

UNIDAD 5

MOTORES CON CONDENSADOR

OBJETIVO: Dar al estudiante el conocimiento básico del funcionamiento de los motores con condensador, tipos de condensadores empleados en motores; y, la clasificación de los motores según el tipo de condensador que usen.

CONTENIDO:

- 5.1 Generalidades
- 5.2 Funcionamiento del motor con condensador
- 5.3 Condensadores
- 5.4 Clasificación de los condensadores
- 5.5 Capacidad
- 5.6 Clasificación de los motores con condensador
- 5.7 Repaso de la unidad
- 5.8 Cuestionario

CURSOS:

- Motor con condensador de arranque
- Motor con condensador permanente
- Motor con doble condensador
- Diferentes tipos de condensadores para motores (con diferentes capacidades).

5.1 GENERALIDADES

Los motores con condensador trabajan con corriente alterna monofásica, y se construyen para potencias que oscilan entre 1/20 HP hasta 10 HP. Su empleo se ha extendido ampliamente para el accionamiento de máquinas herramientas, bombas de agua, lavadoras, acondicionadores de aire, frigoríficos etc.

El motor con condensador es de construcción similar al motor de fase partida estudiado en la unidad No. 2, es más, se puede decir que "el motor con condensador no es otra cosa que el motor de fase partida agregado un condensador".

El condensador generalmente viene montado en la parte superior de la carcasa, pero puede estar situado en otros puntos exteriores del motor, e incluso se lo puede encontrar en el interior del motor, pero lo más común es que este montado sobre el motor, sujeto con una pequeña carcasa de metal.

5.2 FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR CON CONDENSADOR

El funcionamiento también es similar al de fase partida; recomienda al estudiante repasar las unidades 2 y 3 de este módulo.

El estudiante posiblemente se preguntará "entonces para qué se pone un condensador?".

La respuesta es la siguiente: "el condensador de arranque que está conectado en serie con el bobinado de arranque provoca un desfase de la corriente de arranque, o sea que el motor de fase partida le ponemos un condensador de capacidad adecuada el motor arrancará con más fuerza y en menor tiempo que el mismo motor que no tenga condensador.

En la figura 5.1 se establece la diferencia entre un motor de fase partida y el mismo motor pero agregado un condensador.

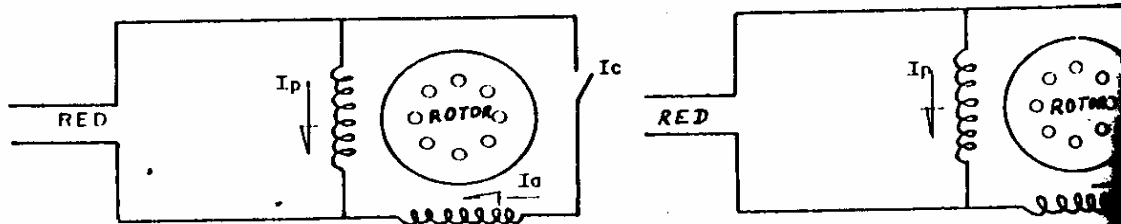


DIAGRAMA UNIFILAR DE UN MOTOR DE FASE PARTIDA

DIAGRAMA UNIFILAR DE UN MOTOR CON CONDENSADOR

fig. 5.1

En la figura 5.2 se puede ver la diferencia de los defasamientos de las corrientes.

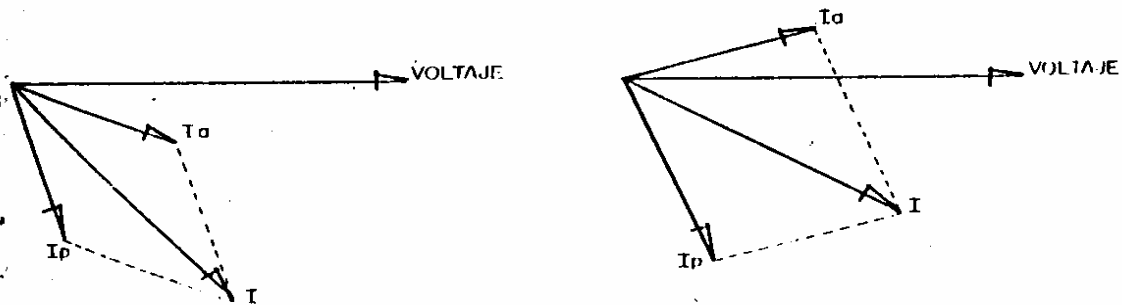


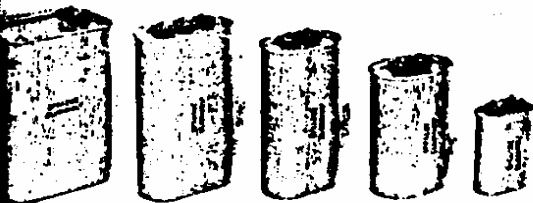
DIAGRAMA VECTORIAL EN EL ARRANQUE DE UN MOTOR DE FASE PARTIDA (ARRANQUE DEBIL)

DIAGRAMA VECTORIAL EN EL ARRANQUE DE UN MOTOR CON CONDENSADOR (ARRANQUE FUERTE)

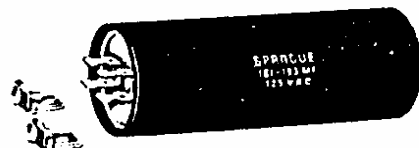
fig. 5.2

CONDENSADORES

Un condensador no es otra cosa que dos láminas conductoras de electricidad, estas pueden ser de cobre o de aluminio, separadas por una o varias capas de material aislante, como por ejemplo papel o tela. Para usos prácticos se arrolla las dos láminas conjuntamente con el aislante, en forma de unidad compacta, y se aloja en una caja hermética de metal o plástico, que puede ser redonda (cilíndrica) o rectangular (prismática), según se ve en la figura 5.3.



Condensadores con dieléctrico impregnado a base de sintético (Sprague Electric).



— Condensador electrolítico (Sprague Electric).

fig. 5.3

5.4 CLASIFICACION DE LOS CONDENSADORES

Todos los condensadores poseen la propiedad fundamental de almacenar energía eléctrica en mayor o menor cantidad, según sea su CAPACIDAD; y, de absorber corriente adelantada de la fuente de alimentación, es decir, corriente defasada y en avance de 90 grados eléctricos respecto a la tensión aplicada, esto hace que origine el campo magnético giratorio y por lo mismo arranque el motor.

Desde el punto de vista eléctrico todos los condensadores, cumplen la misma función, la diferencia radica en la construcción mecánica de los mismos y es así que tenemos tres clases de condensadores para motor y son:

- a. CONDENSADORES EN ACEITE
- b. CONDENSADORES CON DIELECTRICO DE PAPEL
- c. CONDENSADORES ELECTROLITICOS.

CONDENSADORES EN ACEITE

Están previstos para dar un servicio permanente, o sea que funcionan en el arranque y se mantienen conectados mientras funciona el motor.

Se construyen con dos láminas conductoras, el aislante de los mismos está constituido por varias hojas de papel impregnado en aceite especial, con el objeto de aumentar el aislamiento entre láminas y además el aceite sirve como refrigerante, igual que en los transformadores, generalmente estos condensadores tienen baja capacidad en microfaradios, entre 4 a 30 microfaradios (4 a 30 uf).

CONDENSADORES CON DIELECTRICO DE PAPEL

Generalmente se construyen de dos láminas de cobre, el aislamiento entre láminas se lo realiza con papel impregnado en cera (parafina); se forma un rollo compacto y se introduce en el recipiente de forma adecuada, dejando afuera únicamente los dos terminales para conectar el motor. Son de capacidad alta y son para cortos períodos de funcionamiento.

CONDENSADORES ELECTROLITICOS

Son construídos con dos láminas de aluminio separadas por una finísima capa de óxido de aluminio, obtenida mediante electrolisis. Así mismo las láminas son arrolladas y montadas en la caja o recipiente. Son construídos para prestar un servicio intermitente (unos cuantos segundos) lo que dura el tiempo de arranque del motor, son también de elevada capacidad.

CAPACIDAD

La capacidad de los condensadores se mide o indica en microfaradios cuya abreviatura es "uf". Los condensadores empleados para el arranque de motores tienen una capacidad que puede oscilar entre 2 y 800 uf (e incluso más), según su aplicación, tamaño y tipo. La capacidad de un condensador puede experimentar cierta disminución, por efecto de un servicio prolongado, por efecto de sobrecalentamiento o por que ha entrado humedad al interior de las láminas.

Cuando esto ocurra es necesario cambiar el condensador con otro nuevo de aproximadamente las mismas características, ya que de no hacerlo así el motor puede tener dificultad para arrancar.

Al sustituir o cambiar un condensador por otro nuevo conviene asegurarse de que la tensión nominal del nuevo condensador sea la misma del anterior, en todo caso es preferible utilizar un condensador de mayor tensión, "no de una tensión menor ya que cuando conectamos el motor, el condensador de tensión menor a la nominal puede explotar".

CLASIFICACION DE LOS MOTORES CON CONDENSADOR

Dependiendo del tipo de condensador que use el motor se puede tener tres tipos de motores y son:

- a. MOTORES CON CONDENSADOR DE ARRANQUE
 - b. MOTORES CON CONDENSADOR PERMANENTE
 - c. MOTORES CON DOBLE CONDENSADOR
- a. MOTORES CON CONDENSADOR DE ARRANQUE

Existen muchos tipos de motores con condensador de arranque, en la mayoría de bombas de agua, de máquinas herramientas, así como en tornos, esmeriles, compresores de aire se usa este tipo de motor, ya que gracias a su gran fuerza de arranque es capaz de arrancar con parte de la carga, como en el caso de un compresor de aire; que cuando arranca en la mañana, o sea el primer arranque es sin carga, luego carga el aire llegando a un nivel alto y se apaga; gastando el aire baja la presión y el presostato da la orden de arrancar nuevamente, pero recuerde, la presión del aire no es cero, sino un valor preestablecido, como por ejemplo 40 libras de presión (40 P.S.I.); esas cuarenta libras significan carga que tiene que vencer el motor para seguir cargando el tanque, entonces imaginémonos la fuerza que tiene que hacer para ponerse a funcionar, esta fuerza se logra gracias al condensador; una vez que ha logrado arrancar ya no es necesario que el bobinado de arranque y el condensador permanezcan en servicio, por lo tanto actúa el interruptor centrífugo sacando de servicio el bobinado de arranque y el condensador.

Esta es la razón por la que se ha dado el nombre de motor con condensador de arranque, ya que el condensador solamente funciona el momento del arranque.

Algunos motores están diseñados para trabajar a una sola tensión, otros en cambio son aptos para trabajar a dos tensiones de servicio distintas, o a dos velocidades de régimen diferentes. Los principales son los siguientes:

1.a MOTOR DE UNA SOLA TENSION DE SERVICIO CON SENTIDO DE GIRO REVERSIBLE

En este tipo de motor los cuatro terminales salen afuera de la carcasa con el propósito de poder permutar (cambiar) el arranque y así tener otro sentido de giro, como se ve en la figura 5.4. Tomaremos como ejemplo un motor de 4 polos por ser el más común.

Esquema de un motor con condensador de arranque y una sola tensión de servicio, conectado de modo que gire a derechas. Obsérvese el sentido de la corriente en los arrollamientos.

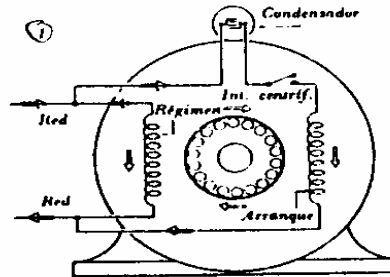
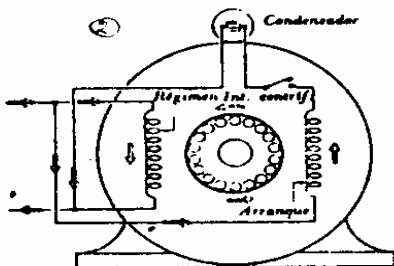


fig. 5.4

Si queremos cambiar el sentido de giro de este motor lo que tenemos que hacer es permutar (cambiar) los terminales del bobinado de arranque, según se ve en la figura 5.5

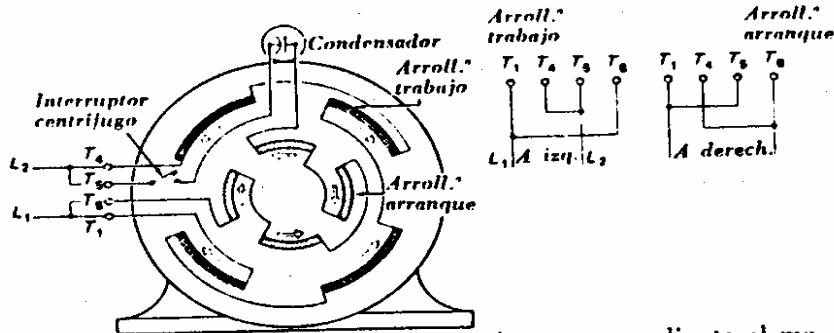


Esquema del motor de la figura 5.4 pero conectado de modo que gire a izquierdas. Obsérvese que por el arrollamiento de arranque circula ahora la corriente en sentido inverso.

fig. 5.5

Notese que la corriente circula ahora en sentido contrario en el bobinado de arranque.

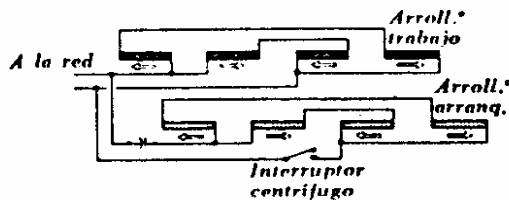
En la figura 5.6 se puede ver el esquema de conexiones circular correspondiente a la figura 5.5 con las conexiones en serie de los polos.



- Esquema de conexiones circular correspondiente al motor de la figura 5.5 Para invertir el sentido de giro basta permutar los terminales T_5 y T_1 .

fig. 5.6

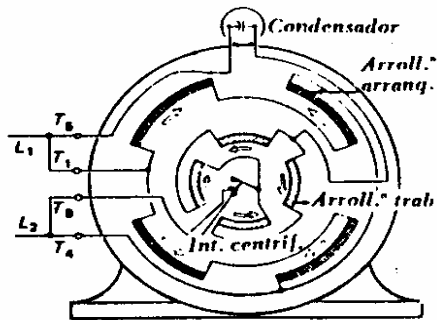
Puede encontrarse motores con las conexiones en paralelo, según lo estudiamos en la unidad No. 4 de este módulo, en cuyo caso las conexiones correspondientes serían las de la figura 5.7 a y b.



Esquema de conexiones lineal de un motor tetrapolar con condensador de arranque. Los polos de cada arrollamiento están subdivididos en dos series de dos, conectadas en paralelo.

a)

Esquema de conexiones circular correspondiente al motor de la figura a.

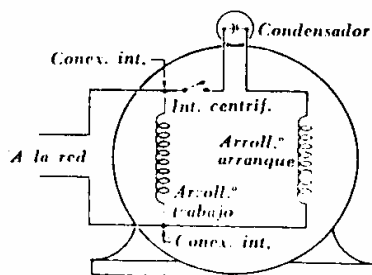


b)

fig. 5.7

2.a. MOTOR DE UNA SOLA TENSION DE SERVICIO CON SENTIDO DE GIRO IRREVERSIBLE

En realidad todos los motores son reversibles, pero algunos fabricantes mandan los motores de manera que no se pueda cambiar el sentido de giro, porque no cumplirían la función respectiva, como en el caso de las bombas de agua, como se podrá imaginar el estudiante la bomba debe funcionar en un solo sentido ya que si cambiamos el giro la bomba no empujaría el agua. Cuando el motor debe tener un solo sentido de giro las conexiones del bobinado de trabajo y el de arranque son internas, si por cualquier razón tuviésemos que cambiar el sentido de giro, tendríamos que desarmar completamente el motor. La figura 5.8 ilustra este tipo de motor.



Esquema simplificado de un motor con condensador de arranque y sentido de giro irreversible.

fig. 5.8

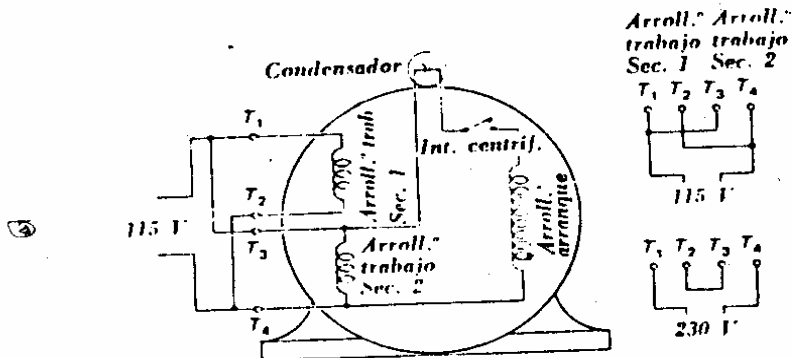
3a. MOTOR DE DOS TENSIONES CON SENTIDO DE GIRO IRREVERSIBLE

Los motores de este tipo pueden funcionar indistintamente con cualquiera de las dos tensiones generalmente 115V o 230V.

Para lograr esto el arrollamiento de trabajo se ha subdividido en dos secciones exactamente iguales, y el arrollamiento de arranque constituido por una sola sección. La posibilidad de reconexión para una u otra *TENSION* de servicio exige que sean accesibles exteriormente los cuatro terminales de las dos secciones del arrollamiento de trabajo.

Los terminales de las dos secciones llevan las designaciones T1 y T2 y los de la segunda sección T3 y T4.

Cuando el motor debe trabajar con la tensión menor (115V) las dos secciones deben conectarse en PARALELO; por otra parte el arrollamiento de arranque siempre va en paralelo con una sección del arrollamiento de trabajo como se ve en la figura 5.9



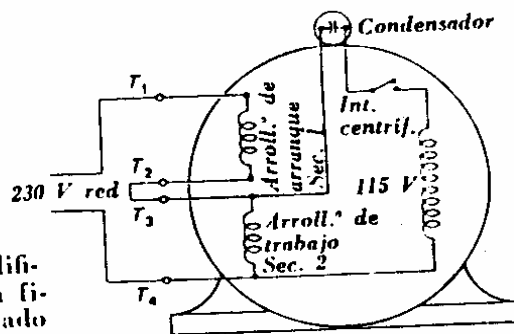
Esquema simplificado de un motor con condensador de arranque y sentido de giro irreversible, previsto para dos tensiones de servicio. El conexionado corresponde a la tensión menor, en este caso 115 V.

fig. 5.9

Por ser interna la conexión del arrollamiento de arranque el motor es irreversible, a menos que se desarme el motor y se permuten las conexiones del bobinado de arranque.

Si se desea que el motor trabaje con la tensión mayor (230 V) las dos secciones del arrollamiento de trabajo se deben conectar en SERIE, con lo cual cada sección del arrollamiento de trabajo queda sometida a 115 voltios, puesto que el arrollamiento de arranque está en paralelo con una sección del de trabajo es evidente que seguirá trabajando a 115 voltios.

Recuerde entonces que sea cual fuere la tensión de trabajo del motor, las secciones del bobinado de trabajo y el bobinado de arranque siempre estarán sometidos a la tensión menor en este caso 115 voltios. Ver la figura 5.10.



Esquema simplificado del mismo motor de la figura 5.9 con el conexionado correspondiente a la tensión mayor de servicio, en este caso 230 voltios.

fig. 5.10

En la figura 5.13 se indica el mismo motor anterior pero conectado a la tensión de 230 V. y giro a derechas.

Esquemas lineal y simplificado de un motor tetrapolar con condensador de arranque, dos tensiones de servicio y sentido de giro reversible. Conexión para funcionar a la tensión mayor (230 V) y girar a derechas.

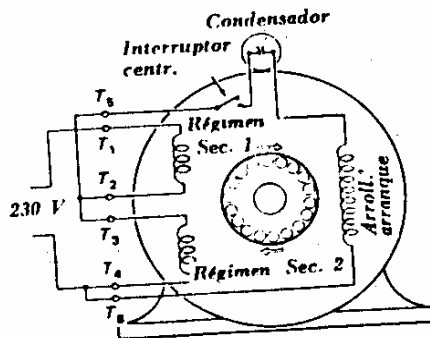


fig. 5.13

En la figura 5.14 se puede ver el mismo motor precedente conectado para 230V y giro a izquierdas.

Esquemas lineal y simplificado del mismo motor de las figura 5.13 conectado también para funcionar a la tensión mayor (230 V), pero con giro a izquierdas.

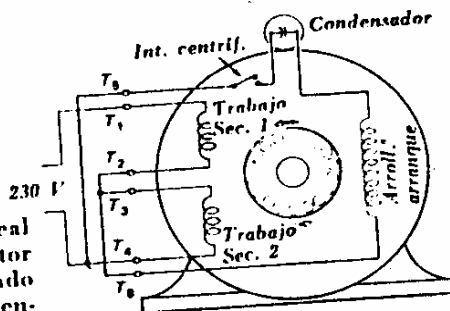


fig. 5.14

b. MOTORES CON CONDENSADOR PERMANENTE

En estos motores el condensador está conectado en serie con el bobinado de arranque y permanece en funcionamiento tanto en el momento de arranque como durante la marcha normal.

Estos motores son similares a los motores con condensador de arranque excepto en los siguientes puntos:

1. El condensador y el arrollamiento de arranque se hallan conectados permanentemente en el circuito.
2. El condensador es de baja capacidad entre 4 y 30 uf (4 y 30 microfaradios); el condensador es del tipo en aceite.

3. Este tipo de motor no tiene interruptor centrífugo u otro mecanismo que saque fuera de servicio el bobinado de arranque.

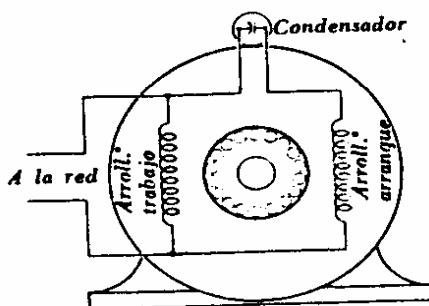
Estos motores se caracterizan por su marcha suave y silenciosa y suministran un par comparativamente bajo. Se fabrican de diversos tipos, los principales son los siguientes:

- 1b. una sola tensión de servicio
- 2b. dos tensiones de servicio
- 3b. una sola tensión de servicio y dos velocidades de régimen
- 4b. una sola tensión de servicio y tres velocidades de régimen.

Analicemos brevemente cada uno de estos tipos:

1b UNA SOLA TENSION DE SERVICIO

Este motor es similar al motor con condensador de arranque la diferencia es solamente que este tipo de motor no tiene interruptor centrífugo, los dos arrollamientos uno de trabajo y otro de arranque van defasados 90 grados eléctrico. La capacidad del condensador es pequeña entre 4 a 30 uf, por lo mismo la fuerza de arranque de este motor será pequeña. En la figura 5.15 se puede apreciar el diagrama simplificado.



Esquema de conexiones simplificado de un motor con condensador permanente, para una sola tensión de servicio. El condensador va montado encima del propio motor. El sentido de giro no es reversible exteriormente.

fig. 5.15

Si el motor es reversible los terminales del bobinado arranque saldrán de la carcasa para poder permutar o cambiar como se ve en la figura 5.16

Esquema simplificado de un motor con condensador permanente, para una sola tensión de servicio, con sentido de giro reversible exteriormente. Para la inversión basta permutar los terminales T_3 y T_4 .

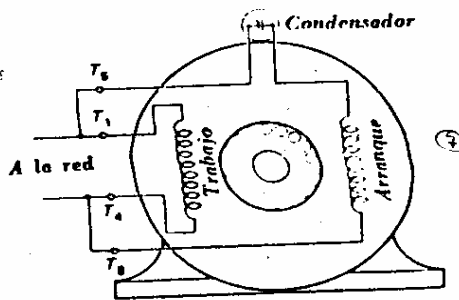
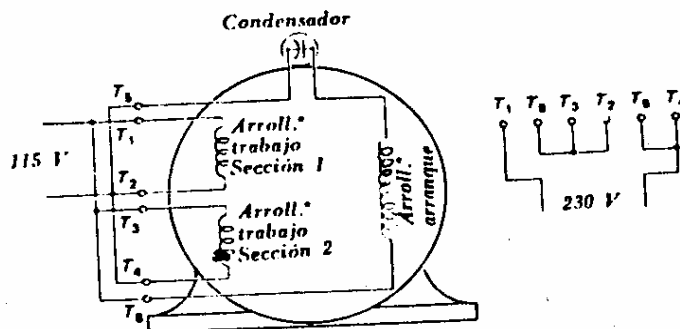


Fig. 5.16

2b DOS TENSIONES DE SERVICIO

Este motor difiere igualmente del motor con condensador de arranque en el hecho que no tiene centrífugo, el resto es exactamente igual al que hemos visto anteriormente. La figura 5.17 muestra el esquema simplificado, nótese que no existe interruptor centrífugo.



Esquema simplificado de un motor con condensador permanente, para dos tensiones de servicio (115 y 230 V).

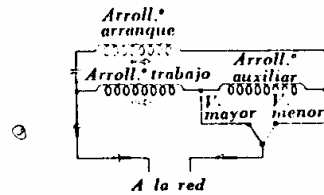
fig. 5.17

3b. UNA SOLA TENSION DE SERVICIO Y DOS VELOCIDADES DE REGIMEN

Este tipo de motor es muy usado en la costa, ya que acciona los ventiladores de hogares o en los restaurantes, normalmente son de 6 polos.

La regulación de la velocidad se consigue por la debilitación del campo magnético, para lo cual se adiciona un bobinado auxiliar en serie con el bobinado de trabajo, el bobinado auxiliar tiene el mismo número de polos que el prin-

principal, en la figura 5.18 se puede ver el esquema simplificado de las conexiones, con sus terminales saliendo al conmutador *manual* (la perilla que trae los números 1 y 2).



Esquema de conexiones de los arrollamientos de un motor con condensador permanente y dos velocidades de régimen, con el conmutador en la posición correspondiente a la velocidad mayor.

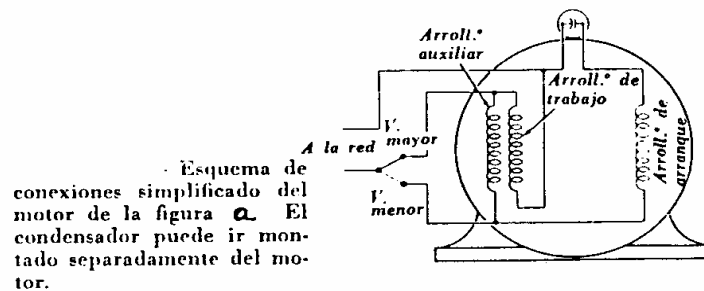
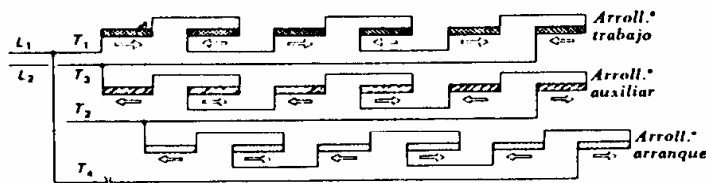


fig. 5.18

Cuando el conmutador está en la posición mayor el bobinado de trabajo queda sometido a la tensión nominal con la que produce un campo intenso y por lo mismo la velocidad va a ser mayor.

En cambio cuando el conmutador está en la posición menor la tensión es aplicada a los dos bobinados, de trabajo y auxiliar con lo que se reduce el flujo o campo magnético y por lo mismo el motor marchará más lentamente. En la fig. 5.19 se puede ver el diagrama de cuadros del motor que estamos tratando.

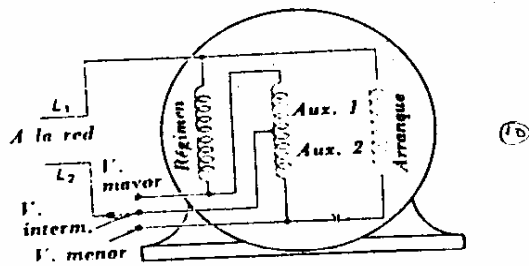


Esquema de conexiones lineal de un motor hexapolar con condensador permanente y dos velocidades de régimen. Para la velocidad mayor las líneas de alimentación L_1 y L_2 se conectan como indica la figura, es decir, L_1 con los terminales T_1 y T_4 , L_2 con el terminal T_3 ; para la velocidad menor, se conecta L_2 con el terminal T_2 .

fig. 5.19

4b. UNA SOLA TENSION DE SERVICIO Y TRES VELOCIDADES DE REGIMEN

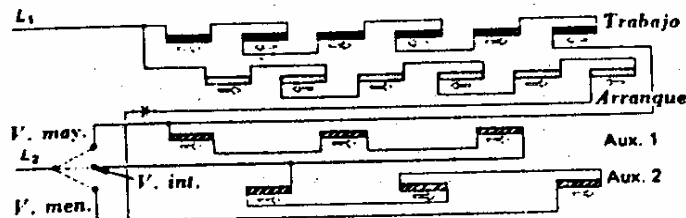
Este tipo de motor es similar al anterior, solamente difiere en que el arrollamiento auxiliar está dividido en dos secciones y los terminales salen al conmutador manual que ahora tiene tres posiciones, según se ve en la figura 5.20



Esquema de conexiones simplificado de un motor con condensador permanente para una sola tensión de servicio y tres velocidades de régimen.

fig. 5.20

En la figura 5.21 se puede apreciar el diagrama de cuadros del motor típico de ventilador industrial muy usado en los grandes restaurantes de la costa ecuatoriana.



Esquema de conexiones lineal del motor de la figura 5.20 Nótese que las dos secciones del arrollamiento auxiliar son de polos consecuentes.

fig. 5.21

Como este tipo de motor es muy empleado y posiblemente tenga el estudiante que rebobinar me permito incluir el diagrama de la disposición de las bobinas de un motor de seis polos de ventilador industrial; en la figura 5.22 se puede apreciar la posición de los polos.

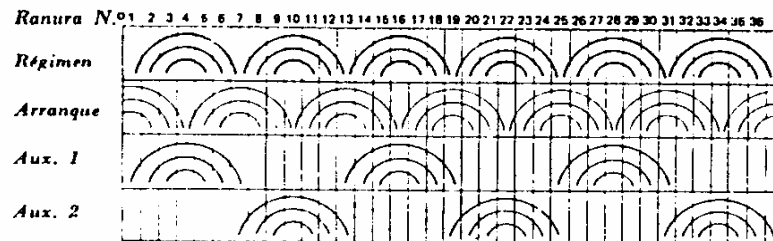


Diagrama de pasos y disposición relativa de las bobinas típicas de un motor con condensador permanente y tres velocidades de régimen.

fig. 5.22

Recomiendo al estudiante repasar cuidadosamente los diagramas antes ilustrados en caso de tener que rebobinar este tipo de motor, igualmente debe fijarse en la circulación de la corriente en cada uno de los arrollamientos y polos que se ha indicado.

c. MOTORES CON DOBLE CONDENSADOR

Se ha construido un tipo de motor monofásico que combina las dos características anotadas anteriormente.

Estos motores arrancan siempre con una elevada capacidad en serie con el arrollamiento de arranque, lo cual se traduce en un par inicial muy grande, indispensable en determinadas aplicaciones como son compresores de aire, cargadores para alimentación de hornos, etc. Una vez alcanzada cierta velocidad, el interruptor centrífugo cambia la elevada capacidad con otra capacidad menor, en otras palabras al momento de arranque los dos condensadores están en paralelo con lo que la capacidad se suma, una vez que arranca el interruptor centrífugo saca de servicio al condensador de mayor capacidad, dejando en servicio el condensador de baja capacidad que normalmente es del tipo de condensador en aceite.

No se debe confundir con motores con condensador de arranque que tienen dividido en dos condensadores, los cuales salen de servicio cuando el motor arranca, para ilustrar esto y que quede bien comprendido veamos por ejemplo un motor de 3 HP (3 caballos de fuerza), monofásico para el arranque necesita aproximadamente 800 uf que como se comprenderá es un condensador físicamente muy grande para ser montado sobre la carcasa, entonces los fabricantes suelen poner dos condensadores de 400 uf cada uno montados en paralelo, pero ambos condensadores son del tipo electrolítico y salen de servicio cuando el motor ha arrancado.

Recordemos pues que se llama "motor con doble condensador" a aquel que tiene dos condensadores de distinta capacidad, uno de alta capacidad y otro de baja capacidad; el condensador de baja capacidad es del tipo en aceite y es el que queda permanentemente en servicio, o sea que está sometido a tensión tanto en el arranque como durante el funcionamiento normal del motor.

En cambio el motor con condensador de arranque que tiene dos condensadores iguales en capacidad como ya dijimos de 400 uf cada uno, ambos salen fuera de servicio luego que el motor ha arrancado.

Los tipos principales de motores con doble condensador son los siguientes:

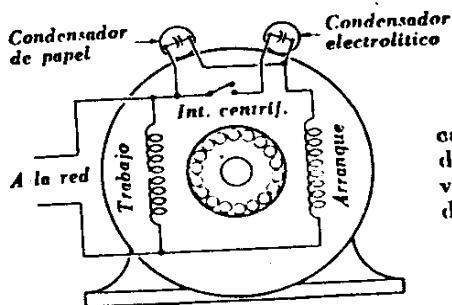
- 1c. una sola tensión de servicio
- 2c. dos tensiones de servicio
- 3c. dos tensiones de servicio con protección térmica

Analicemos brevemente cada uno de estos tipos de motores

1c. UNA SOLA TENSION DE SERVICIO

Este tipo de motor tiene dos condensadores conectados en paralelo, un electrolítico de alta capacidad y otro de baja capacidad por ejemplo de los de papel impregnado en aceite.

Durante el arranque ambos condensadores, unidos en paralelo entre sí, quedan conectados en serie con el arrollamiento de arranque, según se ve en la figura 5.23



Esquema simplificado de un motor con doble condensador y sentido de giro irreversible, para una sola tensión de servicio.

fig. 5.23

Si es un motor con sentido de giro reversible los terminales del arrollamiento de arranque saldrán fuera de la carcasa para poder cambiar o permutar el bobinado de arranque con lo que se consigue que el motor gire en sentido inverso, según se ve en la figura 5.24.

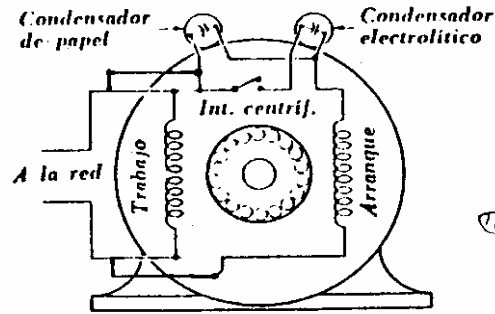


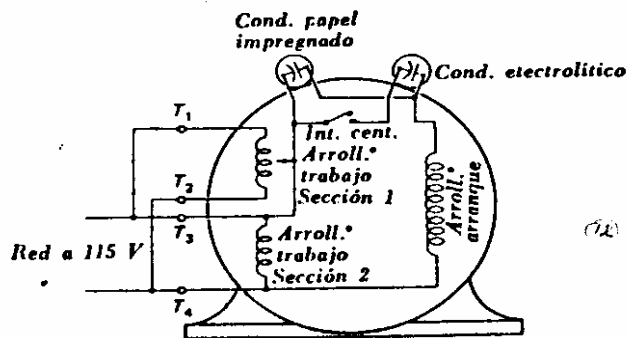
fig. 5.24

Durante la fase de arranque como se dijo anteriormente dos condensadores quedan conectados en paralelo entre por lo mismo se suma la capacidad, la capacidad así su queda en serie con el bobinado de arranque. Cuando el motor alcanza aproximadamente el 75% de velocidad de régimen nominal, el interruptor centrífugo actúa, dejando fuera de servicio al condensador electrolítico y quedando en servicio el condensador de papel impregnado. El arrollamiento de trabajo está conectado directamente a la red.

2c. DOS TENSIONES DE SERVICIO

Este motor es parecido al motor con condensador de arranque de dos tensiones de servicio, excepto por la particularidad de tener dos condensadores para el arranque en lugar de solo uno.

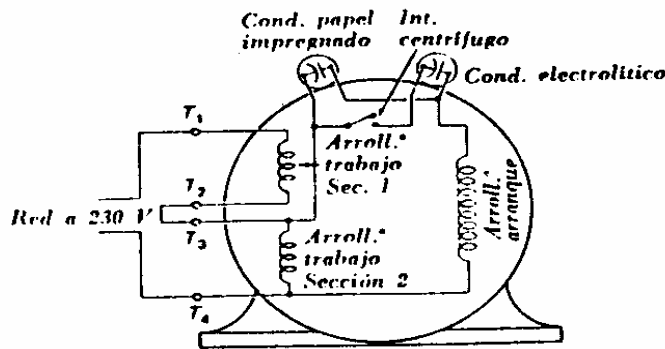
Este motor está dotado de un arrollamiento de trabajo dividido en secciones iguales, las conexiones son idénticas a las estudiadas en los motores con condensador de arranque, es que para la tensión menor (por ejemplo 115 V) las secciones del bobinado de trabajo irán conectadas en paralelo según se ve en la figura 5.25



- Esquema simplificado de un motor con doble condensador y dos tensiones de servicio, conectado para la tensión menor (115 V).

fig. 5.25

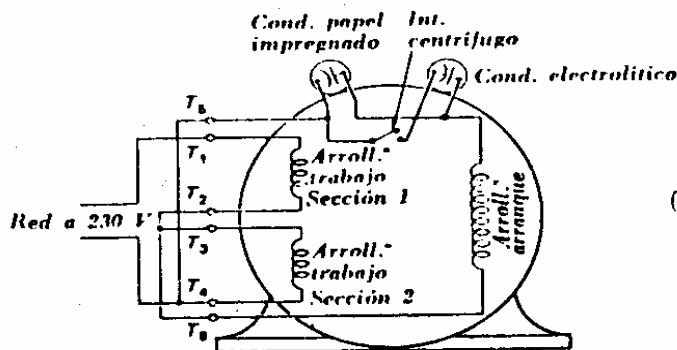
Si el motor va a trabajar a 230 V las conexiones de las dos secciones del bobinado de trabajo serán en serie y el bobinado de arranque irá en paralelo con una sección del bobinado de arranque según se ve en la figura 5.26.



- Esquema del motor de la figura 5.25 pero conectado para la tensión mayor (230 V).

fig. 5.26

Si el motor es reversible, entonces los terminales del bobinado de arranque saldrán fuera de la carcasa para permitir el intercambio de terminales y así obtener el cambio de sentido de giro, según se ve en la figura 5.27.



- Esquema del motor de la figura 5.26 pero con los dos terminales del arrollamiento de arranque al exterior, para permitir la inversión del sentido de giro.

fig. 5.27

3c. DOS TENSIONES DE SERVICIO CON PROTECCION TERMICA

En la actualidad la mayoría de motores vienen equipados con un dispositivo de protección térmica contra sobrecargas, para el tipo de motor de dos tensiones la protección tiene 3 bornes.

Como es normal en motores para dos tensiones, el circuito de arranque queda siempre conectado permanentemente en paralelo con una sola sección del arrollamiento de trabajo.

La corriente de la línea de alimentación P1 entra por borne 1 del dispositivo de protección y pasa al borne 2 a través del elemento bimetalico del mismo. Aquí se subdivide en dos: una que circula por la sección 1 del arrollamiento de trabajo y otra que atraviesa la sección 2 del arrollamiento de trabajo, luego de pasar por el filamento caldeo, y el borne 3, según como se ve en la figura 5.28.

-Esquema simplificado de un motor con doble condensador y dispositivo de protección de 3 bornes, para dos tensiones de servicio. La conexión mostrada en la figura corresponde a la tensión de servicio menor (115 V).

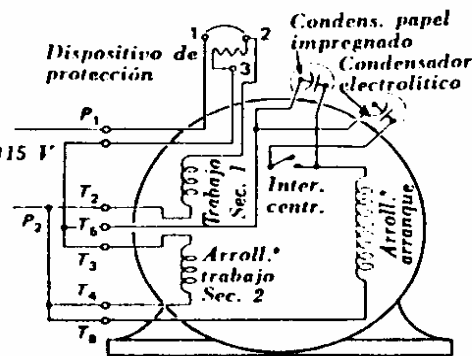
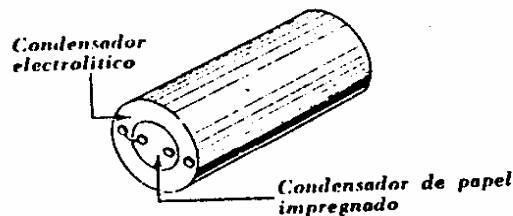


fig. 5.28

NOTA: Algunos motores de esta clase se caracterizan por tener los dos condensadores agrupados en una unidad compacta gracias a su especial configuración. El condensador electrolítico tiene en su interior, la forma de un cilindro hueco, dentro del cual está encajado el condensador de papel impregnado según se ve en la fig. 5.29.



Unidad constituida por dos condensadores.

fig. 5.29

El conjunto está dispuesto en el interior de un cierre hermético.

5.7 REPASO DE LA UNIDAD

- a. Los motores con condensador trabajan con corriente alterna monofásica y se construyen para potencias desde 1/20 de HP hasta 10 HP. El funcionamiento

de motor es similar al motor de fase partida se obtiene un gran par de arranque o una gran fuerza al momento de arrancar el motor.

- b. El condensador no es otra cosa que dos láminas conductoras sean estas de cobre o aluminio separadas por un material aislante, enrolladas y montadas en una caja hermética sea esta de metal, plástico o baquelita.
- c. Los condensadores para motores se han clasificado en:
- condensadores en aceite
 - condensadores con dieléctrico de papel
 - condensadores electrolíticos.
- d. La capacidad de los condensadores se mide e indica en microfaradios (uf); para los motores se tiene condensadores cuya capacidad oscila entre 4 y 800 uf e incluso más. La capacidad de un condensador puede experimentar cierta disminución por efectos de uso prolongado, por que ha entrado humedad, o porque ha sufrido sobrecalentamiento.
- e. Los motores con condensador se han clasificado así:
- motores con condensador de arranque
 - motores con condensador permanente
 - motores con doble condensador.
- f. Los motores con condensador de arranque se subdividen en:
- motores de una sola tensión de servicio con sentido de giro reversible.
 - motor de una sola tensión de servicio con sentido de giro irreversible.
 - motor de dos tensiones con sentido de giro irreversible.
 - motor de dos tensiones con sentido de giro reversible exteriormente.
- g. Los motores con condensador permanente se subdividen en:

- una sola tensión de servicio
- dos tensiones de servicio
- una sola tensión de servicio y dos velocidades de régimen
- una sola tensión de servicio y tres velocidades de régimen.

h. Los motores con doble condensador se subdividen en:

- una sola tensión de servicio
- dos tensiones de servicio
- dos tensiones de servicio con protección térmica.

5.8 CUESTIONARIO

1. Qué es un motor con condensador?
2. Cómo va conectado el condensador en el motor?
3. Qué tipos de condensadores hay para motores monofásicos?
4. Cómo se construye un condensador electrolítico?
5. En qué medida se indica la capacidad de los condensadores?
6. Por qué se llama motor monofásico con doble condensador?.

UNIDAD 6

MISCELANEOS EN LOS MOTORES MONOFASICOS

OBJETIVO:

Esta unidad pretende dar al estudiante una guía general sobre la conexión de las protecciones reemplazo del interruptor centrífugo y cálculo de condensadores.

CONTENIDO:

- 6.1 Dispositivos de protección contra sobrecarga
- 6.2 Clases de protecciones térmicas
- 6.3 Reemplazo de un interruptor centrífugo
- 6.4 Características de los relés
- 6.5 Reemplazo con relé de corriente
- 6.6 Reemplazo con relé de tensión
- 6.7 Pruebas en los condensadores
- 6.8 Cálculo de condensadores de arranque
- 6.9 Designaciones normalizadas para los terminales de arrollamientos en motores monofásicos
- 6.10 Modo de identificar los devanados de un motor monofásico
- 6.11 Repaso de la unidad
- 6.12 Cuestionario

CURSOS:

- Relés de corriente y voltaje
- GUARDAMOTORES
- Banco de condensadores.

6.1 DISPOSITIVOS DE PROTECCION CONTRA SOBRECARGAS

La mayoría de motores monofásicos sean estos de fase partida o con condensador vienen equipados con un dispositivo de protección contra sobrecalentamientos peligrosos provocados por sobrecargas, fallas en el arranque o por temperaturas excesivas, normalmente se le conoce como "GUARDAMOTOR" o RELE TERMICO; consiste esencialmente en un elemento BIMETALICO conectado en serie con la línea de alimentación al motor.

El elemento está formado por dos láminas metálicas que poseen distinto coeficiente de dilatación. Como ambas láminas están unidas (soldadas) conjuntamente, se dilatan en diferente proporción al calentamiento por el excesivo paso de corriente a través de ellas, entonces el elemento se curva y abre el circuito del motor, según se ve en la figura 6.1

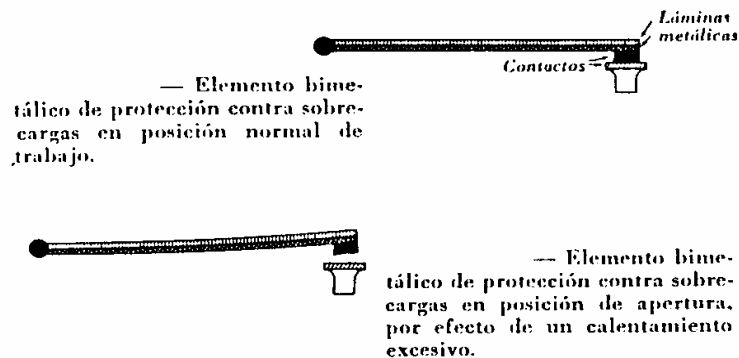


fig. 6.1 elemento bimetalico

El calor que hace curvar el elemento puede provenir de la excesiva corriente que toma el motor, o por excesiva temperatura que disipen los bobinados.

El guardamotor viene montado en el interior del motor como en el caso de los motores de lavadoras, en forma de una caja pequeña de contextura cuadrada, o normalmente viene montada sobre uno de los escudos o tapas junto a la placa de conexiones del interruptor centrífugo.

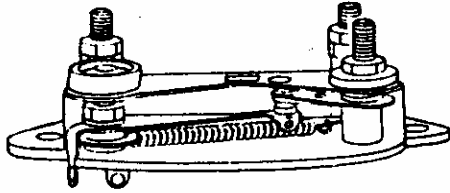
6.2 CLASES DE PROTECCIONES TERMICAS

Hay dos clases de protecciones térmicas

- a. lámina bimetalica
- b. disco bimetalico

LAMINA BIMETALICA

En la figura 6.2 se puede apreciar un dispositivo bimetálico constituido por los soportes, filamento de caldeo y bornes de conexiones.



Dispositivo bimetálico de protección «thermotron»

fig. 6.2

Este dispositivo puede ser de reposición automática o de reposición manual.

Cuando es de reposición automática el elemento se conecta automáticamente una vez que se ha enfriado, con lo que el motor puede volver a funcionar.

En cambio cuando es de reposición manual el elemento no se vuelve a conectar a menos que el operador accione manualmente y reconecte el elemento bimetálico.

DISCO BIMETALICO

Este dispositivo es quizá el más usado en los motores monofásicos, está constituido por un disco bimetálico en forma de plato, provisto de dos contactos diametralmente opuestos que presionan los contactos fijos 1 y 2, según se ve en la figura 6.3.

Disco bimetálico de protección contra sobrecargas, provisto de dos contactos.

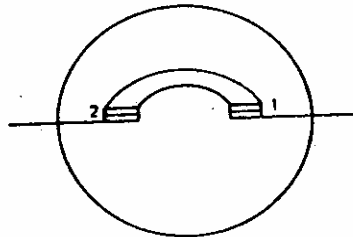
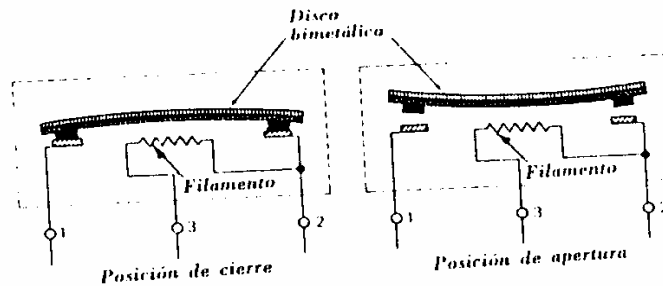


fig. 6.3

Dentro de las protecciones de disco se puede encontrar las protecciones de 3 bornes, la figura 6.4 muestra el disco en sus posiciones de cierre y de apertura.



Dispositivo protector con tres bornes y filamento auxiliar de caldeo.

fig. 6.4

Este dispositivo suele estar provisto, por regla general, de tres bornes, designados en la figura por los números 1, 2 y 3.

Los bornes 1 y 2 corresponden a los contactos fijos, mientras que los bornes 2 y 3 son los del filamento de caldeo, (niquelina).

Al producirse una sobrecarga, la corriente que circula por la niquelina, genera en él un calor suficiente para provocar la deformación súbita del disco, que al separarse de los contactos interrumpe el circuito del motor, y determina por lo tanto que el motor se detenga.

Existen dos tipos de protecciones de disco, los de reposición automática y los de reposición manual.

REPOSICION AUTOMATICA

Son protecciones que vienen montadas en una caja de baquelita y generalmente se las instala en uno de los escudos siendo muy visible el disco bimetalico.

En este tipo de protección el disco vuelve a cerrarse automáticamente una vez que se ha enfriado, por lo mismo no es necesario que lo haga actuar el operador o encargado de la maquinaria.

REPOSICION MANUAL

En la gran mayoría de motores sean estos de una tensión o de dos tensiones se usan las protecciones de reposición manual, la constitución física del guardamotor es similar al de reposición automática, lo que diferencia a uno de otro es que "el de reposición manual trae además un pequeño botón que puede ser de color VERDE, ROJO O NEGRO", que es el que sobresale en uno de los escudos, cuando la protección a actuado, el botón se dispara y sobresale aún más de la superficie del escudo, esto permite observar que hay una falla en el motor, la protección quedará en esas condiciones hasta cuando vaya el operador y reconecte el motor presionando el referido botón; esta es la razón de llamarse de REPOSICION MANUAL.

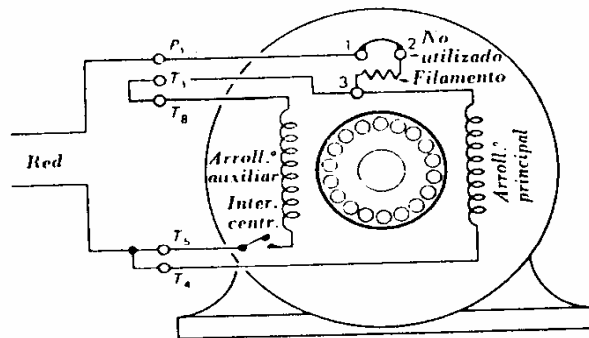
Este dispositivo térmico puede aplicarse indistintamente a motores de una sola tensión de servicio o a motores de dos tensiones de servicio sean estos de fase partida o con condensador.

NOTA: Debe recordarse que la protección térmica o guardamotor debe corresponder a la potencia del motor, esto es que: si el motor es de 1 HP se debe poner una protección correspondiente a 1 HP, o si es de 1/2 HP se debe así mismo poner protección para motor de 1/2 HP, caso contrario o no se protege el motor o la protección se abriría sin que haya sobrecarga, para aclarar esto veamos lo siguiente:

- a. Si pongo la protección de 1 HP en el motor de 1/2 HP, el motor se quemaría sin que haga actuar la protección, porque para que actúe la protección se requiere aproximadamente de una corriente que sobrepase los 16 amperios (corriente nominal del motor de 1 HP). Nótese que la corriente nominal del motor de 1/2 HP es solamente 9.8 amperios y si sobrepasa ese valor el motor se quema.
- b. En cambio si pongo la protección de 1/2 HP en un motor de 1 HP es evidente que la misma actuará antes que el motor llegue a su corriente nominal, con lo que crearíamos que el motor está sobrecargado, y se pararía el motor antes que llegue a arrastrar la carga nominal.

Por eso recuerde que: "la protección térmica debe ser de acuerdo a la potencia del motor".

La protección de 3 bornes puede usarse indistintamente en motores de una sola tensión de servicio y en motores de dos tensiones de servicio, en la figura 6.5 se puede apreciar el diagrama de conexiones de un motor de fase partida equipado con protección térmica, el mismo diagrama es válido para motores con condensador.



Motor de fase partida y una sola tensión de servicio, equipado con dispositivo térmico de protección de tres bornes. El sentido de giro es a izquierdas. Para invertirlo basta permutar los terminales T_5 y T_6 .

Fig. 6.5

En la figura 6.6 se puede apreciar la conexión de un motor de dos tensiones conectado para funcionamiento a la tensión menor de 115 voltios.

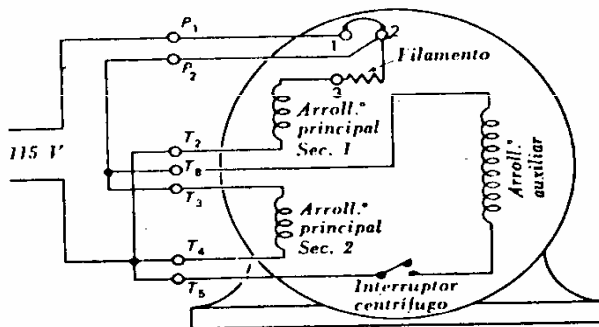


Fig. 1.67. — Motor de fase partida para dos tensiones de servicio, equipado con dispositivo térmico de protección de tres bornes. El sentido de giro es a izquierdas. Para invertirlo basta permutar los terminales T_3 y T_4 . A la izquierda, esquema de conexiones para 115 voltios;

fig. 6.6 Motor conectado para funcionamiento a 115 voltios

El terminal No. 1 está conectado con una sección del arrollamiento de trabajo, el terminal No. 3 va conectado con la otra sección del bobinado de trabajo de tal manera que la corriente que pasa por el filamento de caldeo o niquelina será la mitad de la total que consume el motor; recuerde que las secciones del arrollamiento de trabajo y el de arranque son conectadas en paralelo.

En la figura 6.7 se puede ver la conexión del mismo motor pero para que funcione con el voltaje mayor 230 voltios.

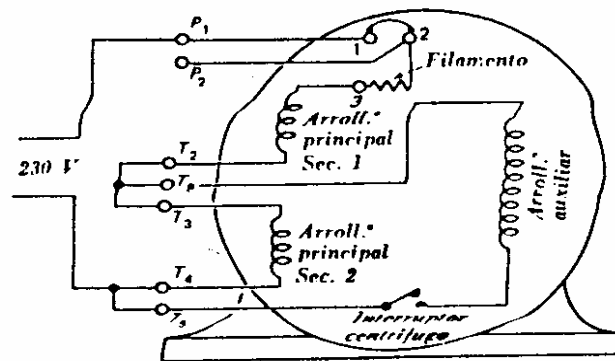


fig. 6.7 Motor conectado para funcionamiento a 230 voltios.

Como se puede observar ahora las secciones del arrollamiento de trabajo están conectadas en serie y el bobinado de arranque va en paralelo con una sección del bobinado de trabajo.

Nótese que ahora toda la corriente que consumen los bobinados de trabajo pasan por el elemento bimetálico, desde luego debemos recordar que cuando un motor trabaja con la tensión mayor la corriente es la mitad que cuando lo hace con la tensión menor, entonces esta es la razón de subdividir las corrientes cuando el motor funciona a la tensión menor.

Recomiendo al estudiante analizar detenidamente los dos diagramas, memorizarlos para que cuando tengan que realizar una conexión no cometan errores.

3 REEMPLAZO DE UN INTERRUPTOR CENTRIFUGO

Cuando estudiábamos los motores de fase partida y con condensador veíamos que se requería de un interruptor centrífugo para sacar de servicio el bobinado de arranque, y si además tenía condensador, salían de servicio conjuntamente mediante la acción del interruptor centrífugo. Como comprenderá el estudiante este elemento está sometido a los arcos de corriente cuando desconecta el bobinado, por lo mismo es un elemento que se desgasta muy rápidamente y tarde o temprano necesita reemplazo; el problema es sencillo cuando existe en el comercio local, se compra uno de similares características y el problema ha concluido.

Pero cuando no se encuentra el interruptor centrífugo en el comercio el problema que se presenta es mayor, algunas personas solucionan poniendo un botón de timbre, que como comprenderá el estudiante es peligroso para el motor ya que en cualquier momento por descuido se puede conectar el motor y

no accionar el botón de timbre, con lo que el motor no arranca, nos daríamos cuenta del error cuando el motor humee, muy tarde desde luego.

Nótese que el motor puesto el botón de timbre no es automático; y, lo que se quiere es que el motor sea automático.

Bien, si no se encuentra en los almacenes el repuesto similar y el objetivo es que el motor funcione automáticamente se suele reemplazar el interruptor centrífugo por un relé de corriente o por un relé de tensión, este tipo de elemento se compra en los almacenes que venden repuestos para sistemas de aire acondicionado y refrigeradoras.

Desde luego el precio del relé sea de corriente o de voltaje es mayor que un interruptor centrífugo, pero recuerde que el objetivo es que el motor funcione automáticamente en cuanto se conecta a la red.

6.4 CARACTERISTICAS DE LOS RELES

Ante todo debo hacer notar al estudiante que en algunos almacenes les conocen con el nombre de "RELE", en otros almacenes como "ARRANCADORES", esta aclaración la hago con el fin de que cuando vayan a comprar no crean que no hay, ya que es común encontrarse en los almacenes con dependientes que no conocen bien de la materia y teniendo en los estantes, responden que no tienen, cuando se les indica el elemento que uno desea, dan cualquier otro nombre menos el de relé.

Bien, volviendo a la materia, existen dos clases de relés y son: EL DE CORRIENTE Y EL DE VOLTAJE, cada uno tiene su característica especial, las mismas las vamos a ver a continuación:

RELE DE CORRIENTE	RELE DE VOLTAJE
1. La bobina está constituida por un alambre grueso y con pocas vueltas.	1. La bobina está constituida por un alambre muy delgado y con miles de vueltas.
2. El contacto del relé de corriente es normalmente abierto.	2. El contacto del relé de corriente es normalmente cerrado.
3. La bobina del relé de corriente debe conectarse en "SERIE" con el bobinado de trabajo.	3. La bobina del relé de voltaje debe conectarse en "PARALELO" con el bobinado de arranque.

Conociendo las características de cada uno pasemos a ver como se reemplaza el interruptor centrífugo.

6.5 REEMPLAZO CON RELE DE CORRIENTE

En la figura 6.8 se puede ver el diagrama esquemático de un motor con condensador de arranque de una sola tensión equipado con relé de corriente.

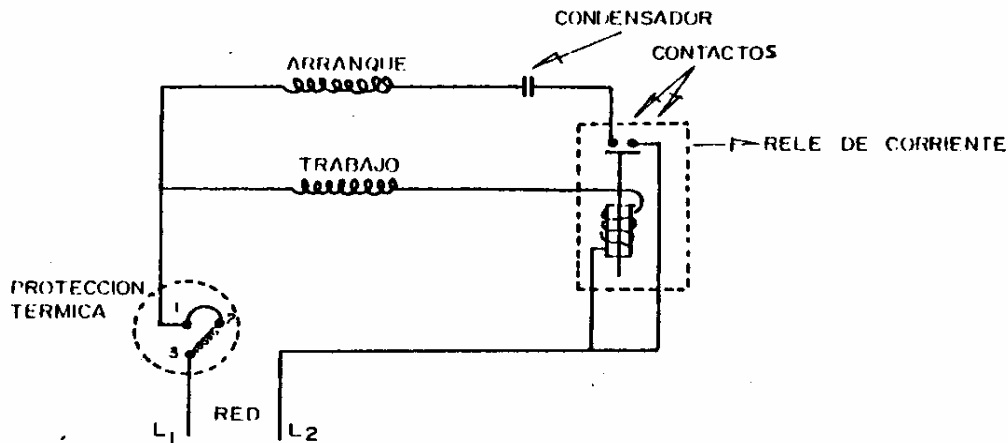


fig. 6.8 Motor de una tensión y relé de corriente.

El funcionamiento del relé de corriente se basa en el hecho de que la corriente que circula por el bobinado de trabajo durante el período inicial de arranque es de dos a tres veces superior a la corriente nominal, en ocasiones aún más; esta corriente alta hace que se accione la armadura del relé conectando los contactos y poniendo en servicio el bobinado de arranque, cuando alcanza el motor aproximadamente el 75% de la velocidad la corriente ha bajado notablemente con lo que la armadura vuelve a su posición dejando fuera de servicio el bobinado de arranque.

En la figura 6.9 se puede ver el diagrama esquemático de un motor de dos tensiones.

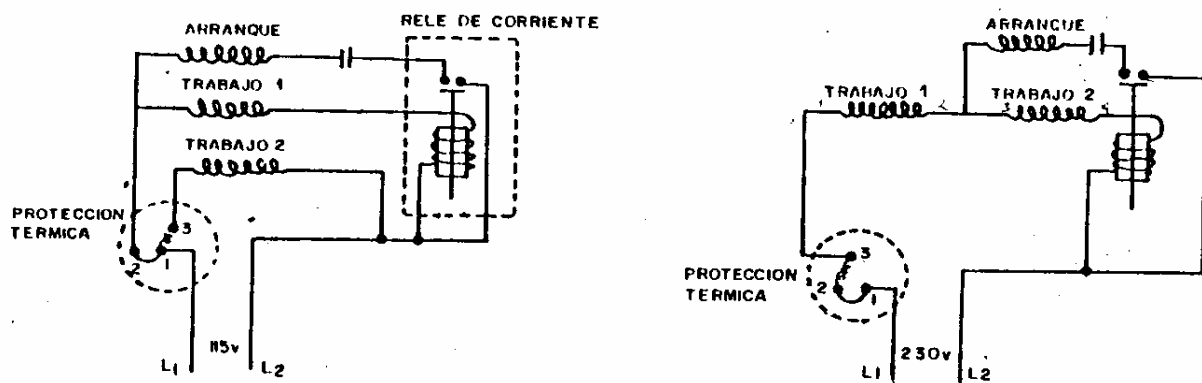


fig. 6.9 Motor con relé de corriente para dos tensiones

El inconveniente de este relé es que si por alguna causa imprevista el motor se sobrecarga, va a circular más corriente de la nominal, entonces el relé nuevamente va a actuar cerrando el circuito de arranque, con lo que el motor se quemaría si no tiene una protección adecuada, por lo mismo se debe poner la protección, según se detalla en la Unidad No. 5.

6.6 REEMPLAZO CON RELE DE TENSION

En la figura 6.10 se puede ver la conexión de un motor de una tensión con relé de tensión.

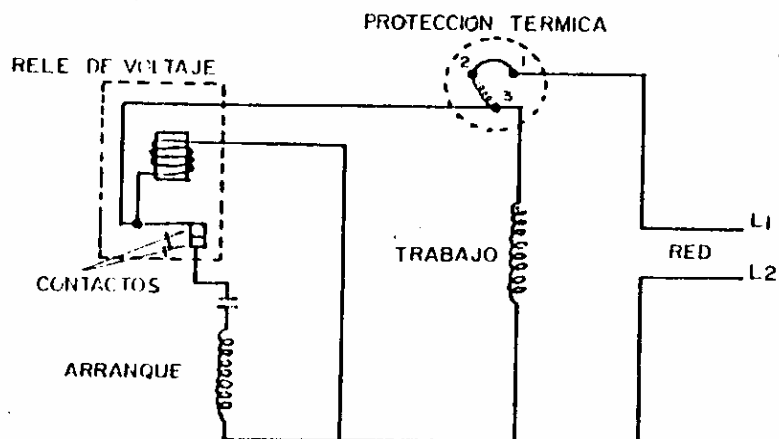


fig. 6.10 Motor de una tensión con relé de voltaje.

Igual que un relé de corriente, la función de un relé de tensión es desconectar el arrollamiento de arranque cuando el motor ha alcanzado cierta velocidad. Este relé consiste en una bobina conectada permanentemente en paralelo con el arrollamiento de arranque; y, como se dijo al estudiar las características de cada uno, los contactos en el relé de tensión siempre permanecerán cerrados, con lo que el bobinado de arranque estará conectado.

Cuando se conecta el motor a la red, ambos arrollamientos quedan puestos en servicio y el motor arranca; como se comprenderá la bobina del relé de tensión demora un tiempo más largo en excitarse, este tiempo es suficiente para que el motor venza la inercia, luego de lo cual los contactos se abren y sacan de servicio el bobinado de arranque.

Los contactos permanecerán abiertos mientras se halle energizado el motor, ya que como se ve en el gráfico la bobina del relé estará energizada y circulará una pequeñísima corriente.

En caso de sobrecarga debe disparar la protección térmica que desde luego estará en serie con la línea de alimentación.

Como comprenderá el estudiante este relé de tensión tiene ventaja sobre el de corriente en que no reconecta el bobinado de arranque cuando se presentan sobrecargas en el motor.

La figura 6.11 ilustra un motor de dos tensiones con relé de voltaje

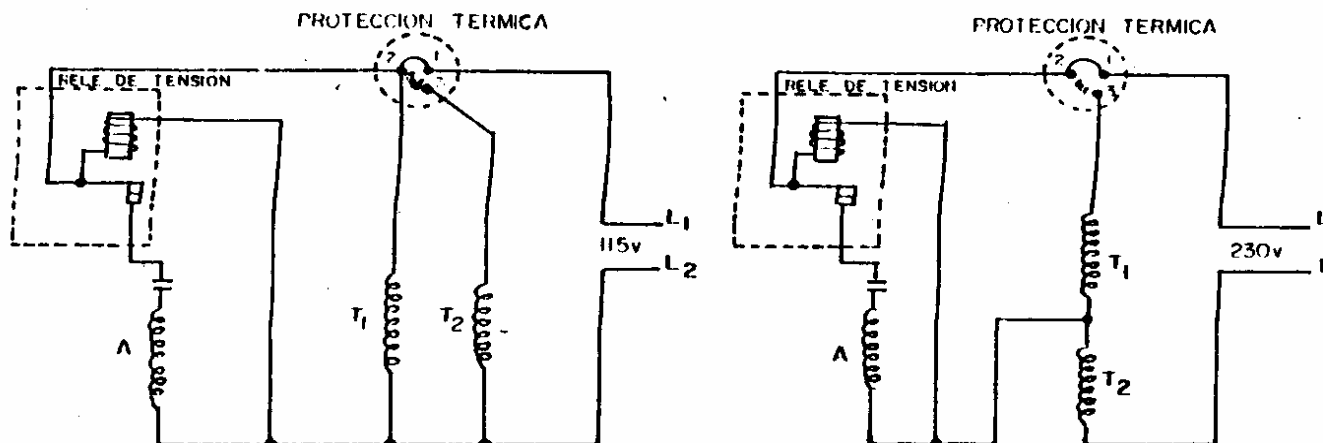


fig. 6.11 Motor de dos tensiones con relé de voltaje y protección térmica.

3.7 PRUEBAS EN LOS CONDENSADORES

Con frecuencia los condensadores constituyen la principal fuente de averías en los motores monofásicos con condensador. Las anomalías consisten generalmente en: CORTOCIRCUITOS, CONTACTOS A MASA, DEFECTOS INTERNOS, que determinan la variación de la capacidad o definitivamente dejan de funcionar.

Las pruebas que normalmente se realizan en los condensadores son las siguientes:

- a. CONTACTO A MASA
- b. PRUEBA DE CONTINUIDAD
- c. PRUEBA DE CAPACIDAD
- d. MEDICION DE LA CAPACIDAD

a. CONTACTO A MASA

Esta prueba se la realiza en los condensadores cuya caja es metálica; con la ayuda del ohmetro se conectará un terminal del aparato a la caja metálica y con el otro terminal se conectan a cada uno de los terminales del condensador, si el ohmetro indica continuidad es señal evidente de un contacto a masa, en cuyo caso el condensador requiere reemplazo.

b. PRUEBA DE CONTINUIDAD

Esta prueba se la realiza con la ayuda de un ohmetro, los terminales del aparato se conectan a los terminales de conexión del condensador si el condensador no tiene cortocircuito la aguja del ohmetro deflejará y regresará a resistencia infinita; si se quiere estar seguro que la prueba es correcta, se intercambian las conexiones del ohmetro y se repetirá el movimiento de la aguja.

Si en cambio la aguja queda deflejando indicando resistencia cero es señal evidente que se han unido las placas, si se usa este condensador en un motor es más que seguro que los bobinados del motor se quemarán.

c. PRUEBA DE CAPACIDAD

Si el condensador ha pasado las pruebas anteriores, entonces queda realizar la prueba de capacidad; cuando se tiene un medidor de capacidad se puede tener en forma directa el valor de capacidad del condensador, pero en la generalidad de talleres es imposible encontrar este aparato por ser extremadamente caro, a no ser que sea un laboratorio bien equipado.

Las siguientes pruebas nos pueden ayudar a determinar aproximadamente la capacidad de un condensador.

La figura 6.12 nos ilustra como se carga un condensador con tensión directa de la red por unos pocos segundos.

Prueba de un condensador. 1.^a operación: conéctese el condensador a la red durante unos pocos segundos.

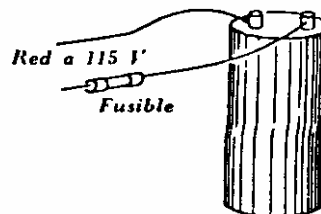
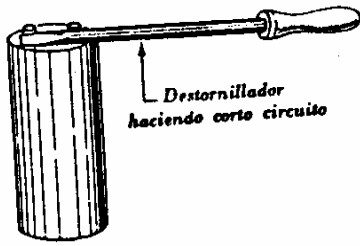


fig. 6.12 Carga de un condensador

Debe tenerse el cuidado de no tocar el condensador cargado ya que puede descargarse a través del cuerpo humano con el consiguiente grave peligro de accidente.

Seguidamente se procede a cortocircuitar el condensador con la ayuda de un destornillador, esta operación originará una brusca y ostensible descarga (CHISPA). La chispa debe ser intensa y de color azulado; si la chispa es amarillenta y débil, es señal evidente que el condensador ha perdido parte de su capacidad. La figura 6.13 muestra la operación antes descrita.



Prueba de un condensador. 2.ª operación: desconéctese el condensador de la red y cortocircuitense sus bornes con un destornillador. Debe observarse una chispa.

fig. 6.13 Descarga de un condensador

Sin embargo, la protección de una chispa no garantiza necesariamente el buen estado del condensador, pues aunque éste haya sufrido una mengua de capacidad es susceptible de seguir generando una débil descarga visible.

d. MEDICION DE LA CAPACIDAD

Para medir la capacidad de un condensador puede emplearse un voltímetro y un amperímetro, ambos de corriente alterna. SE une el condensador en serie con el amperímetro y con un fusible adecuado; se alimenta el conjunto con una tensión alterna de 115 voltios, según se ve en la figura 6.14.

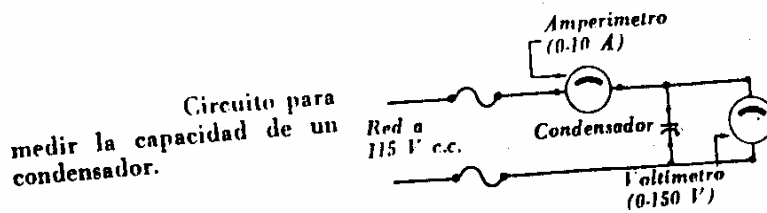


fig. 6.14 Circuito para prueba de un condensador

Si el condensador es electrolítico solamente se conectará el tiempo justo para leer las indicaciones de ambos instrumentos.

La capacidad buscada se obtendrá entonces aplicando la fórmula:

$$uf = \frac{159300}{60(Hz)} \times \frac{AMPERIOS}{VOLTIOS} \quad o,$$

$$uf = 2655 \times \frac{AMPERIOS}{VOLTIOS}$$

Si las lecturas efectuadas son, por ejemplo 110 voltios 2,6 amperios, la capacidad será:

$$uf = 2655 \times \frac{2.6}{110}$$

$$uf = 62$$

El valor deducido de la fórmula debe coincidir aproximadamente con el valor que lleva impreso en el condensador. Si resulta inferior a dicha capacidad en más de un 20% es preciso reemplazar el condensador.

6.8 CALCULO DE CONDENSADOR DE ARRANQUE

Cuando un condensador de arranque ha bajado la capacidad o ha quedado definitivamente averiado es necesario reemplazarlo, la operación no tiene ninguna complicación cuando aún se conserva la impresión del voltaje, o capacidad y cualquier otro dato en el cuerpo del condensador basta con dirigirse a los almacenes y comprar uno nuevo. Pero que haríamos si se ha borrado todo dato?, bueno se tiene dos alternativas para solucionar el problema.

PRIMERA ALTERNATIVA:

En los talleres de rebobinado se suele tener un banco de condensadores cada uno con su respectivo interruptor, según se ve en la figura 6.15.

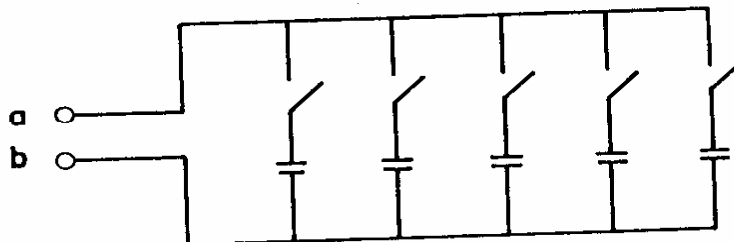


fig. 6.15 Banco de condensadores

Suele tenerse bancos de condensadores en aceite y de baja capacidad y también bancos de condensadores electrolíticos de gran capacidad.

Los terminales a y b se conectarán en lugar del condensador antiguo y se irá probando el arranque del motor poniendo más capacidad cada vez, hasta cuando el motor arranque sin dificultad, se tomará nota de la capacidad empleada y entonces ya se puede ir a comprar el condensador adecuado.

SEGUNDA ALTERNATIVA:

Si no se dispone de un banco de condensadores, la otra alternativa es calcular el condensador mediante la siguiente fórmula empírica:

$$uf = \frac{P(\text{kw}) \times 3.18 \times 10^6}{(V)^2 \times \cos \phi}$$

en donde: uf = microfaradios
P = potencia pero tomada en kilowattios
(1kw=1000 wattios)
3.18 = constante
10⁶ = CONSTANTE
V = Voltaje al que va a estar sometido el condensador
cos ϕ = factor de potencia del motor.

EJEMPLO DE CALCULO

Vamos a suponer que se tiene un motor de 3/4 de HP 115/230 voltios 1780 r.p.m. cos ϕ 0.7 y se le ha perdido el condensador.

PRIMER PASO: Calculamos la potencia en kilowattios:

$$1 \text{ HP} = 746 \text{ wattios}$$

entonces: $\frac{746}{4} \times 3 = 559.5 \text{ wattios}$

este resultado lo dividimos para 1000 y obtenemos la potencia en kilowattios:

$$\frac{559.5}{1.000} = 0.5595 \text{ kw}$$

SEGUNDO PASO: Aplicamos la fórmula empírica y tenemos:

$$uf = \frac{0.5595 \times 3.18 \times 10^8}{(115)^2 \times 0.7}$$

$$uf = \frac{1.77921 \times 10^8}{9257.5}$$

$$uf = 0.0001921 \times 10^8$$

$$uf = 192.1$$

Como el estudiante observará se ha empleado para el cálculo el voltaje de 115 voltios, porque ya sabemos que en un motor de dos tensiones el bobinado de arranque siempre trabaja a la tensión menor y por lo mismo el condensador estará también sometido a la tensión menor.

Ahora ya conocemos la capacidad aproximada que requiere el motor, lo que nos queda es ir al almacén respectivo y pedir un condensador a 115 voltios con una capacidad aproximada de 192 uf, digo aproximada ya que los condensadores no traen valor fijo sino que tienen una banda de capacidad, cuyos valores vienen impresos en el condensador, entonces se buscará uno que contenga nuestro valor calculado.

No está por demás indicar al estudiante que la fórmula que hemos empleado ha dado buenos resultados.

NOTA: El cálculo que hemos realizado es para condensadores electrolíticos o sea los de gran capacidad.

Cuando se trate de condensadores de régimen permanente, una buena práctica es poner una capacidad aproximada de 12 uf ya que normalmente los motores con condensador permanente trabajan dentro de una banda de capacidad entre 4 uf y 30 uf. No se ha establecido una fórmula empírica para este tipo de condensador.

3.9 DESIGNACIONES NORMALIZADAS PARA LOS TERMINALES DE ARROLLAMIENTOS EN MOTORES MONOFASICOS

Según las normas NEMA (National Electrical Manufacturers Association), se ha tratado de normalizar los terminales que salen del motor monofásico y es así:

Para un motor de una sola tensión se pondrá al arrollamiento principal o de trabajo las letras T₁ y T₄ y el arrollamiento de arranque llevará las letras T₅ y T₆.

Para un motor de dos tensiones, como sabemos que el arrollamiento de trabajo está dividido en dos secciones iguales, se pondrá las letras T₁ y T₂ para una sección del bobinado de trabajo; y, T₃ y T₄ para la otra sección, mientras que para el bobinado de arranque llevará las letras T₅ y T₆.

En algunos motores monofásicos se emplean alambres de color en vez de letras y subíndices. Para identificar los terminales de los arrollamientos, se asignarán a éstos los colores siguientes:

- T₁ - azul
- T₂ - blanco
- T₃ - naranja
- T₄ - amarillo
- T₅ - negro
- T₆ - rojo

6.10 MODO DE IDENTIFICAR LOS DEVANADOS DE UN MOTOR MONOFASICO

Cuando por alguna razón se han borrado las marcas de identificación de los devanados, o porque no se acuerda los colores normalizados es necesario identificar los devanados para proceder a su conexión.

IDENTIFICACION DE UN MOTOR DE UNA SOLA TENSION

El asunto es muy sencillo con la ayuda de un ohmetro ^{el} que tenga mayor valor en ohmios será el de arranque, si tiene condensador la aguja deflejará y regresará a resistencia infinita, a continuación se señalará con las letras normalizadas y se procederá a conectar el motor.

IDENTIFICACION DE UN MOTOR DE DOS TENSIONES

En un motor de dos tensiones tendremos 6 terminales que salen del motor, el procedimiento será el siguiente:

1. Se separan los conductores que den continuidad entre sí.

2. Los pares que tengan menor resistencia serán los de trabajo y se pondrá con masking tape las letras T₁, T₂, y T₃, T₄; y, en el par de terminales que den mayor resistencia que de hecho serán los correspondientes al bobinado de arranque las letras T₅ y T₆.
3. Se conectará el motor siguiendo el diagrama unifilar correspondiente.
4. Se conecta el motor, si arranca y empieza a funcionar se medirá la corriente que consume el motor con ayuda de un amperímetro de pinzas debe notarse que no tiene zumbido magnético y que la corriente que toma es aproximadamente los 3/4 de lo que indica la placa, entonces los números que nos impusimos al principio han sido los correctos.

Si por el contrario el motor no arranca o si lo hace funcionar con exceso de corriente, significa que uno de los bobinados de trabajo está cambiado de polaridad y lo que debemos hacer es por ejemplo el terminal que tiene T₁ le ponemos T₂ y al T₂ le ponemos T₁, acto seguido se realiza otra prueba y el motor debe funcionar correctamente. Luego de la prueba se colocarán los números y letras definitivas.

6.11 REPASO DE LA UNIDAD

- a. La mayoría de motores monofásicos vienen equipados con dispositivo de protección contra sobrecalentamientos peligrosos provocados por sobrecargas; a este elemento se lo conoce con el nombre de "guardamotor".
- b. Este tipo de elemento puede ser de lámina o de disco, así mismo puede ser de reposición automática o manual.
- c. El guardamotor debe corresponder a la potencia del motor no siendo posible poner una protección en cualquier motor sin antes saber si corresponde a su respectiva potencia.
- d. Un interruptor centrífugo puede ser reemplazado con un RELE DE CORRIENTE O UN RELE DE TENSION en caso que no exista el repuesto del interruptor centrífugo.
- e. El relé de tensión resulta más ventajoso que un relé de corriente porque no vuelve a actuar si es que por alguna razón se presenta una sobrecarga al motor. En cambio el relé de corriente se puede reconectar haciendo que se quemé el motor.

f. Las pruebas que se realiza en los condensadores son las siguientes:

- a. CONTACTO A MASA
- b. PRUEBA DE CONTINUIDAD
- c. PRUEBA DE CAPACIDAD
- d. MEDICION DE LA CAPACIDAD

g. La capacidad que requiere un motor se calcula con la fórmula empírica:

$$uf = \frac{P(kw) \times 3.18 \times 10^6}{(U)^2 \times \cos \phi}$$

h. Cuando se hace la prueba de un motor monofásico se debe tener en cuenta que la corriente de vacío debe ser aproximadamente los 3/4 de la nominal.

.12 CUESTIONARIO

1. Cuántos tipos de protección existen para motores monofásicos?
2. Qué tipo de protección existe para motores monofásicos?
3. Por qué se llama "guardamotor de reposición automática"?
4. Si no encuentra en el comercio el interruptor centrifugo qué solución daría usted?
5. Qué características tiene el relé de voltaje?
6. Cómo va conectada la bobina del relé de corriente?
7. Cómo se mide la capacidad de un condensador?
8. Cuándo se requiere cambiar el condensador en un motor monofásico?
9. Con qué voltaje se calcula el condensador para un motor de dos tensiones y por qué?
10. Cómo identifica los terminales de un motor de dos tensiones cuya identificación se ha borrado?

UNIDAD 7

MOTORES TRIFÁSICOS

- OBJETIVO:** Esta unidad tiene el propósito de instruir al estudiante sobre los pasos a seguirse en el rebobinado de un motor trifásico.
- CONTENIDO:**
- 7.1 Generalidades
 - 7.2 Partes componentes de un motor trifásico
 - 7.3 Funcionamiento del motor trifásico
 - 7.4 Rebobinado de un motor trifásico
 - 7.5 Repaso de la unidad
 - 7.6 Cuestionario
- RECURSOS:** Todo el material necesario para rebobinado de un motor de inducción

7.1 GENERALIDADES

Estos motores se fabrican de las más diversas potencias, desde una fracción de caballo hasta varios miles de caballos.

Tienen una característica de velocidad sensiblemente constante, y una característica de par que varía ampliamente según los diseños. Hay motores trifásicos que poseen un elevado par de arranque; otros, en cambio, lo poseen reducido. Hay tipos diseñados para que absorban una corriente de arranque más bien moderada, y otros que están previstos para absorber una corriente de arranque elevada. Se los construye prácticamente para todas las tensiones y frecuencias de servicio normalizadas, y muy a menudo están equipados para trabajar a dos tensiones nominales distintas. Los motores trifásicos se emplean para accionar máquinas-herramientas, bombas, montacargas, ventiladores, gruas, maquinaria elevadora, sopladores, etc.

7.2 PARTES COMPONENTES DE UN MOTOR TRIFASICO

Un motor trifásico está constituido por las siguientes partes:

- ESTATOR,
- BOBINADOS,
- ROTOR JAULA DE ARDILLA,
- TAPAS O ESCUDOS,
- VENTILADOR,
- BORNERA DE CONEXION.

Todas las partes que estudiamos en la unidad No. 2 del motor de fase partida, es válido también para el motor trifásico el análisis que hicimos de las partes componentes del motor monofásico.

7.3 FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR TRIFASICO

El motor trifásico basa su funcionamiento en la inducción electromagnética y es así que cuando se conecta el motor a la red trifásica se establece un campo magnético giratorio alrededor del grupo o núcleo de chapas del estator, según se ve en la figura 7.1.

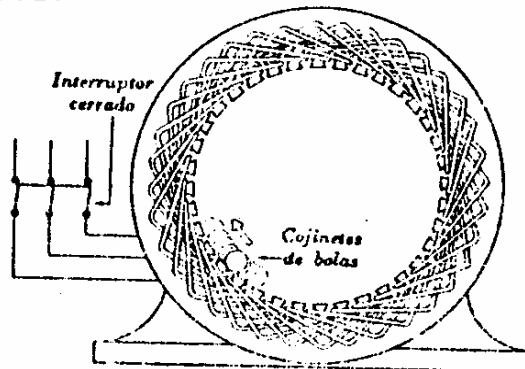


Fig. 7.1 Campo magnético girando en la carcasa

Cuando el motor está completo, este campo induce voltaje en las barras del rotor jaula de ardilla, a su vez este voltaje hace que circule corriente por las barras apareciendo otro campo magnético alrededor de las mismas. Entonces la combinación de los dos campos magnéticos, el de las barras del rotor y el principal que está girando alrededor del núcleo hacen que el rotor gire. Desde luego la teoría de funcionamiento es muy complicada y no vamos a estudiar en este curso, ya que se requiere de un conocimiento de matemáticas superiores.

7.4 REBOBINADO DE UN MOTOR TRIFASICO

Básicamente los pasos para un rebobinado de un motor trifásico son los mismos que para un motor monofásico con ciertas modificaciones necesarias debido principalmente al tipo de bobinado y formas de conexión. Nos detendremos a analizar en detalle aquellos pasos que no hemos visto en los motores monofásicos.

Los pasos a seguirse son los siguientes:

1. Toma de datos
2. Extracción del arrollamiento antiguo
3. Aislamiento de las ranuras estáticas
4. Confección de las bobinas
5. Colocación de las bobinas en las ranuras
6. Conexión de las bobinas entre sí
7. Verificación eléctrica del nuevo arrollamiento
8. Secado e impregnación.

1. TOMA DE DATOS

Los datos se tomarán antes, y durante la extracción del bobinado ANTIGUO con ayuda de una hoja de datos como la de la figura 7.2.

MODELO DE HOJA DE DATOS PARA MOTORES POLIFASICOS

Firma constructora

Potencia (CV)	Velocidad (r.p.m.)	Tensión (V)	Corriente (A)
Frecuencia	Tipo	Clase clase	Factor sobrecarga
Temperatura adm.	Modelo	Numero serie	Fases
Número bobinas		Número ranuras	Conexión
Diámetro conductor		Espinas/bobina	Número grupos
Bobinas/grupo		Número polos	Paso bobinas

fig. 7.2

2. EXTRACCION DEL ARROLLAMIENTO ANTIGUO

En el transcurso de esta operación pueden tomarse los datos restantes necesarios para el rebobinado. Antes de extraer el arrollamiento estatórico de las ranuras es preciso determinar y anotar de qué modo están unidos entre sí los diversos polos a las diversas ramas del arrollamiento, y cual es la clase de conexión entre fases. Mas adelante estudiaremos en detalle al respecto en los capítulos correspondientes a CONEXIONES FUNDAMENTALES DE LOS MOTORES TRIFASICOS y también en: MANERA DE IDENTIFICAR LA CONEXION.

Los motores trifásicos de gran tamaño tienen las ranuras estatóricas abiertas (fig. 7.3a). Para extraer el arrollamiento de los mismos basta simplemente quitar las cuñas que cierran las ranuras e ir sacando las bobinas una tras otra. En los motores de pequeño y mediano tamaño las ranuras estatóricas son, por el contrario, semicerradas (fig. 7.3b) lo cual puede suponer una mayor dificultad para la extracción de las bobinas. Puesto que los arrollamientos han sido sometidos normalmente a un procedimiento de barnizado y secado para conferirles rigidez y algunos han sido además "encapsulados" (cubiertos con un barniz a base de resina "epoxy" como protección adicional), casi siempre es necesario carbonizar previamente el aislamiento que llevan.

Como ya vimos en la Unidad 4 en motores monofásicos con el fin de economizar tiempo se cortan las bobinas por un lado del estator y luego se extraen por el otro golpeándolas con ayuda un saca bobinas como el de la figura 7.4.

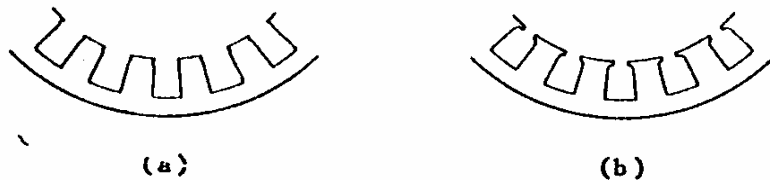


fig. 7.3a Ranuras abiertas

7.3b Ranuras semicerradas

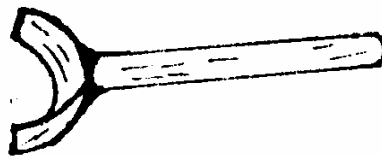


fig. 7.4 Herramienta sacabobinas

Se conservará intacta una de las bobinas extraídas, a fin de que su forma y dimensiones sirvan de modelo para la ejecución de las nuevas.

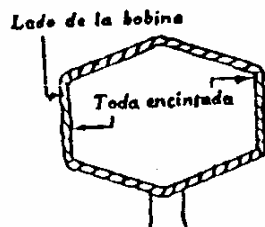
Antes de sacar las bobinas de las ranuras es también muy importante medir y anotar la distancia que las cabezas de bobina sobresalen por ambos lados del estator. Al confeccionar las bobinas nuevas se tendrá buen cuidado de evitar que dicha distancia sea rebasada.

3. AISLAMIENTO DE LAS RANURAS ESTATORICAS

Consúltese en la unidad 4.

4. CONFECCION DE LAS BOBINAS

Las bobinas utilizadas en motores de gran potencia tienen la forma exagonal y van debidamente encintadas como se ve en la figura 7.5.



— Bobina hexagonal completamente encintada, usada en estatores provistos de ranuras abiertas.

fig. 7.5 Bobina exagonal

La cinta normalmente empleada para esta operación es la de algodón, o también batista barnizada o fibra de vidrio. Utilícese siempre un tipo de cinta compatible con la clase de aislamiento que lleva el motor.

Generalmente para la confección de las bobinas se usa un molde ajustable el mismo que es calibrado de acuerdo a la necesidad y tamaño de la bobina, sean estas para un bobinado imbricado, o concéntrico, dicho molde puede verse en la figura 7.6.

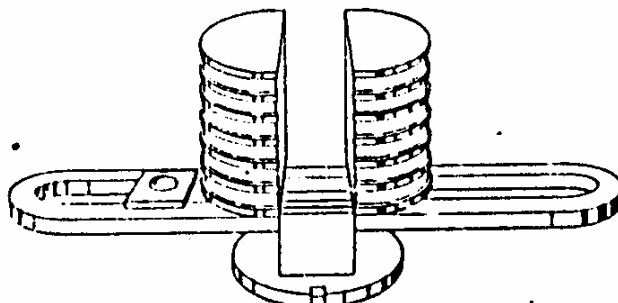


fig. 7.6 Molde para bobinado imbricado

Una vez realizado el grupo de bobinas antes de proceder a sacar el molde deben amarrarse las mismas para que al momento de extraerles del molde no se desparramen y se eche a perder el trabajo. Las bobinas realizadas para un grupo de bobinado imbricado pueden verse en la figura 7.7.

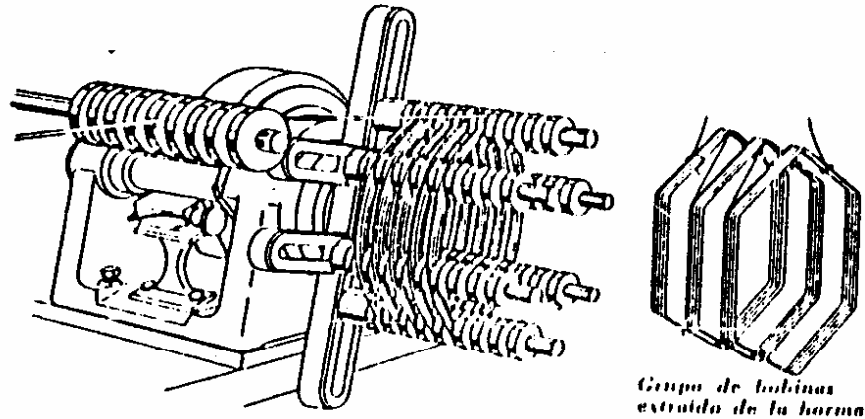


fig. 7.7 Grupo de bobinas para devanado imbricado

5. COLOCACION DE LAS BOBINAS EN LAS RANURAS

La colocación de las bobinas en sus respectivas ranuras requiere de pericia y mucho cuidado, generalmente se lo realiza introduciendo espira por espira en los motores que tienen ranuras semicerradas.

Cuando se trata de un bobinado imbricado, (aquel que se asemeja a una trenza) se procederá de la siguiente manera:

1. Se coge un grupo de bobinas y se aloja en el fondo de las ranuras un solo lado de las mismas, dejando libre el 2o. lado.
2. Se repite la operación hasta que la ranura correspondiente al 2o. lado de la 1a. ha sido ocupado en su parte inferior por otra bobina y así sucesivamente hasta completar el bobinado, lo expuesto anteriormente puede observarse en la figura 7.8.

Se procurará que los lados de bobina sobresalgan suficientemente por ambos extremos de las ranuras, a fin de evitar que los codos puedan presionar contra los bornes de estas.

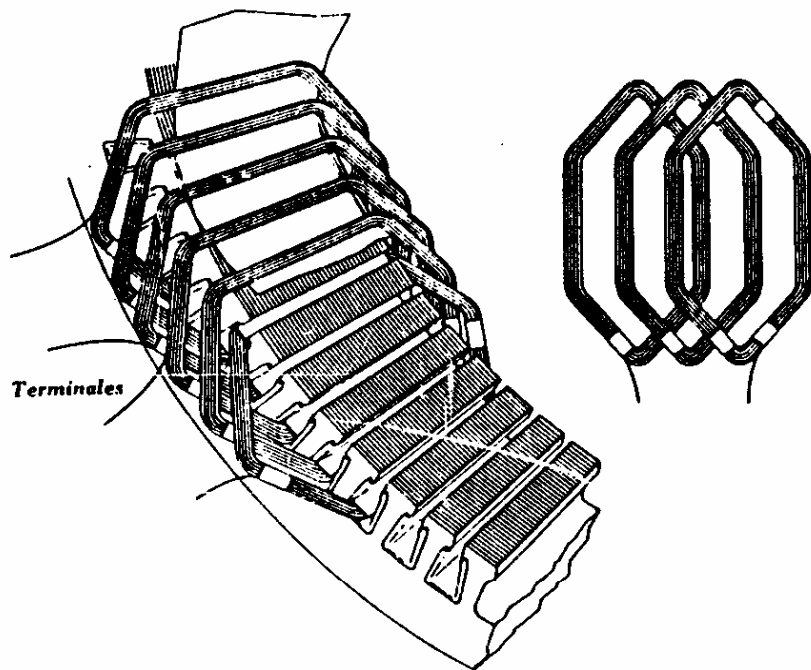


fig. 7.8 Bobinado imbricado en proceso de ejecución

Como se observa, con este tipo de devanado, llamado también de dos capas, cada bobina tiene un lado alojado en el fondo de una ranura (lado inferior) y el otro en la parte superior de otra ranura (lado superior), distanciada de la primera un número equivalente al paso del bobinado.

Puesto que los dos lados de bobina alojados en una misma ranura suelen pertenecer a una fase distinta, es preciso aislarlos convenientemente entre sí, para ello puede procederse de la manera indicada en la figura 7.9, aplicable tanto a ranuras abiertas como a semicerradas.

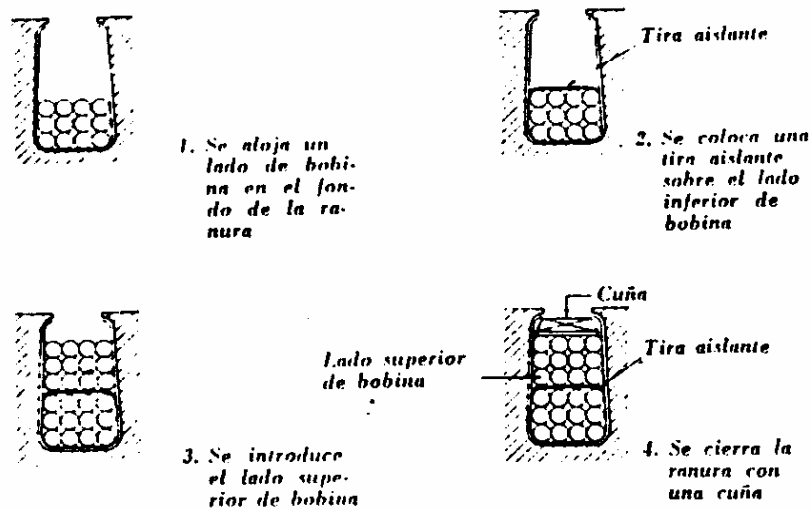


fig. 7.9

Una vez concluido el bobinado se procedera a aislar convenientemente entre grupos con papel prespan en forma de medias lunas con el mismo propósito al realizado entre bobinas de una misma ranura.

6. CONEXION DE LAS BOBINAS ENTRE SI

Lo veremos detenidamente al tratar las "Conexiones fundamentales de los motores trifásicos".

7. VERIFICACION ELECTRICA DEL NUEVO ARROLLAMIENTO

Lo veremos cuando estudiemos "Pruebas en los motores trifásicos".

8. SECADO Y BARNIZADO

Consúltese la unidad 4.

7.5 REPASO DE LA UNIDAD

- a. Los motores trifásicos se fabrican de las más diversas potencias desde fracción de HP hasta varios miles de HP; se fabrican con diversas características, sean estas para trabajar a dos tensiones distintas normalizadas, con elevado par de arranque; o par de arranque moderado o bien elevadas corrientes.
- b. Las partes componentes son similares al motor de fase partida.
- c. Los motores trifásicos funcionan bajo el principio de inducción electromagnética y por la combinación de dos campos magnéticos.
- d. Los pasos a seguirse para rebobinar un motor trifásico son los mismos que estudiamos para el motor de fase partida, pero lógicamente con ciertas modificaciones necesarias, debido principalmente al tipo de bobinado y formas de conexión.

7.6 CUESTIONARIO

1. Bajo qué principio funciona el motor trifásico?

2. Enumere las partes componentes de un motor trifásico
3. Cuáles son los pasos a seguirse para rebobinar un motor trifásico?
4. A qué se asemeja el bobinado imbricado de un motor trifásico? *A una trenza*
5. Cómo se debe introducir las bobinas en las ranuras en un bobinado imbricado?.

UNIDAD 8

CONEXIONES FUNDAMENTALES DE LOS MOTORES TRIFASICOS

OBJETIVO:

Esta unidad tiene el propósito de dar el conocimiento básico respecto a las conexiones de las bobinas y grupos de bobinas en un motor trifásico.

CONTENIDO:

- 8.1 Reglas fundamentales de los motores trifásicos
- 8.2 Ejemplo de aplicación de las 4 reglas fundamentales
- 8.3 *Conexiones entre grupos*
- 8.4 Conexión en estrella
- 8.5 Conexión en triángulo
- 8.6 Repaso de la unidad
- 8.7 Cuestionario

RECURSOS:

Láminas explicativas.

REGLAS FUNDAMENTALES DE LOS MOTORES TRIFASICOS

FASES

Casi todos los motores trifásicos están provistos de un arrollamiento estatórico de doble capa, es decir, con igual número de bobinas que de ranuras. Las bobinas van conectadas formando tres arrollamientos independientes llamados "Fases" las cuales se designan generalmente con las letras A, B y C (Fase A, Fase B y Fase C). Puesto que cada fase debe estar constituida por el mismo # de bobinas, éste será igual a un tercio del número total de bobinas existentes en el estator. En términos generales, la regla a aplicar es la siguiente:

REGLA 1:

Para determinar el número de bobinas por fase, se divide el número total de bobinas estatoricas por el número de fases del motor.

Ejemplo: en un motor trifásico provisto de 36 bobinas, habrá:

$$\frac{36 \text{ bobinas}}{3 \text{ fases}} = 12 \text{ bobinas por fase}$$

POLOS

Las bobinas de un motor trifásico están también conectadas de modo que en el estator del mismo se forme un determinado número de polos iguales, por consiguiente se tendrá:

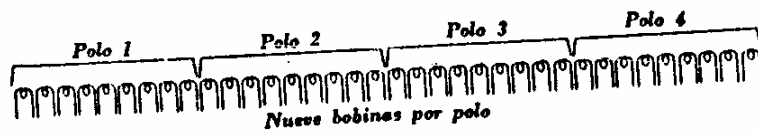
REGLA 2:

Para determinar el número de bobinas por polo, se divide el número total de bobinas estatóricas por el número de polos del motor.

Ejemplo: en un motor trifásico tetrapolar provisto de 36 bobinas entonces:

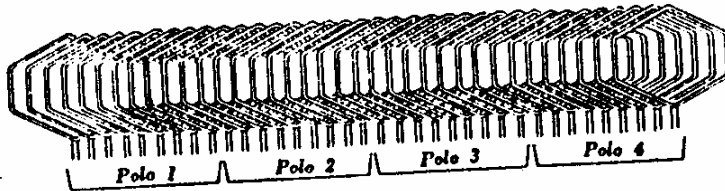
$$\frac{36 \text{ bobinas}}{4 \text{ polos}} = 9 \text{ bobinas por polo}$$

Esta distribución de bobinas es la representada esquemáticamente en la figura 8.1 a y b. Desarrollado el devanado sobre un plano.



Distribución de las bobinas entre los cuatro polos de un motor trifásico con 36 bobinas estáticas.

a)



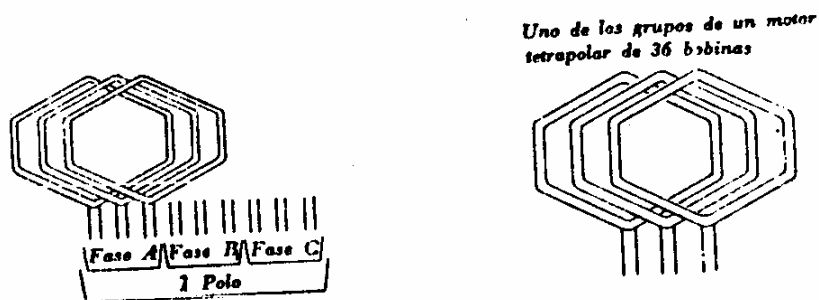
Aspecto verdadero de las bobinas en el esquema de la figura a.

b)

fig. 8.1

GRUPOS

Se llama grupo a cierto número de bobinas adyacentes conectadas en serie; en los motores trifásicos hay siempre tres grupos en cada polo; uno por fase de manera que un grupo es de la fase A, otro de la fase B y otro de la fase C. Entonces si un polo consta de 9 bobinas tendrá que haber 3 bobinas en cada grupo, a esta sección suele llamarse GRUPO DE POLO Y FASE, según se ve en la figura 8.2.



Subdivisión de los polos del motor de la figura 8.1 en 3 grupos, uno por fase. Cada grupo comprende 3 bobinas.

fig. 8.2 Grupos de bobinas.

Las bobinas de cualquier grupo van siempre conectadas en serie; las bobinas se conectan para formar el grupo cuando se devanan por separado; entonces se unirá el final de la 1a. bobina con el principio de la 2a., el final de la 2a. con el principio de la 3a., dejando libre el final de la 3a. bobina; el principio de la primera y el final de la última bobina deberán quedar libres como se ven en la figura 8.3

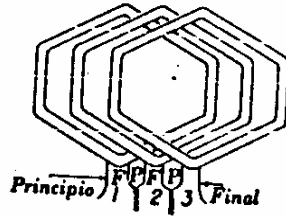


fig. 8.3 Bobinas devanadas por separado y unidas para formar un grupo

Cuando se ha devanado por el método de devanado múltiple el grupo queda formado para realizar las demás conexiones, según se ve en la figura 8.4.

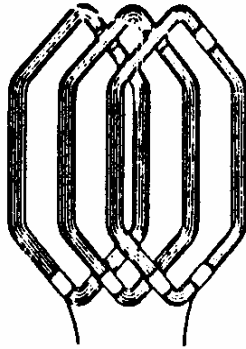


fig. 8.4 Grupo de bobinas devanadas por el método múltiple

Para poder conectar entre sí las bobinas estáticas de un motor polifásico es preciso determinar ante todo el número de grupos de que consta el arrollamiento. Se utiliza para ello la regla 3.

REGLA 3:

Para determinar el # de grupos de bobinas, se multiplica el # de polos por el # de fases del motor.

Ejemplo: En el motor trifásico que nos sirve de referencia habrá:

$$4 \text{ polos} \times 3 \text{ fases} = 12 \text{ grupos de bobinas.}$$

A continuación se calcula el número de bobinas de cada grupo por medio de la regla # 4.

REGLA 4:

Para determinar el número de bobinas por grupo, se divide el número total de bobinas del estator por el número de grupos.

Ejemplo: En el motor trifásico en referencia se tendrá:

$$\frac{36 \text{ bobinas}}{12 \text{ grupos}} = 3 \text{ bobinas por grupo}$$

Con el fin de aclarar en mejor forma lo dicho anteriormente ilustraremos con un ejemplo.

8.2 EJEMPLO DE APLICACION DE LAS 4 REGLAS FUNDAMENTALES

En un motor trifásico con 48 ranuras, 48 bobinas, 4 polos, encontrar:

- a. # de bobinas por fase
- b. # de bobinas por polo
- c. # de grupos
- d. # de bobinas por grupo

DESARROLLO

$$a. \quad \# \text{ bob/fase} = \frac{\# \text{ bobinas}}{\# \text{ fases}} = \frac{48}{3} = 16 \text{ bob/fase}$$

$$b. \quad \# \text{ bob/polo} = \frac{\# \text{ bobinas}}{\# \text{ polos}} = \frac{48}{4} = 12 \text{ bob/polo}$$

$$c. \quad \# \text{ grupos} = \# \text{ polos} \times \# \text{ fases} = 4 \times 3 = 12 \text{ grupos}$$

$$d. \quad \# \text{ bob/grupo} = \frac{\# \text{ bobinas}}{\# \text{ grupos}} = \frac{48}{12} = 4 \text{ bob/grupo}$$

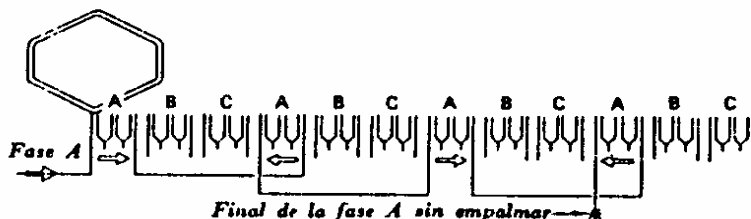
Concluidos los cálculos se proced a distribuir de la siguiente forma:

ABC	ABC	ABC	ABC
444	444	444	444

8.3 CONEXIONES ENTRE GRUPOS

Supongamos que se ha realizado los cálculos anteriores y se ha introducido todas las bobinas en el estator, ahora nos queda conectar los grupos respectivos para que el motor funcione, entonces:

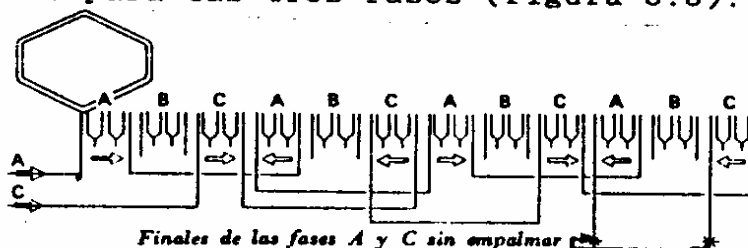
1. Se conectan entre sí todos los grupos que pertenecen a la fase A (fig. 8.5). La conexión debe efectuarse de tal manera que por el primer grupo la corriente circule en el sentido de las manecillas del reloj, por el segundo en sentido contrario, por el tercero nuevamente en el sentido de las agujas del reloj, y así sucesivamente, de esta manera se obtendrán polaridades alternadas en los grupos. Quedará entonces un principio de fase y un final de la misma fase, a estos terminales se empalmarán conductores flexibles que salen fuera del motor.



Conexión de los grupos que componen la fase A.

fig. 8.5

2. Se conectan los grupos de la fase C, exactamente igual que los de la fase A. El primer grupo de la fase B ha sido intencionalmente saltado con el objeto de que la ejecución del conexionado entre grupos pueda ser idéntico para las tres fases (figura 8.6).



Los grupos de la fase C se conectan igual que los de la fase A y antes que los de la fase B.

fig. 8.6

3. Finalmente, se conectan los grupos de la fase B del mismo modo que se ha procedido con los de la fase A y C, pero empezando por el segundo de dicha fase, es decir, el quinto a partir del principio (figura 8.7).

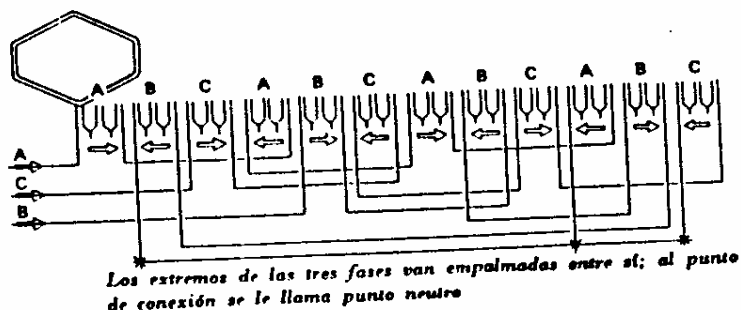
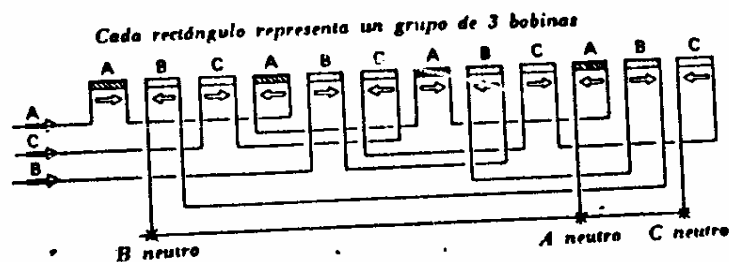


fig. 8.7 Conexión de los grupos de las 3 fases

Gracias a este artificio, llamado "conexión de grupo saltado", las flechas representativas del sentido de circulación de corriente que figuran debajo de cada grupo señalan sucesivamente direcciones opuestas. Este es uno de los métodos que permiten comprobar si la polaridad de cada grupo es correcta.

NOTA: La conexión entre grupos puede realizarse también por "grupo seguido", siempre y cuando se cumpla las condiciones de alternabilidad entre grupos y además debe cumplirse que entre principios de las fases deben quedar defasados 120 grados eléctricos de igual modo entre finales.

Con el fin de simplificar el esquema suele emplearse el diagrama de cuadros o sea los grupos de bobinas se sustituyen por un pequeño rectángulo (figura 8.8).



Esquema lineal idéntico al de la figura 8.7 en el que cada grupo de bobinas está substituido por un pequeño rectángulo, con objeto de simplificar.

fig. 8.8 Diagrama de cuadros de un motor trifásico

En vez de utilizar el esquema lineal en muchas ocasiones se emplea un diagrama circular como el de la figura 8.9

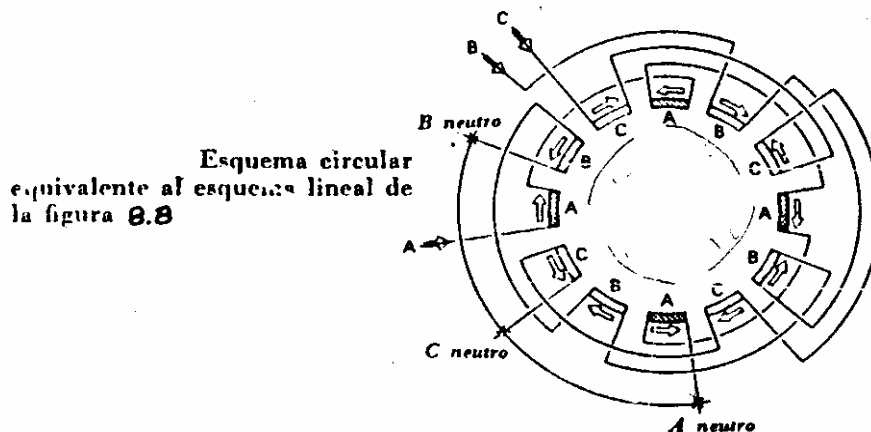


fig. 8.9 Diagrama circular de un motor trifásico

Todo depende de la facilidad con que pueda operar el técnico que está involucrado en el trabajo para que elija uno u otro procedimiento.

En todos los esquemas anteriores se ha supuesto el mismo sentido de corriente a la entrada (alimentación) de cada una de las 3 fases como indican las flechas representadas junto a las designaciones A, B y C. En realidad, la corriente entra en un momento dado por una de estas fases y sale por las otras dos, para entrar un instante después por otras dos fases y salir por la tercera, según un ciclo rotativo. El sentido ficticio (las tres flechas señalando hacia adentro) atribuido a las corrientes en dichos esquemas tiene por objeto facilitar la verificación del conexionado en motores trifásicos. Obsérvese a este respecto que las flechas correspondientes a los grupos de la fase intermedia B son siempre de sentido contrario a las de los grupos A y C contiguos.

Terminada la operación tendremos entonces seis terminales con los cuales podemos realizar la conexión del motor sea este en estrella o triángulo.

8.4 CONEXION EN ESTRELLA

Para realizar esta operación basta con puentear los finales de las tres fases a un punto neutro y dejando los principios para la alimentación (figura 8.10) o viceversa. Cuando salen los 6 terminales la operación se hará luego de armado el motor, de lo contrario el punto neutro quedará en el interior del motor dejando unicamente fuera del mismo los de alimentación.

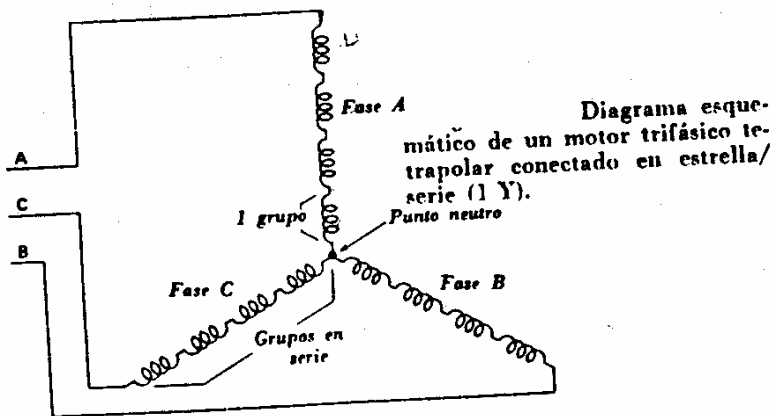


fig. 8.10 Conexión estrella de un motor trifásico

8.5 CONEXION EN TRIANGULO

En la conexión en triángulo, el final de cada fase va unido al principio de la siguiente, de modo que si se sigue el circuito formado, empezando por ejemplo por el principio de la fase A, se llega de nuevo al punto de partida tras haber recorrido íntegra y sucesivamente las fase A, C y B (figura 8.11).

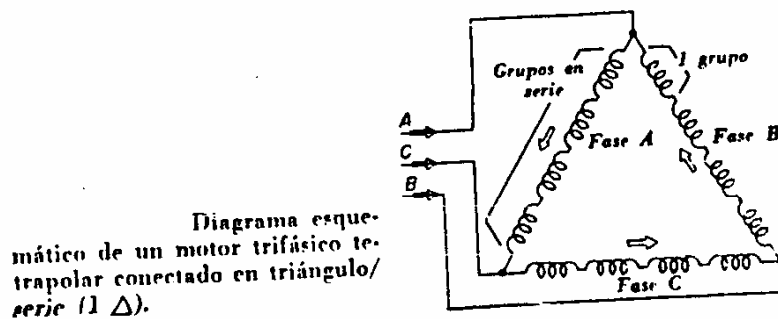
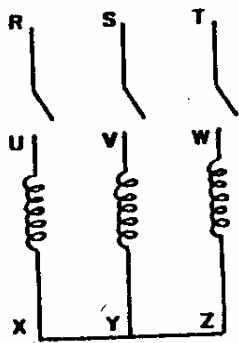
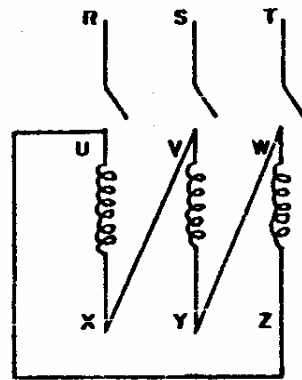


fig. 8.11 conexión triángulo de un motor trifásico

Cuando en un motor salen los 6 terminales generalmente los principios y finales se identifican con letras del alfabeto a los principios de fase se los designa con las letras U, V y W; y, a los finales con X, Y y Z, los diagramas unifilares pueden verse en la figura 8.12



CONEXION ESTRELLA



CONEXION TRIANGULO

fig. 8.12 Diagrama unifilar de conexión de un motor trifásico

8.6 REPASO DE LA UNIDAD

a. Las cuatro reglas fundamentales de los motores trifásicos son:

$$\text{REGLA 1: No. de bobinas por fase} = \frac{\text{No. total de bobinas}}{\text{No. de fases}}$$

$$\text{REGLA 2: No. de bobinas por polo} = \frac{\text{No. total de bobinas}}{\text{No. de polos}}$$

$$\text{REGLA 3: No. de grupos} = \text{No. de fases} \times \text{No. de polos}$$

$$\text{REGLA 4: No. de bobinas por grupo} = \frac{\text{No. total de bobinas}}{\text{No. de grupos}}$$

b. Las conexiones entre grupos se realiza de tal manera que nos den polaridades alternadas.

- c. La corriente que ingresa al motor entra por una fase y sale por las otras dos, el siguiente instante entra por la otra fase y sale por las otras dos; y, así sucesivamente 60 veces por segundo, según la frecuencia de nuestro país.

8.7 CUESTIONARIO

1. A qué se llama grupo?
2. Cómo está conformado un polo?
3. Cómo se conectan los grupos de la fase?
4. A qué se llama conexión de grupo salteado?
5. Cómo se realiza la conexión triángulo?
6. Cómo se realiza la conexión estrella?