

## 4

# LOCALIZACIÓN DE AVERÍAS EN MÁQUINAS DE CORRIENTE ALTERNA

### 4.1.- INTRODUCCIÓN

Al igual que ocurría en las máquinas de corriente continua, según se aprecia en el capítulo 2 de esta obra, las anomalías mas frecuentes en las máquinas de corriente alterna son las relacionadas a continuación:

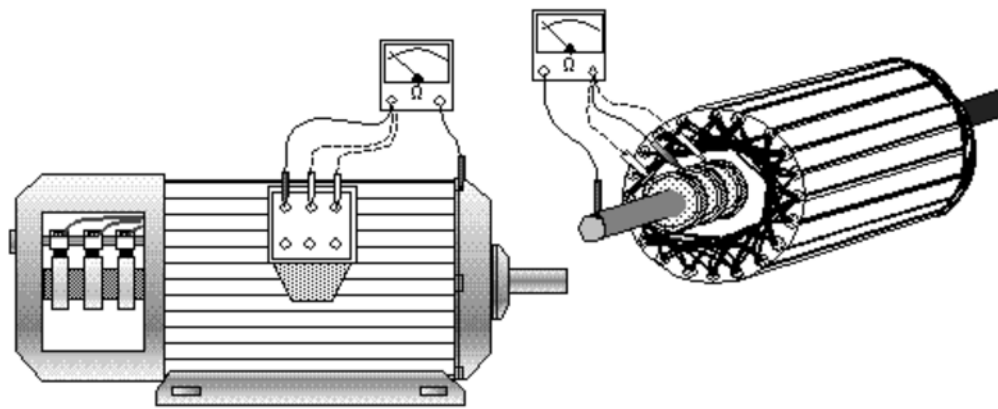
- Localización de contactos a masa
- Localización de cortocircuitos
- Localización de conductores cortados
- Determinación de la polaridad correcta

Seguidamente pasaremos a analizar la localización de estos cuatro tipos de averías, referidas a motores asíncronos trifásicos de corriente alterna, ya sean con rotor de jaula de ardilla o bobinado, por ser los mas utilizados industrialmente. Todo ello se analizará de forma sencilla y sin el empleo de aparatos o sistemas sofisticados, de tal forma que cualquier profesional pueda realizarlo en su taller, bien sea con herramientas tradicionales de electricista o deducidas directamente con el solo empleo del sentido común.

### 4.2.- LOCALIZACIÓN DE CONTACTOS A MASA

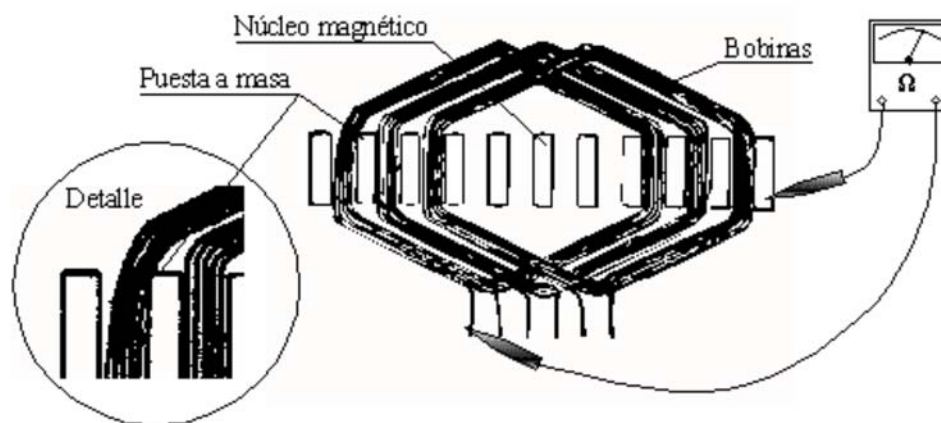
Este tipo de anomalía puede presentarse tanto en estatores como en rotores bobinados, de cualquier máquina de corriente alterna, y la mejor forma de no llegar a esta situación que puede ser peligrosa desde sus comienzos, en cuanto a electrocución se refiere, y degenerar con el tiempo en un cortocircuito y la consiguiente destrucción de los devanados, es la de medir periódicamente el aislamiento a masa de sus devanados, que según la normativa actual ha de ser como mínimo de **U x 1000 ohmios**, con un mínimo de 250.000 ohmios, siendo U su tensión nominal.

Para verificar la existencia de contactos a masa en el **estator** de los motores, procederemos como se aprecia en la figura 4.1, retirando primeramente los puentes de la placa de bornes, para medir a continuación el aislamiento entre cada una de las fases y la carcasa del motor, bien sea con el medidor de aislamiento de un polímetro o con un medidor de aislamiento apropiado. La fase que acuse continuidad es la que tiene el defecto, luego como mas adelante veremos hay que localizar la bobina o bobinas puestas a masa, para su posterior aislamiento o sustitución.



**Figura 4.1.- Localización de la fase puesta a masa, en estator y rotor**

Como ya se mencionó, cuando el **rotor** es de anillos rozantes este puede presentar en él la misma anomalía que en el estator, y la verificación puede realizarse tanto desmontado este como sin desmontarlo, siempre que aislemos correctamente sus escobillas de los anillos rotóricos. La comprobación se realiza de igual forma que en el estator, midiendo la continuidad entre el eje y cada uno de los tres anillos del rotor. En principio solamente detectamos si una fase está puesta a masa; por el contrario si queremos saber que fase es la dañada, debemos desconectar las tres fases del punto de la estrella del devanado y verificar las fases una a una.



**Figura 4.2.- Localización de la bobina o grupo de bobinas puesta a masa**

Una vez localizada la fase averiada, para determinar que bobina o bobinas están puestas a masa, hay que desconectar todos los puentes de conexión entre grupos de bobinas, de dicha fase, e ir comprobando la continuidad entre cada una de las bobinas y masa (figura 4.2). Una vez localizada la bobina averiada, se puede extraer y aislar convenientemente o bien sustituirla por otra nueva, siempre que el tamaño del motor y los tipos de bobinas lo hagan posible o bien sustituir el grupo al que pertenece la bobina averiada, e incluso toda la fase averiada o el devanado completo, como suele hacerse en los motores de pequeña potencia.

### 4.3.- LOCALIZACIÓN DE CORTOCIRCUITOS

Los cortocircuitos en los devanados de corriente alterna, se suelen producir siempre que: los aislamientos fallen, debido a quemazón por sobrecargas frecuentes, o bien debido al empleo de materiales de aislamiento e impregnación de baja calidad, que fallan debido a las vibraciones del propio motor y a la degradación de los mismos. Los cortocircuitos en el interior de un motor pueden ser de muy distinta magnitud, de tal forma que para su estudio los clasificamos en dos apartados, a saber:

- Cortocircuitos entre dos fases distintas
- Cortocircuitos entre espiras de una misma fase

Los primeros suelen ser muy radicales, siempre que sean directos entre fases, estos son detectados por las

protecciones del motor y este se queda instantáneamente fuera de servicio. En otros casos, ya sean del primer o segundo tipo, su grado de peligrosidad puede variar, dependiendo de las espiras que queden cortocircuitadas, lo que puede originar: desde ningún síntoma apreciable cuando son pocas espiras de una misma fase, a una intensidad absorbida exagerada cuando las espiras eliminadas son muchas, o bien un calentamiento excesivo y la quema posterior del propio motor en los casos extremos.

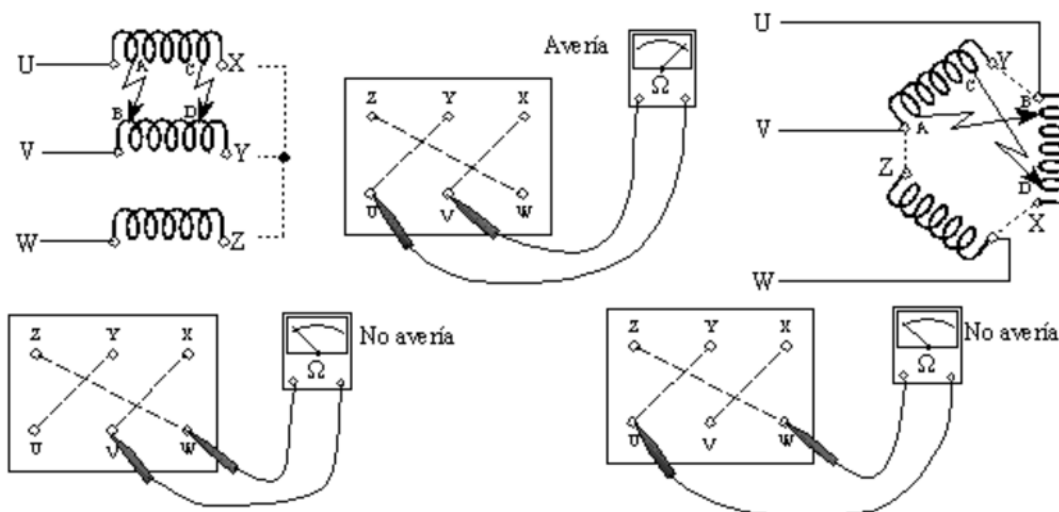
### Cortocircuito entre fases

En estos casos, si el cortocircuito es franco (ejemplo A-B de la figura 4.3), lo normal es que los fusibles o relés de protección contra cortocircuitos salten, el motor se desconecta y la avería no pase a tener mayores consecuencias. Pero otras veces, cuando el cortocircuito es entre bobinas de distinta fase y este no es franco, debido a la impedancia de las muchas espiras intercaladas, como es el caso C-D de la figura 4.3, el motor puede llegar a arrancar, calentarse exageradamente, e incluso llegar a quemarse sin que sus protecciones lo desconecten.

Por tanto cuando un motor no sobrecargado se calienta exageradamente y sus protecciones no saltan, hay que suponer un cortocircuito incipiente entre fases, con una gran impedancia, debido a las muchas espiras que quedan intercaladas (ejemplo C-D). En estos casos para detectarlo hay que desmontar el motor, y si una observación visual no es suficiente para detectarlo, hay que proceder a retirar los puentes de la placa de bornes y verificar el aislamiento entre las fases, por medio de un polímetro o un medidor de aislamiento, tal como se aprecia en la figura 4.3. como es natural las fases cortocircuitadas acusarán continuidad entre ellas, siendo esta mayor o menor dependiendo del tipo e impedancia del cortocircuito.

### Cortocircuito entre espiras de una misma fase

En estos casos, si el cortocircuito es en el devanado del **estator** puede darse el caso de que el motor no pueda llegar a arrancar, por el contrario si al aparecer el cortocircuito el motor está en marcha puede seguir girando, aunque empezará a roncar y aumentará su calentamiento. En este caso también aumentará la corriente de la fase defectuosa, defecto que puede ser suficiente para que un relé de sobrecarga, del tipo diferencial pueda llegar a desconectar el motor.

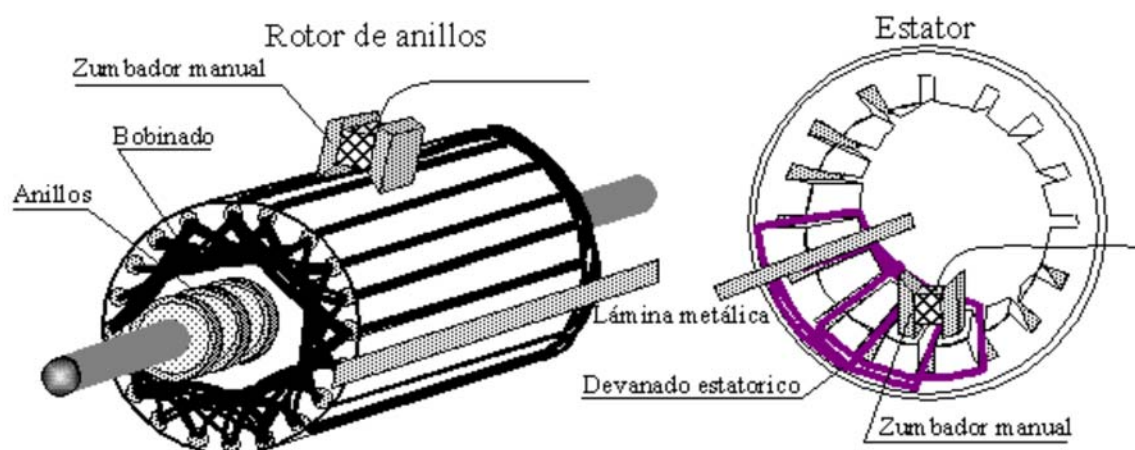


**Figura 4.3.- Localización de cortocircuitos entre fases**

Si las espiras cortocircuitadas pertenecen al **rotor** de un motor de anillos, el motor, si esta parado, puede llegar a arrancar, pero lo hará con brusquedad y metiendo mucho ruido, a la vez que la corriente absorbida de la red oscilará durante el arranque.

En estos casos, tanto si el defecto es en el rotor como en el estator, y si visualmente no logramos detectar la bobina con espiras en cortocircuito, la mejor forma de localizarla es como se hacía en los devanados de corriente continua, o sea empleando un zumbador, manual o de sobremesa, y una lámina metálica u hoja

de sierra, tal como se aprecia en la figura 4.4. Al ir recorriendo el devanado con el zumbador, la lámina metálica vibrará cuando esta esté situada sobre la bobina defectuosa.



**Figura 4.4.- Localización de espiras en cortocircuito, en estator y rotor**

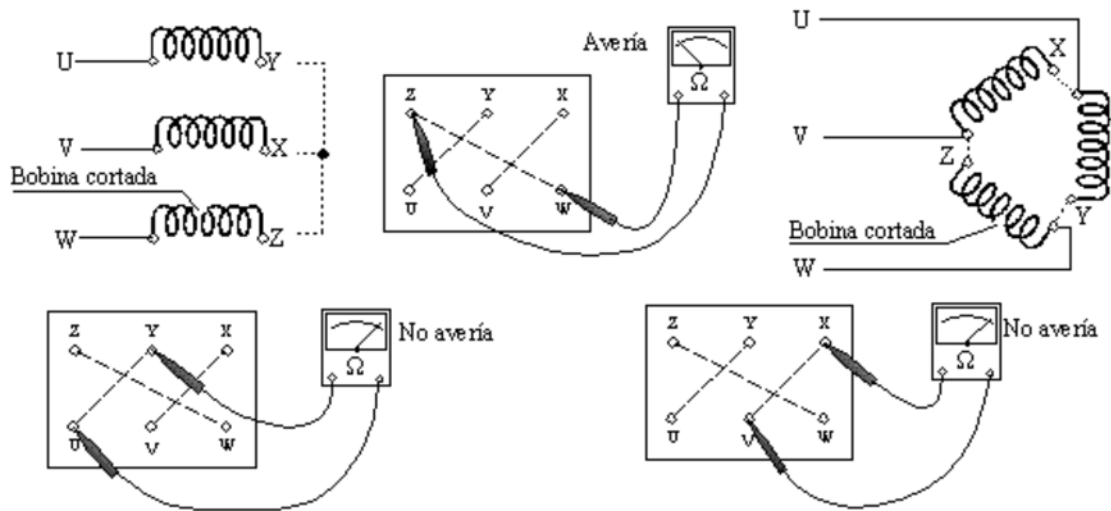
Recordamos una vez mas, como ya lo hacíamos en el capítulo 2, que para la mejor detección de la bobina con espiras en cortocircuito hay que mantener una distancia entre el entrehierro del zumbador y la lámina metálica igual al ancho de bobina del devanado.

Si antes de desmontar el motor, sospechamos que el defecto está en el rotor, podemos detectar la fase con la bobina defectuosa sin desmontar este, para ello se levantan las escobillas y, ya con el devanado del rotor abierto, se le aplica tensión al estator (si es posible inferior a la nominal) y se miden las tensiones entre los tres anillos del rotor. Si las tres tensiones son iguales nos indica que no hay espiras en cortocircuito en el rotor, en caso contrario, si una de ellas es nula o inferior a las otras, nos indica que en esa fase existen espiras en cortocircuito.

Por medio del zumbador también podríamos detectar si en un **rotor de jaula de ardilla** hay alguna barra desoldada o cortada. Para ello procedemos como anteriormente se explico, para un rotor devanado, observando que la lámina vibra en cada barra del inducido, excepto en la que esta interrumpida. Este defecto se manifiesta normalmente por medio de: ruidos anormales, arranques dificultosos, e incluso pueden aparecer chispas entre las barras del rotor y sus discos de cortocircuito.

#### **4.4.- LOCALIZACIÓN DE CONDUCTORES CORTADOS**

Estas anomalías, tanto si el devanado es de rotor como si es de estator, se manifiestan con arranques dificultosos, el motor no logra alcanzar su velocidad nominal, ronca y se achica con la carga, o incluso no logra arrancar; todo ello debido a su alimentación en bifásico, como se aprecia en los esquemas de la figura 4.5. Si el devanado está ejecutado con circuitos en paralelo y es uno solo de esos circuitos el interrumpido, el motor presenta los mismos síntomas que si la fase completa estuviera cortada.



**Figura 4.5.- Localización de conductores cortados**

Primeramente debemos de observar los conductores que van a la placa de bornes, ya que con frecuencia, y bien sea debido a las vibraciones, al envejecimiento del aislamiento o de las soldaduras de los terminales, se sueltan o cortan en la propia placa de bornes.

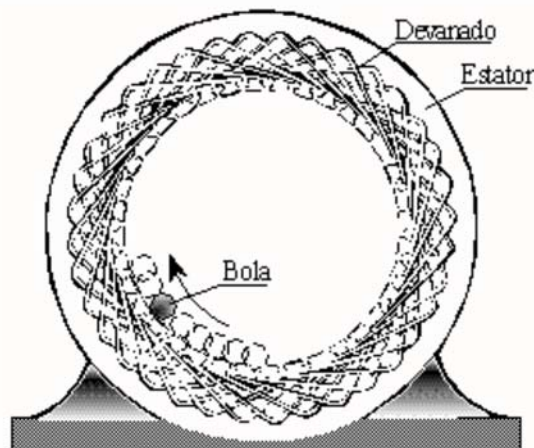
Luego para localizar las interrupciones en el devanado del **estator**, debemos de comprobar la continuidad de cada fase por separado. Para ello retiramos los puentes de la placa de bornes, ya estén en estrella o en triángulo y con un medidor de continuidad (polímetro o medidor de aislamiento) verificamos una a una las fases del motor, tal como se aprecia en la figura 4.5.

Para localizar las interrupciones en un **rotor** de anillos rozantes, empezaremos por aislar los anillos rotóricos, bien sea levantando las escobillas o colocando un aislante entre aros y escobillas. Seguidamente procedemos a medir la continuidad entre cada dos anillos o entre cada anillo y el punto de la estrella del devanado, si este es accesible, como si de un devanado de estator se tratara.

Otra forma de localizar la fase cortada del rotor, una vez aislados los anillos rotóricos, consiste en alimentar el estator (si es posible a tensión reducida) y medir la tensión existente entre cada dos anillos, si una fase esta cortada no nos dará tensión alguna con ninguna las otras dos. Esto es debido a que en estas condiciones el rotor se comporta como el secundario de un transformador, en el que se inducen tensiones debido al flujo estatóricos.

#### 4.5.- DETERMINACIÓN DE LA POLARIDAD CORRECTA

Si alguna de las conexiones entre grupos de bobinas no se conecta correctamente, o bien se han equivocado algunas entradas (U, V, W) con salidas (X, Y, Z), el campo magnético no será completamente giratorio, y en consecuencia la máquina no podrá arrancar o lo hará con mucha dificultad.



**Figura 4.6.- Determinación de la polaridad correcta de un estator**

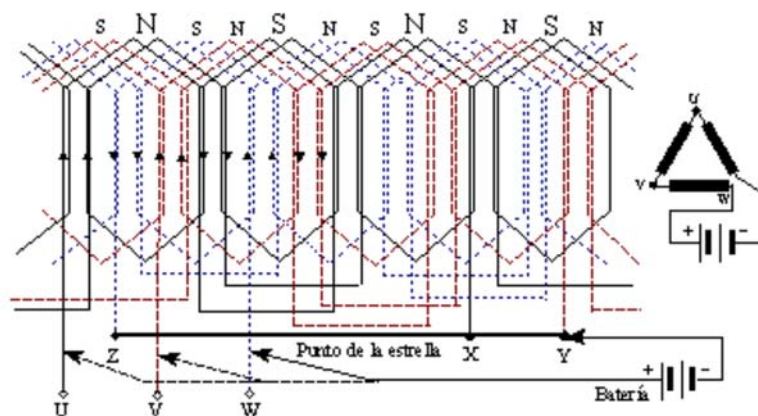
La localización de las bobinas o grupos de bobinas conectados incorrectamente, podría hacerse por medio de la brújula, como veíamos en el apartado 2.5 de esta obra para las máquinas de corriente continua, pero en la práctica, y sobre todo para motores que no sean de gran tamaño, existe un procedimiento mucho más fácil y rápido, **aplicable a los estatores** de las máquinas de corriente alterna, que es el reflejado en la figura 4.6.

Este sistema de comprobación de la polaridad correcta, consiste en aplicarle tensión alterna al estator, desmontado, al que se le ha introducido previamente una bola de acero en su interior --de un cojinete de bolas o similar--, tal como se aprecia en la figura 4.6. Si las conexiones están correctamente realizadas, la bola rodará por el interior del estator perfectamente, arrastrada por el campo magnético giratorio. Si existiera alguna conexión equivocada la bola permanecería en reposo u oscilaría, debido a la deformación del campo magnético.

Para realizar esta comprobación en los motores de mediana o gran potencia, es mejor hacerlo con una tensión inferior a la nominal de la máquina, siempre que esta sea alterna, ya que el campo magnético se forma perfectamente y es mucho más segura la prueba.

Si deseamos verificar la polaridad en un **rotor devanado**, lo mejor es emplear el sistema de la brújula, tal como se hace con los inducidos de las máquinas de corriente continua. Para ello se aplica tensión continua entre cada anillo rozante y el punto de la estrella del devanado, mientras se va verificando, con la brújula, la polaridad fase a fase, comprobando que en cada una de ellas su número de polos es igual al de polos del estator y que a su vez estarán desplazados entre sí el mismo número de ranuras, obteniendo además tres series de polaridades completas.

Si vamos marcando los polos, al final del ensayo habremos comprobado que se obtiene un número de polos tres veces mayor que el del motor y que además todos estos polos tendrán alternativamente sentido contrario, ya que cada fase alimentada independientemente forma la polaridad completa, tal como se aprecia en la figura 4.7. Así para un devanado tetrapolar obtendremos doce polos con el sentido siguiente: N-S-N-S-N-S-N-S-N-S-N-S. Esto por supuesto no va a ocurrir en funcionamiento normal, cuando sea alimentado con corriente alterna, ya que en este caso esas polaridades se van manifestando una después de otra, dando así lugar al campo magnético giratorio.



**Figura 4.7.- Verificación de la polaridad correcta en un rotor devanado, conectado en estrella**

Aunque no es normal que los devanados de rotor estén conectados en triángulo, si este fuera el caso, la tensión continua se aplicaría de una sola vez a todo el devanado, abriendo la conexión triángulo en uno de sus vértices y conectando estos a la fuente de corriente continua, tal como se aprecia en el pequeño dibujo de la figura 4.7. De esta forma todas las fases quedan en serie y al ir comprobando la polaridad con la brújula, obtendremos la misma serie de polaridades descrita para la conexión estrella.

Cuando verificamos con la brújula un rotor devanado, según cual sea el defecto, quedará manifestado por las secuencias de polaridad de los ejemplos siguientes:



- Si en el ejemplo de la figura 4.7 obtuviéramos las polaridades: N-S-N-N-N-S-N-S-N-S-N-S, nos indicará que un grupo de bobinas esta mal conectado. En este caso será el cuarto grupo, que deberemos corregir permutando las conexiones de dicho grupo.
- Si por el contrario la secuencia fuera: N-N-N-S-S-S-N-N-N-S-S-S, nos indicaría que una fase completa esta invertida. En este caso la segunda fase, que debemos de corregir cambiando su entrada por su salida.
- Si un grupo completo no manifiesta polaridad alguna, nos indicará que esta completamente cortocircuitado.

#### 4.6.- RESUMEN DE LOCALIZACIÓN DE AVERÍAS

Seguidamente y como resumen de los temas tratados en este capitulo, se incluye un cuadro resumen de averías, donde se analizan las mas comunes que se pueden dar en máquinas de corriente alterna.

TABLA RESUMEN, PARA LA LOCALIZACIÓN DE AVERÍAS EN MÁQUINAS DE CORRIENTE ALTERNA

Síntomas	Causas posibles	Verificación y soluciones
1.- El motor no arranca	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No le llega corriente al motor</li> <li>- Si el motor ronca y no llega a arrancar, le falta una fase</li> <li>- Tensión insuficiente o carga excesiva</li> <li>- Si el motor es de anillos y el ruido es normal y no arranca, el circuito rotórico esta mal. Circuito exterior o devanado cortado</li> <li>- Devanado a masa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar tensiones en la red, fusibles, contactos, conexiones del motor</li> <li>- Verificar la correcta conexión, estrella o triángulo, en su placa de bornes y la carga del motor</li> <li>- Verificar tensiones rotóricas, contacto de las escobillas y circuito de las resistencias de arranque (conductores y resistencias)</li> <li>- Verificar aislamiento de los devanados</li> </ul>
2.- El motor arranca, pero no alcanza la velocidad nominal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tensión insuficiente o caída de tensión excesiva</li> <li>- Fase del estator cortada</li> <li>- Si el motor es de anillos, han quedado resistencias intercaladas</li> <li>- Si el motor es de anillos ruptura del circuito de arranque rotórico</li> <li>- Cortocircuito o devanado a masa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar tensión de red y sección de línea</li> <li>- Verificar tensión y devanado</li> <li>- Verificar circuitos de arranque</li> <li>- Verificar conexiones, resistencias, escobillas y devanado</li> <li>- Verificar devanados y reparar</li> </ul>

3.- La corriente absorbida en funcionamiento es excesiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maquina accionada agarrotada o carga excesiva</li> <li>- Si el motor ronca y las intensidades de las tres fases son desiguales, cortocircuito en el estator</li> <li>- Si el motor es de anillos, cortocircuito en el circuito rotórico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar carga y sustituir motor si este es pequeño</li> <li>- Verificar aislamiento y reparar o rebobinar el motor</li> <li>- Verificar anillos, escobillas y circuito de resistencias. Verificar devanado rotórico y reparar</li> </ul>
4.- La corriente absorbida en el arranque es excesiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Par resistente muy grande</li> <li>- Si el motor es de anillos, resistencias rotóricas mal calculadas o cortocircuitadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar la carga del motor</li> <li>- Verificar resistencias y posibles cortocircuitos en resistencias y devanado rotórico</li> </ul>
5.- El motor se calienta exageradamente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motor sobrecargado</li> <li>- Ventilación incorrecta</li> <li>- Si el motor se calienta en vacío, conexión defectuosa</li> <li>- Cortocircuito en el estator</li> <li>- Tensión de red excesiva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar carga</li> <li>- Verificar y limpiar rejillas y ranuras de ventilación</li> <li>- Verificar las conexiones de la placa de bornes</li> <li>- Verificar devanado estatórico</li> <li>- Verificar tensión y corregir</li> </ul>
6.- El motor humea y se quema	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cortocircuito directo o de un número excesivo de espiras en cualquiera de sus devanados</li> <li>- Mala ventilación del motor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar devanados y reparar o rebobinar</li> <li>- Mantener siempre limpios los circuitos de ventilación</li> </ul>
7.- El motor produce demasiado ruido	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vibraciones de ciertos órganos</li> <li>- Si el ruido es solamente en reposo y no en marcha, cortocircuito en el rotor</li> <li>- Si el ruido cesa al cortar la corriente, entrehierro irregular</li> <li>- Barra del rotor desoldada o rota</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lanzar y desconectar el motor y si el ruido persiste, verificar fijaciones y cojinetes</li> <li>- Verificar devanado rotórico y reparar</li> <li>- Verificar cojinetes y rotor</li> <li>- Verificar barras del rotor</li> </ul>

[Volver al índice](#)



