partir de esta separación se puede proseguir a verdaderamente rectificar y filtrar la onda a través del capacitor.

- *Capacitor*: Cuando el diodo ha dejado pasar una corriente eléctrica, esta llega hasta las terminales del capacitor, lo carga, y este se descarga en un intervalo de tiempo dependiente de la resistencia existente en el circuito y de la capacitancia del capacitor. Si el capacitor no se ha descargado totalmente hasta que nuevamente llegue corriente a sus terminales, este se cargará nuevamente a partir de un determinado valor que puede ser más o menos el mismo a través del tiempo.

- *Regulador*: Cuando el capacitor ha filtrado la corriente eléctrica, se encuentra que esta no es totalmente constante como se quisiera. Por lo tanto, el papel del regulador será estabilizar esa corriente y proporcionar una con un valor más o menos constante a través del tiempo. La estabilización se hace a costa de que el regulador genere más calor si el voltaje es mayor al requerido.

Tipos de rectificadores: de media onda y de onda completa.

MANTENIMIENTO.

El mantenimiento debe ser realizado por personal debidamente capacitado y con conocimientos básicos de los componentes de un rectificador.

El mantenimiento preventivo se reduce básicamente a tres puntos:

a. Inspección visual: el ojo experimentado está en capacidad de distinguir conexiones sulfatadas, conexiones o áreas que presenten síntomas de recalentamiento, borneras de empalme flojas, cintas aislantes desprendidas, áreas de contacto a tierra abiertas, formación de óxido en el gabinete, etc. Y proceder a la corrección adecuada de acuerdo al caso.

b. Limpieza: Debe programarse con periodos de tiempo adecuados para cada necesidad en particular es prudente por lo menos cada tres meses dedicar unos minutos para desalojar el polvo acumulado al interior del rectificador. El uso de aire comprimido está permitido para las áreas del transformador, diodos con sus disipadores y S.C.Rs con sus disipadores. Es IMPERATIVO drenar la humedad en el tanque pulmón del compresor antes de proceder a soplar los elementos mencionados. Se recomienda el uso de aire comprimido seco del que utilizan los equipos de oxícutos.

c. Equilibrio de corriente: Con una pinza amperimétrica debe medirse el amperaje que está consumiendo el equipo con el fin de diagnosticar problemas de desbalance en la corriente lo cual puede ser indicio de diodos abiertos o en cortocircuito. En caso de encontrar un desbalance mayor al 15% entre fases, debe contactar al personal especializado para una reparación adecuada.

3.5. Motores

Los motores eléctricos presentan innumerables ventajas gracias a su fiabilidad y fácil control (controlabilidad, precisión y repetitividad). Pero a igualdad de potencia, son más pesados que los neumáticos e hidráulicos, si no se tiene en cuenta que estos dos necesitan de una unidad de compresión que proporcione la potencia.

Los motores eléctricos emplean la corriente eléctrica para generar el movimiento de rotación, pudiendo ser de corriente alterna (AC) o continua (DC).

Principio de funcionamiento

Las máquinas eléctricas rotativas fundamentan su funcionamiento en la fuerza de Lorentz, que es aquella que aparece sobre una carga cuando se encuentra bajo los efectos de un campo eléctrico más la debida a la acción de un campo magnético si esa carga se encuentra en movimiento.

$$\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \wedge \vec{B})$$

Dado que la corriente eléctrica son cargas en movimiento, cuando circula corriente por un conductor que se encuentra sometido a un campo magnético, aparecerá una fuerza sobre dicho conductor.

Así, al igual que en toda máquina rotativa, los motores eléctricos se encontrarán formados por dos órganos principales, uno fijo denominado estator y la parte móvil o rotor, donde normalmente uno actuará como

productor del campo magnético (inductor) y el otro como asiento de los efectos de dicho campo (inducido).

MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA

Los motores AC son generalmente asíncronos trifásicos de rotor en jaula (~ 90%) aunque pueden ser síncronos, o monofásicos si la potencia requerida es baja.

Motores asíncronos

Los motores de inducción o asíncronos presentan velocidad variable, no alcanzando nunca la velocidad de sincronismo, momento en el cual se anularía el par de giro.

El estator actúa de inductor al ser alimentado por una corriente trifásica que genera un campo magnético giratorio que arrastra al rotor al provocar la aparición del par de giro por medio de la circulación de corriente inducida en el rotor, para lo que se encuentra cortocircuitado.

Este tipo de motores también son conocidos como motores de jaula de ardilla dado que el rotor se encuentra formado por una serie de barras de aluminio cortocircuitadas en los extremos mediante unos anillos con los que se constituye la jaula.

Es precisamente por esta característica por la que no presentan problemas de calentamiento, su potencia es mayor que la de los motores de corriente continua de igual peso. Además, no presentan mantenimiento.

Como se dijo, estos motores no presentan una velocidad fija, dado que esta se desvía de la velocidad de sincronismo, que es aquella igual a la del campo magnético giratorio que provoca el movimiento de rotación.

Motores con escobillas

En los motores de corriente continua el inductor se sitúa en el estator, que al ser alimentado genera un campo magnético fijo (en motores pequeños está constituido por imanes permanentes). En el rotor bobinado se genera, por medio de la alimentación secuencial de sus bobinas, un segundo campo que busca la alineación con el primero, lo que provocará el giro.

Para poner en conducción las bobinas de forma secuencial se utiliza un conmutador mecánico formado por el colector de delgas y las escobillas. Así, un anillo seccionado que se sitúa en el rotor permite la conmutación de la alimentación entre las bobinas según se encuentren en contacto con las escobillas. De este modo solo será alimentada una bobina en cada instante.

Estas escobillas son el principal inconveniente de los motores de corriente continua dado que debido al desgaste producido por el rozamiento necesitan mantenimiento, por ello, en aplicaciones de baja potencia están cayendo rápidamente en desuso frente a los sin escobillas.

Motores sin escobillas

Los motores de corriente continua sin escobillas, más conocidos por su denominación en inglés “brushless”, emplean conmutación electrónica

para su accionamiento, eliminando de este modo las escobillas y el mantenimiento.

Para esto, en estos motores el rotor se encuentra formado por imanes permanentes, y es en el estator donde se sitúa el bobinado que al ser energizado de forma secuencial por el sistema de control electrónico produce el movimiento de giro.

Para que esto funcione se requiere detectar de forma precisa la posición del campo magnético creado por los imanes permanentes del rotor, para lo cual se emplean sensores de efecto Hall. Con ello, la unidad de control, realiza la conmutación electrónica, constituida por transistores MOSFET, de las fases oportunas del estator.

Así, manteniendo el campo magnético entre rotor y estator desfasados 90° se consigue el par necesario para generar el movimiento y arrastrar la carga.

Motores paso a paso

Los motores paso a paso, aunque permiten el posicionamiento en lazo abierto de una forma bastante fiable, no pueden ser muy potentes debido a sus características constructivas, y además hacen ruido.

En ellos el estator se encuentra formado por una serie de pares de polos bobinados que al ser accionados de forma controlada e independiente crean un campo magnético que provoca la alineación del imán permanente que constituye el rotor, en esa dirección.

Al activar de forma controlada y secuencial los diferentes bobinados del estator se consigue el movimiento de giro, para lo cual se emplea una señal en forma de tren de pulsos, donde cada pulso identifica el giro de un número determinado de grados que depende de la construcción del motor. Debido, precisamente, a este tipo de accionamiento, presentan una caída de par a altas velocidades, ya que al aumentar la frecuencia de conmutación de las fases, las bobinas del motor no alcanza totalmente la energización, con lo que pierde par efectivo.

En caso de encontrar un par de oposición mayor que el ofrecido por el motor, pierde el paso. Presentan menor precisión. El motor paso a paso es de lazo de control abierto, con lo que no puede corregir errores de posicionamiento. Su principal ventaja es su bajo costo, pudiendo posicionar de forma precisa a bajas velocidades, con una electrónica sencilla.

MANTENIMIENTO

El mantenimiento preventivo consiste en una serie de trabajos que es necesario desarrollar para evitar que maquinaria pueda interrumpir el servicio que proporciona, básicamente, se divide en tres elementos fundamentales:

1. Selección
2. Instalación
3. Montaje

Selección

El mantenimiento empieza en la selección del motor. El grado de selección y aplicación incorrecta de un motor puede variar ampliamente, por lo que es necesario, que se seleccione correctamente el tamaño apropiado del motor de acuerdo a la carga.

Los ciclos de trabajo son los que más dañan a los motores. Cuando no son seleccionados en forma apropiada, los arranques, los paros y frenados bruscos, así como los períodos de aceleración largos, conducen a fallas en el motor.

La consideración de la altitud sobre el nivel del mar del sitio de instalación del motor, es un factor que con frecuencia no es considerado. Como se sabe, a grandes alturas la densidad del aire es más baja y se reduce la efectividad de enfriamiento. Esta reducción significa en forma aproximada que la temperatura de operación se incrementa un 5% por cada 300 m. de elevación sobre el nivel del mar.

Instalación

Los errores en la instalación de los motores pueden ser una de las causas de falla. Algunas ocasiones, el tamaño de los tornillos o anclas de montaje y sujeción no es el apropiado, o bien se tienen problemas de alineación; lo que conduce a problemas de vibraciones con posibles fallas en las rodamientos o hasta en el eje del rotor. El montaje y la cimentación resultan de fundamental importancia para evitar problemas mecánicos y eventualmente eléctricos.

Montaje

Es posible que se seleccione correctamente al motor para su carga inicial, y que su instalación haya sido adecuada, sin embargo, un cambio en su carga o en el acoplamiento de accionamiento, se manifestará como una sobrecarga en el motor. Las rodamientos o baleros comenzarán a fallar, los engranes están expuestos a presentar fallas en los dientes, o bien se presentará algún otro tipo de fricción que se manifieste como sobrecarga. Cuando se presenta una sobrecarga, el motor demanda más corriente, lo cual incrementa la temperatura del mismo, reduciendo la vida del aislamiento.

Los problemas en baleros y rodamientos son una de las causas más comunes de fallas en los motores, también la alineación errónea de éstos y la carga, malos acoplamientos por poleas y bandas, o bien errores en la aplicación de engranes o piñones, son causas de fallas mecánicas. Por otro lado, se debe hacer un correcto balanceo dinámico para evitar problemas de vibración. Una carga excesiva puede llevar rápidamente a una falla en el motor.

Objetivo del mantenimiento preventivo a un motor

El principal objetivo del mantenimiento, es garantizar que el equipo se encuentre en óptimas condiciones de operación, y aumentar su vida útil. El mantenimiento empieza en la selección del motor. Frecuentemente se hace la selección sin considerar las implicaciones en el servicio y mantenimiento del motor, de lo que resultan consecuencias económicas desfavorables.