

MECATRÓNICA – Apuntes 2007

Licenciatura en Artes Electrónicas UNTREF

Servomotores

Un servomotor -o simplemente servo- es un arreglo mecatrónico basado en un motor eléctrico, una caja de reducción y circuitería electrónica interna de control y de potencia.



Su principal característica es la posibilidad de posicionar sencillamente, mediante una señal eléctrica de control, su eje en cualquier ángulo deseado de su rango, que usualmente va desde -90° a $+90^\circ$. El servo alcanzará esa posición de manera automática y sin necesidad de control de nuestra parte, y la mantendrá fija, aún ante perturbaciones externas, hasta que reciba una nueva señal para cambiarla.

Los servomotores son de aplicación habitual en la industria y los hay de gran torque y velocidad. Los de pequeño tamaño son aplicados desde hace muchos años en el aeromodelismo, automodelismo y modelismo naval, de modo que existe una gran variedad de ellos disponibles en los comercios dedicados a estos hobbies.

Los servos están tan ampliamente difundidos precisamente por su facilidad de utilización. Con generar una simple señal de control, estamos seguros de la posición del eje, sin necesidad de construir nuestro propio lazo de realimentación y sin necesidad de ningún otro control adicional de la posición.

Junto a los motores paso a paso, que de otra manera también pueden ser posicionados exactamente sin necesidad de lazos de realimentación, se constituyen en las opciones más simples para implementar dispositivos mecatrónicos y robóticos.

Funcionamiento

El eje de salida está acoplado al motor mediante un tren de engranajes, lo que multiplica el torque de éste, a la vez que reduce su velocidad en la misma proporción, como ya hemos visto.

El eje de salida gira solidariamente acoplado con un potenciómetro que le informa a la circuitería interna la posición del eje en cada instante. La electrónica compara esa

posición con la posición de referencia que recibe de la señal de control y si ambas difieren, actúa sobre el motor haciéndolo girar a izquierda o derecha, según corresponda, hasta alcanzar la posición deseada. Como se ve, el dispositivo conforma un lazo de realimentación **cerrado**.

De este modo, cuando mayor es la diferencia entre la posición deseada y la actual o la perturbación que trata de moverlo, mayor es la fuerza con la que el servo tiende a corregir.

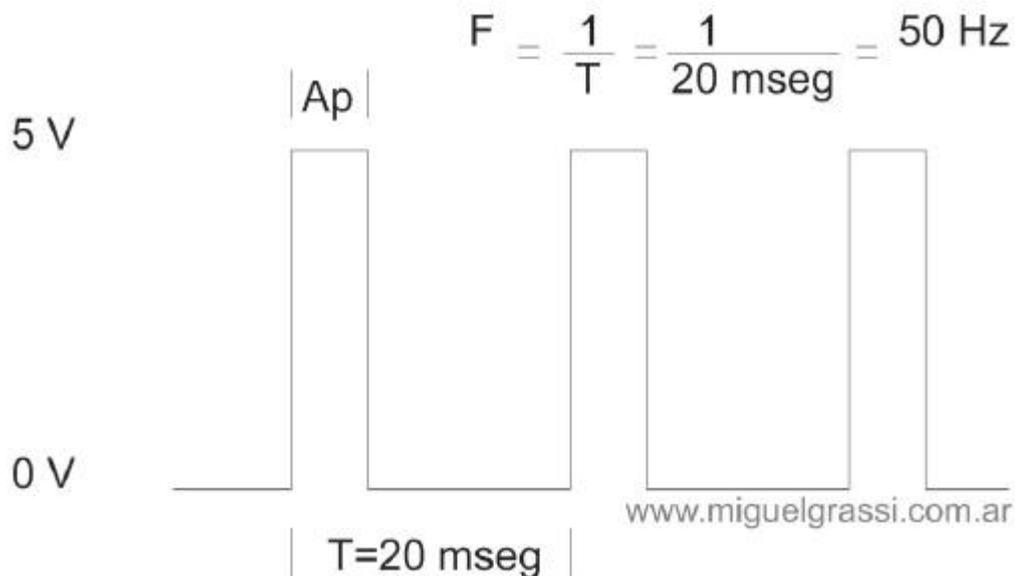
Utilización

El servomotor está provisto de sólo tres cables. Dos para la alimentación, usualmente de color rojo y negro y correspondientes a positivo y negativo respectivamente, y un tercero de control, generalmente de color blanco o naranja.

La alimentación puede variar entre los 4,5 y 48 voltios, dependiendo del fabricante y modelo. Los pequeños servos de hobby a los que nos ajustaremos en esta descripción suelen alimentarse con 4,8 V ó 6 V y muchos de ellos pueden alimentarse con cualquier tensión en este rango.

Control

Para indicar al servo la posición deseada del eje, se debe presentar en el cable de control un tren de pulsos a una determinada frecuencia F , usualmente de 50 hz, es decir un pulso cada 20 mseg. (Período $T = 20$ mseg), con forma de onda cuadrada, alternando entre 0 volts y el valor máximo de tensión, de la siguiente forma:



El ancho de ese pulso, A_p (es decir la cantidad de tiempo que la tensión permanece en su valor máximo) indica qué posición se desea del eje.

Exactamente cuánto debe durar Ap, depende del fabricante. Usualmente, un tiempo Ap de alrededor de 1 mseg posicionará el servo en -90°, un tiempo de 1,5 mseg lo posicionará en 0° y un tiempo de 2 mseg lo hará en la posición máxima, es decir 90°.

Repartiendo proporcionalmente el tiempo entre ambos extremos podemos determinar el ancho de pulso necesario para cualquier posición deseada, dentro de los 180° que el servo recorre.

La siguiente tabla indica los tiempos de duración del pulso para las tres posiciones más significativas y las frecuencias indicadas por los principales fabricantes.

Fabricante	Ancho de pulso en milisegundos)			Frecuencia Hz
	min.	neutral.	máx..	
Futaba	0.9	1.5	2.1	50
Hitech	0.9	1.5	2.1	50
Graupner/Jr	0.8	1.5	2.2	50
Multiplex	1.05	1.6	2.15	40
Robbe	0.65	1.3	1.95	50
Simprop	1.2	1.7	2.2	50

Generación de los pulsos

La generación de los pulsos necesarios puede hacerse de diferentes maneras.

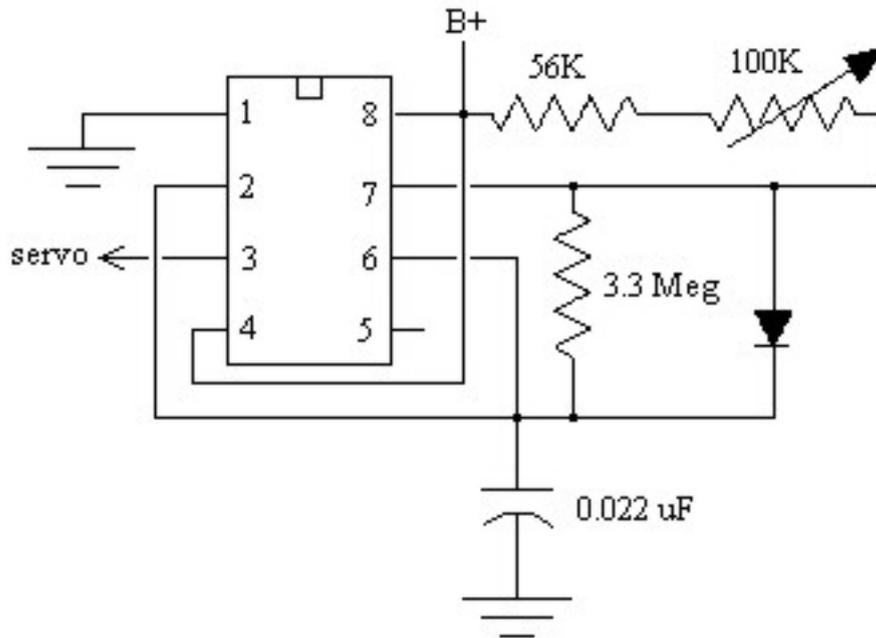
Normalmente, en las aplicaciones de modelismo que mencionábamos, se utilizan radorreceptores que ya poseen una salida que genera el ancho de pulso necesario, de acuerdo a la señal de radio que reciben del dispositivo de radiocontrol que utiliza el piloto en tierra. De este modo el flap, timón de cola o timón de profundidad que el servo comanda adoptará un ángulo proporcional al ángulo que el piloto imprima a la palanca de comando en su transmisor. Para las aplicaciones de control remoto, entonces, viene todo hecho y no se necesita diseñar ninguna electrónica adicional.

Otra alternativa –la más adecuada para las aplicaciones robóticas- es el uso de microcontroladores, con los cuales es muy sencillo obtener el ancho de pulso y la frecuencias deseados, ocupando sólo una salida. Si el microcontrolador posee además facilidades previstas para PWM (Pulse Width Modulation, que es precisamente lo que estamos haciendo para controlar el servo) resulta más sencillo y eficiente aún. La mayoría de los microcontroladores actuales la tienen.

De modo similar al microcontrolador, es posible hacerlo con el puerto paralelo de la PC, utilizando alguna de las interfaces dadas en clase.

Por último, tenemos la posibilidad de hacerlo en forma analógica, con electrónica discreta. Basta con un oscilador que pueda generar la frecuencia necesaria y en el que podamos ajustar el ancho de pulso. Se indica a continuación un ejemplo de circuito, aunque por supuesto hay decenas de ellos en Internet.

Control de un servo con 555



El ajuste del ancho de pulso se hace con el potenciómetro de 100 k. El valor de la resistencia de 3.3 MOhms determina un tiempo entre pulsos de 40 mseg, tal como era usado en servos más antiguos. Reduciendo su valor se puede llevar a 20 mseg o lo que se necesite, sin problemas.