

Capítulo V

Motores eléctricos

“Hay dos cosas infinitas: el Universo y la estupidez humana. Y del Universo no estoy seguro.”

Albert Einstein

5. Motor eléctrico.

Introducción.

Los motores eléctricos son máquinas eléctricas rotatorias que transforman la energía eléctrica en energía mecánica. Debido a sus múltiples ventajas, entre las que cabe citar su economía, limpieza, comodidad y seguridad de funcionamiento, el motor eléctrico ha reemplazado en gran parte a otras fuentes de energía, tanto en la industria como en el transporte, las minas, el comercio, o el hogar.

Los motores eléctricos satisfacen una amplia gama de necesidades de servicio, desde arrancar, acelerar, mover, o frenar, hasta sostener y detener una carga. Estos motores se fabrican en potencias que varían desde una pequeña fracción de caballo hasta varios miles, y con una amplia variedad de velocidades, que pueden ser fijas, ajustables o variables.

5.1. Composición y funcionamiento.

La conversión de energía en un motor eléctrico se debe a la interacción entre una corriente eléctrica y un campo magnético. Un campo magnético, que se forma entre los dos polos opuestos de un imán, es una región donde se ejerce una fuerza sobre determinados metales o sobre otros campos magnéticos. Un motor eléctrico aprovecha este tipo de fuerza para hacer girar un eje, transformándose así la energía eléctrica en movimiento mecánico.

Los dos componentes básicos de todo motor eléctrico son el rotor y el estator. El rotor es una pieza giratoria, un electroimán móvil, con varios salientes laterales, que llevan cada uno a su alrededor un bobinado por el que pasa la corriente eléctrica. El estator, situado alrededor del rotor, es un electroimán fijo, cubierto con un aislante. Al igual que el rotor, dispone de una serie de salientes con bobinados eléctricos por los que circula la corriente.

5.2. Motor de corriente continua.

Cuando se introduce una espira de hilo de cobre en un campo magnético y se conecta a una batería, la corriente pasa en un sentido por uno de sus lados y en sentido contrario por el lado opuesto.

Así, sobre los dos lados de la espira se ejerce una fuerza, en uno de ellos hacia arriba y en el otro hacia abajo. Si la espira de hilo va montada sobre el eje metálico, empieza a dar vueltas hasta alcanzar la posición vertical. Entonces, en esta posición, cada uno de los hilos se encuentra situado en el medio entre los dos polos, y la espira queda retenida.

Para que la espira siga girando después de alcanzar la posición vertical, es necesario invertir el sentido de circulación de la corriente. Para conseguirlo, se emplea un conmutador o colector, que en el motor eléctrico más simple, el

motor de corriente continua, está formado por dos chapas de metal con forma de media luna, que se sitúan sin tocarse, como las dos mitades de un anillo, y que se denominan delgas. Los dos extremos de la espira se conectan a las dos medias lunas.

Dos conexiones fijas, unidas al bastidor del motor y llamadas escobillas, hacen contacto con cada una de las delgas del colector, de forma que, al girar la armadura, las escobillas contactan primero con una delga y después con la otra.

Cuando la corriente eléctrica pasa por el circuito, la armadura empieza a girar y la rotación dura hasta que la espira alcanza la posición vertical. Al girar las delgas del colector con la espira, cada media vuelta se invierte el sentido de circulación de la corriente eléctrica. Esto quiere decir que la parte de la espira que hasta ese momento recibía la fuerza hacia arriba, ahora la recibe hacia abajo, y la otra parte al contrario. De esta manera la espira realiza otra media vuelta y el proceso se repite mientras gira la armadura.

El motor antes descrito, corresponde a un motor de corriente continua, el más simple dentro de los motores eléctricos, pero que reúne los principios fundamentales de este tipo de motores. En la figura 5.1. Se muestra los componentes generales de un motor eléctrico.

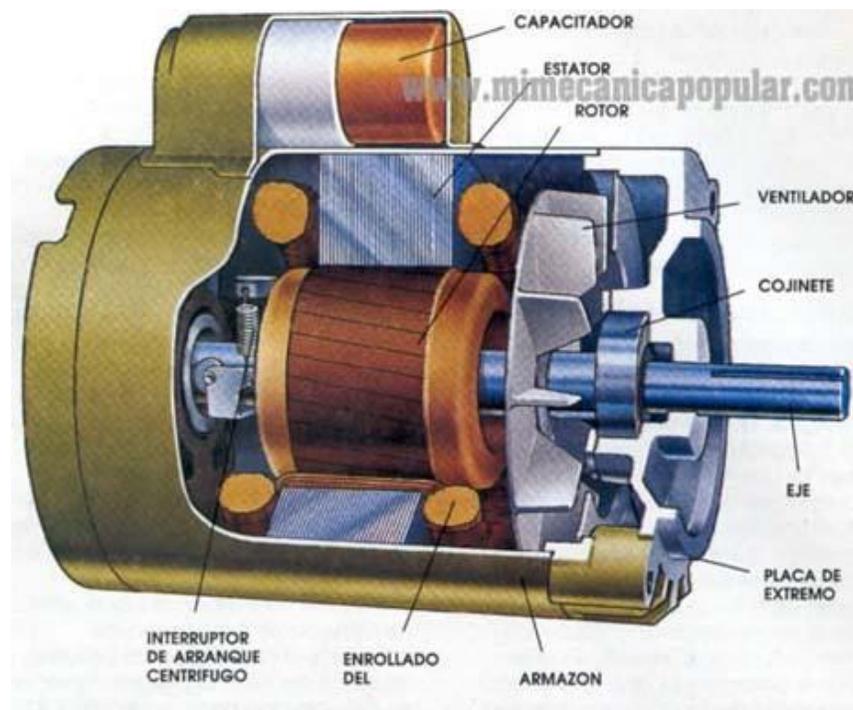


Figura 5.1. Composición del motor

5.3. Servomotores.

Un Servo es un dispositivo pequeño que tiene un eje de rendimiento controlado. Este puede ser llevado a posiciones angulares específicas al enviar una señal codificada. Con tal de que una señal codificada exista en la línea de entrada, el servo mantendrá la posición angular del engranaje. Cuando la señal codificada cambia, la posición angular cambia. En la práctica, se usan servos para posicionar superficies de control como el movimiento de palancas, pequeños ascensores y timones. Ellos también se usan en radio control, títeres, y por supuesto, en robots.

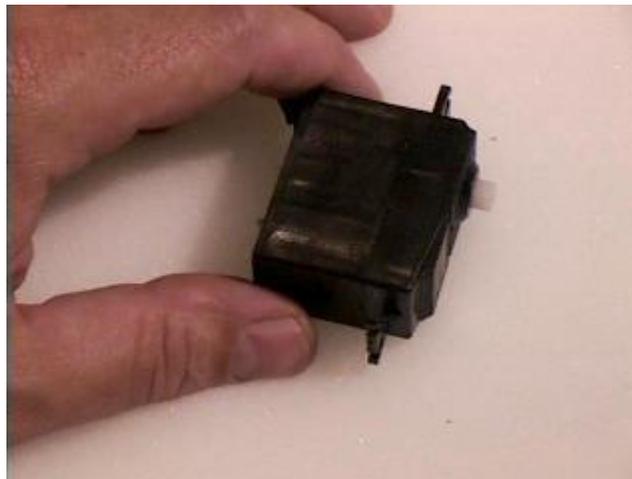


Figura 5.2. Foto de servomotor

Los Servos son sumamente útiles en robótica. Los motores son pequeños, como se observa la figura 5.2. Estos tienen internamente una circuitería de control interna y es sumamente poderoso para su tamaño. Un servo normal o Standard tiene 42 onzas por pulgada o mejor 3kg por cm. De torque que es bastante fuerte para su tamaño. También potencia proporcional para cargas mecánicas. Un servo, por consiguiente, no consume mucha energía. En la figura 5.2.2. Se muestra la composición interna de un servo motor, donde se puede observar la circuitería de control, el motor, un juego de engranes, y la caja. También puede ver los 3 alambres de conexión externa. Uno es para alimentación Vcc (+5volts), conexión a tierra GND y el alambre blanco es el alambre de control.

⊗ **Funcionamiento del Servomotor.**

El motor del servo tiene algunos circuitos de control y un potenciómetro (una resistencia variable) esta es conectada al eje central del servo motor. En la figura 5.2.3. Se puede observar lo antes mencionado al lado derecho del circuito. Este potenciómetro permite a la circuitería de control, supervisar el ángulo actual del servo motor. Si el eje está en el ángulo correcto, entonces el motor está apagado. Si el circuito chequea que el ángulo no es el correcto, el motor girará en la dirección adecuada hasta llegar al ángulo correcto.

El eje del servo es capaz de llegar alrededor de los 180 grados. Normalmente, en algunos llega a los 210 grados, pero varía según el fabricante. Un servo normal se usa para controlar un movimiento angular de entre 0 y 180 grados. Un servo normal no es mecánicamente capaz de retornar a su lugar, si hay un mayor peso que el sugerido por las especificaciones del fabricante.

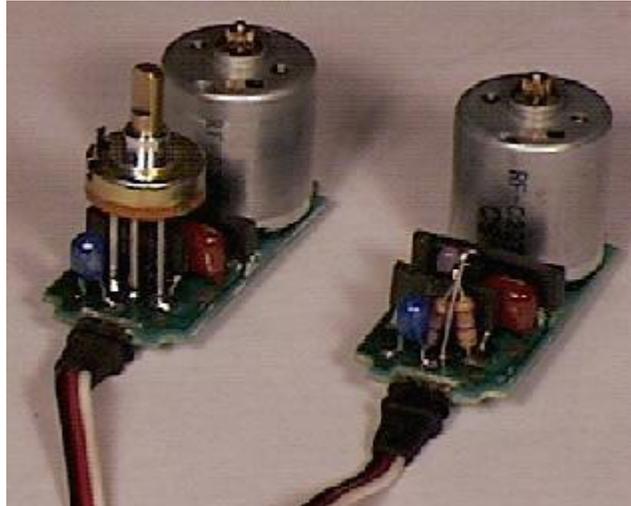


Figura 5.2.3. Potenciómetro de servomotor.

La cantidad de voltaje aplicado al motor es proporcional a la distancia que éste necesita viajar. Así, si el eje necesita regresar una distancia grande, el motor regresará a toda velocidad. Si este necesita regresar sólo una pequeña cantidad, el motor correrá a una velocidad más lenta. A esto se le llama control proporcional.

⊗ **Control.**

Para controlar un servomotor, comúnmente se le ordena un cierto ángulo, medido desde 0 grados. Se le envía una serie de pulsos. En un tiempo ON de pulso indica el ángulo al que debe posicionarse; 1ms = 0 grados, 2.0ms = máx. Grado (cerca de 120) y algún valor entre ellos da un ángulo de salida proporcional. Generalmente se considera que en 1.5ms está el "centro." Entre límites de 1 ~ 2ms son las recomendaciones de los fabricantes; normalmente puede usar un rango mayor de 1.5ms para obtener un ángulo mayor e incluso de 2ms para un ángulo de rendimiento de 180 grados o más. El factor limitante es el tope del potenciómetro y los límites mecánicos construidos en el servo. Un sonido de zumbido normalmente indica que usted está forzando por encima al servo, entonces debe disminuir un poco. En el caso de nuestro robot estos servomotores se modificó la parte mecánica para evitar que tuvieran limitantes de movimiento, y pudieran girar en cualquier dirección de 0° hasta 360° o más.

⊕ Corriente suministrada.

La corriente que requiere depende del tamaño del servo. Normalmente el fabricante indica cual es la corriente que consume el Servo. Eso no significa mucho si todos los servos van a estar moviéndose todo el tiempo. La corriente depende principalmente del torque usado por el servo motor y puede exceder más de un amperio si el servo está enclavado. Es mejor medir las especificaciones del servo.

5.4. Motor a pasos.

Los motores a pasos son muy utilizados en la actualidad para el desarrollo de mecanismos que requieren de una alta precisión. Este tipo de motores poseen cualidades especiales por el hecho de poderlos mover desde un paso hasta una secuencia interminable de pasos dependiendo de la cantidad de pulsos que se les aplique. Este paso puede ir desde pequeños movimientos de 1.8° hasta de 90° . Es por esta razón que este tipo de motores son muy utilizados, ya que pueden moverse a deseo del usuario según la secuencia que se les indique a través de un microcontrolador.

Estos motores poseen la habilidad de quedar fijos en una posición si una o más de sus bobinas está energizada o bien totalmente libres si no existe corriente alguna circulando por estas. Básicamente estos motores están constituidos normalmente por un rotor sobre el que van aplicados distintos imanes permanentes y por un cierto número de bobinas excitadoras en su estator. Las bobinas son parte del estator y el rotor es un imán permanente. Toda la conmutación debe ser externamente manejada por un controlador.

Existen dos tipos de motores a pasos de imán permanente que son los más utilizados en robótica: unipolares y bipolares. En la figura 5.3.1. se muestra un motor bipolar.



Figura 5.3.2. Motor a pasos.

⊗ **Unipolares.**

Estos motores suelen ser comúnmente 4 cables por los cuales se reciben los pulsos que indican al motor la secuencia y duración de los pasos y los restantes sirven como alimentación al motor.

Existen tres secuencias posibles para este tipo de motores:

⊗ **Secuencia Normal.**

Con esta secuencia el motor avanza un paso por vez y debido a que siempre hay el menos dos bobinas activadas, se obtiene un alto torque de paso y de retención.

⊗ **Secuencia de tipo wave drive.**

En esta secuencia se activa solo una bobina a la vez. En algunos motores esto brinda un funcionamiento más suave, pero por otro lado al estar solo una bobina activada, el torque de paso y retención es menor.

⊗ **Secuencia del tipo medio paso.**

En esta secuencia se activan las bobinas de tal forma que se realice un movimiento igual a la mitad del paso real. Para ello se activan primero dos bobinas y luego solo uno y así sucesivamente.

⊗ **Bipolares.**

Este tipo de motores tienen generalmente cuatro cables de salida. Necesitan ciertas manipulaciones para ser controlados, debido a que requieren del cambio de dirección del flujo de corriente a través de las bobinas en la secuencia apropiada para realizar un movimiento.

⊗ **Secuencia para manejar motores a paso bipolares.**

Estos motores necesitan la inversión de corriente que circula en sus bobinas en una secuencia determinada. Cada inversión de la polaridad provoca el movimiento del eje en un paso, cuyo sentido de giro está determinado por la secuencia seguida.

Cabe destacar que debido a que estos motores son dispositivos mecánicos y como tal deben vencer ciertas inercias, el tiempo de duración y la frecuencia de los pulsos aplicados es un punto muy importante a tener en cuenta. En tal sentido el motor debe alcanzar el paso antes que la próxima secuencia de pulsos comience. Si la frecuencia de pulsos es muy elevada, el motor puede reaccionar en alguna de las siguientes formas:

- ⊗ Puede que no realice ningún movimiento en lo absoluto.
- ⊗ Puede comenzar a vibrar pero sin llegar a girar.
- ⊗ Puede girar erráticamente.
- ⊗ Puede llegar a girar en sentido opuesto.

Existen otros motores que dependiendo de la aplicación que se requiera se utiliza el que más convenga, entre estos destacan:

⊗ **Motores de corriente alterna.**

Los motores de corriente alterna tienen una estructura similar, con pequeñas variaciones en la fabricación de los bobinados y del conmutador del rotor. Según su sistema de funcionamiento, se clasifican en motores de inducción, motores sincrónicos y motores de colector. En la figura 5.2. Se muestra el embobinado de un motor eléctrico.

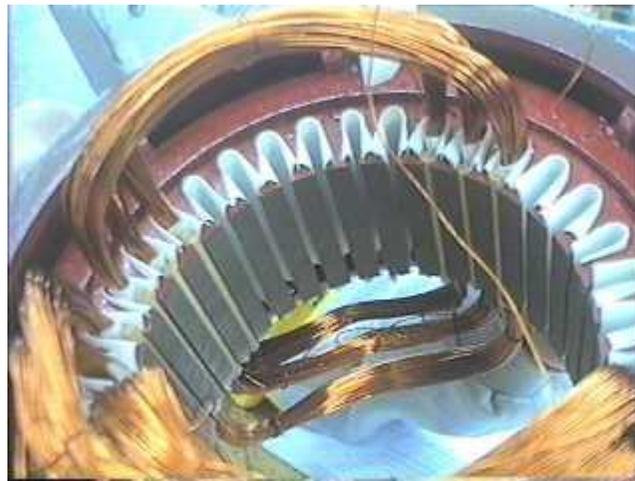


Figura 5.2. Embobinado de motor.

⊗ **Motores de inducción.**

El motor de inducción no necesita escobillas ni colector. Su armadura es de placas de metal magnetizable. El sentido alterno de circulación, de la corriente en las espiras del estator genera un campo magnético giratorio que arrastra las placas de metal magnetizable, y las hace girar. El motor de inducción es el motor de corriente alterna más utilizado, debido a su fortaleza y sencillez de construcción, buen rendimiento y bajo coste así como a la ausencia de colector y al hecho de que sus características de funcionamiento se adaptan bien a una marcha a velocidad constante.

⊗ **Motores sincrónicos.**

Los motores sincrónicos funcionan a una velocidad sincrónica fija proporcional a la frecuencia de la corriente alterna aplicada. Su construcción es semejante a la de los alternadores. Cuando un motor sincrónico funciona a potencia constante y sobreexcitada, la corriente absorbida por éste presenta, respecto a la tensión aplicada un ángulo de desfase en avance que aumenta con la corriente de excitación

Esta propiedad es la que ha mantenido la utilización del motor sincrónico en el campo industrial, pese a ser el motor de inducción más simple, más económico y de cómodo arranque, ya que con un motor sincrónico se puede compensar un bajo factor de potencia en la instalación al suministrar aquél la corriente reactiva, de igual manera que un Condensador conectado a la red.

⊕ **Motores de colector.**

El problema de la regulación de la velocidad en los motores de corriente alterna y la mejora del factor de potencia, ha sido resuelto de manera adecuada con los motores de corriente alterna de colector. Según el número de fases de las corrientes alternas para los que están concebidos los motores de colector se clasifican en monofásicos y polifásicos, siendo los primeros los más Utilizados Los motores monofásicos de colector más Utilizados son los motores serie y los motores de repulsión.