

## **CONTENIDO DE APOYO PARA LA MATERIA DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS**

**CON RESPECTO AL TEMA DE GENERALIDADES Y MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA ESCRIBE LAS SIGUIENTES DEFINICIONES**

1. Maquina eléctrica
2. Motor eléctrico
3. Corriente alterna
4. Fuente de alimentación
5. Devanado
6. Paso polar
7. Anillos de cortocircuito
8. Conmutador
9. Colector
10. Escobillas
11. Campo magnético
12. Inducción electromagnética
13. Líneas de flujo magnético
14. Velocidad de campo magnético
15. Ley de Lenz
16. Ley de Lorentz
17. Ley de Biot-Savart
18. Magnetismo
19. Inductancia
20. Inductor
21. Devanado principal
22. Devanado auxiliar
23. Capacitor
24. Interruptor centrifugo
25. Núcleo del estator
26. Núcleo del rotor
27. Yugo o corona
28. Contacto a masa
29. Sobrecarga
30. Cortocircuito
31. Polaridad inversa
32. Interruptor eléctrico
33. Ley de Faraday
34. Par de arranque
35. Deslizamiento
36. Sincronismo
37. Electricidad
38. Motores eléctricos de corriente alterna
39. Densidad de flujo

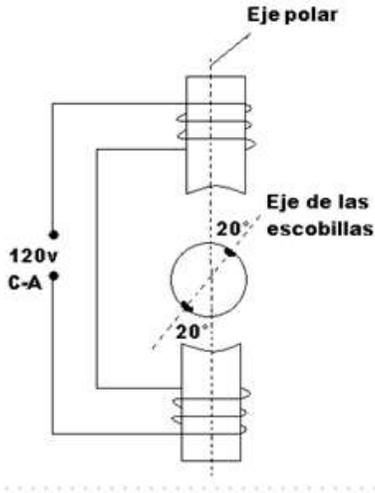
40. FEM
41. Motor de polos sombreados
42. Motor universal
43. Motor trifásico rotor devanado
44. Motor de Inducción
45. Motor de fase partida con capacitor permanente
46. Motor de inducción-repulsión
47. Motor de fase partida con doble capacitor
48. Motor síncrono
49. Motor trifásico rotor jaula de ardilla
50. Motor de fase partida con capacitor de arranque
51. Plan de mantenimiento
52. Mantenimiento predictivo
53. Mantenimiento preventivo
54. Mantenimiento correctivo

### RESUELVE CORRECTAMENTE LOS SIGUIENTES PROBLEMAS

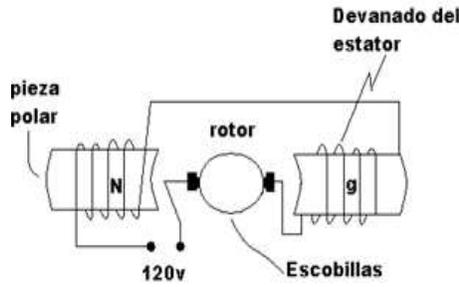
- 1.- Una bobina de alambre con un área de  $10^{-3} \text{ m}^2$  se coloca en una región de densidad de flujo constante igual a 1.5 T en un intervalo de tiempo de 0.001 s, la densidad del flujo se reduce a 1.0 T. Si la bobina consiste en 50 vueltas de alambre. ¿Cuál será la FEM inducida?
- 2.-Una bobina cuadrada que consta de 80 vueltas de alambre y que tiene un área de  $0.05 \text{ m}^2$  se coloca perpendicular a un campo magnético de densidad de flujo de 0.8 T. Si la bobina se gira hasta que su plano sea paralelo al campo en un tiempo de 0.2 s. ¿Cuál es la FEM media inducida?
- 3.-Un alambre de 0.2 m de longitud se mueve con una velocidad constante de  $4 \text{ m/s}$  en una dirección que está a  $40^\circ$  con respecto a la densidad del flujo magnético de 0.5 T. Calcúlese la FEM inducida.
- 4.-Una bobina con un área de  $10^{-2} \text{ m}^2$  se coloca con una región de densidad de flujo constante igual a 2.8 T en un intervalo de tiempo de 0.1 s, la densidad del flujo se reduce a 1.2 T. Si la bobina consiste en 60 vueltas de alambre. ¿Cuál será la FEM inducida?

ESCRIBE SOBRE LA LÍNEA EL NOMBRE DEL MOTOR AL QUE PERTENECE CADA UNO DE LOS SIGUIENTES DIAGRAMAS ELÉCTRICOS.

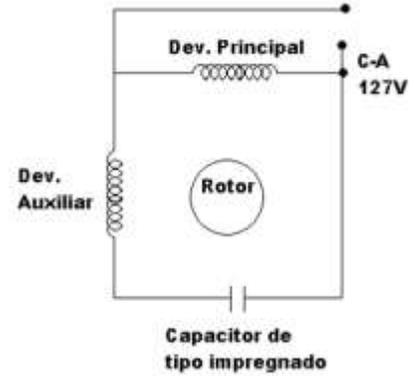
Valor de c/u = 3 puntos Valor de esta sección = 18 puntos



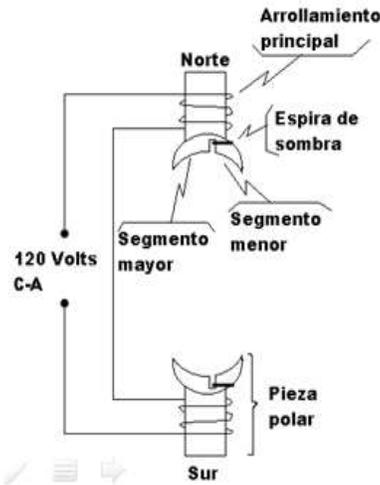
a).- MOTOR \_\_\_\_\_



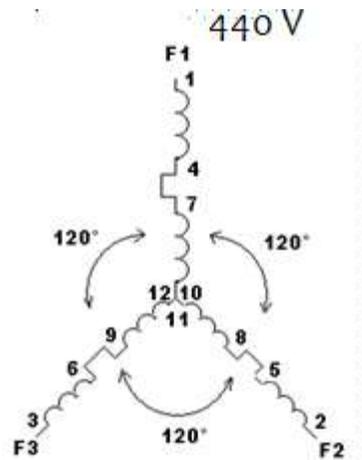
b).- MOTOR \_\_\_\_\_



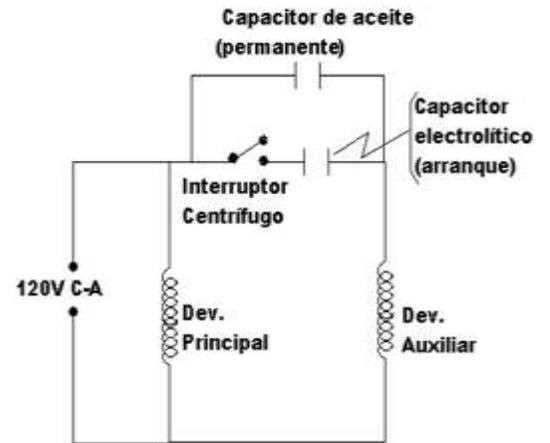
c).- MOTOR \_\_\_\_\_



d).- MOTOR \_\_\_\_\_

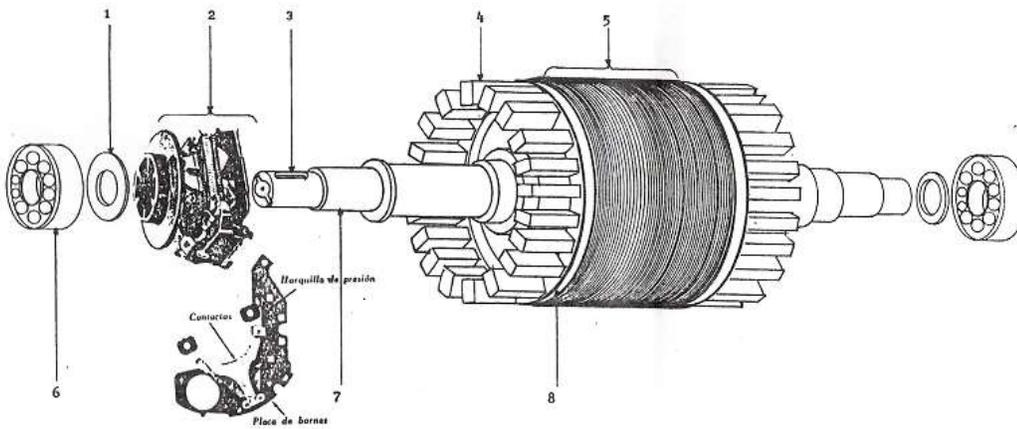
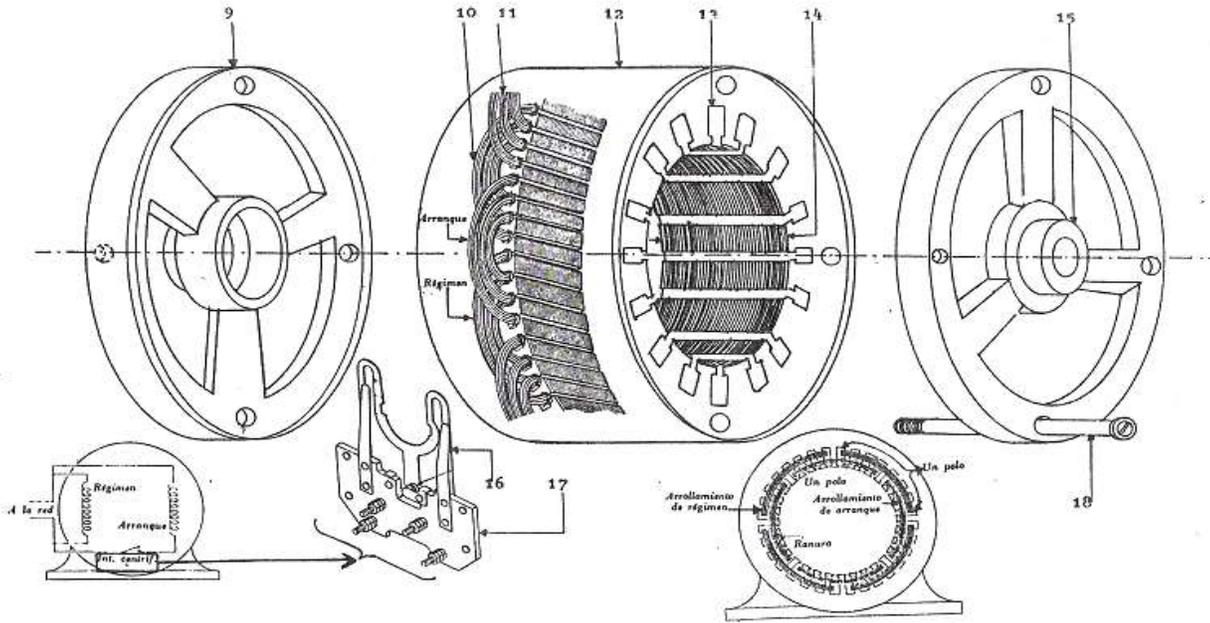


e).- MOTOR \_\_\_\_\_

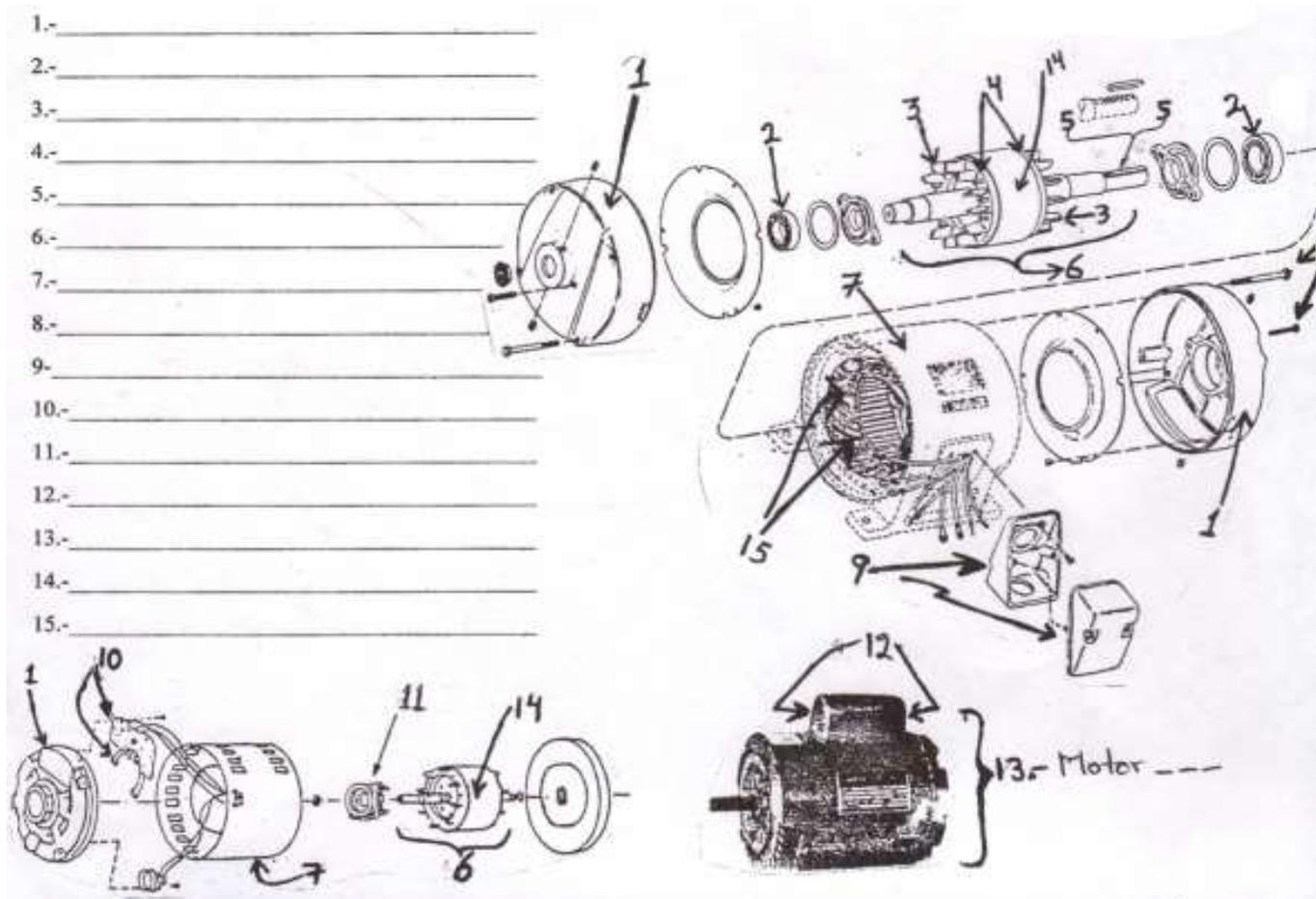


f).- MOTOR \_\_\_\_\_

ESCRIBE EL NOMBRE DE CADA UNA DE LAS PARTES DEL SIGUIENTE MOTOR MONOFASICO DE FASE PARTIDA DE C.A.



ESCRIBE SOBRE LAS LÍNEAS EL NOMBRE DE CADA PARTE DEL MOTOR QUE A CONTINUACIÓN SE PRESENTA.



## AVERÍAS EN LOS MOTORES MONOFASICOS DE INDUCCION

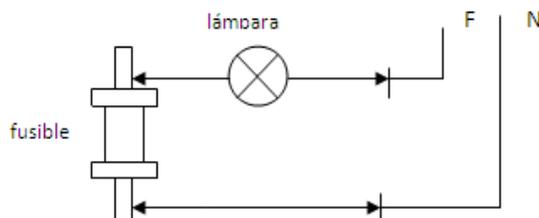
Las averías más frecuentes que se pueden presentar son las siguientes:

1. Fusibles quemados
2. Cojinetes desgastados
3. Tapas mal montadas
4. Eje torcido
5. Cojinetes excesivamente apretados
6. Sobrecargas
7. Interrupción en el bobinado de trabajo
8. Interrupción en el bobinado de arranque
9. Contactos a masa de los bobinados
10. Bobinados quemados o en corto circuito
11. Barras de rotor flojas
12. Inversión de polaridad en los bobinados
13. Condensador defectuoso (motores de condensador)

1. Esta avería puede localizarse:

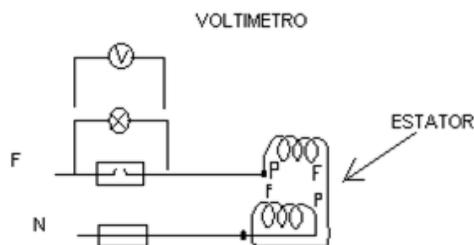
- a) Con el fusible fuera de circuito
- b) Con el fusible en el circuito

Se utiliza una lámpara de prueba en serie.



Si el hilo fusible no está roto, la lámpara no encenderá

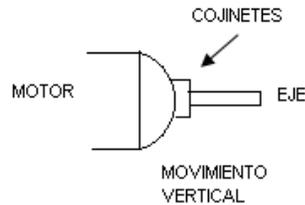
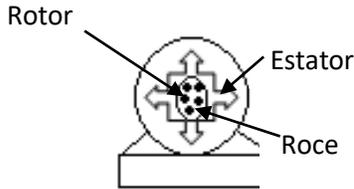
b) Se utiliza una lámpara de prueba derivación o voltímetro, con el circuito conectado a la tensión. Si el fusible está quemado, la lámpara encenderá o el voltímetro marcará la tensión en fases.



## 2. Cojinetes desgastados

Producen un descentramiento de la parte giratoria del motor (rotor)

Provoca roce mecánico del rotor con el estator, ocasionando un deterioro de las bobinas y marca en el hierro del estator.



El motor puede funcionar ocasionando un ruido.

Se debe vigilar el juego del eje sobre el cojinete.

Puede ser que el mismo eje esté desgastado, habrá que cambiarlos.

Para extraer un cojinete, no se debe emplear un martillo, se usa un dispositivo de extracción a presión. También se puede examinar el desgaste en el aro exterior (el cual no debe girar en la tapa) y el aro interior (no debe girar en el eje de la máquina).

## 3. Tapas mal montadas

Los cojinetes no quedan bien alineados y no es posible hacer girar a mano el rotor, requiere de gran esfuerzo.

Los tornillos de sujeción deben ajustarse poco a poco y simultáneamente. No se debe apretar de uno en uno totalmente.

## 4. Eje torcido

Si las tapas están bien centradas y sigue costando trabajo hacer girar el rotor, es posible que el eje esté torcido.

Se desmonta el rotor y se coloca entre los puntos de un torno, se pone en marcha y se observa con mayor facilidad si el eje gira centrado o descentrado. Se repara en el torno con una palanca o trozo de tubo. Se recomienda para motores pequeños.

## 5. Cojinetes excesivamente apretados

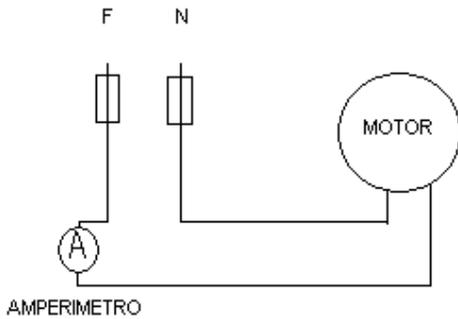
Cuando los cojinetes están demasiado ajustados con el eje de la máquina, resultará difícil hacer girar el rotor a mano. Se pueden rectificar los cojinetes para que el eje ajuste o se pueda pulir el eje un poco.

## 6. Sobrecargas

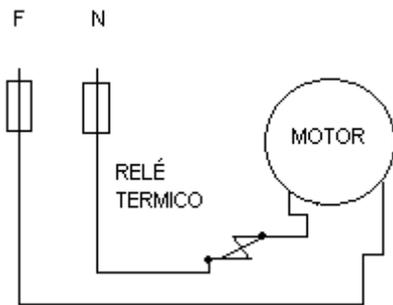
Un motor eléctrico está sobrecargado cuando absorbe una corriente mayor que la nominal. Se puede originar por:

- Una maquina o aparato accionada por el motor que necesite más potencia mecánica de la que puede proporcionar el motor.
- Alguna parte del motor está sucia o rota

Un motor sobrecargado emitirá un zumbido prolongado, y finalmente, se parará.



Se conecta un amperímetro y se observa si marca una intensidad superior a la indicada en la placa de datos de motor. Si es así, el motor trabaja sobrecargado

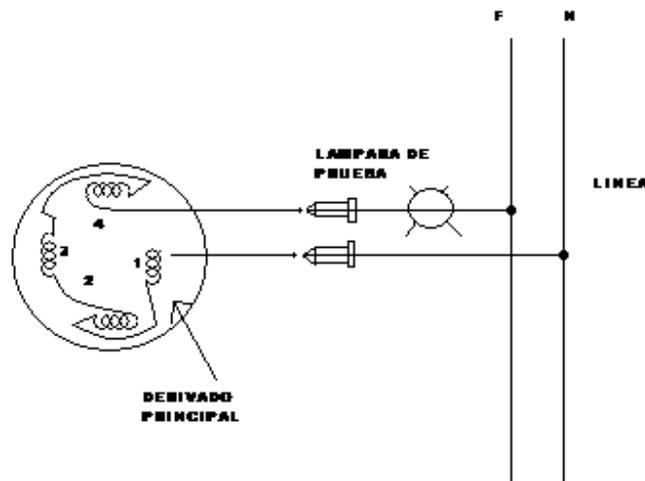


Algunos motores llevan incorporado un relé térmico de protección contra sobrecargas, que consiste en un elemento bimetálico, que al calentarse por el paso de la corriente. Hace que se separen las dos láminas metálicas, desconectando automáticamente el motor. Una vez que el motor se enfría y ha desaparecido la causa, estas láminas se unen

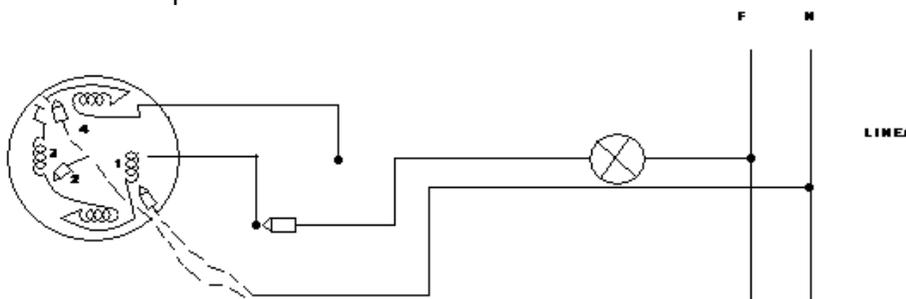
**7. Interrupción en el devanado de trabajo**

- a) Conexión sucia o floja
- b) Hilo roto (conductor roto)

Se utiliza una lámpara de prueba en serie, poniendo sus terminales de prueba de contacto en los extremos del devanado.

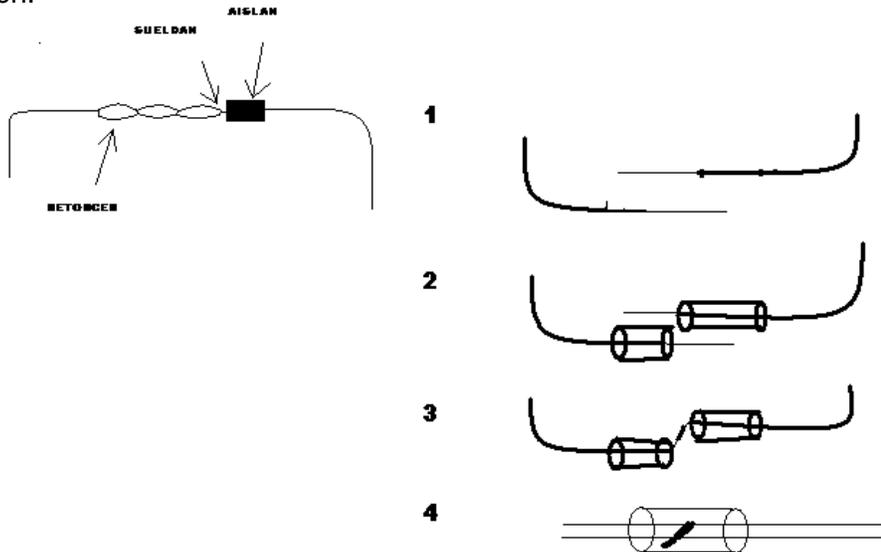


Si la lámpara se enciende, el circuito está en buen estado, si no enciende, hay que averiguar en cuál de los polos esta bobina interrumpida.



Al detectar un conductor roto. Se procede a:

1. Se quita el barniz aislante del alambre magneto aproximadamente 3cm en cada extremo, se empalman retorciendo los alambres, se sueldan y finalmente se encinta la unión como se ve a continuación:



2. Otra forma es utilizar tubos de fibra llamados espagueti

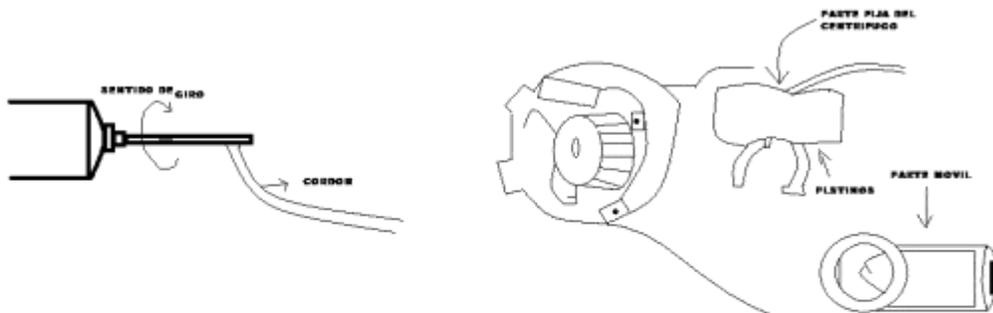
**8. Interrupción en la bobina de arranque**

- a) Conexión sucia o floja
- b) Conductor roto
- c) Interrumpir centrifugo averiado

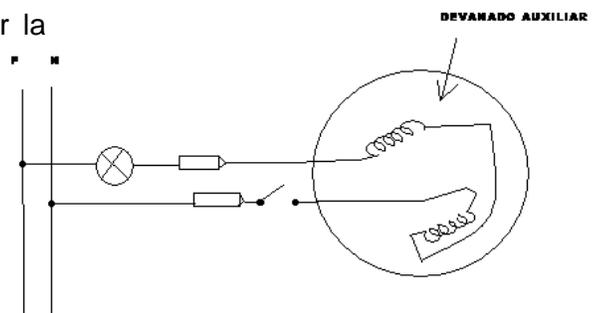
Con el continuo uso, las piezas que componen dicho interruptor se desgastan y ensucian. También la presión de la parte giratoria del interruptor sobre la parte fija es insuficiente para cerrar los contactos.

Si se conecta el motor y emite un zumbido continuo, significa que hay una interrupción en el devanado de arranque

Se puede hacer girar el rotor enrollando un cordón en el extremo libre del eje y se tira con fuerza para iniciar el giro del motor.



Utilizando una lámpara de prueba en serie se puede localizar la interrupción.



Mientras no se usan los platinos (contactos del interruptor centrífugo) la lámpara ha de permanecer apagada

Pero si al cerrarse la lámpara sigue apagada, existe una interrupción.

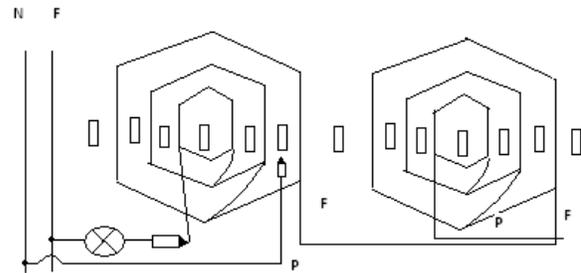
- 1) Se examina el devanado como se hizo con el devanado de arranque
- 2) Se examina el interruptor centrífugo, que se habrá de desmontar y limpiar, graduando además la presión de la parte fija sobre la parte giratoria

### 9. Contactos a masa de los bobinados

Cuando existe contacto eléctrico entre algún punto del bobinado y la masa metálica del motor.

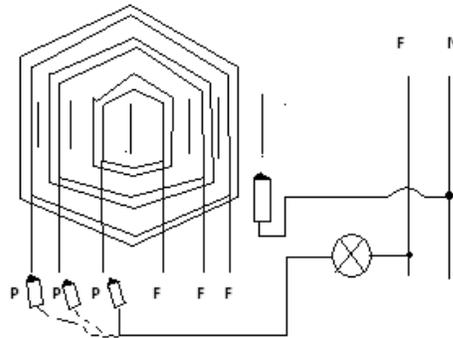
- a) Posibilidad de que los pernos de sujeción de las tapas lleguen a tocar el bobinado.
- b) Contacto de los conductores del bobinado con las aristas de las cabezas de las ranuras.
- c) Contacto de interruptor centrífugo con las carcasas

Dos contactos con masa equivalen a un cortocircuito que pueden llegar a quemar los fusibles o hacer que humee el bobinado.



Se emplea una lámpara de prueba en serie. Una terminal se conecta con el extremo del devanado y el otro de prueba con el núcleo del estator. Si la lámpara enciende es que existe algún contacto a masa

Si existe un contacto a masa se intentará descubrir a simple vista, o se tendrá que deshacer los empalmes entre los polos y probar los bobinados de cada uno de éstos, hasta encontrar la bobina averiada que deberá sustituirse o remover su aislamiento



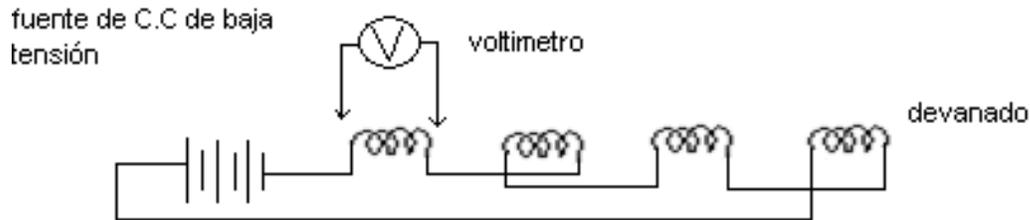
### 10. Bobinados quemados o en corto circuito

- En el bobinado de un motor nuevo puede presentarse un cortocircuito, si al alinear las bobinas del devanado en sus correspondientes ranuras, se empujan los conductores entre si con demasiada presión.
- Debido a una sobrecarga, los devanados se calientan demasiado, con lo que se queman los aislamientos que recubren os hilos del devanado, y estos hilos quedan descubiertos.
- Cuando esto sucede el devanado humea estando el motor en marcha, o funcionando en vacío, absorbe una corriente cuya intensidad tiene un valor específico.

Esta avería causa la rotura de los fusibles.

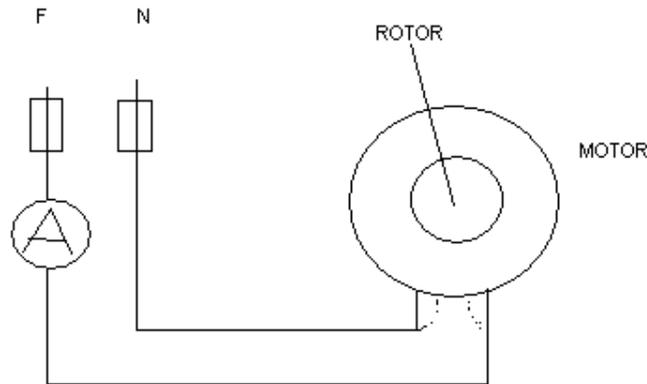
1. Localización al tacto. Se pone en marcha el motor algún tiempo y se comprueba al tacto la bobina más caliente.

2. Prueba de la calidad de tensión



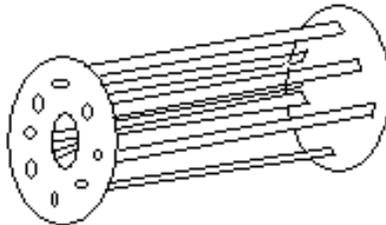
El polo al que corresponda menor caída de tensión o sea menor lectura en el voltímetro, será el del corto circuito.

3. Prueba de corriente absorbida funcionando o el motor al vacío, se intercala un amperímetro en serie, si la I que marca es superior a la que indica la placa es que existe un corto circuito.



## 11. Barras de rotor flojas

Si una o varias barras que contribuyen al bobinado rotórico se aflojan y no hacen buen contacto con los aros frontales de sujeción, el motor no puede marchar con normalidad e incluso, en algunos casos, no gira.



Las señales características de esta avería son:

- a) Ruido de motor
- b) Escasa potencia desarrollada
- c) Continuo chispeo entre barras y aros frontales

Para localizar esta avería

- Utilizando un zumbador y hoja de sierra

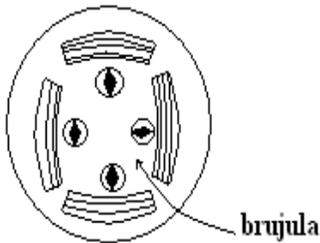
## 12. Inversión de polaridad en los bobinados

Si existe la inversión

### PRUEBA DE POLARIDAD

- El motor girará muy lentamente o no girará; con un ruido característico al girar

Se conecta el bobinado de estator a una fuente de C-C de baja tensión (12V), para ir verificando la polaridad de cada devanado

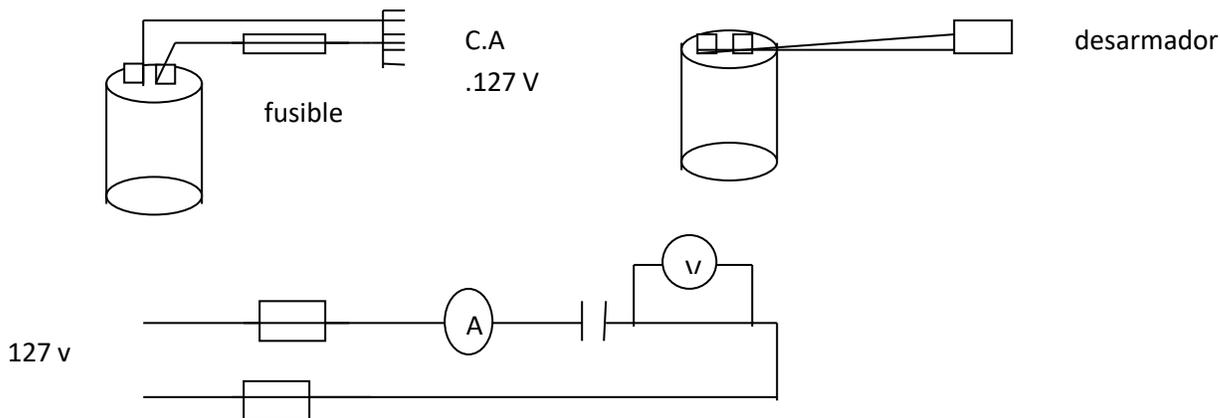


La prueba con un milímetro.

Cuando una flecha sube y regresa el capacitor está en buen estado.

Cuando sube y no regresa o no sube el capacitor esta en mal estado.

## 13. Condensador defectuoso (motores de condensador)



- Cortocircuitos
- Circuitos abiertos o interrupciones
- Deterioros internos que pueden afectarse su capacidad
- Contactos a masa

Téngase en cuenta que un cortocircuito en el condensador puede llegar a quemar los bobinados del motor y que una interrupción o circuito abierto puede afectar el arranque o el funcionamiento en régimen normal del motor.

- 1) Si el fusible se funde es que el condensador esta cortocircuitado

Si el fusible no se funde el condensador se recargará en segundos. No se deben tocar las puntas del condensador

Turno Vespertino

Prof. Ibarra

2) Una vez cargado se cortocircuitan sus terminales produciendo una chispa de gran intensidad. Si no es así, quiere decir que el condensador tiene alguna interrupción o su capacidad ha disminuido

**3)**

- a) Puede saltar algún fusible
- b) Amperímetro no marca (interrupción)
- c) la capacidad el condensador es baja
- 4) Contactos a masa con lámpara de prueba

La capacidad determinada por la ecuación anterior debe ser aproximadamente igual a la marcada en el condensador si el valor obtenido es inferior a un 20% de valor marcado, si el condensador tiene insuficiente capacidad y ha de cambiarse por otro nuevo.

#### FUNCIONAMIENTO DEFECTUOSO DE LOS MOTORES MONOFÁSICOS DE FASE PARTIDA CON CAPACITOR DE ARRANQUE.

A continuación, se reseñan los casos más frecuentes de funcionamiento defectuoso que se presentan en los motores, y sus posibles causas. Citadas estas por orden de mayor a menor probabilidad.

Al cerrar el interruptor del motor	Al cerrar el interruptor el motor no arranca	Marcha con velocidad inferior a la normal	Marcha pero se calienta excesivamente	Marcha con mucho ruido
Condensador defectuoso	X0	X0	X0	X0
Fusibles quemados	X1			
Cojinetes desgastados	X2	X3	X3	X4
Sobrecarga	X3	X5	X4	
Interrupción en el devanado principal	X4			
Interrupción en el devanado auxiliar	X5			X5
Devanado con contacto a masa	X6		X2	
Devanado quemado o cortocircuitado	X7	X1	X1	X1
Tapas mal montadas	X8			
Eje torcido	X9			
Cojinetes muy apretados	X10			

Inversión de polaridad		X2		X2
Barras de rotor flojas		X4	X5	X3

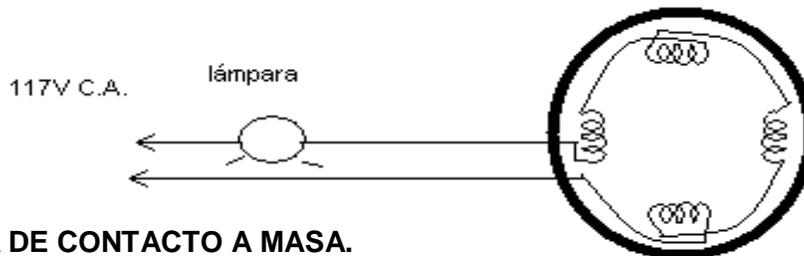
El motor de fas partida con capacitor de arranque tiene un par de arranque elevado por lo cual tiene aplicaciones en bombas de agua, accionamiento de máquinas compresoras.

## PRUEBAS ELÉCTRICAS

Una vez terminado los dos arrollamientos nuevos se le hacen las siguientes pruebas eléctricas para verificar la efectividad del embobinado.

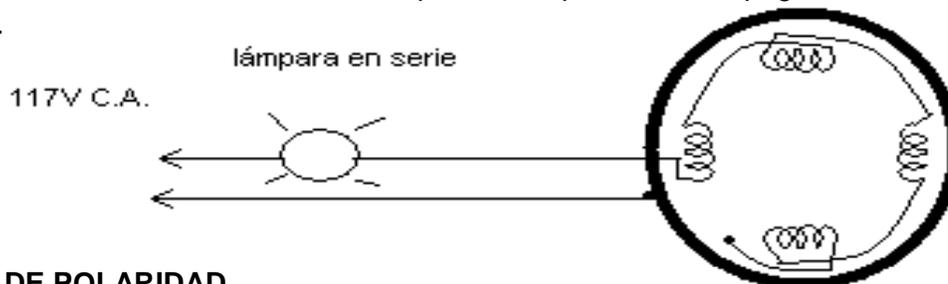
### 1. PRUEBA DE CONTINUIDAD.

Esta prueba se hace para comprobar que esta continuo el bobinado de cada uno d ellos arrollamientos, se realiza con una lámpara en serie la cual se conecta a las terminales de los devanados, si enciende quiere decir que está en perfectas condiciones, si no, hay que localizar la interrupción y cambiar lo bobina.



### 2. PRUEBA DE CONTACTO A MASA.

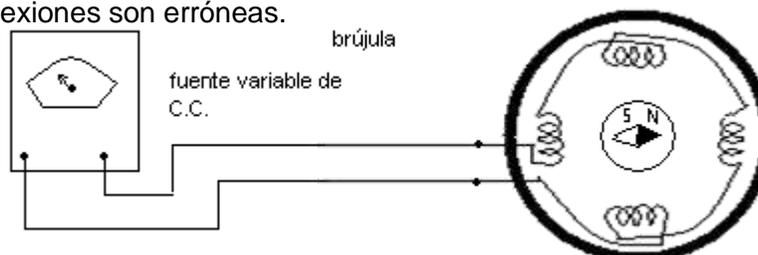
Con esta prueba se localiza la falla que es cuando una bobina o polo está haciendo contacto directo con alguna parte metálica ya sea el núcleo estático o el armazón y así poderlo reparar. Se hace con una lámpara en serie conectando sus puntas con una de las terminales del devanado y la otra punta de la lámpara con el armazón o el núcleo, la lámpara debe permanecer apagada en caso de estar en buenas condiciones.



### 3. PRUEBA DE POLARIDAD.

Esta prueba se hace para comprobar la efectividad de las conexiones entre polos para que den la alternancia de estos y funcione correctamente el motor.

Se efectúa con una fuente de C.C (20V aproximadamente) y una brújula; al energizar el arrollamiento con C.C se genera un pequeño campo magnético al estator, posteriormente se coloca la brújula en el interior y desplazarla por el centro de cada uno de los polos e indicará a que polaridad corresponde si lo hacen en forma alternada (norte y sur) las conexiones serán las indicadas y si la brújula indica polaridades iguales (norte y norte sur y sur) las conexiones son erróneas.



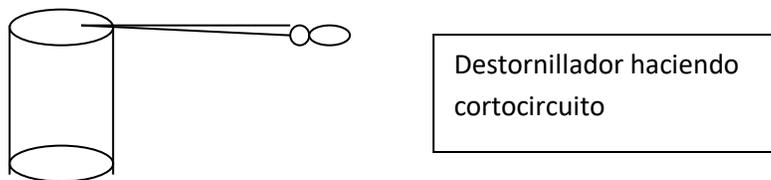
#### 4. PRUEBA DE CORTO CTO. EN LOS ARROLLAMIENTOS.

Cualquier corto circuito entre ambos arrollamientos permitirá la circulación permanente de corriente a través de parte del arrollamiento de arranque mientras el motor se halle en servicio, lo cual terminará por quemarse dicho arrollamiento, para localizar el punto donde existe el cortocircuito se desconectan las terminales de los arrollamientos, y se conecta una terminal de la lámpara de prueba al devanado principal y la otra terminal al devanado de arranque. Si se conectan ahora a la red las puntas de alimentación de la lámpara, esta encenderá, puesto que circulará corriente de un arrollamiento al otro a través del cortocircuito entre ambos se procurará entonces mover al arrollamiento de arranque en diferentes puntos del estator, con objeto de separarlo del arrollamiento de trabajo, si la luz de la lámpara oscila o se apaga, indica que se ha movido justamente el punto del cortocircuito. Si procediendo de esta manera no se llega el resultado esperado, será preciso ir desmontando las bobinas del arrollamiento de arranque una por una hasta localizar el defecto.

El cortocircuito puede repararse por lo general, disponiendo en la ranura correspondiente, y entre ambos devanados una tira de lienzo barnizado o de papel pescado.

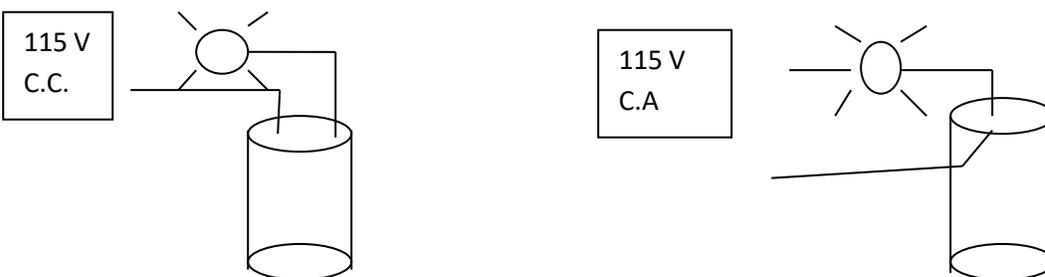
#### 5. PRUEBA DEL CONDENSADOR

Conectado a la red, el condensador durante unos segundos y después de desconectarlo se cortocircuitan los bornes con un destornillador. Debe observarse una chispa.



Hay otras dos pruebas que se le hacen al condensador, una de corto circuito. Si la lámpara se enciende, el condensador tiene un corto circuito interior. Obsérvese que la alimentación es con C.C.

Y otra más de contacto a masa en el condensador.



#### 6. PRUEBAS DE TENSIÓN, CORRIENTE, Y VELOCIDAD

La prueba de tensión se hace para verificar si la tensión de alimentación es la indicada, como lo estipula la placa de datos. La prueba de corriente se hace con el amperímetro de gancho se abren las tenazas del aparato y se introduce a una de las líneas de alimentación, para comprobar tanto la corriente de arranque,

como la nominal. La de velocidad se hace con el aparato llamado tacómetro, se coloca en la punta de la flecha oprimiéndolo y el motor en marcha, nos indicará a que velocidad esta girando el motor.

## **7. PRUEBA DEL INTERRUPTOR CENTRÍFUGO.**

Se debe observar el mecanismo del interruptor, para que en el momento del arranque los resortes estén bien tensados y los contactos o platinos estén cerrados para que se alimente el devanado de arranque, y se abran en el momento de que la velocidad llegue al 75% de su velocidad nominal. Al desconectarse los platinos deben cerrarse otra vez.

### **2.13.- IMPREGNACIÓN Y SECADO**

Una vez concluido el rebobinado y efectuado las correspondientes pruebas eléctricas se proceda a la IMPREGNACIÓN Y SECADO.

El modo de hacerlo es de la siguiente manera:

Se introduce el estator en un horno con la intención de eliminar la humedad de los arrollamientos, se deja aproximadamente a una temperatura de 100° C durante una hora más o menos: Posteriormente se somete a la impregnación a mano mediante un baño de barniz a base de resina, colocando el estator en una posición horizontal con las terminales hacia abajo. Los arrollamientos están a unos 130° C. Se vierte el barniz hasta que se solidifica y llegue al extremo de las terminales

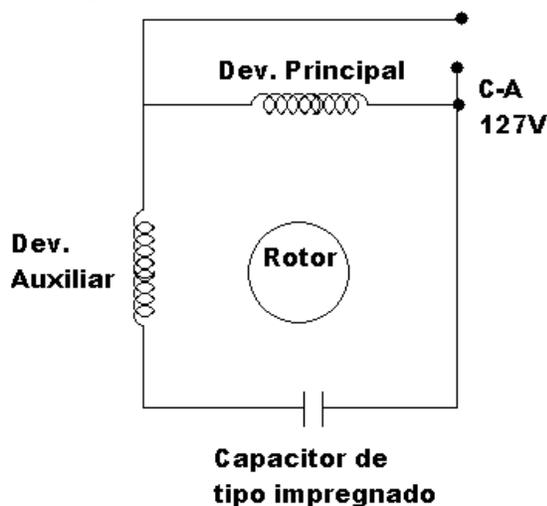
## TIPOS DE MAQUINAS ELECTRICAS

## MOTOR DE FASE PARTIDA CON CAPACITOR PERMANENTE

Este motor a diferencia del anterior no tiene un interruptor centrifugado y en lugar de tener capacitor electrolítico, tiene capacitor de tipo impregnado en aceite, el resto de su construcción es igual al de fase partida con capacitor de arranque.

Como el capacitor posee la propiedad de almacenar energía, su capacidad va a variar y la corriente que absorbe va a estar adelantada de la fuente de alimentación, es decir que va a estar desfasada y en avance de  $90^\circ$  con respecto a la tensión aplicada y puesto que el capacitor va conectado con el devanado de arranque, este absorbe también corriente adelantada, el desfase eléctrico entre corrientes que circulan por los dos arrollamientos combinado con el desplazamiento de la ubicación física de un devanado con respecto al otro va a originar un campo magnético giratorio que va a permitir el giro del motor, así el motor tendrá conectado su capacitor durante el periodo de arranque como la marcha normal y debido a su funcionamiento silencioso y a su bajo par de arranque, este motor se puede emplear en ventiladores, aire acondicionado y algunas máquina de coser, etc..

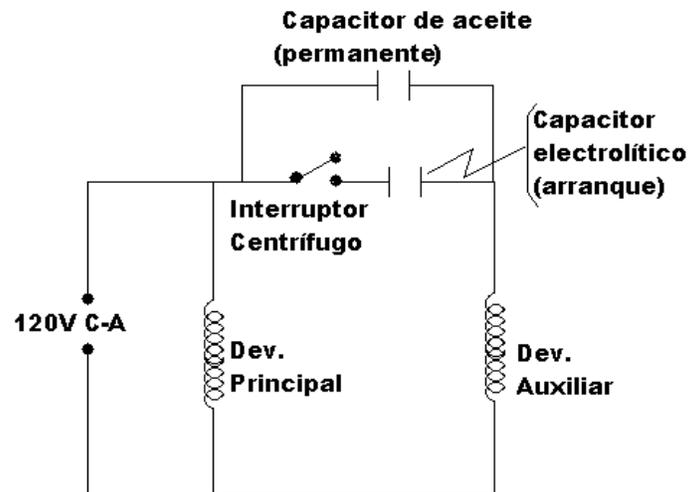
Su diagrama eléctrico es el siguiente:



## MOTOR DE FASE PARTIDA CON DOBLE CAPACITOR

Estos motores arrancan con una elevada capacidad en serie con el devanado de arranque, lo que indica que tiene un par de arranque inicial demasiado elevado, una vez alcanzada cierta velocidad el interruptor centrifugo sustituye esta elevada capacidad por otra capacidad menor, tanto el devanado principal como el auxiliar están conectados permanentemente en el circuito. Estos dos valores de capacidad se consiguen con dos capacitores distintos, de los cuales el de tipo impregnado en aceite queda conectado en paralelo con el otro capacitor de tipo electrolítico el cual nos va a servir solamente en el momento que arranca y es desconectado por el interruptor cuando alcanza una velocidad próxima a la nominal.

Para su construcción este motor adquiere las características de los dos motores mencionados anteriormente por lo que se aplicación es en compresores de gran tamaño y algunos montacargas y **maquinaria de cote de madera**. Su diagrama eléctrico es el siguiente.



### MOTOR DE POLOS SOMBREADOS

A diferencia del motor de fase partida la construcción general del motor de polos sombreados radica en la parte del estator la cual está construida con piezas polares salientes, que dividido en dos segmentos y en la cual la bobina de sombra se encuentra en el segmento más pequeño. Esta bobina de sombra es una espira la cual está formada por una barra de cobre macizo que rodea el segmento menor. El arrollamiento principal está elaborado con una serie de vueltas con alambre magneto y sirve para proveer una dirección de fase del flujo en el segmento menor, como se observa en la siguiente figura:

Este motor no tiene devanado auxiliar, ni interruptor centrífugo, ni capacitor por lo que su fabricación es de potencias muy pequeñas y su par de arranque es muy bajo, por lo que tiene aplicaciones en cargas ligeras como lo es en algunos ventiladores.

La parte giratoria es igual a la del motor de fase partida (Jaula de ardilla).

Su principio de operación es en base al barrido de las líneas de flujo en las piezas polares en función como va aumentando la corriente, de acuerdo a la gráfica de C-A y como se plantea en las siguientes figuras.

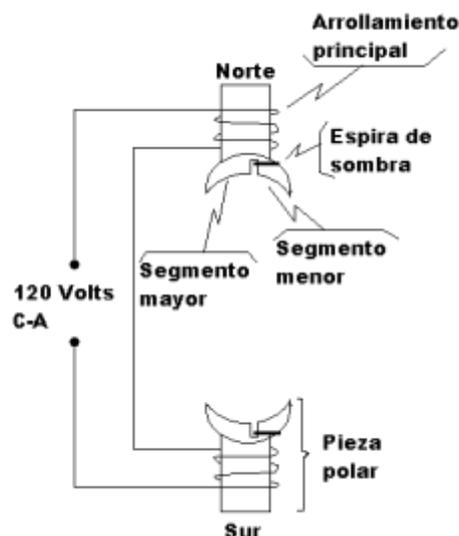


FIGURA A

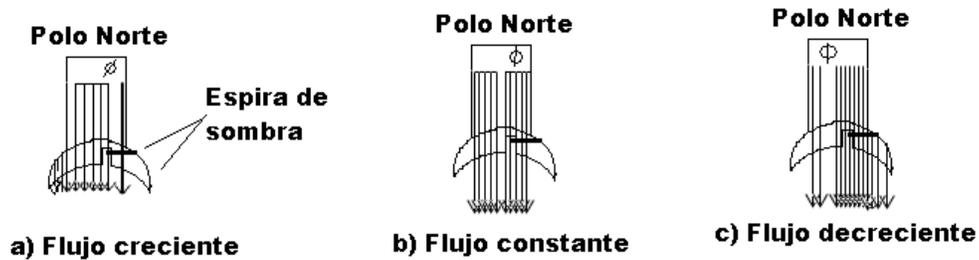
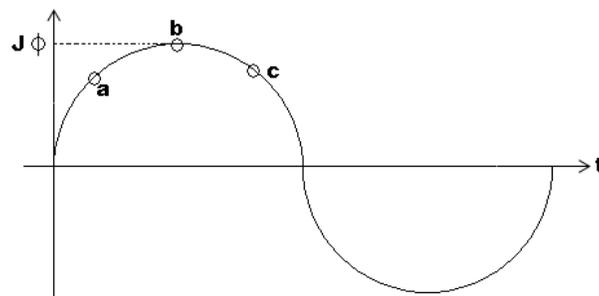


FIGURA B



Al alimentar el arrollamiento principal del estator de tal manera que una de las piezas polares se convierta en un polo norte y se indique las líneas de flujo magnético, en los puntos donde estas líneas sean más numerosas, el polo magnético es fuerte y en donde sean escasas es débil.

Con la porción del ciclo de la C-A (Figura B) la corriente aumenta rápidamente y como consecuencia aumenta su fuerza magnética se induce una corriente de la espira de sombra y por lo tanto se produce un campo magnético en esa parte de acuerdo a la Ley de Lenz este campo se opone al campo que lo origina (FCEM) y tiende a debilitar el campo de la porción del polo del estator rodeado por una bobina de sombra, el efecto que se presenta, es que la porción más fuerte del campo aparece en el lado izquierdo del polo del estator (Figura A). Después ya que llega la corriente a su valor máximo indicado es la Figura B, la velocidad del cambio de la corriente es lenta. La corriente inducida en la espira de sombra es baja y así es la fuerza de su campo magnético opuesto por lo tanto el campo se distribuye uniformemente en todo el polo tanto en el segmento de la espira de sombra como en el resto de la Figura B.

En la siguiente porción (Figura B) la corriente disminuye con rapidez y el campo magnético que rodea el polo del estator disminuye igualmente, sin embargo, la corriente inducida en la espira de sombra se opone a la reducción de la corriente original. El efecto de flujo de la corriente en la espira de sombra es crear un fuerte polo norte en la parte del polo del estator rodeada por la bobina, entonces ahora el campo magnético más fuerte aparece en el lado derecho del polo del estator.

Una acción igual, pero en dirección opuesta tiene lugar en el polo sur de su estator.

#### MOTOR DE INDUCCIÓN DE REPULSIÓN

Es un motor monofásico provisto de un arrollamiento estatorico el cual se alimenta a una fuente monofásica de C-A a diferencia de los otros dos tipos de motores el rotor es de tipo devanado (embobinado) y un colector

en el cual van conectados sus terminales, las escobillas que hacen contacto con el colector están unidas en corto circuito, dispuestas de tal manera que el eje del campo magnético creado por el arrollamiento del motor este inclinado con respecto al eje del campo magnético de estator.

El estator es semejante al del motor de fase partida, las escobillas deben estar bien colocadas para que funcionen correctamente y no saquen chispas por lo que deben de tener una desviación de su eje aproximadamente de  $20^\circ$  eléctricos de la dirección del eje del campo magnético del estator como se muestra en las siguientes figuras:

Figura A

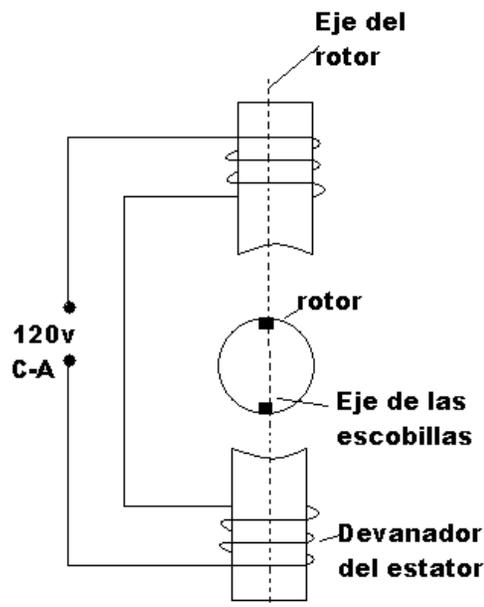


Figura B

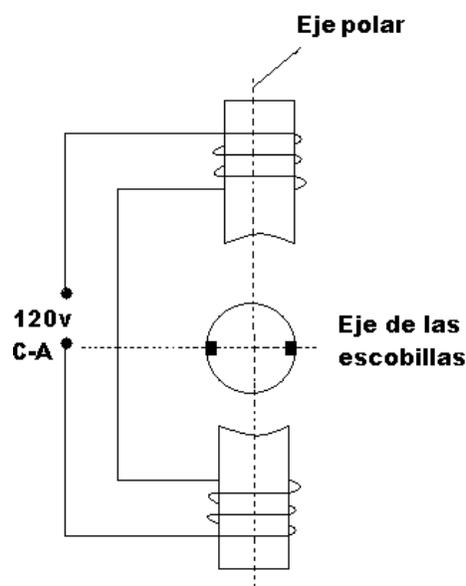
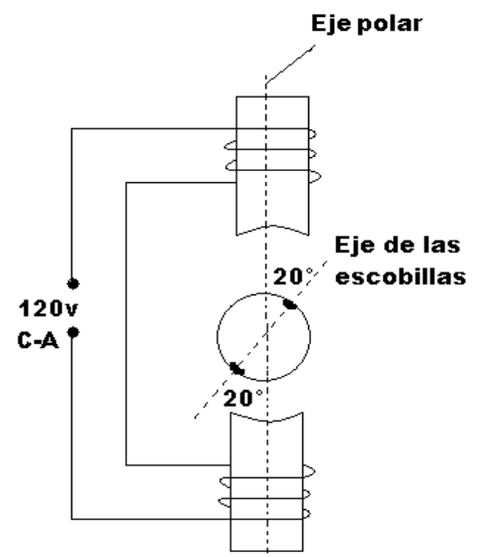


Figura C



En la Figura A se muestran las escobillas en corto circuito con su eje en la misma dirección del campo magnético en cuya posición la FEM inducida es igual en cada mitad del devanado de modo que sus efectos se anulan, lo mismo sucede cuando el eje de las escobillas es perpendicular al eje del campo como se observa en la Figura B, sin embargo si el eje de las escobillas tiene una desviación o inclinación de  $15^\circ$  a  $20^\circ$  respecto al sentido del campo Figura C la FEM inducida es distinta en cada mitad del devanado y las corrientes cuyo campo se contraponen al de los polos va a producir la atracción y repulsión de los campos que hace girar, dependiendo de la posición de las escobillas va a ser el sentido del giro.

## MOTOR UNIVERSAL

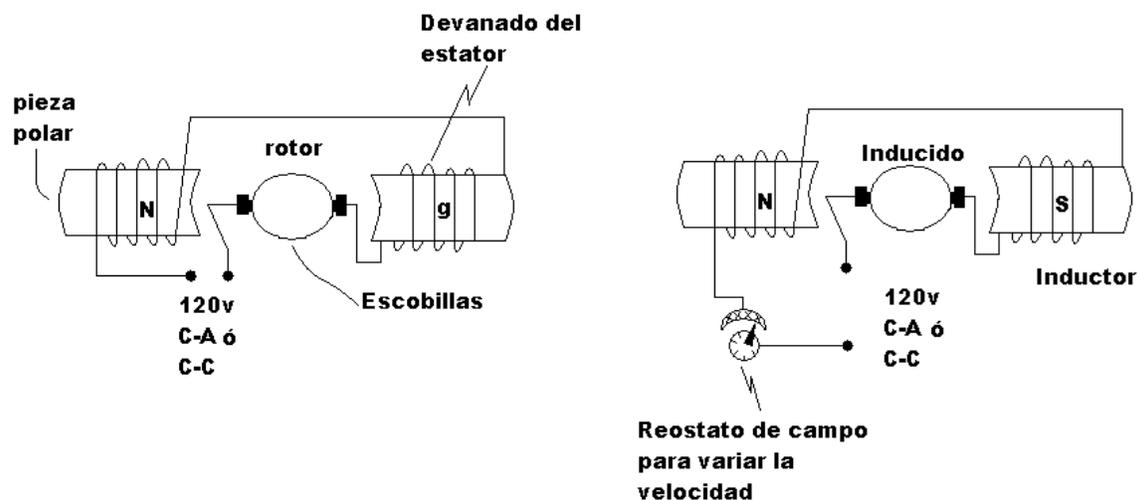
Se llama universal porque puede funcionar tanto en C-C como con C-A, monofásico, sin que su velocidad sufra alguna variación sensible. Estos motores se fabrican con potencias inferiores a un h.p. por lo que su principal aplicación es en aspiradoras de polvo, aparatos electrodomésticos como molinillos y licuadoras, y algunas máquinas de coser.

Se trata de un motor serie ya que su parte giratoria va conectada en serie con la parte estática por lo tanto la corriente que circula por los dos devanados va a ser la misma, una de las características es que su velocidad es variable cuando tiene conectada la carga y en vacío alcanza una velocidad muy elevada.

Las principales partes de este motor son las siguientes:

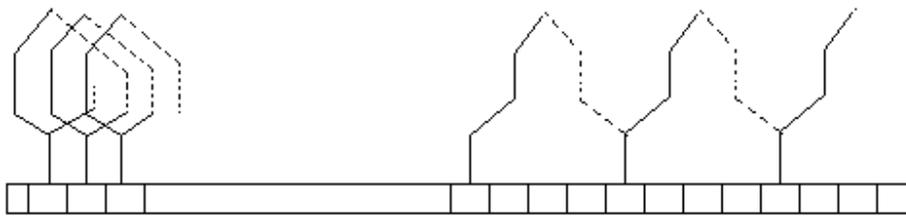
1. **Carcaza:** Que suele ser construida por hierro fundido con dimensiones adecuadas para mantener firmes las chapas del núcleo estator.
2. **Estator o inductor:** Esta formado por una serie de laminaciones troqueladas dibujando varias ranuras, estas laminaciones están fuertemente presadas y ligadas mediante pernos o remachez y sujetos a la carcaza, sobre las ranuras van colocadas las bobinas que están elaboradas con alambre de tipo magnético.
3. **Rotor o inducido:** Es muy similar al de un motor de C-C pequeño que consiste en un núcleo laminado fabricado en forma compacta y con ranuras normales, lleva también un colector en el cual van conectadas las terminales de las bobinas que pueden ser de tipo imbricado o de tipo ondulado y sobre de ellas las escobillas que vienen haciendo el contacto con el colector.
4. **Escudos o tapas:** Como todos los motores llevan dos tapas una frontal y otra posterior, fabricadas del mismo material que la carcasa y las cuales sujetan y alinean la parte giratoria, estas tapas van sujetadas a la carcaza mediante tornillo de sujeción.

Los dos arrollamientos conectados en serie (inducido e inductor) como es la misma corriente que circula por los dos devanados formaran dos flujos magnéticos que al reaccionar provocan el giro del rotor tanto si la tensión aplicada es de C-C o C-A. Su diagrama eléctrico es el siguiente:



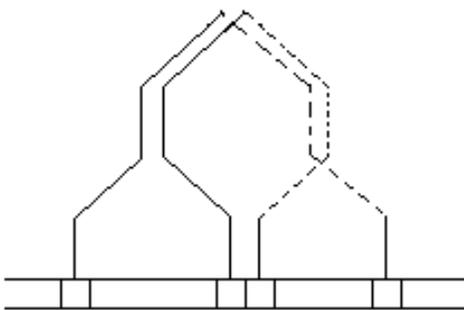
#### DEVANADO DE INDUCIDO DE LAS MAQUINAS DE COLECTOR

Se dividen según el tipo de conexión de los conductores y las secciones, en los imbricados, ondulados y combinados (devanados en pata de rana) en la figura siguiente se representa esquemáticamente los tipos de devanado y sus secciones.

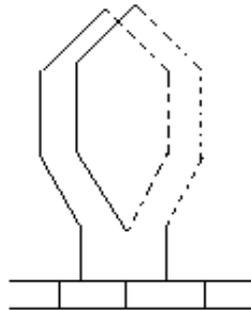


IMBRICADO

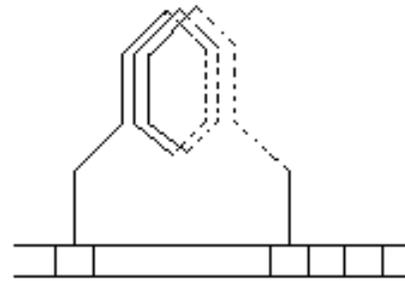
ONDULADO



COMBINADO



SECCIÓN BIESPIRAL



SECCIÓN DE TRES ESPIRAS  
DEL DEVANADO ONDULADO

En el primer caso, en el proceso de recorrido sucesivo de las secciones se forman bucles, es el segundo caso, las ondas. El devanado combinado comprende los elementos de ambos devanados ósea imbricado y ondulado (se denomina pata de rana) debido a cierta semejanza externa de las bobinas del mismo del mismo con la rana, se reúnen las secciones de los devanados pueden estar constituidas de una o de varias, conectadas en serie; unas cuantas secciones (normalmente las secciones colocadas en las mismas ranuras) se reúnen formándose bobinas. Si en el devanado todas las secciones de cada bobina son del mismo ancho y se encuentran en las mismas ranuras este se denomina de secciones o bobinas iguales. A veces una bobina reúne secciones de diferente ancho según los requerimientos, a este devanado se denomina en tresbolillo, y por regla, se fabrica tecnológicamente de semibobinas. Se utilizan los devanados en tresbolillo a fin de perfeccionar las condiciones de conmutación (reducir el chispeo de las escobillas).

A

B

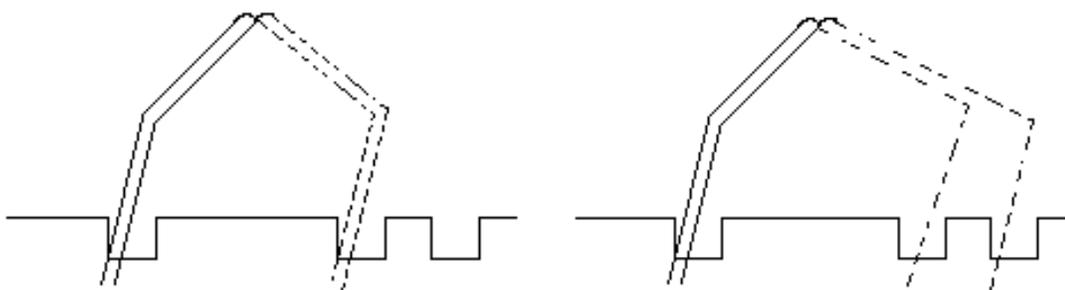


Figura. Disposición de las secciones de la bobina del inducido de la armadura.

A) Para el devanado de secciones iguales.

B) Para el devanado de tresbolillo.

MOTORES TRIFÁSICOS DE C-A DE INDUCCIÓN

MOTOR TRIFÁSICO DE TIPO ROTOR JAULA DE ARDILLA

Este tipo de motor está construido con dos partes principales que son:

**1. Rotor:** Tipo de jaula de ardilla, mismo que se describió en el motor de fase partida. Su fabricación es compacta y no tiene conexión eléctrica alguna con el estator, no lleva interruptor centrífugo ni capacitor de arranque.

**2. Estator:** Su construcción en cuanto a su núcleo es igual que el de fase partida, la diferencia radica en su devanado el cual en este motor lleva un solo devanado repartido en tres fases, estos tres arrollamientos son iguales, pero con una separación de 120° eléctricos entre ellos, la conexión entre las terminales de estos tres devanados puede ser para poderlos conectar a dos tensiones que son:

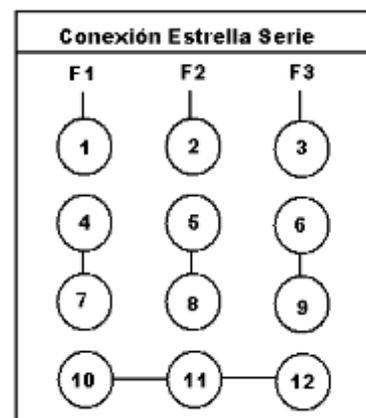
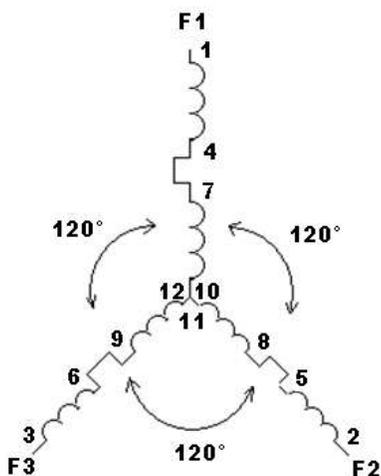
a) Para 440 volts las conexiones **estrella serie y delta serie.**

b) Para una fuente de alimentación de 220 volts, la conexión en sus terminales son **doble estrella paralelo y doble delta paralelo.**

Sus diagramas eléctricos son los siguientes:

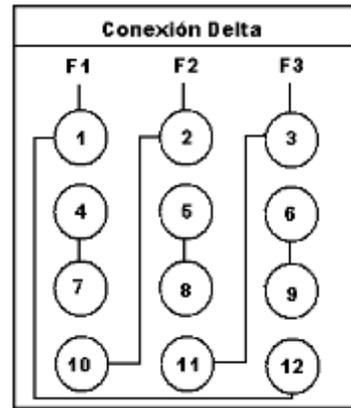
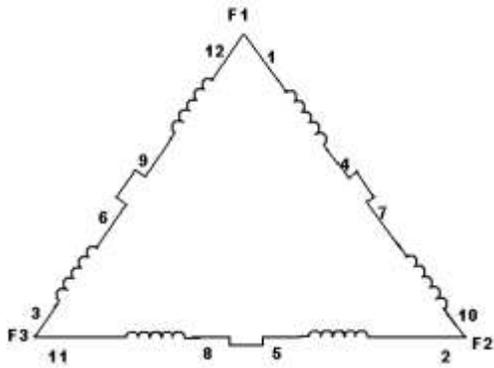
ESTRELLA SERIE 440 VOLTS

PLACA DE CONEXIONES



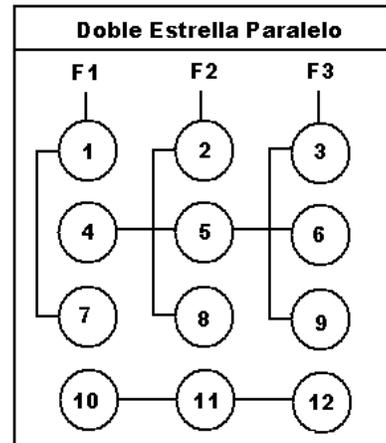
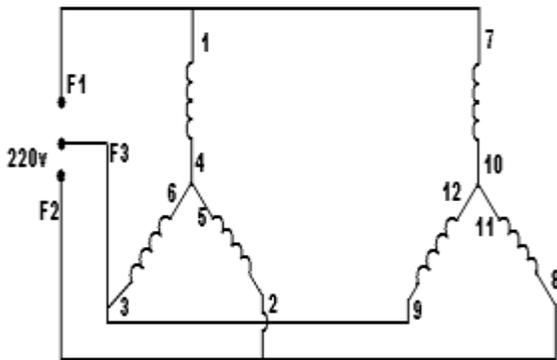
DELTA SERIE 440 VOLTS

PLACA DE CONEXIONES



DOBLE ESTRELLA PARALEL 220 VOLTS

TABLERO DE CONEXIONES



**MOTOR TRIFÁSICO DE TIPO ROTOR DEVANADO**

Este tipo de motor tiene su estator igual a los mencionados anteriormente, la diferencia radica en el rotor, este lleva uno de tipo devanado en forma trifásica y en las que sus terminales se llevan hasta tres anillos colectores montados sobre el eje del rotor.

Las escobillas que hacen contacto con los anillos colectores desempeñan un papel muy importante para lograr la máxima ventaja posible del motor con rotor tipo devanado. Si estas escobillas las conectamos a través de un reóstato, se puede desarrollar un par de arranque más elevado que el que se tiene en el motor de jaula de ardilla. En el momento de arranque la resistencia total del reóstato se intercala en el circuito del rotor proporcionado así par máximo de arranque.

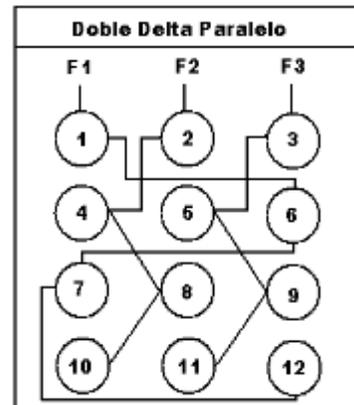
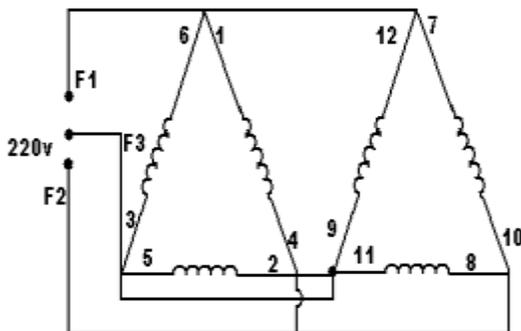
Conforme el motor se acerca a la velocidad normal de operación, la resistencia del reóstato se reduce gradualmente y queda fuera del circuito rotor cuando llega a la velocidad plena.

Una característica especial de este motor es su capacidad para operar a velocidades variables, si se hace variar la resistencia del reóstato se puede variar el deslizamiento y por lo tanto la velocidad del motor.

Su diagrama eléctrico es el siguiente:

DOBLE DELTA PARALELO 220 VOLTS

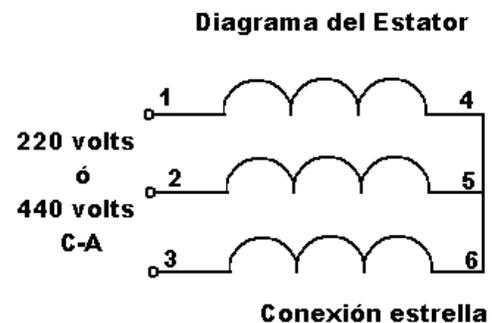
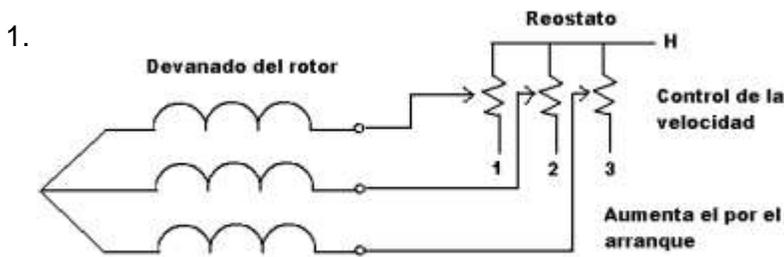
TABLERO DE CONEXIONES



MOTORES DE C-A SINCRONOS

El motor síncrono es llamado así porque la velocidad del rotor es igual a la velocidad del campo magnético giratorio, que se produce en el estator, es por eso que se dice que las velocidades están en sincronía. A diferencia del motor asíncrono (de inducción) este tiende a bajar la velocidad del rotor cuando se le conecta la carga, existe por tanto una diferencia de velocidades (la del rotor con la del campo magnético giratorio) a esta diferencia se le llama deslizamiento.

Las partes que componen al motor síncrono son:



Formado por un núcleo ranurado con su arrollamiento o devanado trifásico.

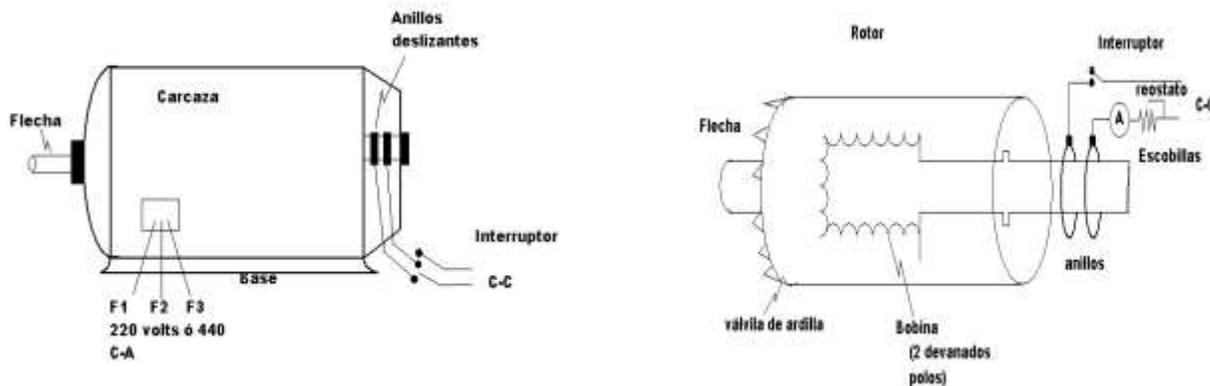
2. Devanado del rotor: Elaborado con alambre magnético colocado a lo largo de lo que es el núcleo del rotor se magnetiza constantemente a través de una fuente externa de C-C.
3. Devanado Amortiguador: Es el tipo de jaula de ardilla formado o construido por barras de aluminio que sobresalen del núcleo y se unen con anillos de corto circuito en cada extremo, este devanado hace que el campo magnético generado en el rotor sea más uniforme e intenso, lo que provocara tener su velocidad constante.

Estos tres arrollamientos van protegidos por una envoltura de hierro fundido llamada carcasa o armazón y con sus dos tapas a cada extremo.

El rotor de este motor tiene por objetivo:

- Hacer arrancar al motor como uno de tipo de inducción.
- Impedir la oscilación de la velocidad por cambios bruscos de la carga

Su diagrama físico es el siguiente:



Cuando el motor se conecta a la línea de alimentación trifásica y circula una corriente por el arrollamiento estático se genera el campo magnético giratorio que induce una corriente al rotor (a las barras de aluminio) entonces se genera otro campo magnético que al interactuar con el estator provoca el par de arranque que hace girar al rotor, la velocidad de este va aumentando poco a poco y en ese momento se excitan las bobinas del rotor a través de una fuente externa de corriente continua, formando así unos polos magnéticos definidos que al situarse frente a los del estator las líneas de atracción y repulsión originan que la velocidad aumente hasta alcanzar el sincronismo.

Las ventajas que se tienen es este tipo de motor son la velocidad constante y un factor de potencia que se controla variando la corriente de excitación, provocando que el motor corrija el factor de potencia de un sistema eléctrico, ya que cuando se excita el motor, toma una corriente adelantada que neutraliza o compensa la corriente atrasada que toman los equipos inductivos conectados en el mismo sistema. La desventaja de este motor es un bajo par de arranque y la necesidad de una fuente externa de corriente continua para la excitación del rotor.

## Otros temas de estudio del motor monofásico de fase partida con capacitor de arranque.

Diagramas

-eléctrico

-bloques

Técnico en mantenimiento industrial

Turno Vespertino

-desplegado

Máquinas eléctricas

Prof. Ibarra