

CAPACITORES EN MOTORES ELÉCTRICOS MONOFÁSICOS

Dos conductores cargados eléctricamente separados por un aislador se dice que forman un capacitor. Estas cargas de origen eléctrico son de igual magnitud pero de signos opuestos. Se forma un campo eléctrico "E" entre los dos conductores que es proporcional a la magnitud de la carga, y por lo tanto la diferencia de potencial (o voltaje) ente los dos conductores es también proporcional a esa carga (Q).

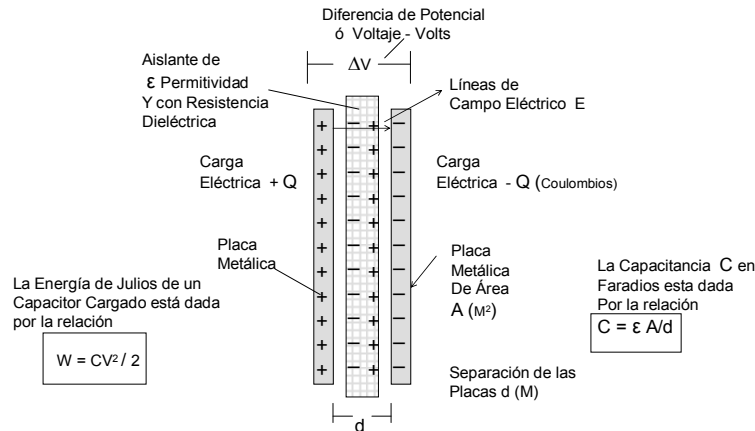
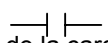


Fig # 1 Capacitor de Placas Paralelas

El capacitor más común consiste en dos placas paralelas separadas una distancia muy pequeña comparada con sus dimensiones lineales, ver Fig. #1. en los diagramas se representa . Se define como su Capacitancia "C" en Faradios (en honor a Michael Faraday), a la relación de la carga eléctrica de las placas en Coulombios a su diferencia de Potencial (voltios). $C = Q/V$, y se demuestra también que (en el sistema MKSC)

$$C = \epsilon A/d, \text{ en donde}$$

}

ε Permittividad Eléctrica $C^2N^{-1}m^{-2}$
ó capacidad específica de inducción

A Área de las placas paralelas m^2

d Separación de las placas paralelas

(Nota: el Faradio es una unidad sumamente grande por lo que se utiliza el microfaradio μF)
También se demuestra que la energía (en Julios) de un capacitor está dada por la relación:

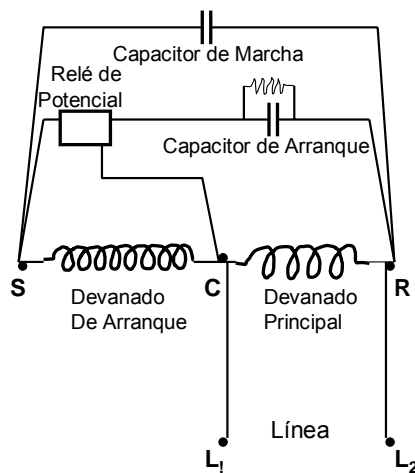
$$W = CV^2/2$$

Los capacitores tienen muchas diversas aplicaciones en circuitos eléctricos, en el campo de la refrigeración y del aire acondicionado, en los motores de compresores, ventiladores, etc. En los motores monofásicos para mejorar su arranque, eficiencia, ruido y factor de potencia, en los trifásicos mejorando, su eficiencia y factor de potencia, reflejándose en una reducción del consumo y costo eléctrico importantes.

En este artículo revisaremos en principio la aplicación de los capacitores en los motores monofásicos para los compresores de refrigeración y aire acondicionado

CAPACITORES PARA EL ARRANQUE DEL MOTOR MONOFÁSICO.

Llamados simplemente “Capacitores de Arranque”, se usa para mejorar el arranque de los motores monofásicos. El motor monofásico de inducción por su naturaleza solo tiene una fase y un devanado para su operación, este produce un campo magnético del tipo oscilatorio que no hace posible su inducción al rotor en una forma rotatoria, por lo que no puede hacerlo girar. Por lo tanto es necesario crear un medio auxiliar para iniciar el movimiento del rotor esto se logra con un devanado auxiliar de arranque. Este devanado se caracteriza por tener su alambre magneto una alta resistencia eléctrica y es de diámetro delgado y de muchas vueltas, comparado con el devanado de marcha u operación que es de baja resistencia, y de menor número de vueltas, logrando con esto un desfaseamiento eléctrico y físico, ya que las impedancias de los dos devanados es diferente. Estos dos campos magnéticos desfaseados son de origen oscilatorio, que sumados eléctricamente causan un campo de naturaleza rotatorio, que hacen mover el rotor. El Capacitor de Arranque crea un desfaseamiento aún mayor que causa que las características de arranque (el par) se mejoren notablemente. Los motores aplicados a compresores para refrigeración (en los que su relación de compresión es alta) debido al alto par, siempre es requerido el capacitor de arranque. Para ventiladores (de bajo par de arranque), y en compresores para aire acondicionado, en que la relación de compresión es baja, por lo general el capacitor de arranque no es requerido (motor con capacitor de marcha permanente, “Permanente Split Capacitor Motor”). En motores de alta eficiencia es necesario desconectar el devanado de arranque y el capacitor de arranque una vez que el motor alcance su velocidad, ya que mantenerlos operando nos causaría pérdidas. Su utilización es de forma intermitente, el devanado de arranque y el capacitor se desconectan mediante un Relé de potencial o de corriente, a medida que el rotor aumenta su velocidad crea su propia reacción magnética de armadura, induciendo en el devanado de arranque y de marcha, el voltaje de corte requerido para el Relé de potencial actúe para desconectar el devanado y el capacitor de arranque. La carga eléctrica almacenada en el capacitor se descarga a través de los contactos del Relé ocasionando que estos se flameen y se dañen. Para evitar estas situaciones se conecta en paralelo en las terminales del capacitor de arranque una resistencia de 15000 a 18000 Ohms, para que el capacitor se descargue a través de este, y evitar el daño a los contactos del Relé..



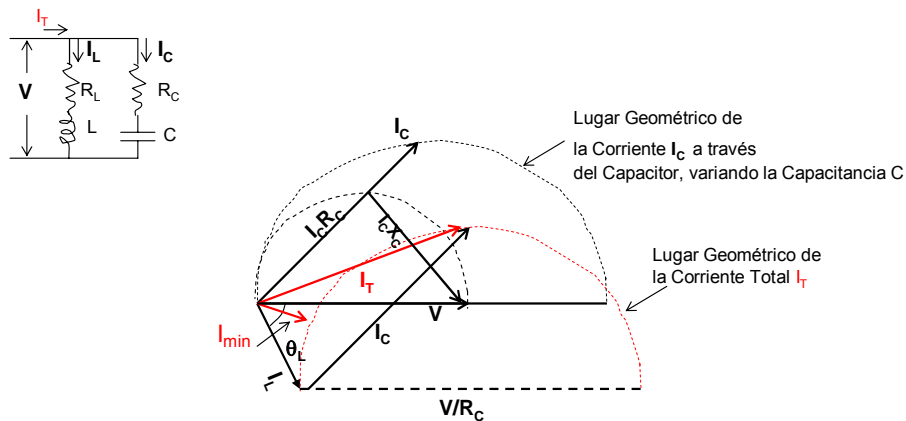
**Fig 2 Diagrama Eléctrico de un Motor de Compresor
Con Capacitor de Arranque y Capacitor de Marcha
(CSCR Capacitor Start – Capacitor Run)**

Una vez desconectados el Capacitor de Marcha y el devanado de arranque, el rotor del motor continua operando, ya que el mismo crea un campo magnético en cuadratura con el campo del devanado principal, que combinados permiten al motor su operación normal.

El capacitor de marcha por lo general es del tipo electrolítico, para obtener una alta capacitancia requerida.

CAPACITORES DE MARCHA

El capacitor de marcha es usado en los motores para mejorar su eficiencia, disminuir la corriente de operación, disminuir el ruido y mejorar el factor de potencia.



I_{Min} Es la Corriente Mínima total con el Capacitor de marcha adecuado, prácticamente con el Factor de Potencia Unitario.
 En la selección del Capacitor de Marcha, se busca que funcione con la corriente mínima
 Cuando R_C es Cero o muy pequeña, la corriente mínima ocurre a Factor de Potencia unitario, (que es la situación de Resonancia)

Fig # 3 Lugar Geométrico de la Variación de la Corriente Resultante I_T cuando se varía la Capacitancia del Capacitor de Marcha

El capacitor de marcha a diferencia del de arranque que opera en forma intermitente, es que este opera todo el tiempo. La Capacitancia debe determinada para cada motor y aplicación y obtener el consumo mínimo posible de corriente (amperes). Los diagrama de la Fig. 3 y 4 nos muestran la variación de corriente eléctrica total del motor en operación V/S la Capacitancia. La fig 3 es un diagrama vectorial los círculos son los lugares geométricos de la corriente a través del capacitor y la corriente total del motor. Como se puede observar se tiene una gran variación en el consumo de corriente simplemente variando la capacitancia. Si en un motor en determinada condición se especifica una capacitor de marcha con una capacitancia de 40 microfaradios tomará 4.0 amperios Fig. 4, si alguien cambia el capacitor de marcha por uno de 30.0 microfaradios, el compresor consumirá 6.2 amperios, el motor se calentará y se quemará, y además el consumo eléctrico se aumentará

Analizando un poco mas la figura 3, se observa que la mínima corriente corresponde a la corriente con un factor de potencia igual a la unidad, esto sucede solamente cuando al resistencia eléctrica del capacitor es cero que es prácticamente todos los casos. Es importante no alterar el valor de la capacitancia especificada de los capacitores, y muy en particular del capacitor de marcha, ya que colocar un capacitor con un valor de capacitancia arriba o por debajo de la

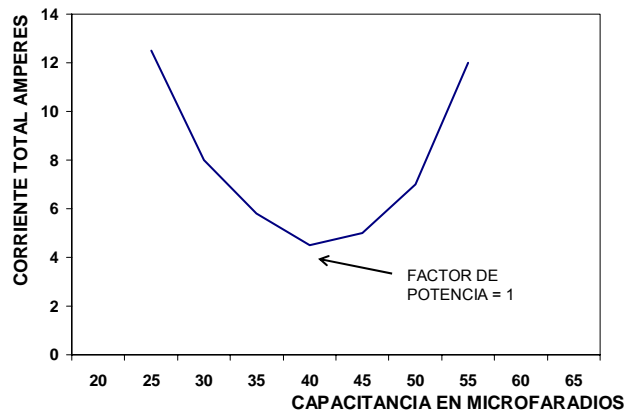


Fig. 4 CAPACITOR DE MARCHA

especificada, ya que ambos casos causan una elevación en el consumo de corriente y con seguridad causará una quemadura en el motor, ver Fig. 4.

En relación al Voltaje (Volts) especificado en los capacitores, normalmente difiere por mucho del voltaje de la línea de alimentación. Como ejemplo supongamos que la alimentación al motor es 220 V, y un capacitor pudiese ser 420 Volts. Lo que sucede es que el rotor del motor al girar, induce en los devanados de marcha la Fuerza Contra Electromotriz que se opone al voltaje principal controlando la corriente y voltaje de operación (Voltaje de Operación = Voltaje de alimentación – Fuerza Contra Electromotriz). Induce un voltaje muy alto en el devanado de arranque, proporcional al número de vueltas del alambre magneto (que como indicamos anteriormente son muchas), y que en este caso en particular sería aproximadamente del orden de 400 Volts, Es esta razón por la cual los capacitores se especifican a un voltaje superior, y que es igual a la suma eléctrica de los voltajes inducidos en los devanados de arranque y de marcha.

Usar un capacitor con el voltaje menor al especificado, ocurren dos situaciones:

A.- La de exponer el material del dieléctrico del capacitor a un campo eléctrico que no puede soportar, muy fuerte, sobrepasando su resistencia dieléctrica ocasionando un corto circuito dañándolo permanentemente, con el riesgo de dañar también el motor del compresor.

B.- En la fórmula de la energía de un capacitor $W = CV^2 / 2$, esta energía va y viene en el capacitor (proporcional al voltaje al cuadrado), a factor de potencia unitario (las corrientes reactivas del capacitor y en los devanados son iguales), esta energía se intercambia en el devanado de marcha del motor y viceversa. Al reducir el voltaje especificado se sobrecarga de energía el capacitor, ocasionando que se dañe o se queme.

Un capacitor con el voltaje más alto que el especificado solo requeriría un dieléctrico de mayor capacidad específica de inducción (ϵ), que sería mucho más costoso

La capacitancia (Microfaradios) no se afecta al variar el voltaje, la rige la fórmula. $C = \epsilon A/d$ que es función del material del dieléctrico y dimensiones del capacitor.

Por Ing. Javier Ortega C
28 de Abril de 2005