



Universidad Autónoma del Estado de México
UAEM

C.U. UAEM Valle de Teotihuacán

Licenciatura en Ingeniería en Computación

Tecnologías de actuadores

Unidad de Aprendizaje:
Fundamentos de robótica

Unidad de competencia

III

Elaborado por: M. en I. José Francisco Martínez Lendech

Justificación académica:

El material de apoyo que a continuación se presenta, es para la asignatura de fundamentos de robótica y tiene como objetivo que el alumno identifique los tipos de actuadores, en particular los actuadores eléctricos que son los más utilizados en la robótica.

Se presentan los conceptos teóricos, principios de funcionamiento, y características técnicas para posteriormente utilizarlos en la práctica.

Actuadores

Su misión es generar el movimiento según las ordenes dadas por la unidad de control.

Cada uno de los sistemas presentan características diferentes, entre las mas importantes a considerar son:

- Potencia
- Controlabilidad
- Peso y volumen
- Precisión
- Velocidad
- Mantenimiento
- Costo

Actuadores

- Los actuadores son dispositivos capaces de generar una fuerza a partir de líquidos, aire, y energía eléctrica.
- El actuador recibe la orden de un controlador y da una salida necesaria para activar a un elemento final de control como lo son: válvulas, pinzas, atomizadores, puntas de soldar, etc.

Actuadores eléctricos

Este tipo de actuador presenta gran control sencillez y precisión, por tanto son los mas utilizados en los robots industriales actuales.



Existen algunos tipos:

- Motores de corriente continua c.d.
- Motores de corriente alterna c.a.
- Motores especiales.

Actuadores eléctricos

MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA

- Posee un codificador de posición (encoder) que facilita su control, se encuentra constituido por devanados internos, el inductor e inducido.
- Inductor: esta situado en el estator y crea un campo magnético de dirección fija
- Inducido: situado en el rotor hace girar al mismo debido a la fuerza de Lorentz, como combinación de la corriente circulante por el y del campo magnético de excitación.

Actuadores eléctricos



Clases :

- Controlado por inducido (imán permanente)
- Controlado por excitación (Excitación separada)
- Autoexcitados (serie, shunt, compuestos)



Actuadores eléctricos

Al aumentar la tensión del inducido aumenta la velocidad de la maquina.

En el caso de control por inducido, la tensión en la excitación se mantiene constante, mientras que la tensión del inducido se utiliza para controlar la velocidad de giro.

En los controlados por excitación es lo contrario al caso anterior y se obtiene un mejor control de velocidad.

Actuadores eléctricos

MOTORES PASO A PASO

En estos motores, la señal de control son trenes de impulsos que van actuando rotativamente sobre una serie de electroimanes dispuestos en el estator, por cada pulso recibido , el rotor del motor gira un determinado numero de grados, la velocidad del motor depende de la frecuencia de los pulsos.

Actuadores eléctricos

Aplicaciones:

Donde se requiera precisión del movimiento del eje del motor:

- Impresoras.
- Scanner.
- Lectoras de disco.

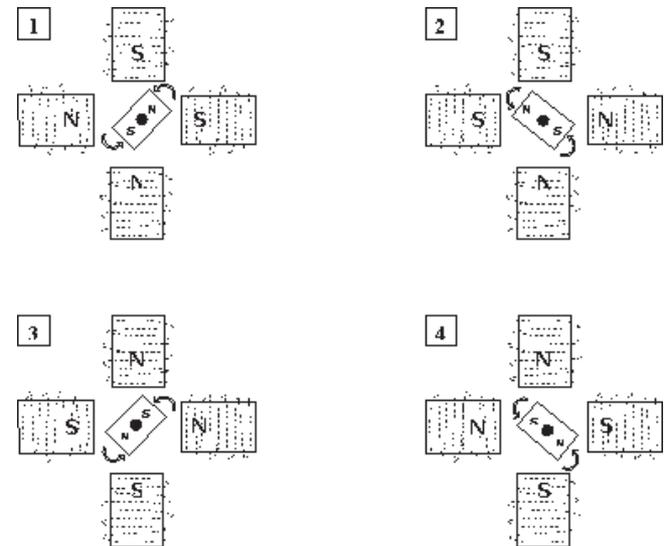
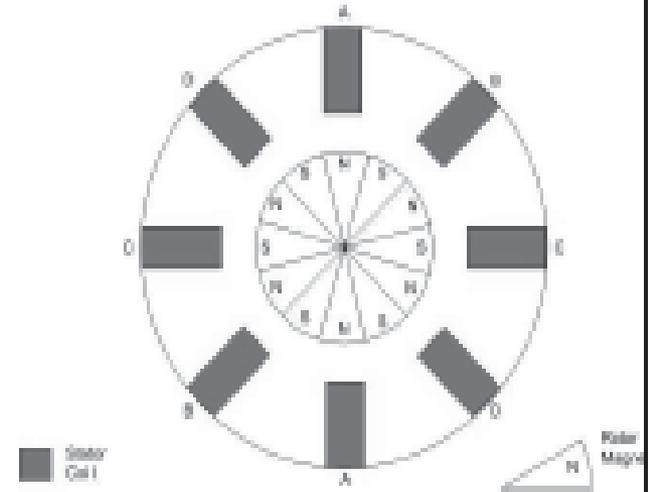


Actuadores eléctricos

La cantidad de pasos depende de:

El Rotor.

A mayor número de polos magnéticos, mayor número de pasos en 360° .



Actuadores eléctricos

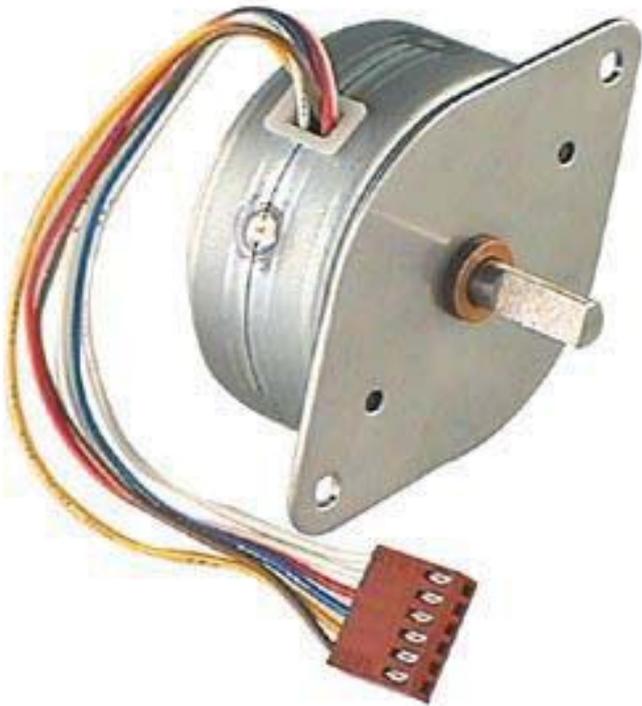
Se clasifican:

Por **tipo de rotor**:

- Imanes permanentes
- Reluctancia variable

Por **tipo de arreglo del estator**:

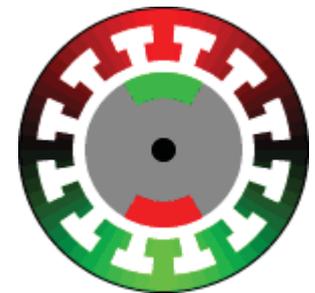
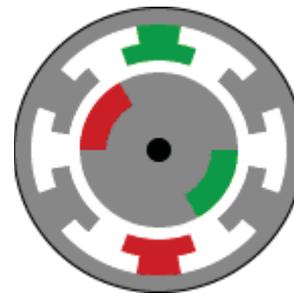
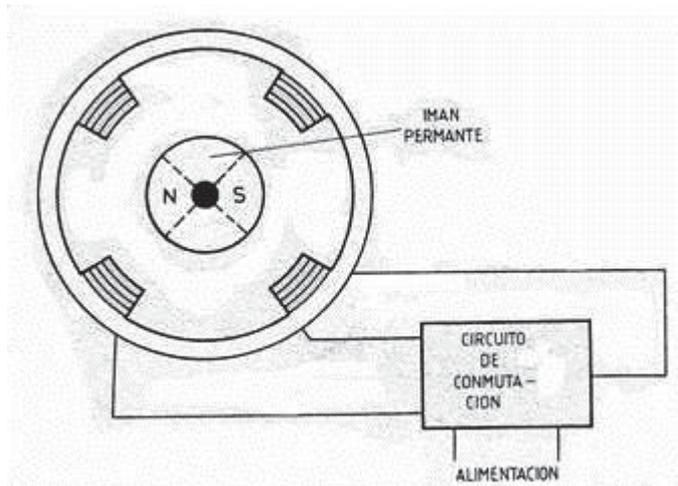
- Unipolar
- Bipolar



Actuadores eléctricos

IMANES PERMANENTES

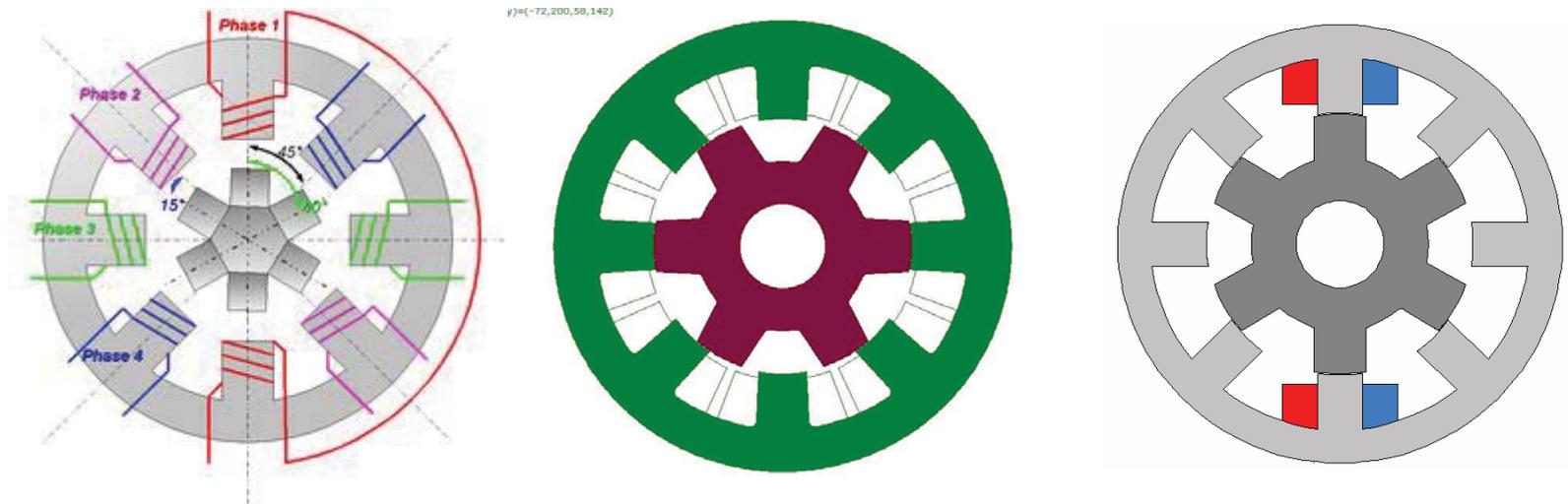
El rotor posee una polarización magnética constante, gira para orientar sus polos de acuerdo al campo magnético creado por las fases del estator



Actuadores eléctricos

RELUCTANCIA VARIABLE

El rotor está formado por un material ferro-magnético que tiende a orientarse de modo que facilite el camino de las líneas de fuerza del campo magnético generada por las bobinas del estator.

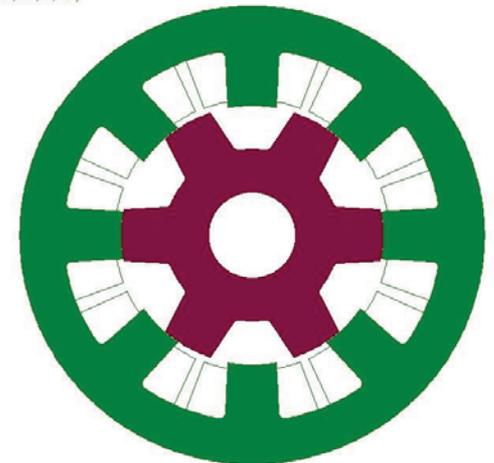


Actuadores eléctricos

RELUCTANCIA VARIABLE

El estator consiste en una serie de piezas polares conectadas a 3 fases. En todo momento, el rotor "buscará" alinearse de forma tal que minimice la reluctancia rotor-estator. Este tipo de motor puede diseñarse para funcionar con pasos más pequeños que los de imán permanente. Por otra parte, su rotor es de baja inercia, con lo que se mejora su respuesta dinámica, aunque tiene la desventaja de tener menor par motor que uno de imán permanente del mismo tamaño.

μ=(-72,200,50,142)



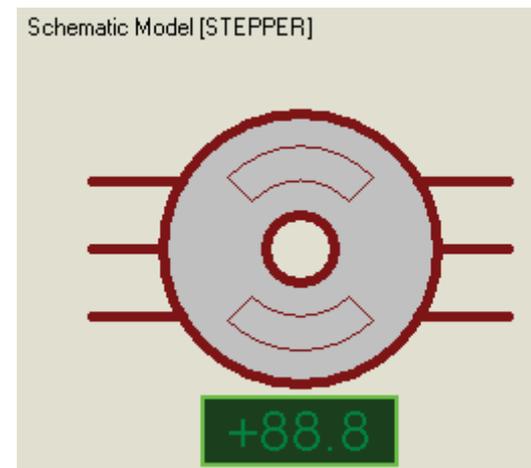
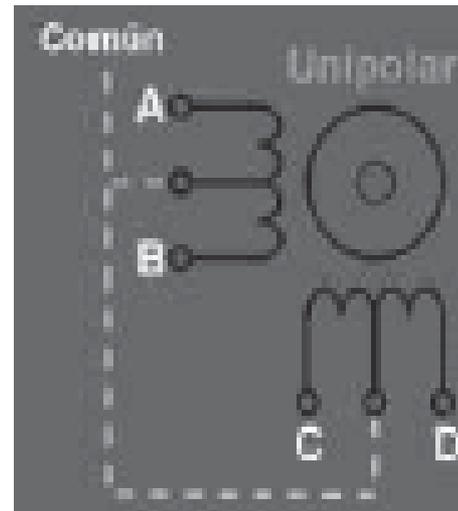
Actuadores eléctricos

UNIPOLAR

Muy sencillo de utilizar,
haciendo el encendido
secuencial de bobinas.

Tipos de secuencias para
controlarlo:

- Paso Simple.
- Paso Doble.
- Medio Paso.



Actuadores eléctricos

UNIPOLAR

Muy sencillo de utilizar, haciendo el encendido

secuencial de bobinas.

Tipos de secuencias para controlarlo:

➤ Paso Simple.

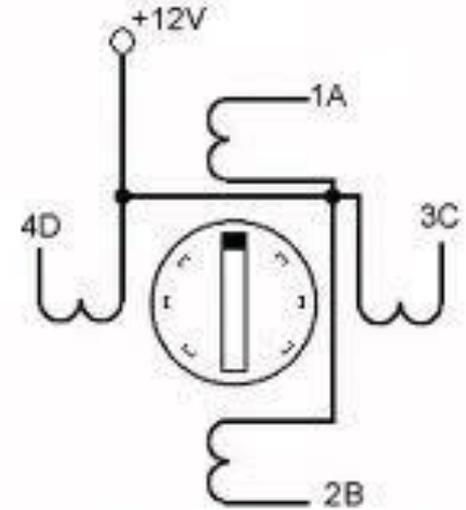
Se energiza solo una bobina.

➤ Paso Doble.

Se energiza por pares de bobinas.

➤ Medio Paso.

Alternancia de paso simple y paso doble logrando medios pasos.



Conexiones Motor Unipolar



Actuadores eléctricos

Paso simple:

Esta secuencia de pasos es la más simple de todas y consiste en activar cada bobina una a una y por separado, con esta secuencia de encendido de bobinas no se obtiene mucha fuerza ya que solo es una bobina cada vez la que arrastra y sujeta el rotor del eje del motor

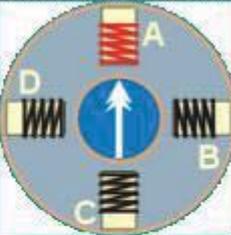
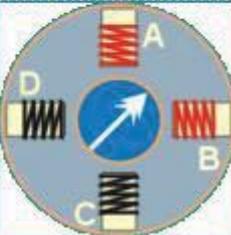
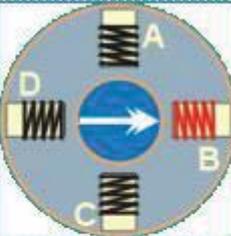
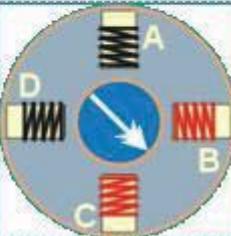
Paso	A	B	C	D
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1

Paso doble:

Con el paso doble activamos las bobinas de dos en dos con lo que hacemos un campo magnético más potente que atraerá con más fuerza y retendrá el rotor del motor en el sitio. Los pasos también serán algo más bruscos debido a que la acción del campo magnético es más poderosa que en la secuencia anterior.

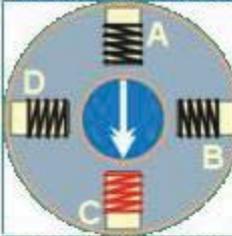
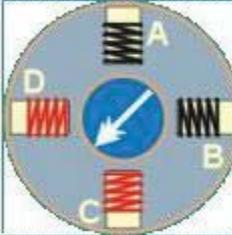
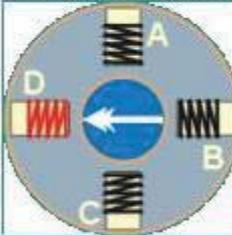
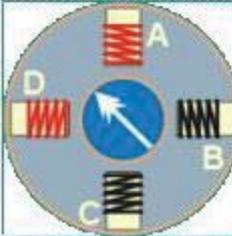
Paso	A	B	C	D
1	1	1	0	0
2	0	1	1	0
3	0	0	1	1
4	1	0	0	1

Actuadores eléctricos

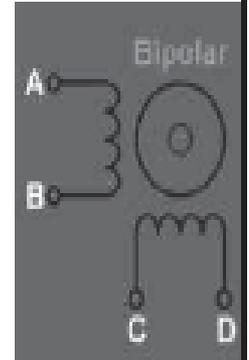
Paso	A	B	C	D	
1	1	0	0	0	
2	1	1	0	0	
3	0	1	0	0	
4	0	1	1	0	

Medio Paso:

Combinando los dos tipos de secuencias anteriores podemos hacer moverse al motor en pasos más pequeños y precisos y así pues tenemos el doble de pasos de movimiento para el recorrido total de 360° del motor.

5	0	0	1	0	
6	0	0	1	1	
7	0	0	0	1	
8	1	0	0	1	

Actuadores eléctricos



BIPOLAR

- Más fuerte y rápido que el Unipolar.

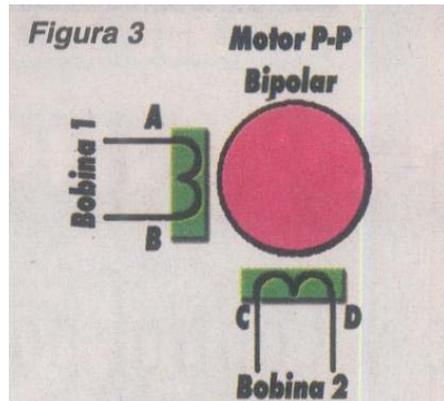
Desventaja:

- Requiere de un control más complejo

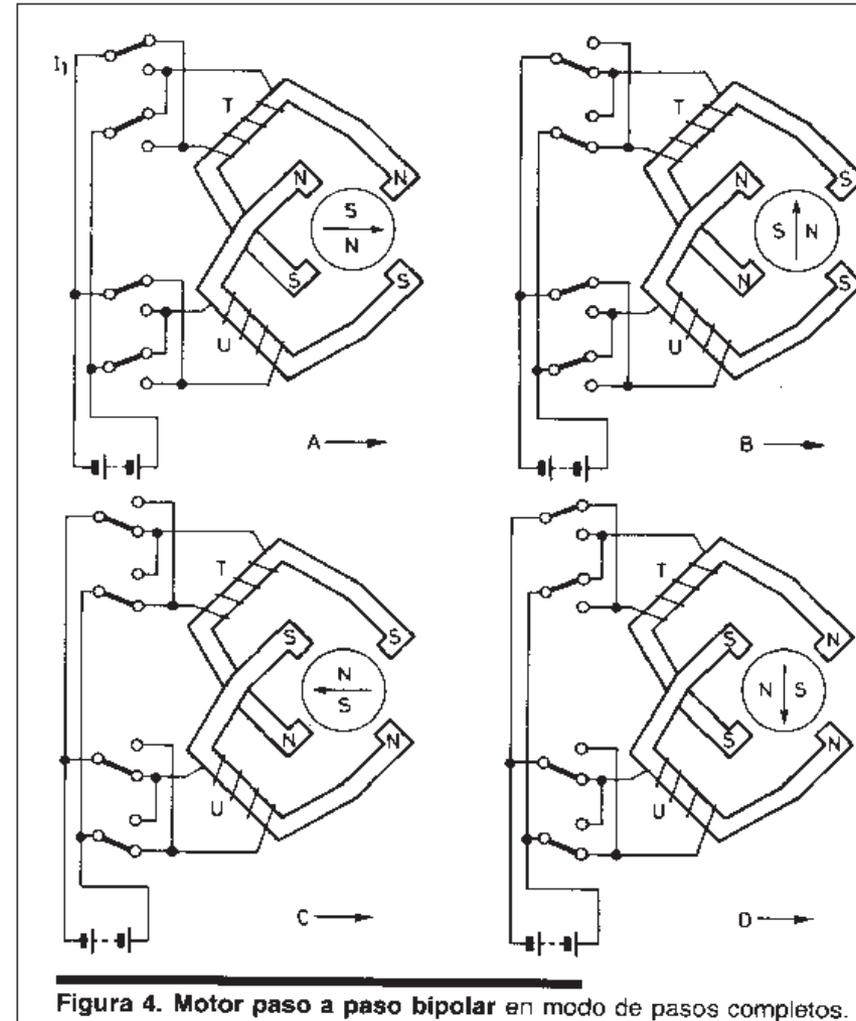


Actuadores eléctricos

BIPOLAR



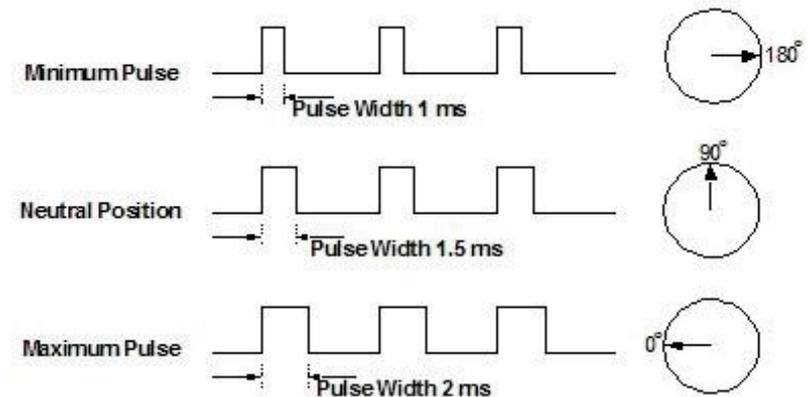
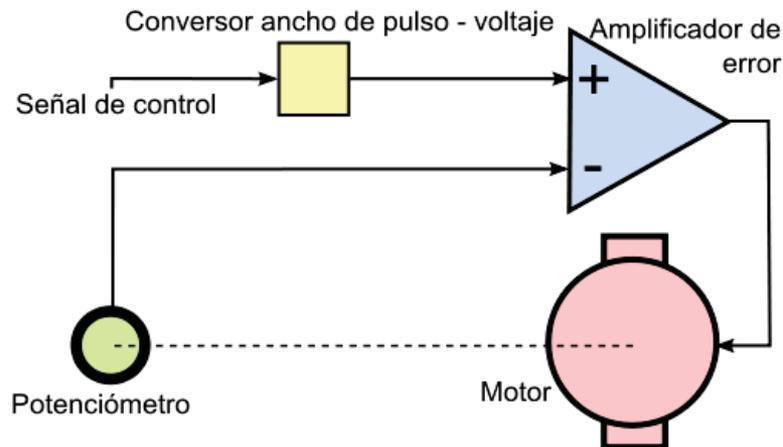
PASO	TERMINALES			
	A	B	C	D
1	+V	-V	+V	-V
2	+V	-V	-V	+V
3	-V	+V	-V	+V
4	-V	+V	+V	-V



Actuadores eléctricos

SERVOMOTORES

Son dispositivos que tienen la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación, y de mantenerse estable en dicha posición. Están formados por un motor, una caja reductora y un circuito de control, y su margen de funcionamiento generalmente es de menos de una vuelta completa.



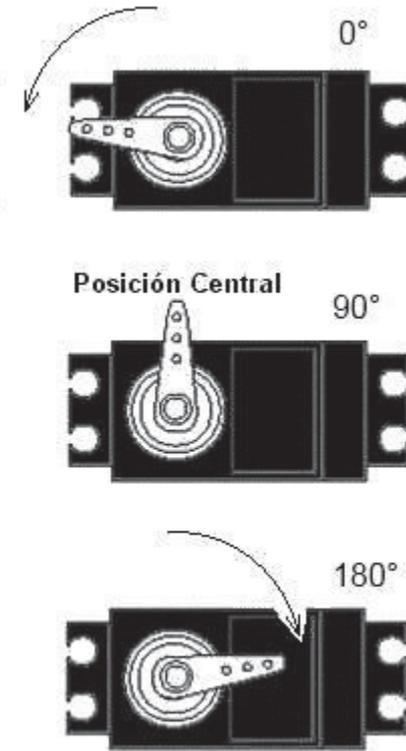
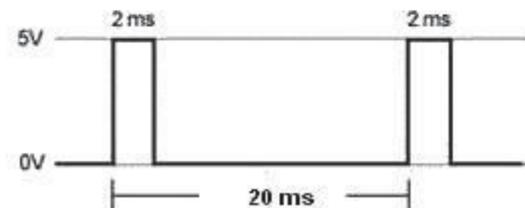
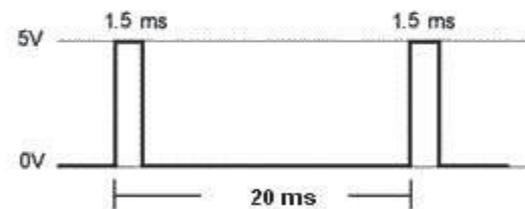
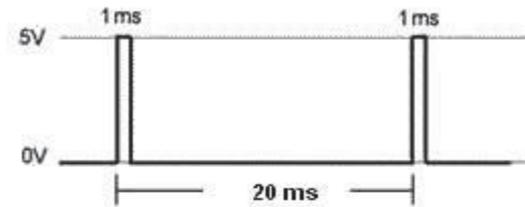
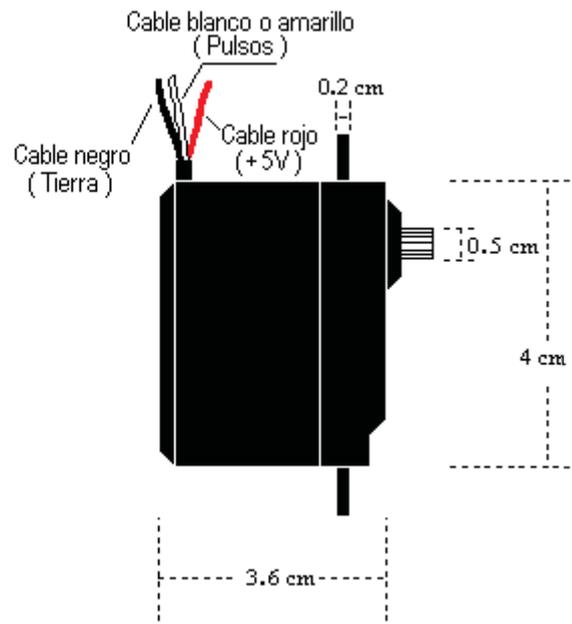
Actuadores eléctricos

SERVOMOTORES

Diámetro = 0.45 cm

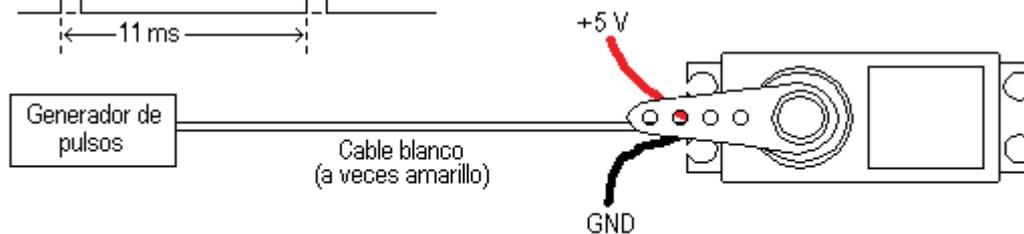
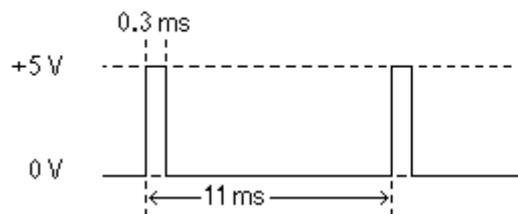
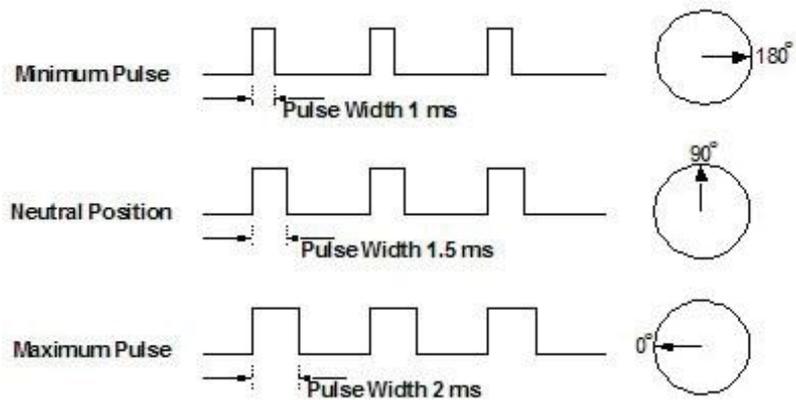


1.75 cm
2 cm



Actuadores eléctricos

SERVOMOTORES

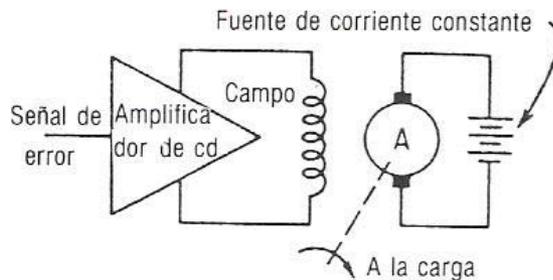


Actuadores eléctricos

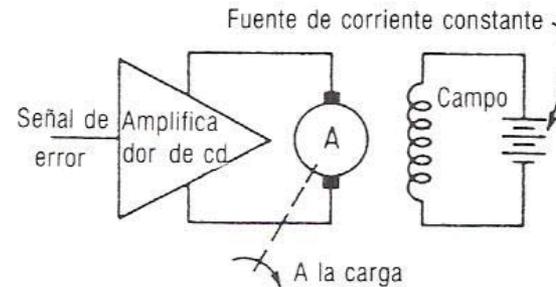
SERVOMOTORES DE CD

El control para el funcionamiento del motor cd se basa en tres formas:

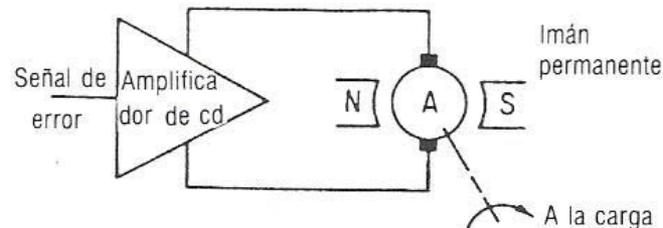
- Campo o excitación controlada
- Inducido, rotor, o armadura controlada (excitación separada)
- Inducido, rotor, o armadura controlada (imán permanente)



a. Servomotor de cd de campo controlado



b. Servomotor de cd de armadura controlada



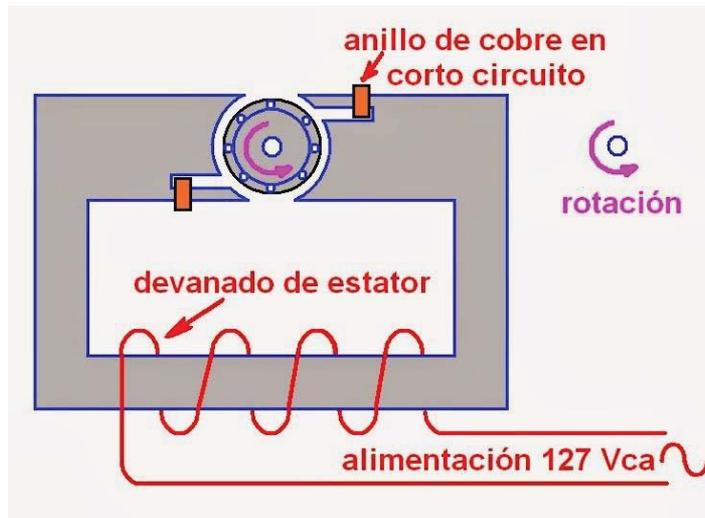
c. Servomotor de imán permanente y armadura controlada

Actuadores eléctricos

SERVOMOTORES DE CA

Son del tipo de motor bifásico de inducción de polo sombreado, con dos devanados de estator desplazados a 90° en el espacio.

A diferencia de los de cd, estos son libres de escobillas, y utilizan un sistema de freno rodeado por un imán permanente.

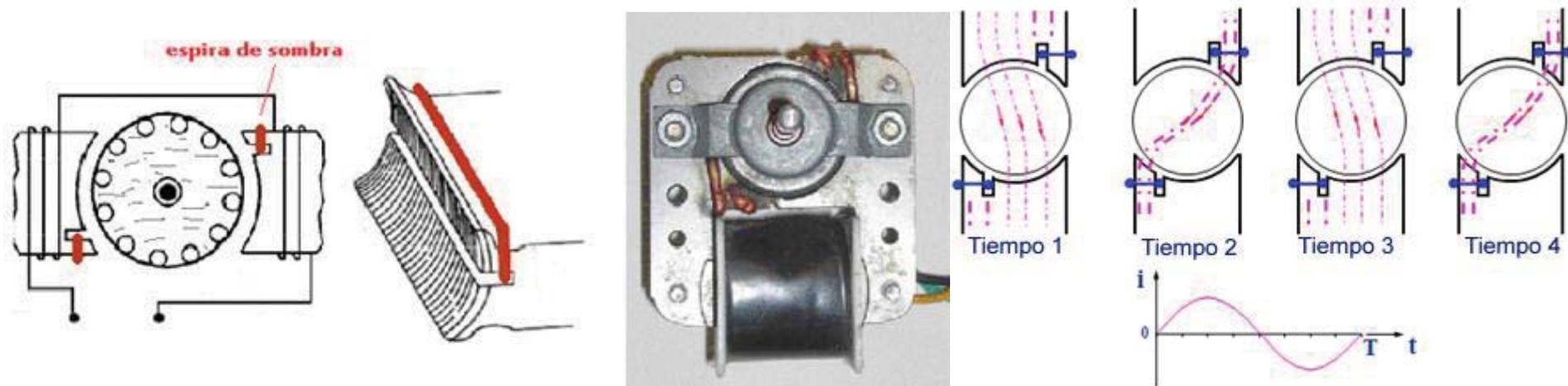


Actuadores eléctricos

SERVOMOTORES DE CA

El anillo de cobre que sombrea el polo provoca un atraso en las líneas de flujo magnético produciéndose ángulo de desfaseamiento.

Una señal de error de polaridad opuesta accionara el relevador sensible a la fase poniendo en cortocircuito otro par de devanados, originando la rotación del servomotor en dirección inversa.



Actuadores eléctricos

MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA

Las mejoras que se han introducido hacen que se presenten como un gran competidor de los motores de c.d, esto se debe principalmente a:

- Construcción de rotores síncronos sin escobillas.
- Uso de convertidores estáticos.
- Empleo de la microelectrónica.



Actuadores eléctricos



Se dividen:

- Motores síncronos
- Motores asíncronos



Actuadores eléctricos

MOTORES SÍNCRONOS

La velocidad de giro depende únicamente de la frecuencia de la tensión que alimenta el inducido, para poder variar esta con precisión, el control de velocidad se realiza mediante un variador de frecuencia.

MOTORES ASÍNCRONOS

También conocidos como motores de inducción, al igual que los síncronos, se requiere de un variador de frecuencia para controlar su velocidad.

Actuadores eléctricos

MOTORES SÍNCRONOS

Existen de los tipos:

- a) Inducido en el estator (alta potencia)
- b) Inducido en el rotor (baja potencia)
- c) Polos lisos
- d) Polos salientes

MOTORES ASINCRONOS (Inducción)

- a) Jaula de ardilla (trifásico)
- b) Rotor devanado (trifásico)
- c) Polos sombreado (Monofásico)
- d) Capacitor (Monofásico)
- e) Interruptor centrifugo (Monofásico)

Actuadores eléctricos

Ventajas

- Precisos
- Fiables
- Fácil control
- Sencilla instalación
- Silenciosos
- Ligeros

Desventajas

- Potencia limitada

Fuentes Bibliográficas

- Barrientos, A (2007). Fundamentos de robótica. (2da edición). Madrid: Ed. Mc Graw Hill.
- Bekey, G. (2008). Robotics: State of the art and future challenges. (1ª Edition). UK: Imperial College Press.
- Craig, J. (2006). Robótica. (3ra edición). México: Ed. Pearson Education.
- Hayt, W. (2006). Teoría Electromagnética. (7ma edición). México: Ed. Mc Graw Hil.
- Mataric, M. (2007). The Robotics Primer. (1ª Edition). EEUU: Wiley.