

Los **motores síncronos** son un tipo de [motor de corriente alterna](#). Su velocidad de giro es constante y depende de la [frecuencia](#) de la tensión de la red eléctrica a la que esté conectado y por el número de pares de polos del motor, siendo conocida esa velocidad como "velocidad de sincronismo". Este tipo de motor contiene electromagnetos en el [estátor](#) del motor que crean un campo magnético que rota en el tiempo a esta velocidad de sincronismo.

La expresión matemática que relaciona la velocidad de la máquina con los parámetros mencionados es:

$$n = \frac{60 \cdot f}{P} = \frac{120 \cdot f}{p}$$

donde:

- f: Frecuencia de la red a la que está conectada la máquina ([Hz](#))
- P: Número de pares de polos que tiene la máquina
- p: Número de polos que tiene la máquina
- n: Velocidad de sincronismo de la máquina ([revoluciones por minuto](#))

Por ejemplo, si se tiene una máquina de cuatro polos (2 pares de polos) conectada a una red de 50 Hz, la máquina operará a 1.500 [revoluciones por minuto](#).

Funcionan de forma muy similar a un alternador. Dentro de la familia de los motores síncronos debemos distinguir:

- Los motores síncronos.
- Los motores asíncronos sincronizados.
- Los motores de imán permanente.

Los motores síncronos son llamados así, porque la velocidad del rotor y la velocidad del campo magnético del estator son iguales. Los motores síncronos se usan en máquinas grandes que tienen una carga variable y necesitan una velocidad constante.

Arranque de un motor trifásico síncrono[\[editar · editar código\]](#)

Existen cuatro tipos de arranques diferentes para este tipo de motor:

- Como un motor asíncrono.
- Como un motor asíncrono, pero sincronizado.
- Utilizando un motor secundario o auxiliar para el arranque.
- Como un motor asíncrono, usando un tipo de arrollamiento diferente: llevará unos anillos rozantes que conectarán la rueda polar del motor con el arrancador.

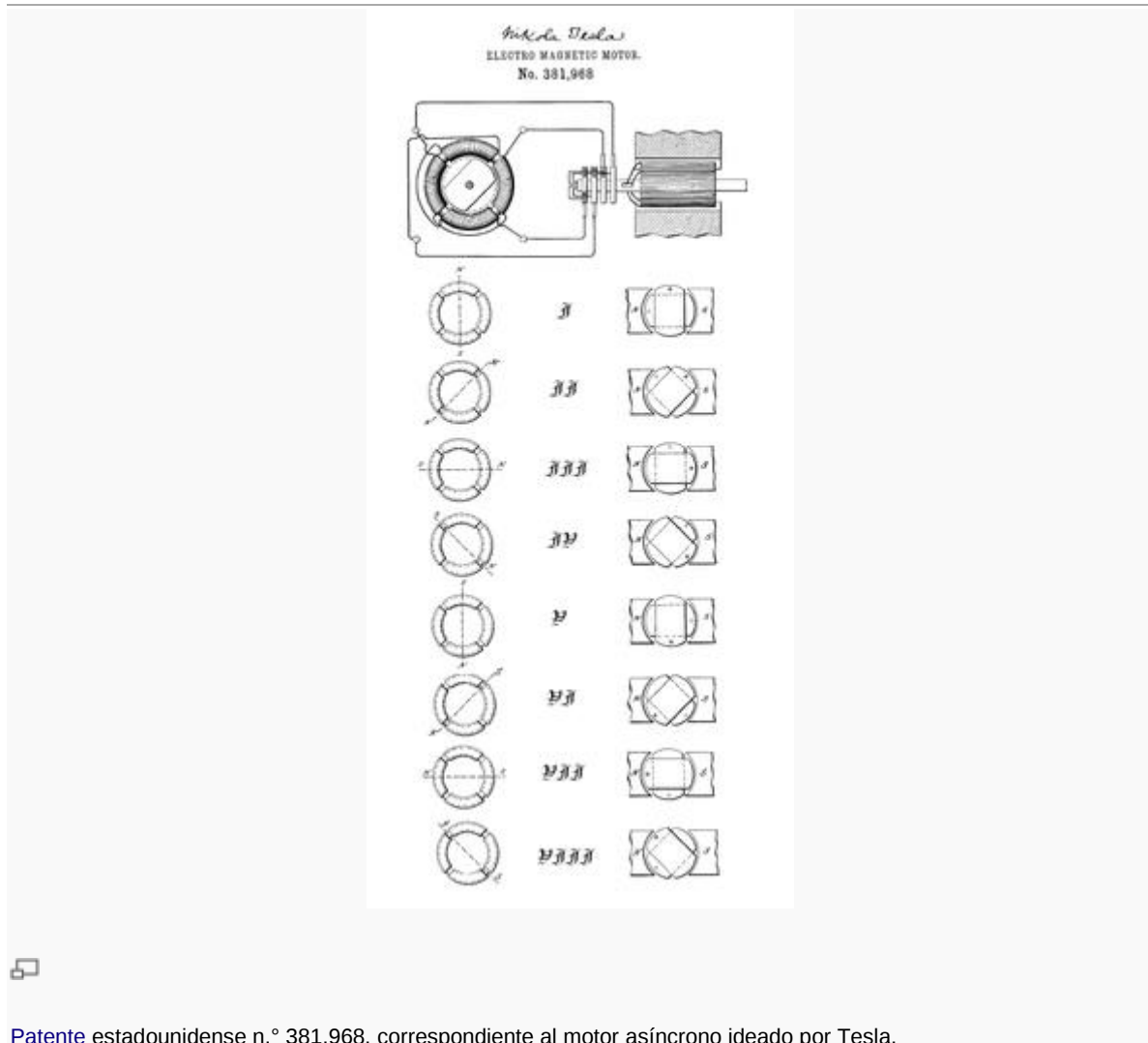
Frenado de un motor trifásico síncrono[\[editar · editar código\]](#)

Por regla general, la velocidad deseada de este tipo de motor se ajusta por medio de un reostato. El motor síncrono, cuando alcance el par crítico, se detendrá, no siendo esta la forma más ortodoxa de hacerlo. El par crítico se alcanza cuando la carga asignada al motor supera al par del motor. Esto provoca un sobrecalentamiento que puede dañar el motor. La mejor forma

de hacerlo, es ir variando la carga hasta que la intensidad absorbida de la red sea la menor posible, y entonces desconectar el motor.

Otra forma de hacerlo, y la más habitual, es regulando el reostato, con ello variamos la intensidad y podemos desconectar el motor sin ningún riesgo.

Motor asíncrono



[Patente](#) estadounidense n.º 381.968, correspondiente al motor asíncrono ideado por Tesla.

Los **motores asíncronos** o **de inducción** son un tipo de [motor de corriente alterna](#). El primer prototipo de motor eléctrico capaz de funcionar con corriente alterna fue desarrollado y construido por el ingeniero [Nikola Tesla](#) y presentado en el *American Institute of Electrical Engineers* (en español, *Instituto Americano de Ingenieros Eléctricos*, actualmente [IEEE](#)) en 1888.

El motor asíncrono trifásico está formado por un [rotor](#), que puede ser de dos tipos: a) de jaula de ardilla; b) bobinado, y un [estátor](#), en el que se encuentran las [bobinas](#) inductoras. Estas bobinas son trifásicas y

están desfasadas entre sí 120° en el espacio. Según el *Teorema de Ferraris*, cuando por estas bobinas circula un sistema de corrientes trifásicas equilibradas, cuyo desfase en el tiempo es también de 120°, se induce un [campo magnético](#) giratorio que envuelve al rotor. Este campo magnético variable va a inducir una [tensión](#) en el rotor según la [Ley de inducción de Faraday](#): La diferencia entre el [motor a inducción](#) y el motor universal es que en el motor a inducción el devanado del rotor no está conectado al circuito de excitación del motor sino que está eléctricamente aislado. Tiene barras de conducción en todo su largo, incrustadas en ranuras a distancias uniformes alrededor de la periferia. Las barras están conectadas con anillos(en cortocircuito como dicen los electricistas) a cada extremidad del rotor. Están soldadas a las extremidades de las barras. Este ensamblado se parece a las pequeñas jaulas rotativas para ejercitar a mascotas como hamsters y por eso a veces se llama "jaula de ardillas", y los motores de inducción se llaman motores de jaula de ardilla.

$$\mathcal{E} = -N \frac{d\Phi}{dt}$$

Entonces se da el *efecto Laplace* (ó efecto motor): todo conductor por el que circula una corriente eléctrica, inmerso en un campo magnético experimenta una fuerza que lo tiende a poner en movimiento. Simultáneamente se da el *efecto Faraday* (ó efecto generador): en todo conductor que se mueva en el seno de un campo magnético se induce una tensión.

El campo magnético giratorio, a velocidad de sincronismo, creado por el bobinado del estátor, corta los conductores del rotor, por lo que se genera una fuerza electromotriz de inducción.

La acción mutua del campo giratorio y las corrientes existentes en los conductores del rotor, originan una fuerza electrodinámica sobre dichos conductores del rotor, las cuales hacen girar el rotor del motor.

La diferencia entre las velocidades del rotor y el campo magnético se denomina deslizamiento o resbalamiento.

Índice

[\[ocultar\]](#)

- [1 Constitución del motor asíncrono](#)
- [2 Conceptos básicos de los motores de inducción](#)
- [3 Tipos Constructivos](#)
- [4 Cómo funciona](#)
- [5 Enlaces relacionados](#)
- [6 Enlaces externos](#)

Constitución del motor asíncrono[[editar](#) · [editar código](#)]

La parte fija del circuito magnético (estátor) es un anillo cilíndrico de [chapa magnética](#) ajustado a la carcasa que lo envuelve. La carcasa tiene una función puramente protectora. En la parte interior del estátor van dispuestos unas ranuras donde se coloca el bobinado(correspondiente).

En el interior del estátor va colocado el rotor, que es un cilindro de chapa magnética fijado al eje. En su periferia van dispuestas unas ranuras en las que se coloca el bobinado correspondiente.

El entrehierro de estos motores es constante en toda su circunferencia y su valor debe ser el mínimo posible

Circuitos eléctricos

Los dos circuitos eléctricos van situados uno en las ranuras del estátor (primario) y otro en las del rotor (secundario), que está cortocircuitado. El rotor en cortocircuito puede estar formado por bobinas que se cortocircuitan en el exterior de la maquina directamente o mediante reóstatos; o bien, puede estar formado por barras de cobre colocadas en las ranuras, que han de ser cuidadosamente soldadas a dos anillos del mismo material, llamados anillos de cortocircuito. Este conjunto de barras y anillos forma el motor jaula de ardilla.

También existen *motores asíncronos monofásicos*, en los cuales el estátor tiene un devanado monofásico y el rotor es de jaula de ardilla. Son motores de pequeña potencia y en ellos, en virtud del *Teorema de Leblanc*, el campo magnético es igual a la suma de dos campos giratorios iguales que rotan en sentidos opuestos. Estos motores monofásicos no arrancan por si solos, por lo cual se debe disponer algún medio auxiliar para el arranque (fase partida :resistencia o condensador, polo blindado).

Conceptos básicos de los motores de inducción[[editar](#) · [editar código](#)]

La velocidad de rotación del campo magnético o *velocidad de sincronismo* está dada por:

$$n_{sinc} = \frac{60f_e}{p}$$

donde f_e es la frecuencia del sistema, en Hz, y P es el número de par de polos en la máquina. Estando así la velocidad dada en revoluciones por minuto (rpm).

El voltaje induca ruu

$$\mathcal{E}_{ind} = (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot \ell$$

donde

$\vec{v}$: velocidad de la barra *en relación con el campo magnético*

$\vec{B}$: vector de densidad de flujo magnético

ℓ : longitud del conductor en el campo magnético

$\times$: representa la operación "producto vectorial"

Lo que produce el voltaje inducido en la barra del rotor es el movimiento relativo del rotor en comparación con el campo magnético del estátor.

Tipos Constructivos[\[editar · editar código\]](#)

El motor de [jaula de ardilla](#) consta de un [rotor](#) constituido por una serie de conductores metálicos (normalmente de aluminio) dispuestos paralelamente unos a otros, y cortocircuitados en sus extremos por unos anillos metálicos, esto es lo que forma la llamada [jaula de ardilla](#) por su similitud gráfica con una jaula de ardilla. Esta 'jaula' se rellena de material, normalmente chapa apilada. De esta manera, se consigue un sistema n-fásico de conductores (siendo n el número de conductores) situado en el interior del campo magnético giratorio creado por el estátor, con lo cual se tiene un sistema físico muy eficaz, simple, y muy robusto (básicamente, no requiere mantenimiento).

El motor de [rotor](#) bobinado tiene un rotor constituido, en vez de por una jaula, por una serie de conductores bobinados sobre él en una serie de ranuras situadas sobre su superficie. De esta forma se tiene un bobinado en el interior del campo magnético del [estátor](#), del mismo número de polos (ha de ser construido con mucho cuidado), y en movimiento. Este rotor es mucho más complicado de fabricar y mantener que el de jaula de ardilla, pero permite el acceso al mismo desde el exterior a través de unos anillos que son los que cortocircuitan los bobinados. Esto tiene ventajas, normalmente es como la posibilidad de utilizar un [reostato](#) de arranque que permite modificar la velocidad y el par de arranque, así como el reducir la corriente de arranque.

En cualquiera de los dos casos, el campo magnético giratorio producido por las bobinas inductoras del estátor genera unas corrientes inducidas en el rotor, que son las que producen el movimiento.

Cómo funciona[\[editar · editar código\]](#)

El motor asincrónico funciona según el principio de inducción mútua de Faraday. Al aplicar corriente alterna trifásica a las bobinas inductoras, se produce un campo magnético giratorio, conocido como campo rotante, cuya frecuencia será igual a la de la corriente alterna con la que se alimenta al motor. Este campo al girar alrededor del rotor en estado de reposo, inducirá corrientes en el mismo, que producirán a su vez un campo magnético que seguirá el movimiento del campo estátórico, produciendo una cupla o par motor que hace que el rotor gire (principio de inducción mútua). No

obstante, como la inducción en el rotor sólo se produce si hay una diferencia en las velocidades relativas del campo estatórico y el rotórico, la velocidad del rotor nunca alcanza a la del campo rotante. De lo contrario, si ambas velocidades fuesen iguales, no habría inducción y el rotor no produciría cupla. A esta diferencia de velocidad se la denomina "deslizamiento" y se mide en términos porcentuales, por lo que ésta es la razón por la cual a los motores de inducción se los denomina asincrónicos, ya que la velocidad rotórica difiere levemente de la del campo rotante. El deslizamiento difiere con la carga mecánica aplicada al rotor, siendo máximo con la máxima carga aplicada al mismo. Sin embargo, a pesar de esto, el motor varía poco su velocidad, pero el par motor o cupla aumenta (y con ello la intensidad de corriente consumida) por lo que se puede deducir que son motores de velocidad constante.

Eléctricamente hablando, se puede definir al motor asincrónico como un Transformador eléctrico cuyos bobinados del estator representan el primario, y los devanados del rotor equivalen al secundario de un transformador en cortocircuito.

En el momento del arranque, producto del estado de reposo del rotor, la velocidad relativa entre campo estatórico y rotórico es muy elevada. Por lo tanto, la corriente inducida en el rotor es muy alta y el flujo de rotor (que se opone siempre al del estator) es máximo. Como consecuencia, la impedancia del estator es muy baja y la corriente absorbida de la red es muy alta, pudiendo llegar a valores de hasta 7 veces la intensidad nominal. Este valor no hace ningún daño al motor ya que es transitorio, y el fuerte par de arranque hace que el rotor gire enseguida, pero causa bajones de tensión abruptos y momentáneos que se manifiestan sobre todo como parpadeo en las lámparas lo cual es molesto, y puede producir daños en equipos electrónicos sensibles. Los motores de inducción están todos preparados para soportar esta corriente de arranque, pero repetidos y muy frecuentes arranques sin períodos de descanso pueden elevar progresivamente la temperatura del estator y comprometer la vida útil de los devanados del mismo hasta originar fallas por derretimiento de la aislación. Por eso se utilizan en potencias medianas y grandes, dispositivos electrónicos de "arranque suave", que minimizan la corriente de arranque del motor.

Al ganar velocidad el rotor, la corriente del mismo disminuye, el flujo rotórico también, y con ello la impedancia de los devanados del estator, recordemos que es un fenómeno de inducción mútua. La situación es la misma que la de conectar un transformador con el secundario en corto a la red de CA y luego con una resistencia variable intercalada ir aumentando progresivamente la resistencia de carga hasta llegar a la intensidad nominal del secundario. Por ende, lo que sucede en el circuito estatórico es un reflejo de lo que sucede en el circuito rotórico.

Servomotor



Un servomotor industrial.

Un **servomotor** (también llamado **servo**) es un dispositivo similar a un [motor de corriente continua](#) que tiene la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación, y mantenerse estable en dicha posición.¹

Un servomotor es un motor eléctrico que puede ser controlado tanto en velocidad como en posición.

Es posible modificar un servomotor para obtener un motor de corriente continua que, si bien ya no tiene la capacidad de control del servo, conserva la fuerza, velocidad y baja inercia que caracteriza a estos dispositivos.

Índice

[\[ocultar\]](#)

- [1 Características](#)
- [2 Control](#)
- [3 Véase también](#)
- [4 Referencias](#)

Características[\[editar\]](#) · [editar código](#)

Está conformado por un motor, una [caja reductora](#) y un circuito de control. También potencia proporcional para cargas mecánicas. Un servo, por consiguiente, tiene un consumo de energía reducido.

La [corriente](#) que requiere depende del tamaño del servo. Normalmente el fabricante indica cuál es la corriente que consume. La corriente depende principalmente del par, y puede exceder un amperio si el servo está enclavado, pero no es muy alta si el servo está libre moviéndose todo camaro

En otras palabras, un servomotor es un motor especial al que se ha añadido un sistema de control (tarjeta electrónica), un potenciómetro y un conjunto de engranajes. Con anterioridad los servomotores no permitían que el motor girara 360 grados, solo aproximadamente 180; sin embargo, hoy en día existen servomotores en los que puede ser controlada su posición y velocidad en los 360 grados. Los servomotores son comúnmente usados en modelismo como aviones, barcos, helicópteros y trenes para controlar de manera eficaz los sistemas motores y los de dirección.

Control[\[editar\]](#) · [editar código](#)

Los servomotores hacen uso de la [modulación por ancho de pulsos](#) (PWM) para controlar la dirección o posición de los [motores de corriente continua](#). La mayoría trabaja en la frecuencia de los cincuenta [hercios](#), así las señales PWM tendrán un periodo de veinte [milisegundos](#). La electrónica dentro del servomotor responderá al ancho de la señal modulada. Si los circuitos dentro del servomotor reciben una señal de entre 0,5 a 1,4 milisegundos, éste se moverá en sentido horario; entre 1,6 a 2 milisegundos moverá el servomotor en sentido antihorario; 1,5 milisegundos representa un estado neutro para los servomotores estándares. A continuación se exponen ejemplos de cada caso:

Señal de ancho de pulso modulado:

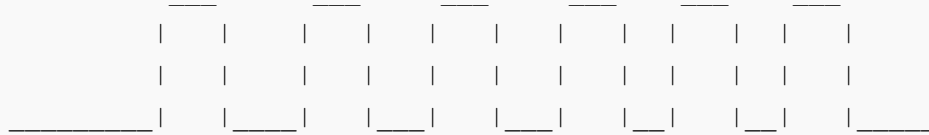


Motor en sentido horario (ejemplo 0,7 ms):





Motor neutral (1,5ms):



Motor en sentido antihorario (ejemplo 1,8ms):



Este tipo de motor no es muy usado en las industrias ni en los trabajos mecánicos por tener baja potencia de trabajo y no arrancar con carga.

Motor de corriente continua

El **motor de corriente continua** es una máquina que convierte la [energía eléctrica](#) en [mecánica](#), provocando un movimiento rotatorio. En algunas modificaciones, ejercen tracción sobre un riel. Estos motores se conocen como *motores lineales*.

Su principal inconveniente es el mantenimiento, muy caro y laborioso.

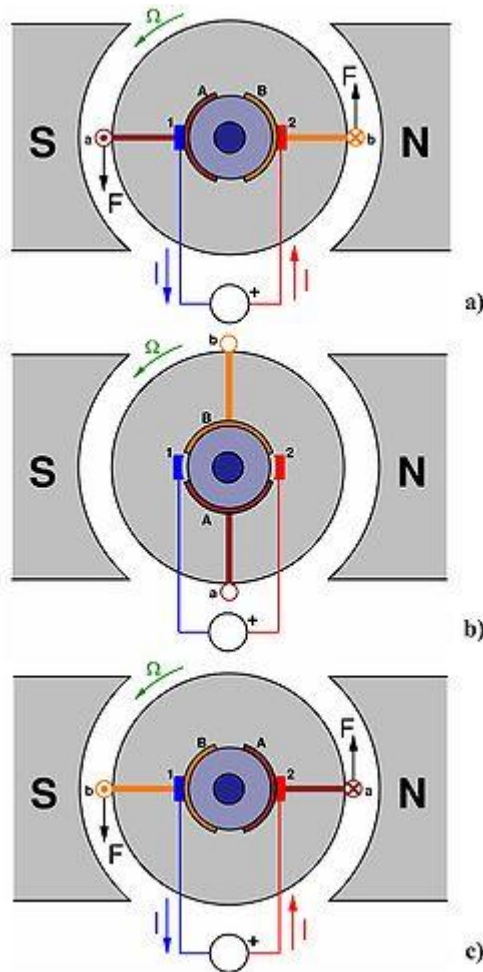
Una máquina de corriente continua ([generador](#) o motor) se compone principalmente de dos partes. Un [estátor](#) que da soporte mecánico al aparato y tiene un hueco en el centro generalmente de forma cilíndrica. En el estátor además se encuentran los polos, que pueden ser de imanes permanentes o devanados con hilo de [cobre](#) sobre núcleo de hierro. El [rotor](#) es generalmente de forma cilíndrica, también devanado y con núcleo, al que llega la corriente mediante dos escobillas.

También se construyen motores de CC con el rotor de [imanes](#) permanentes para aplicaciones especiales.

[\[ocultar\]](#)

- 1 Principio de funcionamiento
 - 1.1 Fuerza contraelectromotriz inducida en un motor
 - 1.2 Número de escobillas
- 2 Sentido de giro
- 3 Reversibilidad
- 4 Variaciones en el diseño del motor
 - 4.1 Motores de corriente continua
 - 4.2 Motores de imán permanente
- 5 Véase también
- 6 Enlaces externos
- 7 Referencias

Principio de funcionamiento[\[editar\]](#) · [editar código](#)





Esquema del funcionamiento de un motor de c.c. elemental de dos polos con una sola bobina y dos [delgas](#) en el rotor. Se muestra el motor en tres posiciones del rotor desfasadas 90° entre sí.

1, 2: Escobillas;

A, B: **Delgas**;

a, b: Lados de la bobina conectados respectivamente a las delgas A y B.

Según la ley de [Fuerza](#) simplificada, cuando un conductor por el que pasa una corriente eléctrica se sumerge en un [campo magnético](#), el conductor sufre una fuerza perpendicular al plano formado por el campo magnético y la corriente, siguiendo la [regla de la mano derecha](#).

$$F = B \cdot l \cdot I$$

- **F:** Fuerza en [newtons](#)
- **I:** Intensidad que recorre el conductor en [amperios](#)
- **l:** Longitud del conductor en metros
- **B:** Densidad de campo magnético o densidad de flujo [teslas](#)

El rotor tiene varios repartidos por la periferia. A medida que gira, la corriente se activa en el conductor apropiado.

Normalmente se aplica una corriente con sentido contrario en el extremo opuesto del rotor, para compensar la fuerza neta y aumentar el momento.

Fuerza contraelectromotriz inducida en un motor[\[editar\]](#) · [editar código](#)

Es la tensión que se crea en los conductores de un motor como consecuencia del corte de las líneas de fuerza, es el efecto generador de pines.

La polaridad de la tensión en los generadores es inversa a la aplicada en [bornes](#) del motor.

Las fuertes puntas de corriente de un motor en el arranque son debidas a que con la máquina parada no hay [fuerza contraelectromotriz](#) y el bobinado se comporta como una resistencia pura del circuito.

La fuerza contraelectromotriz en el motor depende directamente de la velocidad de giro del motor y del flujo magnetico del sistema inductor.

Número de escobillas[\[editar\]](#) · [editar código](#)

Las [escobillas](#) deben pon en [cortocircuito](#) todas las bobinas situadas en la zona neutra. Si la máquina tiene dos polos, tenemos también dos zonas neutras. En consecuencia, el número total de escobillas ha de ser igual al número de polos de la máquina. En cuanto a su posición, será coincidente con las líneas neutras de los polos.

Sentido de giro[\[editar · editar código\]](#)

El sentido de giro de un motor de corriente continua depende del sentido relativo de las corrientes circulantes por los devanados inductor e inducido.

La inversión del sentido de giro del motor de corriente continua se consigue invirtiendo el sentido del campo magnético o de la corriente del inducido. Si se permuta la polaridad en ambos bobinados, el eje del motor gira en el mismo sentido. Los cambios de polaridad de los bobinados, tanto en el inductor como en el inducido se realizarán en la caja de bornes de la máquina, y además el ciclo combinado producido por el rotor produce la [fuerza magnetomotriz](#).

El sentido de giro lo podemos determinar con la [regla de la mano derecha](#), la cual nos va a mostrar el sentido de la fuerza. La regla de la mano derecha es de la siguiente manera: el pulgar nos muestra hacia donde va la corriente, el dedo índice apunta en la dirección en la cual se dirige el flujo del campo magnético, y el dedo medio hacia donde va dirigida la fuerza resultante y por lo tanto el sentido de giros.

Reversibilidad[\[editar · editar código\]](#)

Los motores y los generadores de corriente continua están constituidos esencialmente por los mismos elementos, diferenciándose únicamente en la forma de utilización.

Por reversibilidad entre el motor y el generador se entiende que si se hace girar al rotor, se produce en el devanado inducido una [fuerza electromotriz](#) capaz de transformarse en energía en el circuito de carga.

En cambio, si se aplica una [tensión](#) continua al devanado inducido del generador a través del colector de [delgas](#), el comportamiento de la máquina ahora es de motor, capaz de transformar la fuerza contraelectromotriz en energía mecánica.

En ambos casos el inducido está sometido a la acción del campo inductor principal.

Variaciones en el diseño del motor[\[editar · editar código\]](#)



Rotor de una pequeña máquina de corriente directa de 12 V, con imanes permanentes, de dos polos, cinco devanados, cinco delgas y dos escobillas.

Motores de corriente continua[\[editar\]](#) · [editar código](#)

Los motores de corriente continua se construyen con rotores bobinados, y con estatores bobinados o de imanes permanentes.

Si el estator es bobinado, existen distintas configuraciones posibles para conectar los dos bobinados de la máquina:

- **Motor de CD en serie:** el devanado de estator y el devanado de rotor se conectan en serie.
- **Motor de CD en paralelo:** el devanado de estator y de rotor se conectan en paralelo.
- **Motor de CD compuesto:** se utiliza una combinación de ambas configuraciones.

Motores de imán permanente[\[editar\]](#) · [editar código](#)

Los de imán permanente tienen algunas ventajas de rendimiento frente a los [motores síncronos](#) de corriente continua de tipo excitado y han llegado a ser el predominante en las aplicaciones de potencia fraccionaria. Son más pequeños, más ligeros, más eficaces y fiables que otras máquinas eléctricas alimentadas individualmente.^{[1](#) [2](#)}

Motor paso a paso



Motor paso a paso (PaP)

El **motor paso a paso** es un dispositivo electromecánico que convierte una serie de impulsos eléctricos en desplazamientos angulares discretos, lo que significa es que es capaz de avanzar una serie de grados (paso) dependiendo de sus entradas de control. El motor paso a paso se comporta de la misma manera que un [convertor digital-analógico](#) (D/A) y puede ser gobernado por impulsos procedentes de sistemas lógicos.

Este motor presenta las ventajas de tener alta precisión y repetitividad en cuanto al posicionamiento. Entre sus principales aplicaciones destacan como motor de [frecuencia](#) variable, motor de [corriente continua](#) sin [escobillas](#), [servomotores](#) y motores controlados digitalmente.

Existen 3 tipos fundamentales de motores paso a paso: el [motor de reluctancia variable](#), el [motor de magnetización permanente](#), y el [motor paso a paso híbrido](#).

Índice

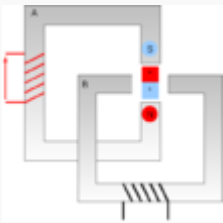
[\[ocultar\]](#)

- [1 Secuencia de funcionamiento](#)
 - [1.1 Control de las bobinas](#)
 - [1.2 Velocidad de rotación](#)
 - [1.3 Tipos de motores paso a paso](#)
- [2 Véase también](#)
- [3 Enlaces externos](#)

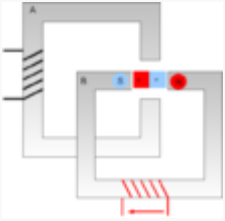
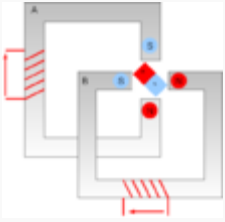
Secuencia de funcionamiento[\[editar\]](#) · [editar código](#)

Observese como la variación de la dirección del campo magnético creado en el estátor producirá movimiento de seguimiento por parte del rotor de [imán](#) permanente, el cual intentará alinearse con el campo magnético [inducido](#) por las [bobinas](#) que excitan los [electroimanes](#) (en este caso A y B). Vcc es la alimentación de [corriente continua](#) (por ejemplo 5V, 12V, 24V...)

Tabla de orden de fases. En este caso concreto el motor tendrá un paso angular de 90º y un semipaso de 45º (al excitarse más de una bobina)

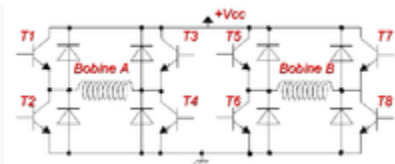
Paso	Terminal 1 Bobina A	Terminal 2 Bobina A	Terminal 1 Bobina B	Terminal 2 Bobina B	Imagen
Paso 1	+Vcc	-Vcc		-Vcc	

(Semi-)Paso 2	+Vcc	-Vcc	+Vcc	-Vcc	
Paso 3			+Vcc	-Vcc	
(Semi-)Paso 4	-Vcc	+Vcc	+Vcc	-Vcc	
Paso 5	-Vcc	+Vcc			
(Semi-)Paso 6	-Vcc	+Vcc	-Vcc	+Vcc	

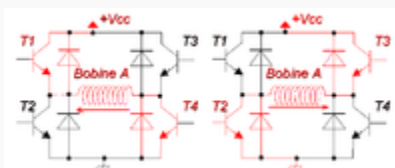
Paso 7			-Vcc	+Vcc	
(Semi-)Paso 8	+Vcc	-Vcc	-Vcc	+Vcc	

Control de las bobinas[\[editar · editar código\]](#)

Para el control del motor paso a paso de este tipo (bipolar), se establece el principio de "[Puente H](#)", si se activan T1 y T4, permiten la alimentación en un sentido; si cambiamos el sentido de la alimentación activando T2 y T3, cambiaremos el sentido de alimentación y el sentido de la corriente.



Topología de "puente en H" para las bobinas A y B



variación de la alimentación de corriente de la bobina A según los [transistores](#) T1, T2, T3, T4

Velocidad de rotación[\[editar · editar código\]](#)

La velocidad de rotación viene definida por la ecuación:

$$N = 60 * \frac{f}{n}$$

Donde:

- f : frecuencia del tren de impulsos
- n : nº de [polos](#) que forman el motor

Si bien hay que decir que para estos motores, la máxima frecuencia admisible suele estar alrededor de los 625 Hz, en caso de que la frecuencia de pulsos sea demasiado elevada, el motor puede reaccionar en alguna de las siguientes maneras:

- No realizar ningún movimiento en absoluto.
- Comenzar a vibrar pero sin llegar a girar.
- Girar erráticamente.
- Girar en sentido opuesto.
- Perder potencia

Como ayuda es recomendable que también se coloque a disposición un simulador o circuito para probar estos motores paso a paso para descartar fallas en ello.

Tipos de motores paso a paso [\[editar\]](#) · [editar código](#)

El motor de paso de rotor de imán permanente: Permite mantener un par diferente de cero cuando el motor no está energizado. Dependiendo de la construcción del motor, es típicamente posible obtener pasos angulares de 7.5, 11.25, 15, 18, 45 o 90°. El ángulo de rotación se determina por el número de polos en el estator

El motor de paso de reluctancia variable (VR): Tiene un rotor multipolar de hierro y un estator devanado laminado, y rota cuando los dientes del rotor son atraídos a los dientes del estator electromagnéticamente energizados. La inercia del rotor de un motor de paso de reluctancia variable es pequeña y la respuesta es muy rápida, pero la inercia permitida de la carga es pequeña. Cuando los devanados no están energizados, el par estático de este tipo de motor es cero. Generalmente, el paso angular de este motor de paso de reluctancia variable es de 15°

El motor híbrido de paso: Se caracteriza por tener varios dientes en el estator y en el rotor, el rotor con un imán concéntrico magnetizado axialmente alrededor de su eje. Se puede ver que esta configuración es una mezcla de los tipos de reluctancia variable e imán permanente. Este tipo de motor tiene una alta precisión y alto par y se puede configurar para suministrar un paso angular tan pequeño como 1.8°.

Motores paso a paso Bipolares: Estos tienen generalmente 4 cables de salida. Necesitan ciertos trucos para ser controlados debido a que requieren del cambio de dirección de flujo de corriente a través de las bobinas en la secuencia apropiada para realizar un movimiento.

Motores paso a paso unipolares: estos motores suelen tener 5 ó 6 cables de salida dependiendo de su conexionado interno. Este tipo se caracteriza por ser más simple de controlar, estos utilizan un cable común a la fuente de alimentación y posteriormente se van colocando las otras líneas a tierra en un orden específico para generar cada paso, si tienen 6 cables es porque cada par de bobinas tiene un común separado, si tiene 5 cables es porque las cuatro bobinas tiene un solo común; un motor unipolar de 6 cables puede ser usado como un motor bipolar si se deja las líneas del común al aire.

2. Partes Fundamentales de un Motor Eléctrico

Como todas las máquinas eléctricas, un motor eléctrico está constituido por un circuito magnético y dos eléctricos, uno colocado en la parte fija (estator) y otro en la parte móvil (rotor).

El circuito magnético de los motores eléctricos de corriente alterna está formado por chapas magnéticas apiladas y aisladas entre sí para eliminar el magnetismo remanente.

El circuito magnético está formado por chapas apiladas en forma de cilindro en el rotor y en forma de anillo en el estátor.

El cilindro se introduce en el interior del anillo y, para que pueda girar libremente, hay que dotarlo de un entrehierro constante.

El anillo se dota de ranuras en su parte interior para colocar el bobinado inductor y se envuelve exteriormente por una pieza metálica con soporte llamada carcasa.

El cilindro se adosa al eje del motor y puede estar ranurado en su superficie para colocar el bobinado inducido (motores de rotor bobinado) o bien se le incorporan conductores de gran sección soldados a anillos del mismo

material en los extremos del cilindro (motores de rotor en cortocircuito) similar a una jaula de ardilla, de ahí que reciban el nombre de rotor de jaula de ardilla.

El eje se apoya en unos rodamientos de acero para evitar rozamientos y se saca al exterior para transmitir el movimiento, y lleva acoplado un ventilador para refrigeración. Los extremos de los bobinados se sacan al exterior y se conectan a la placa de bornes.

