

TIPOS DE MOTORES ROTATIVOS

PARA PROYECTOS DE ARDUINO

(VERSIÓN 13-3-19)

RECOPILADO DE INTERNET

LUIS LLAMAS INGENIERÍA, INFORMÁTICA Y DISEÑO

[HTTPS://WWW.LUISLLAMAS.ES/TUTORIALES-ARDUINO/](https://www.luisllamas.es/tutoriales-arduino/)



En esta entrada vamos a analizar **los principales motores giratorios** que tenemos disponibles, con su funcionamiento, características, ventajas y desventajas.

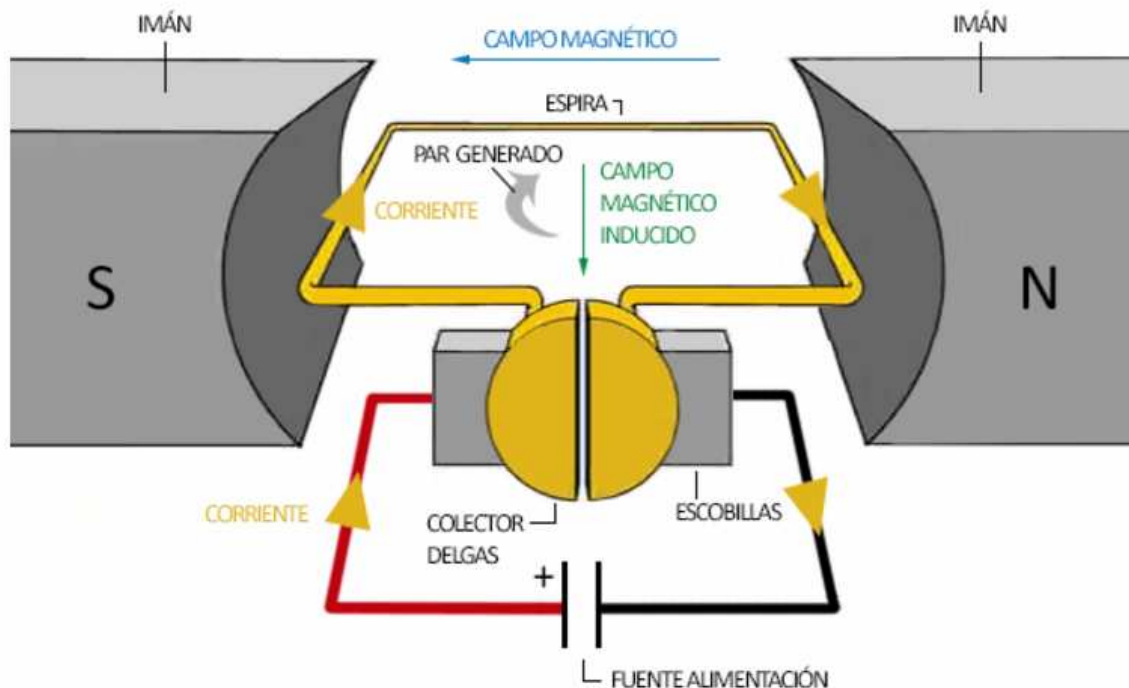
La explicación del funcionamiento de cada tipo de motor será cuantitativa y sin ecuaciones, ya que cada entrar en detalles de cada uno de ellos daría para un capítulo de un libro de electrónica. El objetivo es **exponer de forma sencilla cómo funcionan** y sus ventajas y desventajas.

En la próxima entrada finalizaremos esta serie sobre selección de accionamientos, y veremos otros tipos de **accionamientos no rotativos** que incorporar en nuestros montajes.

MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA

Los motores de corriente continua (motores DC) son unos de los actuadores más comunes. Su funcionamiento **se basa en el alineamiento de dos campos magnéticos**.

El estator, la parte fija del motor, **dispone de un imán permanente** que genera un campo magnético en el interior del motor.



En su interior introducimos una espira y hacemos circular una corriente eléctrica, con lo que **se genera un campo magnético**. El desfase angular entre ambos campos magnéticos genera un par de giro, que hace que el rotor gire hasta que los dos campos magnéticos se alineen.

Cuando ambos campos magnéticos estuvieran alineados el motor se pararía. Para que el motor gire continuamente vamos a invertir uno de los campos magnéticos, para lo cuál **necesitamos invertir el sentido de la corriente que atraviesa la espira.**

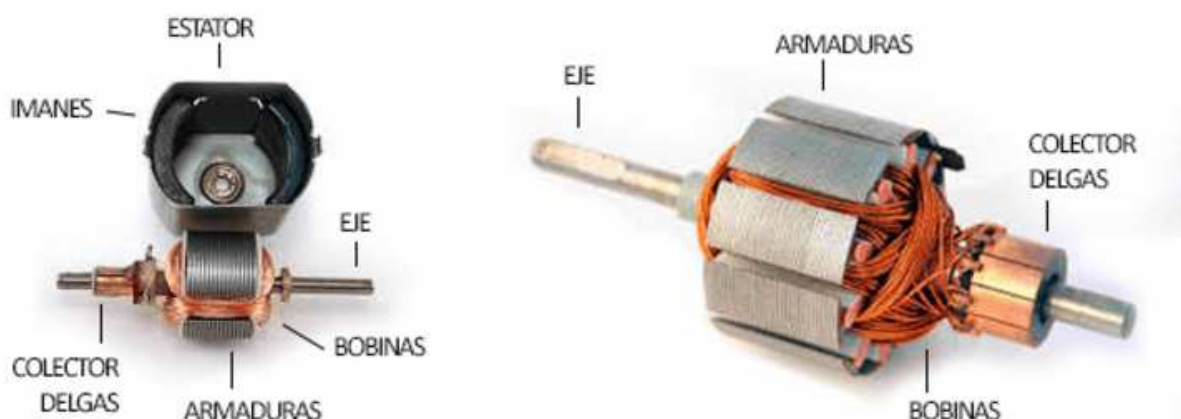
Para ello los motores DC los contactos que alimentan la espira están constituidos por un **anillo partido que desliza sobre unos contactos eléctricos que rozan** contra el mismo, transmitiendo la electricidad. Al anillo dividido unido al eje se le denomina colector de delgas, mientras que a los contactos deslizantes se les denomina escobillas.

Al pasar un cierto ángulo las escobillas pasaran de una delga a la siguiente. Esto provoca la inversión de la corriente en la espira. De esta forma **el conjunto escobillas – colector de delgas actúa como un inversor mecánico** y permite al motor girar de forma continua.

La ventaja de este sistema es que **la sincronización es siempre perfecta** independientemente de la velocidad y par ejercidos, ya que es el propio ángulo de giro del motor el que marca la inversión de la corriente. El lado negativo es que el rozamiento supone una pérdida de eficiencia y reducen la vida útil del motor.

Existen otras disposiciones de motores de corriente continua. En ocasiones el campo magnético del estator está generado por una bobina en lugar de un imán permanente. En otras ocasiones, las posiciones de los elementos se intercambian entre rotor y estator. También es posible que el estator sea el eje del motor, y el rotor es la carcasa del mismo. En cualquiera de estas variaciones el funcionamiento del motor es el mismo, **disponer de dos campos magnéticos desalineados de forma que giren para alinearse, y usar un sistema de colector de delgas y escobillas para invertir el campo magnético de uno de ellos cuando se alinean.**

En un motor real, por supuesto, no se dispone de una única espira, si no de **bobinas formadas por múltiples espiras.** Además, frecuentemente se dispone de más de una bobina, lo que aumenta la potencia del motor sin incrementar su tamaño.



Por otro lado, **las bobinas se arrollan sobre núcleos ferromagnéticos**, llamados armaduras, lo que aumenta la potencia del motor y disminuye las pérdidas por dispersión magnética. Las armaduras están compuestas por plaquitas aisladas entre si para reducir las pérdidas por corrientes de Foucault inducidas.

Los motores de corriente continua se encuentran disponibles en distintas tensiones nominales, siendo habituales 6V, 12V y 24V. En cuanto a potencia, encontramos motores de todo tipo de tamaños, desde apenas unos milímetros de largo hasta



Los motores tienen **altas velocidades de giro y bajo bajo par.** Podemos emplear las salidas PWM de Arduino para controlar la velocidad, pero esto mantendrá el par máximo disponible. Otra opción es emplear un reductor externo o integrado (ver a continuación “motores geared down”) que reduce la velocidad a la vez que aumenta el par y la precisión.

Para controlar un motor de corriente continua necesitaremos una etapa de amplificación, como un transistor BJT, o un transistor MOSFET. Si además queremos poder invertir el sentido de giro necesitaremos un controlador con puente-H. Aunque **lo más conveniente es emplear un controlador** como el L298N o la versión mejorada TB6612FNG, que maneje las altas corrientes necesarias e incorporar protecciones contra voltajes inducidos. Los motores DC tienen **mal control de posición y mal control de la velocidad**. Su comportamiento es fuertemente no lineal y depende mucho de la carga que soportan. Por este motivo **suelen emplearse con un encoder** que permite saber la posición del eje. Incluso algunos modelos de motores DC integran un encoder internamente.

Sugerido por el autor:

[Controlar motores de corriente continua con Arduino y L298N](#)

[Controlar dos motores DC con Arduino y driver TB6612FNG](#)

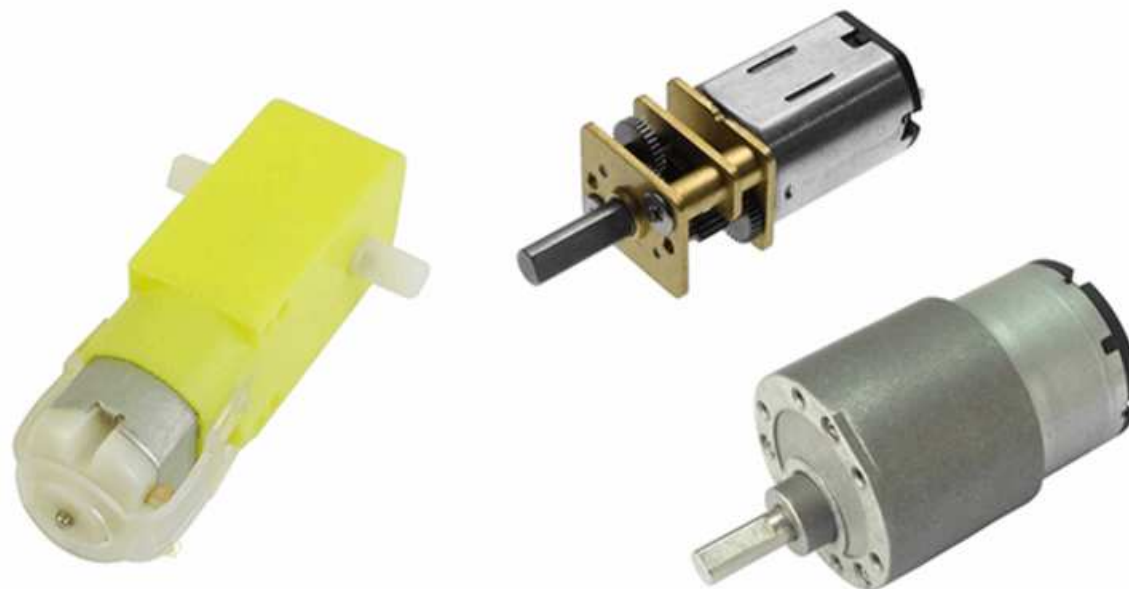
MOTORES GEARED DOWN MOTOR

Un motor geared down es un **motor de corriente continua que incorpora un reductor interno**. Esto aumenta el par del motor y reduce su velocidad. Velocidades de giro habituales son 60, 120, 240 y 480 rpm, entre otras.



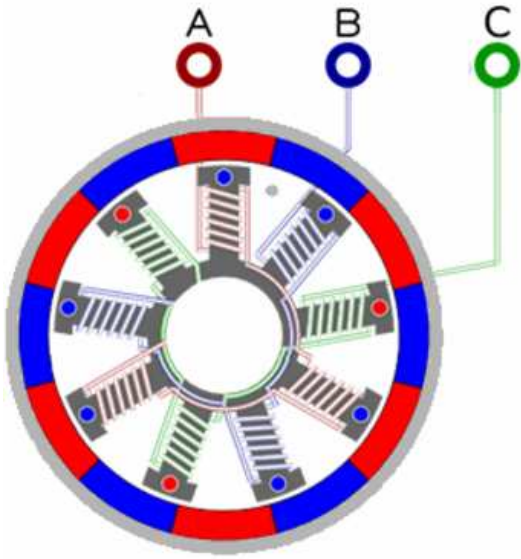
Es frecuente que algunos motores geared down incorporen un encoder interno. Este encoder suele estar aplicado en el lado de alta velocidad, por lo que la precisión es superior a añadir un encoder acoplado al eje.

Los motores geared down son frecuentes para accionar ruedas de robots y vehículos.

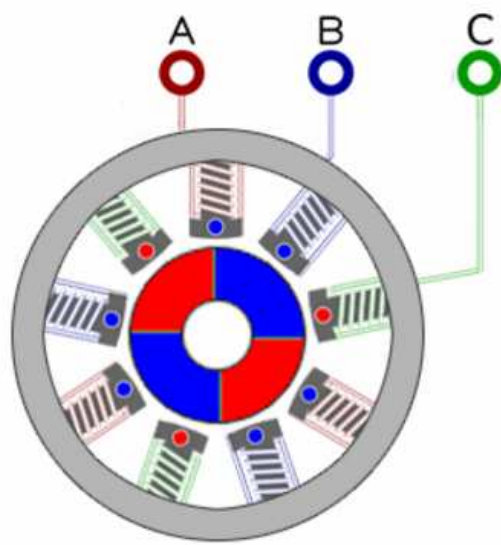


MOTORES BRUSHLESS

Los motores brushless (sin escobillas) son otra variación de los motores de corriente continua que prescinde de las escobillas como sistema de rectificación de la corriente. En su lugar **recurren a la electrónica para realizar la conmutación del campo magnético**.

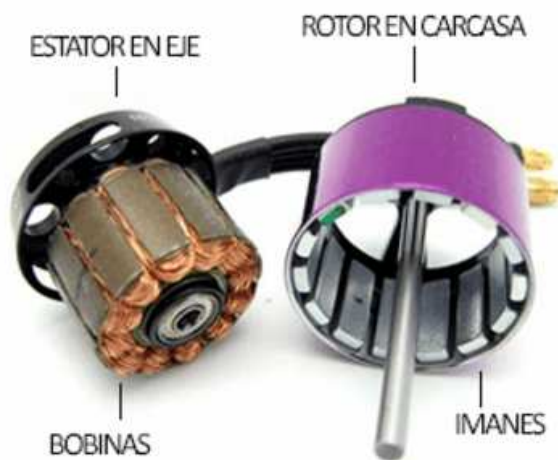


ROTOR EN LA CARCASA

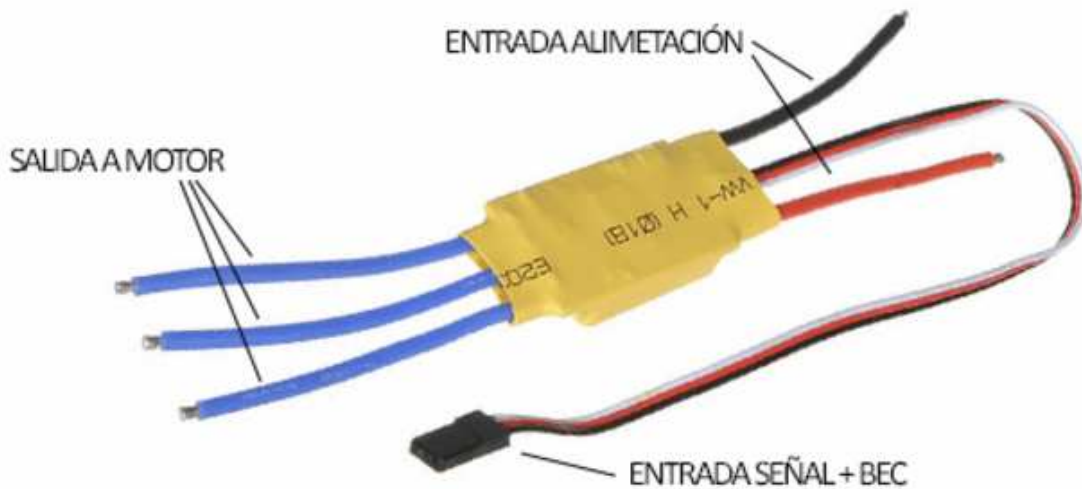


ROTOR EN EL EJE

Al no disponer de escobillas los motores brushless tienen mayores velocidades, menor peso, y mayor durabilidad que los motores DC tradicionales.



Algunos motores brushless pequeños incorporan la electrónica necesaria para su funcionamiento de forma interna. Sin embargo, **los motores más grandes necesitan de un controlador externo**, llamado ESC (Electronic Speed Controller). Algunos ESC disponen además de una función BEC (Battery Elimination Circuit) que consiste en una salida de tensión regulada a 5V, normalmente de 1-3A, para alimentar otra electrónica.



Los motores brushless son ampliamente empleados en quadricopteros, y otros vehículos aéreos. También son empleados en hélices de barcos, ventiladores y, en general, en aplicaciones que requieren alta velocidad de giro.



Una de las diferencias que enseguida podemos observar de su funcionamiento, es que los imanes permanentes en este caso se encuentran en el rotor, parte giratoria del motor. Los bobinados que crean los campos magnéticos en el motor brushless se encuentran en la parte del stator, y como podremos ver en el vídeo de hoy, crea tres campos magnéticos que alternarán según las necesidades del régimen de giro del motor. Enseguida nos damos cuenta que en este tipo de motor ya no se realiza la conmutación de los polos el contacto entre la pista del rotor y las escobillas, esto por una parte es bueno ya que eliminamos una importante fricción y su consecuente pérdida de potencia, pero como veremos en posteriores posts también tendrá algún que otro inconveniente.

Intentando explicarlo de forma resumida, el motor tiene 3 sensores hall que indican a un controlador externo la posición de giro que se encuentra constantemente el motor y como consecuencia de la información recibida el controlador interactúa adaptando los campos magnéticos a las necesidades de cada momento. Alguno ya se habrá dado cuenta que en este caso dependemos siempre del controlador, pues la verdad es cierto. ESC (Electronic Speed Controller).

Repasemos sus particularidades: A diferencia del motor de escobilla que utiliza las mismas para hacer pasar la corriente, en el motor brushless, la corriente pasa directo por medio del bobinado que se encuentra en la carcasa, por ello tampoco es necesario el colector.

La fuerza necesaria para generar los giros del rotor y que, además se vincula con el motor, viene entonces de un campo electromagnético creado por la corriente. A su vez, esta corriente interactúa con el campo magnético que generan los imanes permanentes que se encuentran en el rotor. El giro del rotor es controlado en todo momento por el variador

electrónico, por lo que las escobillas, colector o delgas no son necesarias.

A su vez, este variador electrónico se encarga de determinar la posición del rotor en cada momento del giro, asegurándose que la corriente que le llegue sea la adecuada. Esto ocurre mediante sensores en el motor y determinan que la potencia sea la necesaria.



Características de un motor eléctrico brushless y diferencias con el motor de escobillas

Comenzando por lo más básico, como su nombre lo indica, un motor brushless funciona SIN escobillas. Los motores a escobilla, si bien son muy funcionales, generan un cierto roce al girar las escobillas lo que hace que el rendimiento se vea afectado notoriamente.

El motor brushless está compuesto por una parte móvil que hace girar el rotor y la carcasa o parte fija.

Una característica específica de los motores brushless es la Kv que representa el número de revoluciones por minuto que puede entregar este motor por cada voltio de corriente continua. Si bien esta constante permite que estos motores entreguen una potencia muy superior a los de escobilla, también generan un gasto sumamente alto.

En este aspecto, es importantísimo considerar que si utilizaremos un motor brushless, es necesario hacerlo funcionar con una batería lipo que garantice la entrega de potencia necesaria que es de al menos 10-11v.

Ventajas de un motor brushless de 1000w o más potente

- Menor pérdida de calor, mayor eficiencia.
- Mayor rendimiento y duración de la batería.
- Mayor potencia con menor peso y menor tamaño.
- Rango de velocidad elevado.
- Menor ruido electrónico.
- Requieren menos mantenimiento debido a la falta de escobillas.
- Disipa mejor el calor.

Desventajas del motor brushless

- Más costoso.
- El circuito de control es complejo y más caro.
- El control electrónico es indispensable para su funcionamiento, lo que puede elevar considerablemente el costo.
- Solo funciona con baterías Lipo.

Baterías LIPO:

La batería de polímero de iones de litio, de ion de litio polímero o más comúnmente batería de polímero de litio (abreviadamente Li-poli, Li-Pol, LiPo, LIP, PLI o LiP) son pilas recargables, compuestas generalmente de varias células secundarias idénticas en paralelo para aumentar la capacidad de la corriente de descarga, y están a menudo disponibles en serie de "packs" para aumentar el voltaje total disponible.

Las baterías LiPo funcionan siguiendo el mismo principio que las baterías de iones de litio, el intercambio de electrones entre el material del electrodo negativo y el material del electrodo positivo mediante un medio conductor. Para evitar que los electrodos se toquen directamente, se coloca entre ellos un material con poros microscópicos que permite tan sólo los iones (y no las partículas de los electrodos) migren de un electrodo a otro.



Las baterías LiPo se caracterizan por ser ligeras y por poder almacenar una gran cantidad de energía. Normalmente las baterías LiPo están compuestas por multitud de celdas. Cada celda tiene un voltaje máximo de entre 3,7 y 4,2V dependiendo de los materiales con los que se ha hecho la batería.

Las baterías LiPo sufren los mismos problemas de seguridad que las baterías de iones de litio, por lo que hay que tener mucho cuidado con su uso. Si la batería se calienta en exceso, se sobrecarga o se daña puede inflamarse.

Las baterías LiPo son bastante delicadas. Si bien, una batería con buen uso y bien mantenida puede llegar a realizar más de 300 ciclos de carga y descarga, una batería mal cuidada puede no llegar ni a los 50 ciclos.

Además, el uso incorrecto, en especial las sobrecargas, puede producir que las baterías LiPo ardan.

Por eso, para manejar las baterías de forma segura y para alargar la vida útil de las mismas, es importante seguir unos ciertos cuidados:

Nunca dejes desatendidas las baterías mientras se cargan, pueden arder. Cárgalas en un lugar donde no haya materiales inflamables.

Es necesario cargarlas con un cargador específico. A ser posible con un cargador balanceador que cargue cada celda de manera independiente. Usar un cargador inadecuado dañará la batería y puede hacer que se incendie.

Nunca cargar las baterías por encima del voltaje indicado por el fabricante. Hay peligro de que ardan.

La mejor forma de almacenar las baterías durante mucho tiempo es dejarlas con alrededor de un 40% de carga.

Existen fundas especiales ignífugas que se usan para almacenar las baterías de forma segura.

Por motivos de seguridad, no se deben cargar las baterías que se encuentran ni muy frías (menos de 5°C) ni muy calientes.

La temperatura de funcionamiento ideal de una batería LiPo se encuentra entre los 30 y 40°C. Por debajo, la batería no rendirá al 100%. Por encima de 60°C, la batería empieza a dañarse. Nunca debemos usar una batería que veamos que esté dañada o abultada.

Para prolongar la vida útil de la batería no hay que descargarla del todo. Hay que intentar que se quede con un mínimo de un 30% de carga.

Hay que almacenar las baterías en un lugar seco, a una temperatura entre 5 y 25°C, y a ser posible dentro de una bolsa de seguridad para baterías LiPo

Cuando acabe la vida útil de nuestra batería (no conserve el 80% de carga máxima), la podemos reciclar en un centro autorizado, siempre y cuando la hayamos descargado previamente.

SERVO MOTORES

Los servos son otro actuador muy común en proyectos de robótica. Un servo recibe una señal pulsada generada por un procesador, que transmite la posición que deseamos y **el servo autónomamente se posiciona en esa posición.**



Un servo **no puede dar una vuelta completa**, siendo su rango habitual de 180°. A cambio, proporcionan un **control total en posición y giro y de una alta precisión**, y son muy sencillos de usar.

Internamente un servo está constituido por un motor DC acoplado a un reductor, junto con un controlador que se encarga de posicionar el eje en el ángulo indicado. Al estar acoplados a un reductor **la velocidad de un servo es relativamente baja y proporcionan un alto par.**



Los servos son ampliamente utilizados en proyectos de robótica, como brazos robóticos, hexápodos, o robots bípedos. También pueden usarse en torretas, o para posicionar un sensor, o un láser, por ejemplo.

Sugerido por el autor:

[Controlar un servo con Arduino](#)

SERVO MOTORES DE ROTACIÓN CONTINUA

Un servo de rotación continua es una variante de un servo convencional, en el que **la electrónica se modifica para que la señal controle la velocidad** en lugar de la posición.



Como su nombre indica, los servos de rotación continua **son capaces de dar la vuelta completa**, comportándose de forma similar a un motor DC, con control de velocidad integrado. A cambio perdemos el control de posición, por lo que si queremos controlarla deberemos añadir un encoder.

Sin embargo, los servos de rotación continua **no ofrecen un control preciso sobre la velocidad de giro** ya que, en general, no presentan una respuesta lineal respecto a la señal recibida. Para tener un buen control tendremos que calibrar el servo y ajustar la señal enviada, o nuevamente añadir un encoder.

Sugerido por el autor:

[Controlar un servo de rotación continua con Arduino](#)

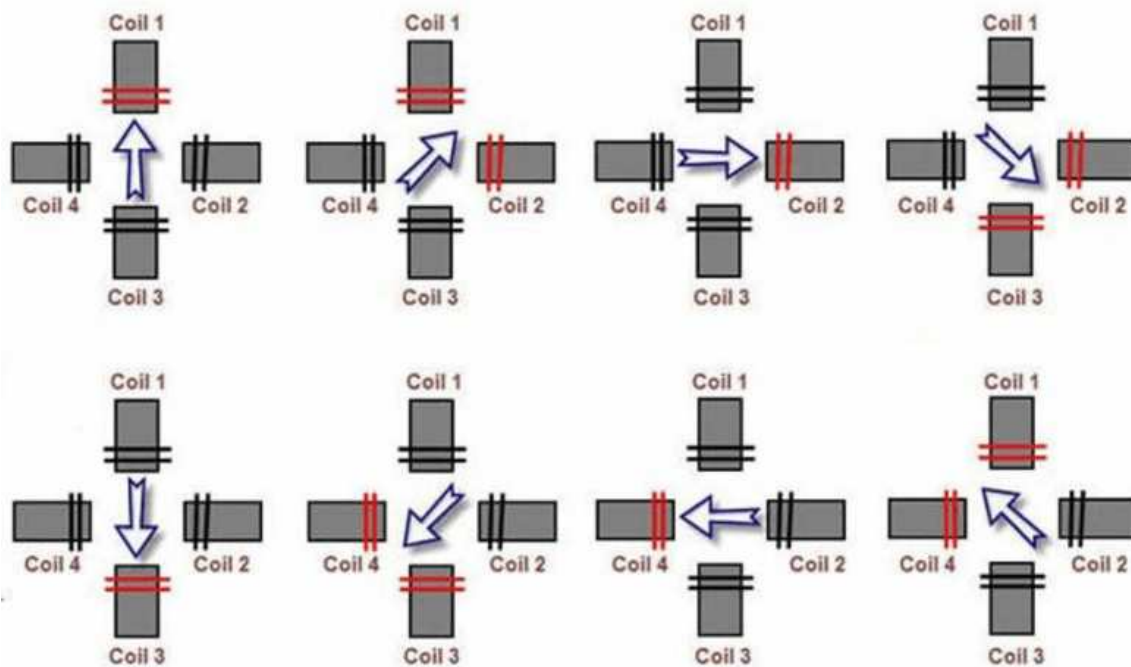
MOTORES PASO A PASO

Los motores paso a paso (también llamados stepper) son otro tipo de motor muy empleado en robótica. En este tipo de motores **el eje gira un ángulo fijo llamado “paso”** cuando es indicado por un procesador. El paso varía del modelo de motor, siendo valores habituales 1.8° (200 pasos por vuelta) y 3.75° (96 pasos por vuelta)



A rasgos generales, un motor paso a paso está formado por **un estator con dos bobinas desfasadas a 90°** y **un rotor formado por un imán permanente instalado solidariamente al eje.**

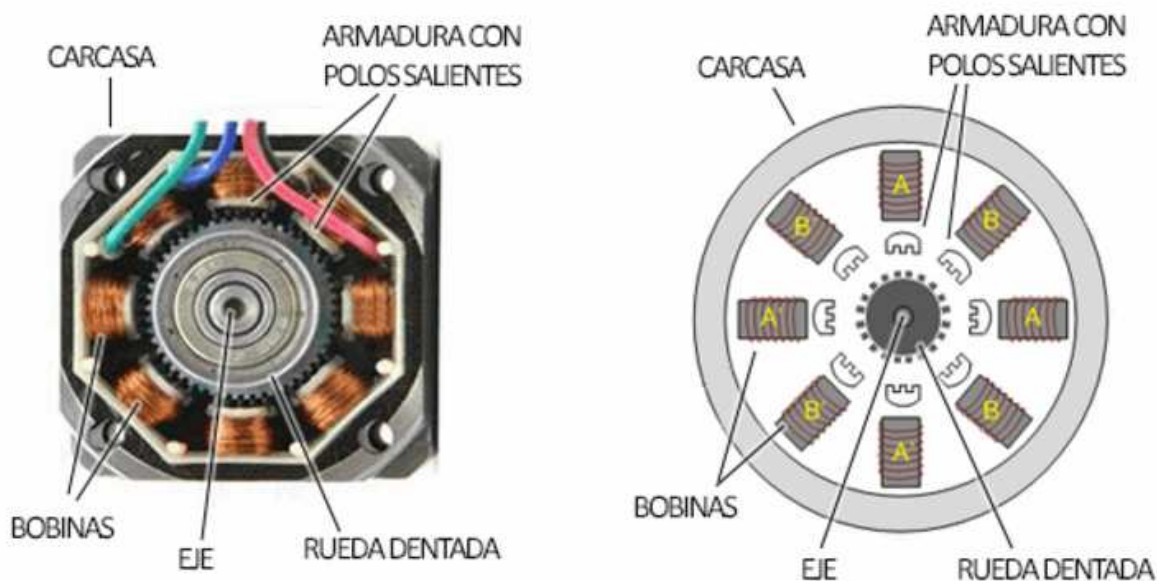
Aplicando una **secuencia de encendido adecuada a las bobinas** podemos hacer que el imán se oriente progresivamente, hasta dar un giro completo. Si la secuencia es incorrecta el motor no se moverá.



Por este motivo, **un motor paso a paso necesita obligatoriamente un procesador para funcionar** no siendo posible activarlos simplemente conectándolos a corriente.

En el mundo real, un motor que sólo es capaz a pasos de 90° no sería muy útil. Para conseguir un paso inferior podríamos pensar en añadir múltiples bobinas, pero añadiríamos peso sin incrementar la potencia.

Para conseguir el efecto de tener “múltiples bobinas” se emplea **la variación de la reluctancia magnética**. Se dispone de una rueda dentada acoplada al eje, con un número de dientes tal que el siguiente diente esté desfasado respecto a las restantes bobinas.

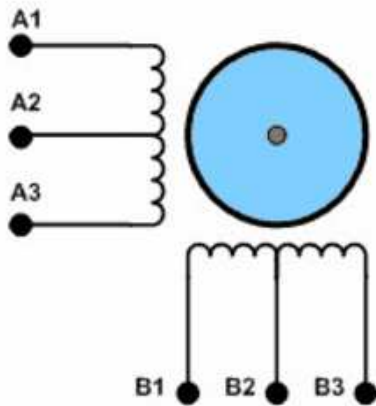


Al activar una bobina, **la rueda dentada es atraída por el campo magnético generado** de forma que el rotor gira para minimizar la distancia del circuito magnético.

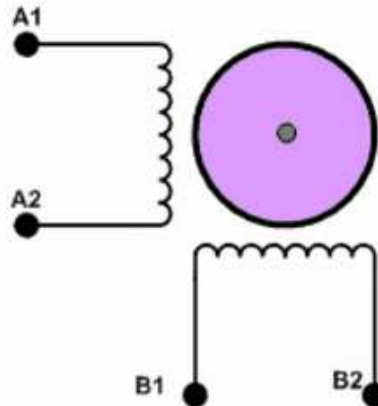
En imagen superior puede parecer que hay “8 bobinas” pero **en realidad solo hay 2 bobinas A y B**, cada una con 4 polos. Al activar una bobina todos los polos funcionan de forma conjunta.

Existen **motores unipolares o bipolares**. La diferencia es que los motores unipolares tienen ambas bobinas divididas en dos, para lo cual disponen de un terminal adicional en cada fase.

UNIPOLAR



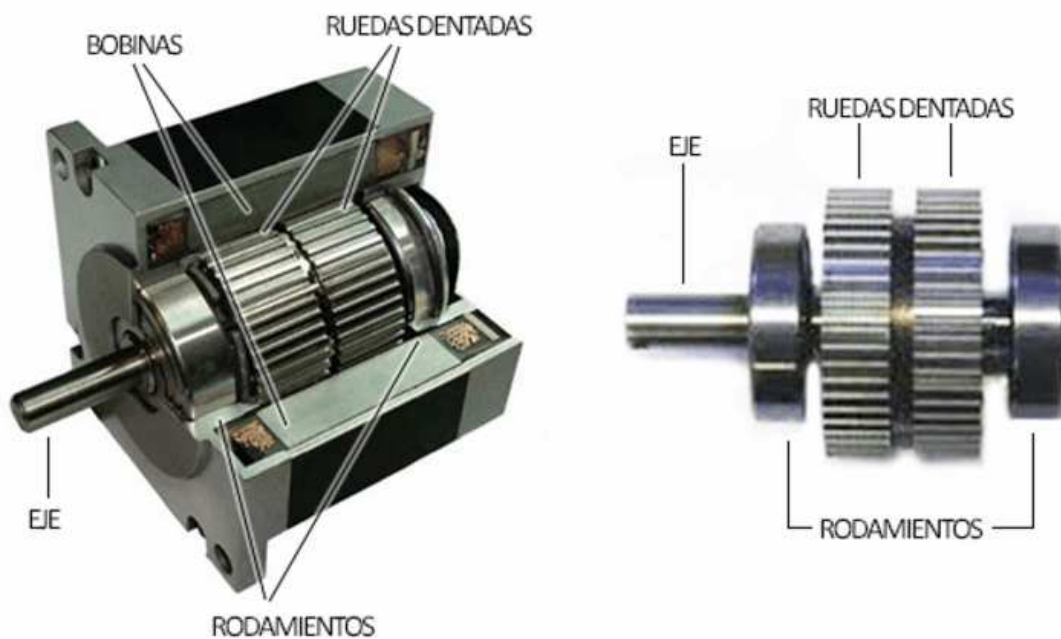
BIPOLAR



Los motores bipolares tienen cuatro conductores, y los unipolares cinco o seis (dependiendo si el terminal intermedio es común para ambas bobinas).

Los motores unipolares pueden ser más sencillos de operar, dado que si empleamos sólo media bobina podemos evitarnos tener que invertir el sentido de circulación de la bobina. Por el contrario, si operamos en modo unipolar tendremos menos potencia, dado que sólo estamos empleando media bobina para hacer funcionar el motor.

Con la electrónica actual y los controladores existentes invertir el sentido de la corriente no es ninguna dificultad, por lo que **en general preferiremos motores bipolares**. Sin embargo, todo motor unipolar puede ser operado como bipolar, simplemente dejando sin conectar el terminal intermedio.



Los motores paso a paso tienen un **control de posición y velocidad total**. La precisión depende del paso del motor y del modo de control empleado. Así, podemos controlar el motor paso a paso con activación en cuatro etapas, o en ocho. Al activar en ocho etapas conseguiremos la mitad del paso nominal.

Por otro lado, algunos controladores disponen de microstepping, una técnica que consiste en variar la intensidad que se suministra a cada una de las bobinas. De esta forma se consiguen **precisiones de paso de 1/16 a 1/32 el paso nominal** del motor.

El par máximo generado por un motor paso a paso es intermedio siendo, en general, superior al de un motor DC y brushless, pero inferior a un motor DC con reductor o un servo.

La velocidad máxima también es intermedia, aunque resulta difícil determinar porque depende de los parámetros internos del motor y de las condiciones de trabajo. A modo de ejemplo, la velocidad máxima típica de un motor NEMA 17 está en torno a 600 rpm, pudiendo llegar hasta 4800 rpm en algunos modelos.

Antiguamente podíamos reciclar motores paso a paso de máquinas como escáneres e impresoras, pero progresivamente han sido sustituidos por motores DC.

Los motores paso a paso son ampliamente utilizados en proyectos de electrónica, como impresoras 3d, y máquinas de CNC. También resultan adecuados para vehículos pesados, o que requieran una gran sincronización entre ruedas, como vehículos con omni wheels o mecanum wheels.

Sugerido por el autor:

[Motores paso a paso con Arduino y driver A4988 o DRV8825](#)

MOTOR PASO A PASO 28BYJ-48

El motor 28BYJ-48y es un **motor paso a paso de pequeño tamaño y bajo precio**. Eléctricamente es un motor de baja potencia, alimentado a 5V, y un paso de 5.624 (64 pasos). Pero tiene la peculiaridad de **incorporar un reductor interno de 1/64**.



Esto significa que la precisión global es de menos de 0,087° (4096 pasos) y un par de 0,3kg/cm. Puede operar a una frecuencia máxima de 100Hz, por lo que la velocidad máxima es de 1 vuelta cada 40 segundos.

Que su pequeño precio y modestas características no os hagan descartar este motor. **Su elevada precisión y bajo precio** hace que sea interesante para aplicaciones de precisión, como girar la plataforma un escanear 3D, o direccionar un sensor o un láser.

Incluso puede ser un sustituto viable de servos en algunos robots articulados que requieran alta precisión y baja velocidad, como por ejemplo robots articulados que dibujan.

Sugerido por el autor

[Motor paso a paso 28BYJ-48 con Arduino y driver ULN2003](#)

TABLA DE RESUMEN

La información anterior se resume en la siguiente tabla. Por supuesto, dependerán del modelo particular de cada motor elegido, pero a grandes rasgos y a modo de resumen,

	Características		Control (*)	
	Velocidad	Fuerza/Par	Posición	Velocidad
Motor DC	▲ Alto	▼ Bajo	▼ Malo	▼ Malo
Motor DC Geared Down	– Medio	▲ Alto	▼ Malo	▼ Malo
Motor brushless	▲ ▲ Muy alto	▼ Bajo	▼ Malo	– Medio
Servo	▼ Bajo	▲ Alto	▲ ▲ Absoluto	▲ ▲ Absoluto
Servo rotación continua	▼ Bajo	▲ Alto	▼ Malo	– Medio
Motor paso a paso	– Medio	– Medio	▲ ▲ Absoluto	▲ ▲ Absoluto
Motor paso a paso BYJ48	▼ ▼ Muy bajo	Bajo	▲ ▲ Absoluto	▲ ▲ Absoluto

(*) Con encoder todos pasan a control absoluto de posición y velocidad

CONCLUSIONES

Los motores DC son una opción ganadora para **vehículos con ruedas o cadenas**. Para tener un control adecuado de velocidad necesitaremos añadir encoders.

Una alternativa es usar servos de corriente continua, que proporcionan un **control sencillo de velocidad**. También resulta una opción apropiada para robots con más de dos motores, como los robots con omniwheels o mecanum wheel.

Los servos convencionales son la opción destacada para **robots con articulaciones** como brazos robóticos, hexápodos, y bípedos.

Los motores brushless resulta más adecuados para proyectos que requieran **altas velocidades** con poco peso, como quadricopteros y otros vehículos aéreos o marítimos.

Por último, los motores paso a paso resultan adecuados para aplicaciones con **alta precisión en velocidad y posición**, como impresoras 3d, máquinas CNC, y vehículos avanzados.

Información sobre ENCODERS *(Recopilado de Internet)*

Los encoders son componentes que se añaden a un motor de corriente continua para convertir el movimiento mecánico en pulsos digitales que puedan ser interpretados por el sistema de electrónica de control integrado. El principal objetivo de los distintos tipos de encoders es el de transformar información de un formato a otro, con el propósito de estandarización, adecuación de la velocidad o control de la seguridad.

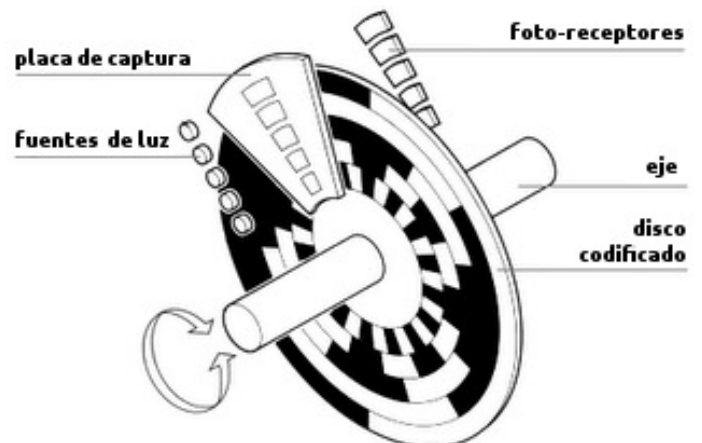
Un encoder, también conocido como codificador o decodificador en Español, es un dispositivo, circuito, programa de software, un algoritmo o incluso hasta una persona cuyo objetivo es convertir información de un formato a otro con el propósito de estandarización, velocidad, confidencialidad, seguridad o incluso para comprimir archivos.



Los encoders de los que hablaremos aquí son encoders para motores eléctricos DC mas comúnmente usados en la industria minera, de transporte (trenes) y en generadores de turbinas eolicas. Su función es la de convertir el movimiento mecánico (giros del eje) en pulsos digitales o análogos que pueden ser interpretados por un controlador de movimiento.

Para explicar como funciona un encoder debemos mencionar que un encoder se compone básicamente de un disco conectado a un eje giratorio.

El disco esta hecho de vidrio o plástico y se encuentra "codificado" con unas partes transparentes y otras opacas que bloquean el paso de la luz emitida por la fuente de luz (típicamente emisores infrarrojos). En la mayoría de los casos, estas áreas bloqueadas (codificadas) están arregladas en forma radial.



A medida que el eje rota, el emisor infrarrojo emite luz que es recibida por el sensor óptico (o foto-transistor) generando los pulsos digitales a medida que la luz cruza a través del disco o es bloqueada en diferentes secciones de este. Esto produce una secuencia que puede ser usada para controlar el radio de giro, la dirección del movimiento e incluso la velocidad.

Los encoders son utilizados en una infinidad de campos e industrias que van desde maquinas de fax, electro-domésticos de consumo hasta robótica, minería transporte, maquinaria, aeroespacial y más.

Existen básicamente dos tipos de encoder según su diseños básico y funcionalidad: encoder Incremental y encoder Absoluto. Adicionalmente existen otros tipos de encoders como por ejemplo el encoder óptico, lineal y el encoder de cuadratura.

El encoder óptico es el tipo de encoder más comúnmente usado y consta básicamente de tres partes: una fuente emisora de luz, un disco giratorio y una detector de luz conocido como “foto detector”.

El disco esta montado sobre un eje giratorio y cuenta con secciones opacas y transparentes sobre la cara del disco. La luz que emite la fuente es recibida por el foto-detector o interrumpida por el patrón de secciones opacas produciendo como resultado señales de pulso.

El código que se produce con dichas señales de pulso es entonces leído por un dispositivo controlador el cual incluyen un micro-procesador para determinar el ángulo exacto del eje.

Un encoder lineal es un dispositivo o sensor que cuenta con una escala graduada para determinar su posición. Los sensores en el encoder leen la escala para después convertir su posición codificada en una señal digital que puede ser interpretada por un controlador de movimiento electrónico.

Los encoders lineales pueden ser absolutos o incrementales y existen diferentes tipos de encoders lineales según la tecnología usada en su mecanismo, por ejemplo, tecnología óptica, magnética, inductiva o capacitiva.

Este tipo de encoder es más utilizado en aplicaciones de metrología, sistemas de movimiento y para controlar instrumentos de alta precisión utilizados en la fabricación de herramientas.

Un encoder de cuadratura es un tipo de encoder rotativo incremental el cual tiene la capacidad de indicar tanto la posición como la dirección y la velocidad del movimiento.

Los encoders de cuadratura se encuentran con mucha más frecuencia en muchos productos eléctricos de consumo y en una infinidad de aplicaciones comerciales. La flexibilidad del encoder de cuadratura es su principal ventaja ya que ofrecen una alta resolución, medición con precisión quirúrgica y pueden trabajar en un gran espectro de velocidades que van desde unas cuantas revoluciones por minuto hasta velocidades que van más allá de las 5,000 RPM.

Este tipo de encoder de cuadratura generalmente utiliza sensores ópticos o magnéticos, lo cual los convierte en dispositivos sencillos de usar y extremadamente duraderos.



Un encoder incremental, como su nombre lo indica, es un encoder que determina el ángulo de posición por medio de realizar cuentas incrementales.

Esto quiere decir que el encoder incremental provee una posición estratégica desde donde siempre comenzará la cuenta. La posición actual del encoder es incremental cuando es comparada con la ultima posición registrada por el sensor.

Los encoders incrementales son un tipo de encoder óptico y este en este tipo de encoder cada posición es completamente única.

Un encoder absoluto se basa en la información proveída para determinar la posición absoluta en secuencia. Un encoder absoluto ofrece un cogido único para cada posición.

Los encoders absolutos se dividen en dos grupos: los encoders de un solo giro y los encoders absolutos de giro múltiple y su tamaño es pequeño para permitir una integración mas simple.

Los encoders absolutos son mas comúnmente usados en motores eléctricos de corriente directa sin cepillos (brushless DC motors), en la medicina, la industria del transporte en especial en trenes, en la minería y otras industrias.

