

## EN APLICACIONES MECATRÓNICAS ¿MOTOR O SERVOMOTOR?

O. Sánchez García,  
osanchez0112@gmail.com  
A. Cruz Contreras  
Instituto Politécnico Nacional, CIITEC

### **Resumen**

*En este trabajo se realizó la revisión comparativa, entre los motores eléctricos de CD, desarrollados por los principales fabricantes. Presentando una clasificación integrada por dos tipos; el de uso general y el servomotor. Encontrando que dadas las especificaciones del fabricante el motor de uso general, es el utilizado para dar torque a maquinaria a velocidad nominal, por otro lado el servomotor es el especializado para el control de posición, velocidad y aceleración.*

### **1.- Introducción**

Desplazar sistemas físicos requiere de un perfil de trayectoria, regulando las variables de posición, velocidad y aceleración. El diseño de sistemas mecatrónicos se basa en modelos matemáticos, en los cuales se consideran condiciones ideales; para que el sistema implementado sea lo más semejante al modelo, se requiere utilizar motores eléctricos en los cuales sus parámetros se acerquen a las características ideales, de lo contrario, es poco probable que la implementación opere de acuerdo al diseño.

Se debe de tener presente que los motores se fabrican para diferentes aplicaciones, un motor de propósito general no cuenta con las características requeridas para el control de trayectoria. En este uso se deben considerar motores de calidad, conocidos como "servomotores", para los cuales el fabricante proporciona los datos requeridos en el modelo matemático.

En este trabajo se presenta una revisión comparativa entre motores de uso general y servomotores, tomando como referencia la información proporcionada por el fabricante.

### **2.- La mecatrónica**

La mecatrónica es la conjugación sinérgica de electrónica, cómputo y mecánica; que se basa en operar sistemas físicos, tomando complejas decisiones para su funcionamiento, estas decisiones son realizadas por algoritmos, los cuales son configurados con las habilidades de entender al sistema y dar la mejor respuesta [1].

#### **2.1.- Aplicaciones mecatrónicas**

Las aplicaciones en las que se implementan sistemas mecatrónicos se amplían día a día, gracias al desarrollo en computación. La función básica de estas aplicaciones, consiste en desplazar un mecanismo de una posición inicial a una final; mencionando algunos ejemplos se tiene: máquinas herramientas, control de vehículos, control de procesos, robótica y sistemas biológicos.

Sin embargo, se requiere que estos movimientos se realicen con precisión, siguiendo un perfil de trayectoria [2] para llegar a su posición.

Dentro de la etapa de diseño de sistemas mecatrónicos, se determinan de manera ideal, los parámetros con los cuales se espera que la aplicación tenga la mejor respuesta, por lo tanto para lograr la implementación, se deben utilizar actuadores lo más similar a las condiciones ideales.

El actuador más utilizado es el motor eléctrico, siendo el de corriente continua el más usado por la facilidad de su accionamiento y regulación.

### **3.- Motor eléctrico de CD**

Es una máquina que realiza la conversión de energía eléctrica de entrada en energía mecánica de salida, presentando pérdidas de energía en dicha transformación, es decir no tiene comportamiento ideal, debido a fricción e inercia así como la misma oposición interna de magnetos a generar el movimiento. Están diseñados para desarrollar máximo torque desde la primera revolución, y la variación de velocidad, se puede realizar variando el voltaje de entrada, además de ser compactos, por esto son los mejores actuadores para aplicaciones mecatrónicas.

#### **3.1.- Motor de DC de uso general**

Es ampliamente utilizado para aplicar tracción, donde se requiere máximo torque desde el arranque, bajo nivel de ruido y vibración, con alta eficiencia; se le encuentra en aplicaciones como ascensores, escaleras eléctricas, maquinaria, ventiladores y vehículos eléctricos (figura 2).



Figura 2 Motor de corriente continua de uso general [3]

En la tabla 1, se presenta la información dada por el fabricante, para un motor de 5 HP con velocidad nominal de 1750 rpm. Para este motor el fabricante ofrece un controlador para regular velocidad, dotado de habilidades como, arranque y paro suave, velocidad variable, torque constante además de circuitería de protección. La información técnica que se otorga de motor y controlador véase detallada en la tabla 1.

| Tabla 1 Información técnica motor dc y su controlador |                                       |
|---|---------------------------------------|
| Motor dc uso general (D5005R [3])                     | Controlador (BC203 [3])               |
| Potencia 5 HP   | Potencia 5 HP                         |
| Voltaje de operación 300 V                            | Voltaje entrada 220 V                 |
| Corriente 1 A   | Enfriado por convección               |
| Velocidad nominal 1750 rpm                            | Led indicador de límite de corriente  |
|   | Velocidad variable y torque constante |

### 3.2.- Servomotor

Un sistema llamado "servo" es aquel en el cual existe la medición de una variable de la cual se desea regularla y mantenerla en un valor deseado. [4] En el caso de los motores, un servomotor es un dispositivo del cual se puede conocer o regular la variable de posición con dispositivos de retroalimentación, con lo que se puede conocer en qué posición se encuentra o hacia donde

se está desplazando, y así poder regular y llevar al servomotor a la posición deseada, logrando ajustes con mayor precisión aun en los desplazamientos cortos.

El servomotor, figura 3, es un motor especial, en el que su diseño y fabricación le permiten tener alto factor de calidad, logrando alta precisión, es decir, se caracteriza por la capacidad que tiene de ubicarse en cualquier posición angular y velocidad, dentro de un rango de operación, con la habilidad de poder mantener estabilidad dentro de esos parámetros.

Además, puede mantener el nivel de torque a altas velocidades de giro, también proporcionando una buena operación a bajas velocidades. Por lo cual, son utilizados en las más variadas aplicaciones industriales, en donde existe elevada dinámica de paros y arranques, control de par y alta precisión de velocidad y posicionamiento. [2]



Figura 3 Familia de DC servomotores [5]

Mecánicamente se tienen más ventajas ya que, los servomotores son compactos sin comprometer el torque que desarrollan, lo cual reduce la inercia del rotor, esto permitiendo alcanzar desplazamientos más rápidos y certeros, con esto se logra que el motor siga a las acciones de control con mayor precisión. Son creados para dar alta eficiencia en sus movimientos y posicionamientos, ya que por diseño tienen mayor factor de calidad en sus embobinados y la geometría con la que están fabricados es más precisa, permitiendo que el motor no tenga brincos entre campos.

Son utilizados en sistemas donde se jerarquice la precisión, como en sistemas de corte, impresión, etiquetado, empaçado, manipulación de alimentos, robótica y automatización.

A diferencia del motor de uso general, los servomotores se especifican a través del torque que pueden desarrollar, no por su potencia. Para diseñar el algoritmo de control, los parámetros requeridos son proporcionados por el fabricante (tabla 2).

| Tabla 2 Especificaciones técnicas de un servomotor |                         |
|--|-------------------------|
| Servomotor MT-4545-BTYCN [5]                       |                         |
| Torque máximo                                      | 5.65 Nm                 |
| Corriente máxima                                   | 10.6 Ar                 |
| Torque pico  | 28.2 Nm                 |
| Corriente pico                                     | 47.70 A                 |
| Constante de torque                                | 0.59 Nm/A               |
| Constante de voltaje                               | 62 V/krpm               |
| Resistencia  | 0.94 $\Omega$           |
| Inductancia  | 4 mH                    |
| Inercia  | 27.12 Kgcm <sup>2</sup> |
| Velocidad  | 2300 rpm                |
| Sensor de retroalimentación                        | Encode                  |

El controlador requiere conocer la posición angular del rotor, para lo cual se hace uso de sensores de tipo digital conocido como “encoder”, o bien de tipo analógico llamados “resolver”.

#### 4.- Parámetros del motor eléctrico de CD

Al diseñar e implementar algoritmos de control, se requiere conocer los parámetros del motor, como son: la constante de torque  $K(t)$ , la constante de voltaje ( $K_e$ ), la resistencia eléctrica ( $\Omega$ ), la inductancia ( $L$ ) y la inercia ( $J$ ). El fabricante proporciona estos parámetros en los servomotores, que son los diseñados para este tipo de aplicaciones, en los de uso general únicamente proporciona la velocidad nominal (RPM) y potencia (HP).

#### 5.- Conclusiones

En muchas ocasiones, por razones económicas se utilizan motores de uso general, al no contar con los valores de los parámetros, estos se obtienen experimentalmente del motor. El uso de motores de propósito general en aplicaciones diseñadas para servomotores, presenta deficiencias en el desempeño de estas, por eso es sumamente importante considerar la inversión económica en servomotores, que derive en aplicaciones mecatrónicas que se apeguen al modelo utilizado durante el diseño.

#### Referencias

[1] D. M. Auslander, «What is Mechatronics?», IEEE/ASME TRANSACTIONS ON MECHATRONICS, vol. 1, n° 1, pp. 5-9, 1996.

[2] D. J. V. A. C. C. G. Martínez Fernández, «Perfil de trayectoria en aplicaciones mecatrónicas,» Boletín UPIITA, n° 42, 2014.

[3] Baldor DC motors, «Baldor DC motors,» [En línea]. Available: [http://www.baldor.com/products/detail.asp?1=1&page=5&catalogonly=1&catalog=D5005R&product=DC+Motors&family=General+Purpose%7Cvw\\_DCMotors\\_GeneralPurpose#](http://www.baldor.com/products/detail.asp?1=1&page=5&catalogonly=1&catalog=D5005R&product=DC+Motors&family=General+Purpose%7Cvw_DCMotors_GeneralPurpose#). [Último acceso: 09 Abril 2014].

[4] Web Academia, «Web Academia,» WebAcademia 2013, [En línea]. Available: [http://centrodeartigos.com/articulos-noticias-consejos/article\\_142938.html](http://centrodeartigos.com/articulos-noticias-consejos/article_142938.html). [Último acceso: 01 Abril 2014].

[5] Baldor DC Servo motors, «Baldor DC Servo motors,» [En línea]. Available: [http://www.baldor.com/products/servomotors/dc\\_servomotor/dc\\_servo\\_spec.asp?CatalogNumber=MT-4545-BTYCN](http://www.baldor.com/products/servomotors/dc_servomotor/dc_servo_spec.asp?CatalogNumber=MT-4545-BTYCN). [Último acceso: 09 Abril 2014].

[6] Baldor Electric Company, «Baldor AC motors,» [En línea]. Available: [http://www.baldor.com/products/detail.asp?1=1&page=1&catalogonly=1&catalog=M3308&product=AC+Motors&family=General+Purpose%7Cvw\\_ACMotors\\_GeneralPurpose&hp=5&winding=36WGY360&rating=40CMB-CONT#](http://www.baldor.com/products/detail.asp?1=1&page=1&catalogonly=1&catalog=M3308&product=AC+Motors&family=General+Purpose%7Cvw_ACMotors_GeneralPurpose&hp=5&winding=36WGY360&rating=40CMB-CONT#). [Último acceso: 08 Abril 2014].