

Instituto Politécnico

Universidad Nacional de Rosario Universidad Nacional de

UNIDAD 5: Motor de Inducción Monofásico

Accionamientos
Electromecánicos

5º Año

Cód. 21506-19

Felipe de la Torre



Dpto. de Electrotecnia

Masterización: RECURSOS PEDAGÓGICOS



Contenidos

Contenidos	1
Introducción	2
Elementos constitutivos	4
Principio de funcionamiento.....	6
Arranque.....	13
¿Motor de inducción trifásico o monofásico?.....	16
Bibliografía.....	17
Libros	17
Sitios WEB	17

Motor de inducción monofásico

Accionamientos Electromecánicos

Introducción

Existe una versión del motor de inducción que funciona con una alimentación monofásica. Este tipo de motor suele utilizarse en máquinas de herramientas como los taladros de banco o sierras de banco, ventiladores, sopladores, mezcladoras, bombas de agua, compresores de heladeras y aires acondicionados. Suelen ser motores de una potencia menor a 1 CV.



Sierra de banco



Bomba pileta



Compresor heladera



Mezcladora



Soplador



Ventilador



Taladro de banco



Aire acondicionado

Video recomendado para ver antes y después de finalizar la lectura (están en inglés):

https://www.youtube.com/watch?v=awrUxv7B-a8&list=PLmaJFeIXaF_5aZdLWauYzKcwgkoUJyV7M&index=4&t=3s

Del siguiente ver sólo minutos 1:22 a 2:36:

https://www.youtube.com/watch?v=jNWIWzFzHi4&list=PLmaJFeIXaF_5aZdLWauYzKcwgkoUJyV7M&index=3&t=0s

Motor de inducción monofásico

Accionamientos Electromecánicos

Elementos constitutivos

El motor de inducción monofásico es similar al trifásico con algunas diferencias. Posee un **estator** en el que se alojan 2 bobinas. La **bobina principal** y la **bobina auxiliar**. La bobina principal y la auxiliar están desfasadas 90° en el espacio. Esta es una primera diferencia con respecto al motor trifásico de inducción que tiene 3 bobinados, uno para cada fase.

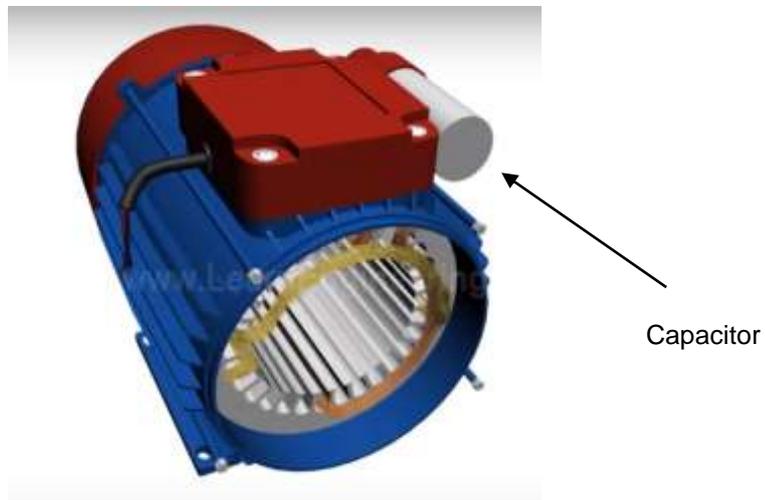


Por otro lado, el motor de inducción monofásico, posee un **rotor** jaula de ardilla idéntico al del motor de inducción trifásico:





El último elemento importante, que difiere del motor trifásico, es el capacitor:



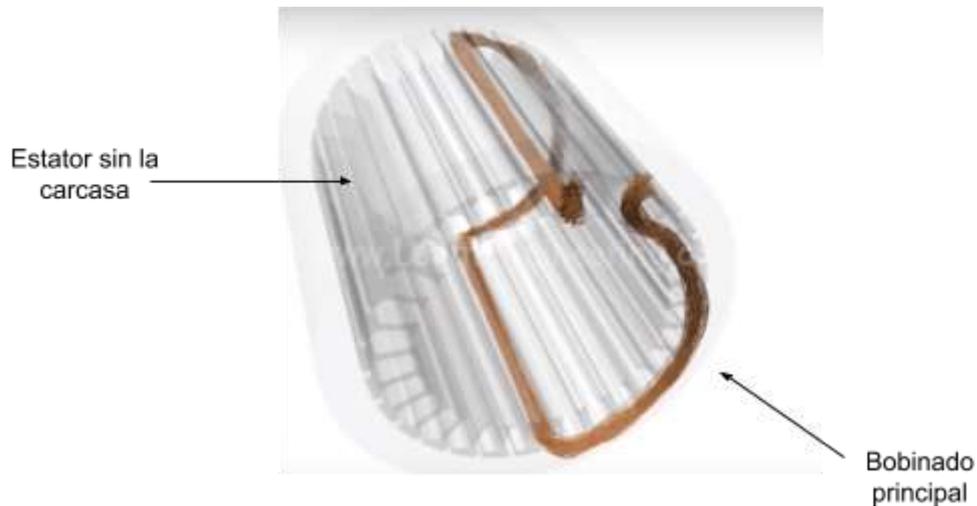
Ejemplo de capacitor

Motor de inducción monofásico

Accionamientos Electromecánicos

Principio de funcionamiento

Para entender cómo funciona el motor de inducción monofásico pensemos que sólo tenemos el **bobinado principal** en el estator, por el momento no consideramos el auxiliar.

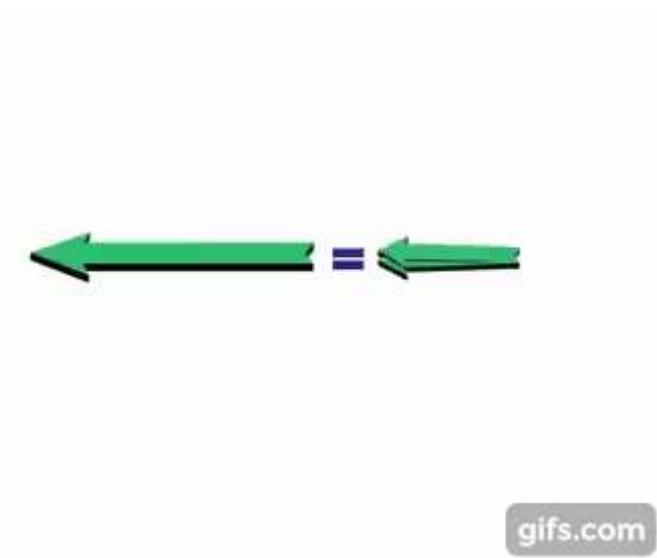


Este bobinado se conecta a una **fuentes de tensión monofásica**, como puede ser los 220V que tenemos en la pared de nuestras casas. Como vimos en la “Unidad 2: Transformadores”, al circular una corriente alterna por el bobinado se generará un campo magnético variable como se observa en el siguiente GIF:

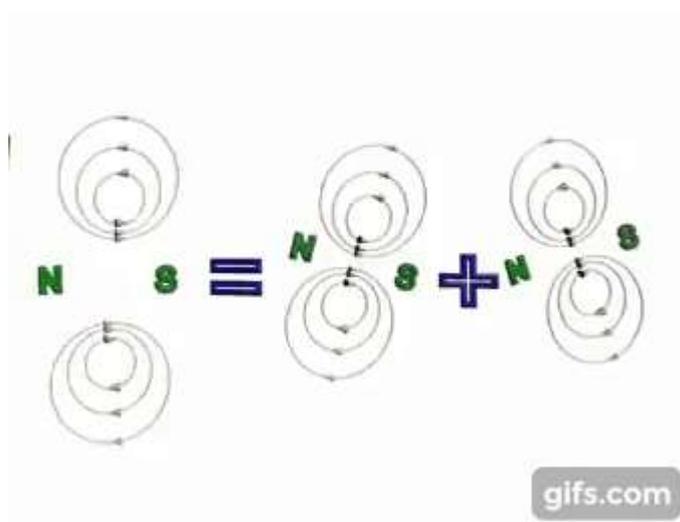




El **campo magnético no es giratorio**, sino que tiene una dirección constante y su sentido varía alternadamente. Este campo **puede ser pensado** como la suma de dos campos magnéticos giratorios que giran en distinto sentido. Veamos esto en el siguiente ejemplo que muestra el GIF:



En el GIF no se aprecia perfectamente, pero uno de los vectores gira en sentido horario y el otro en sentido anti horario todo el tiempo. En este otro GIF puede apreciarse de otra forma:



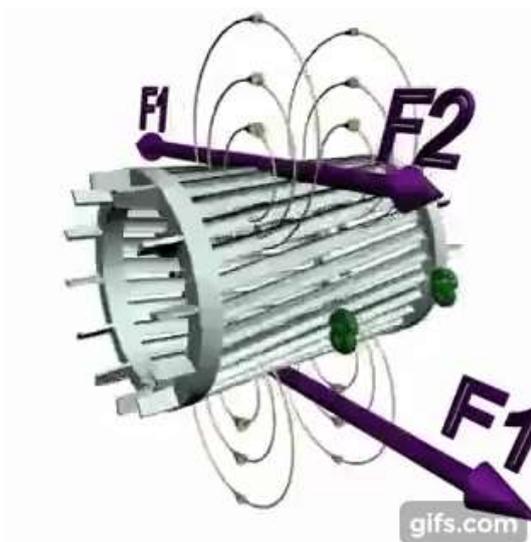
Motor de inducción monofásico

Accionamientos Electromecánicos

Ahora si pensamos que dentro del motor en vez de haber un sólo campo magnético tenemos dos campos magnéticos que giran en sentido opuesto, se van a inducir fems en las barras del rotor (Ley de Faraday) y esto induce corrientes. Estas corrientes interactúan con los campos magnéticos generados **fuerzas** sobre las barras del rotor. Es lo mismo que ocurría en el motor de inducción **trifásico**, como se recuerda en el siguiente GIF:



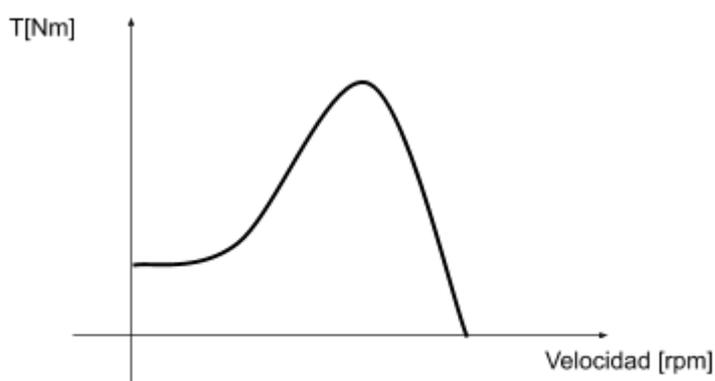
La diferencia es que ahora se tienen dos campos magnéticos giratorios como se observa en este GIF:





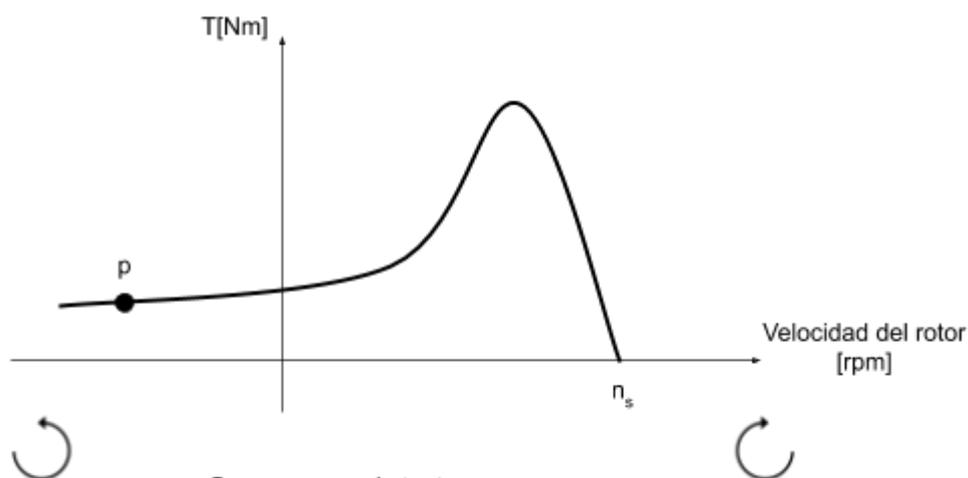
Un campo magnético genera la fuerza F_1 y el otro la fuerza F_2 . La suma de todas las fuerzas multiplicadas por el radio del rotor nos da el **torque del motor**.

Antes de analizar cómo es este torque recordemos que cuando tenemos un sólo campo magnético giratorio (como en el motor de inducción trifásico) la curva torque vs velocidad es la siguiente:



Curva torque vs velocidad del motor trifásico

En realidad, esta curva continua para valores negativos de velocidad (que el rotor esté girando en sentido contrario):



Curva completa torque vs velocidad del motor trifásico

Como vemos en la gráfica, definimos **velocidad positiva** cuando el rotor gira en **sentido horario** y **velocidad negativa** cuando lo hace en **sentido anti horario**. La velocidad sincrónica (n_s) es la velocidad a la que gira el campo magnético, como vemos en la gráfica es en sentido horario.

Motor de inducción monofásico

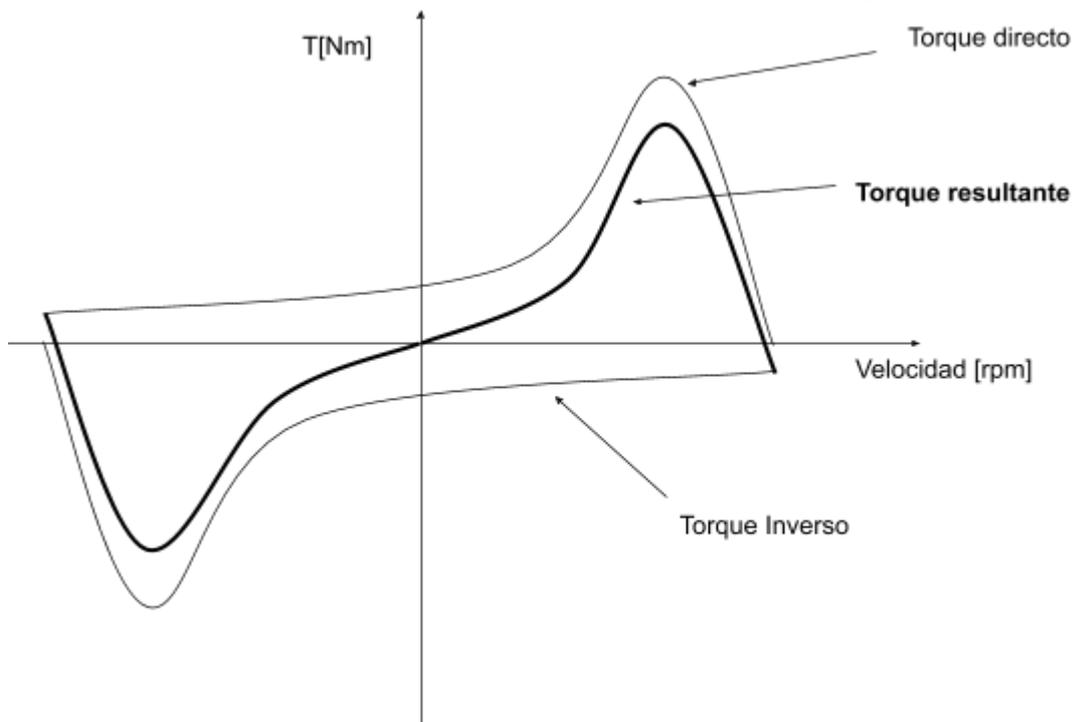
Accionamientos Electromecánicos

En la gráfica se observa que para cualquier valor de velocidad el torque es positivo. **Esto indica que el torque siempre intenta hacer girar al rotor en sentido horario, o sea en el mismo sentido al que gira el campo magnético.**

¿Qué significa que el motor esté en el “punto p”? En este punto el rotor está girando en sentido anti horario. Supongamos que se llegó a esta situación de forma manual, por medio de una fuerza externa se hizo girar al rotor en sentido anti horario. Como vemos en la gráfica en el “punto p” el torque es positivo, por lo tanto, el motor está generando un torque que intenta que el rotor gire en sentido horario (sentido contrario al que se lo impulsó manualmente). ¿Qué ocurrirá entonces? El rotor se frenará progresivamente, llegará a la velocidad cero y luego comenzará a incrementar su velocidad de forma positiva.

Como conclusión podemos decir que el campo magnético giratorio genera un torque que intenta que el motor gire en el mismo sentido que gira el campo magnético. En otras palabras, el campo magnético giratorio “arrastra” al rotor.

En el caso del motor de inducción monofásico tenemos dos campos magnéticos giratorios en sentido contrario, la curva torque velocidad será la siguiente:



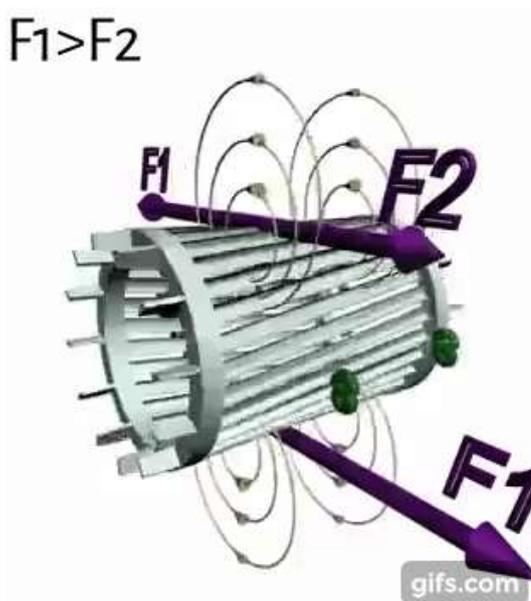
Curva torque vs velocidad del motor monofásico



Cada campo magnético genera un torque (torque directo y torque inverso). Cada torque intenta que el rotor gire en el mismo sentido que gira su campo magnético. Recordemos que estos dos campos magnéticos giratorios surgen de descomponer el campo magnético real en dos. Por lo tanto, para obtener el **torque real o resultante** debemos sumar la curva de torque directo y la de torque inverso.

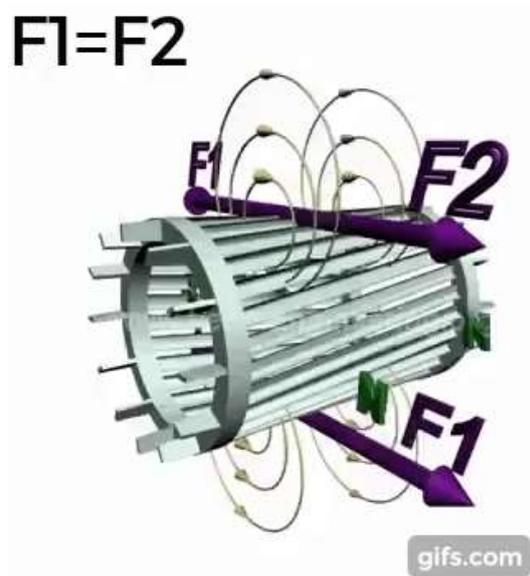
Esta curva de torque resultante nos indica que si por algún motivo se hace girar el rotor en sentido horario (velocidad positiva) el motor genera un torque que hace girar al rotor en ese mismo sentido. Si hacemos girar el rotor en sentido anti horario (velocidad negativa), el motor genera un torque que hace girar al rotor en ese mismo sentido.

Volviendo a uno de los GIF anteriores, dependiendo del sentido en que se haga girar el rotor una de las dos fuerzas será mayor:



Por otro lado, vemos que si el rotor está detenido (velocidad cero) el torque resultante es nulo. **Por lo tanto, el motor no puede arrancar por sí sólo.** Simplemente va a vibrar como se ve en este GIF:

$$F1 = F2$$

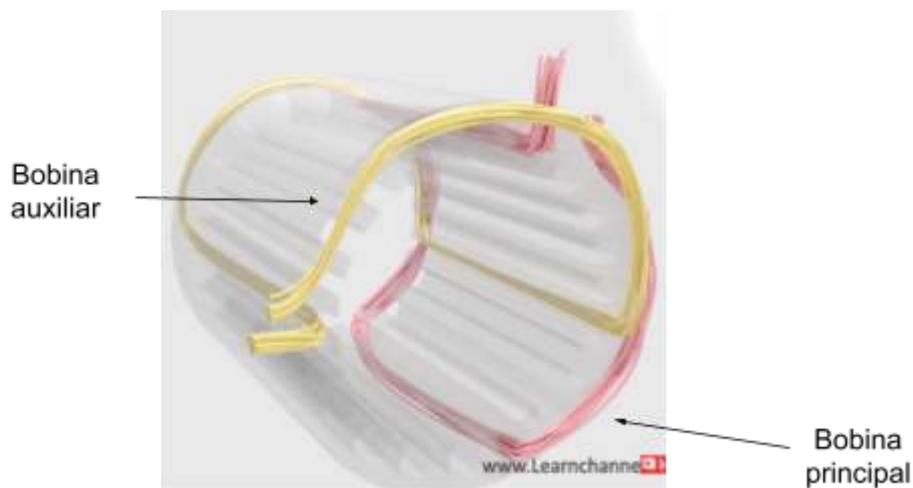




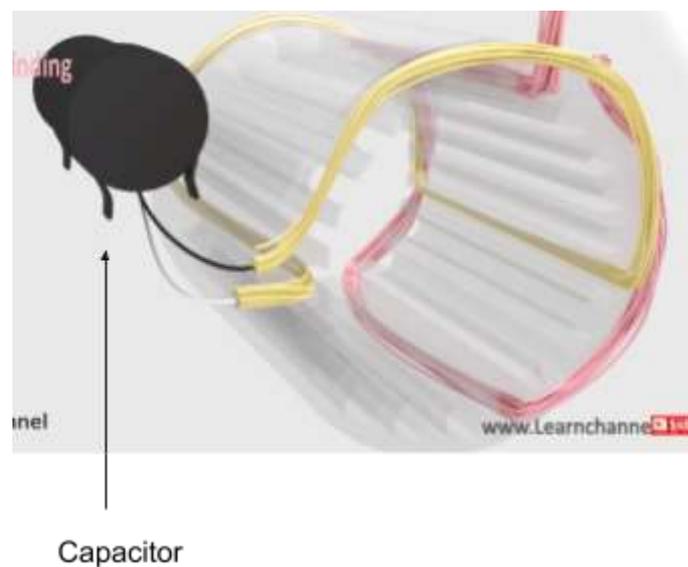
Arranque

La pregunta obvia es cómo se hace para arrancar al motor monofásico de inducción. Para resolver esta cuestión entran en juego el **bobinado auxiliar** y el **capacitor**. El objetivo es crear un **único campo magnético giratorio**. Si esto se logra, existiría un torque de arranque como ocurre con los motores trifásicos.

Veamos cómo hacerlo: la bobina auxiliar está desfasada 90° de la bobina principal.



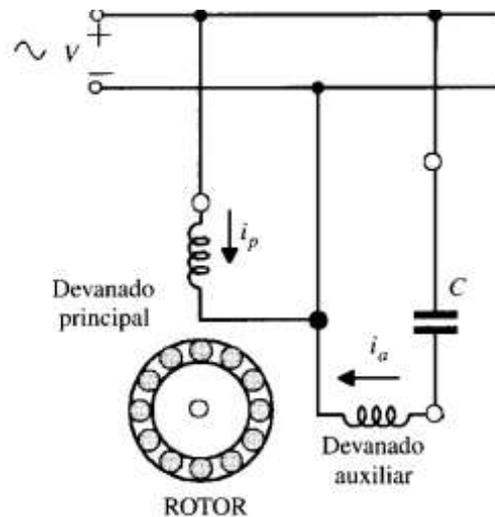
Se conecta el **capacitor** en serie a la bobina auxiliar:



Motor de inducción monofásico

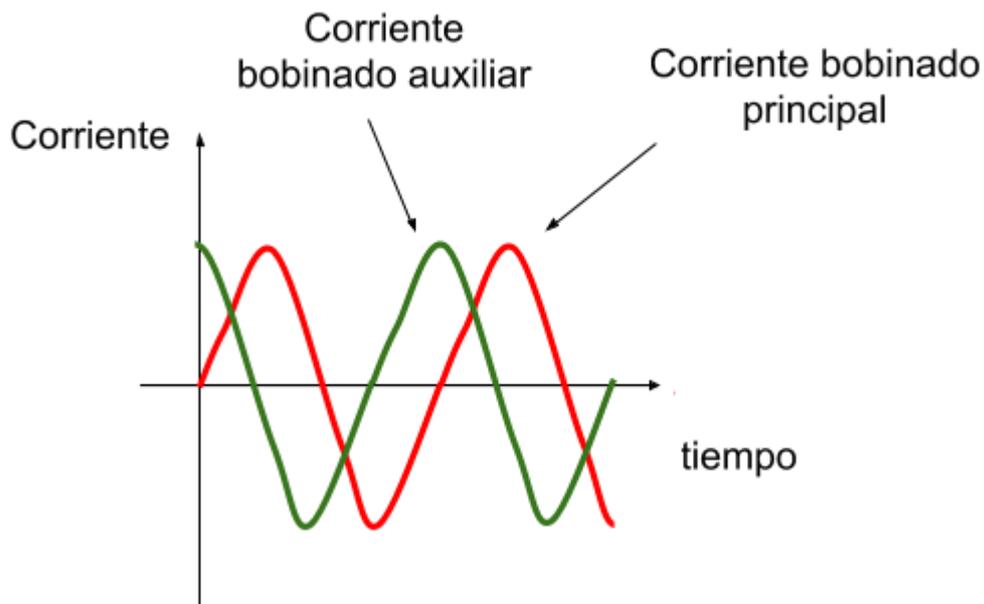
Accionamientos Electromecánicos

Ambas bobinas son conectadas a la misma **fuerza de tensión alterna monofásica**. Vemos un esquema de conexión:



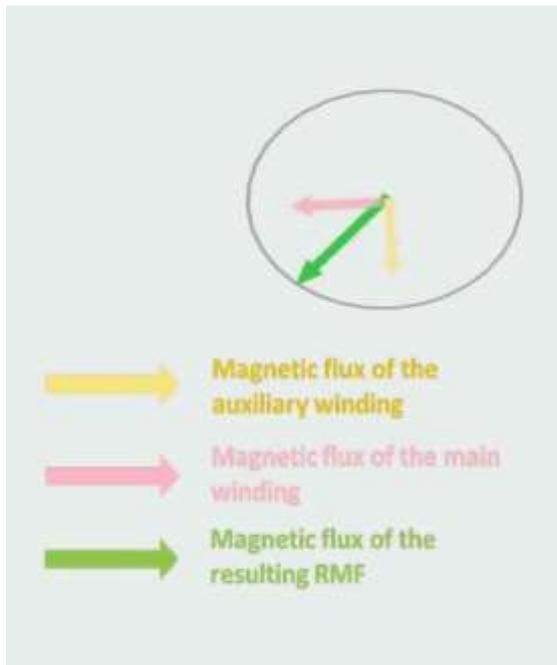
Esquema de conexión

Si recordamos, el capacitor adelanta 90° la corriente eléctrica. Entonces, la corriente que circula por la bobina auxiliar está 90° adelantada con respecto a la corriente que circula por la bobina principal.





Cada una de estas corrientes generan un campo magnético variable y la suma de estos dos campos magnéticos forma un **campo magnético giratorio**. Esto se puede ver en el siguiente GIF:



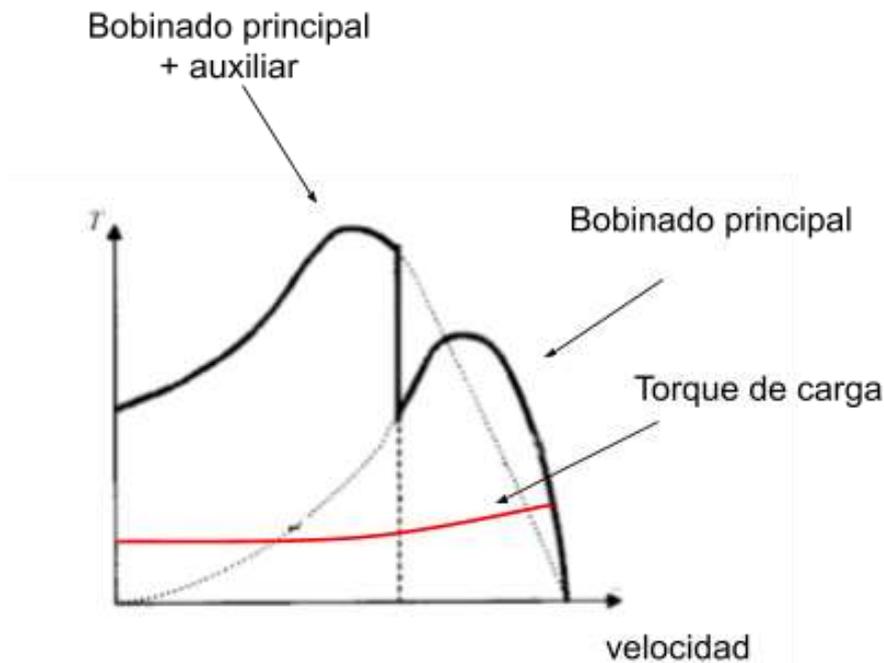
- ← Campo magnético bobina auxiliar
- ← Campo magnético bobina principal
- ← Campo magnético giratorio resultante

Como consecuencia de la existencia de este campo magnético giratorio el motor monofásico puede arrancar de la misma forma que lo hace el motor trifásico. Una vez que el motor tome cierta velocidad, el bobinado auxiliar junto con el capacitor pueden ser desconectado de forma automática, ya que como vimos anteriormente una vez que el rotor adquiere velocidad el motor es capaz de generar un torque.

La curva torque vs velocidad tiene la siguiente forma:

Motor de inducción monofásico

Accionamientos Electromecánicos



¿Motor de inducción trifásico o monofásico?

¿Cuándo se utiliza un motor monofásico y cuando uno trifásico? Como regla general, para motores de baja potencia (de uso domiciliario o para mover pequeñas cargas en la industria) se utilizan motores monofásicos. Cuando se requiere mayor potencia el motor debe ser trifásico.

El motor monofásico tiene la ventaja de no necesitar una alimentación trifásica, por lo tanto, puede ser utilizado en nuestras casas, en las cuales sólo suele haber una alimentación monofásica.

El motor monofásico es **menos eficiente** que el motor trifásico, por lo tanto, cuando la potencia que consume es pequeña la eficiencia no es un factor importante. Pero cuando se manejan altos valores de potencia la eficiencia pasa a ser un factor crucial.



Bibliografía

Libros

Mora J. F. (2003), *Máquinas Eléctricas*

Chapman S. J., *Máquinas Eléctricas*

Sitios WEB

<https://www.learnengineering.org/>