

## **CAPITULO 2 SELECCIÓN DEL MOTOR**

### **2.1 Introducción**

En este capítulo se describen las ventajas de los motores de corriente directa así como sus características generales. Se detalla como fue el proceso para determinar el torque necesario de operación del sistema y de esta forma, seleccionar un motor adecuado. Finalmente se describe el proceso de montaje del motor en el plano.

### **2.2 Motores de Corriente Directa**

Los motores de CD tienen devanados eléctricos en el rotor, y cada devanado tiene dos conexiones con el conmutador en el eje. El conmutador es una serie de segmentos de cobre a través de los cuales se transfiere la corriente eléctrica al rotor. La trayectoria de la corriente, desde la parte estacionaria del motor hasta el conmutador, se da a través de un par de escobillas, normalmente de carbón, que se oprimen contra el conmutador mediante resortes helicoidales o muelles de presión suave. El mantenimiento de las escobillas es una de las desventajas de los motores de CD.

#### **2.2.1 Ventajas de los motores de corriente directa:**

- La velocidad es ajustable mediante un sencillo reóstato que ajusta el voltaje aplicado al motor, así también, variando el voltaje que es suministrado por la fuente de alimentación, que es como se hace en el presente proyecto.
- La dirección de rotación es reversible, lo cual cambia la polaridad del voltaje aplicado al motor.
- Es sencillo proporcionar un control automático de la velocidad, para igualar las velocidades de dos o más motores, o para programar una variación de velocidad en función del tiempo.
- Se pueden controlar la aceleración y desaceleración para obtener el tiempo deseado de respuesta o para disminuir los tirones.

- Se puede controlar el par torsional al variar la corriente aplicada al motor. Eso es deseable en aplicaciones con control de tensión, como el bobinado de una tira o película sobre un carrete o rollo.
- Se puede obtener frenado dinámico al invertir la polaridad de la corriente mientras gira el motor. El par torsional efectivo invertido desacelera el motor sin la necesidad de un frenado mecánico. Esto se logra gracias a los cálculos necesarios de un resistor diseñado para limitar la corriente inicial, logrando un frenado muy suave sin dañar los elementos del motor. En este trabajo no fue necesario aplicar algún tipo de frenado ya que el funcionamiento del motor no requirió de éste.
- Los motores de CD suelen tener respuesta rápida, acelerando con rapidez cuando cambia el voltaje, porque el diámetro de su rotor es pequeño, y les permite tener una alta relación de par torsional a inercia. [4]

### 2.3 Torque

Se define el torque  $T$  de una fuerza  $F$  que actúa sobre algún punto del cuerpo rígido, en una posición  $r$  respecto de cualquier origen  $O$ , por el que puede pasar un eje sobre el cual se produce la rotación del cuerpo rígido, al producto vectorial entre la posición  $r$  y la fuerza aplicada  $F$ .

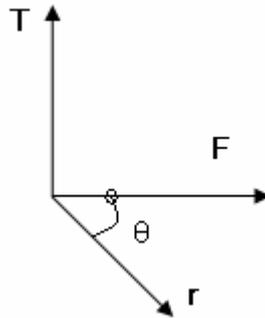
$$T = r \times F$$

El torque es una magnitud vectorial, si  $\theta$  es el ángulo entre  $r$  y  $F$ , su valor numérico por definición del producto vectorial, es:

$$T = rF \sin(\theta)$$

Su dirección es siempre perpendicular al plano de los vectores  $r$  y  $F$ , cuyo diagrama vectorial se muestra en la figura 2.1; su sentido está dado por la regla del producto vectorial o la regla de la mano derecha.

En la regla de la mano derecha los cuatro dedos de la mano derecha apuntan a lo largo de  $r$  y luego se giran hacia  $F$  a través del ángulo  $\theta$ , la dirección del pulgar derecho estirado es la dirección del torque y en general de cualquier producto vectorial.



**Figura 2.1 Torque**

### 2.4 Determinación del Torque para el Motor

Al analizar las opciones de motor a ser consideradas para la selección, se optó por utilizar un motor de CD que cumpliera con las especificaciones de carga del plano, debido a que su control resultaría más sencillo de diseñar.

Con el apoyo y supervisión del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de las Américas-Puebla, se realizaron los cálculos del rendimiento necesario que el motor necesitaría para levantar el plano desde la horizontal, que es el momento donde mas demanda de torque se necesita, ya que es en esta posición donde mayor momento de inercia se presenta. El Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de las Américas-Puebla proporcionó los instrumentos necesarios para obtener los valores requeridos por las fórmulas.

Puesto que en las especificaciones se planteó que el plano se sometería a cargas alrededor de 200 kilogramos se presentó una carga semejante en el plano para poder iniciar con los cálculos del motor correcto.



**Figura 2.2 Carga en el plano**

En la figura 2.2 se muestra la carga sobre del plano. Se utilizó material existente en el laboratorio de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad de las Américas-Puebla, que el caso se recurrió a pesas de metal utilizadas en éste laboratorio y a bloques de concreto. Cada material fue pesado y sumado bloque por bloque a fin de que en conjunto se lograra un peso de 170 Kilogramos, esto con el fin de lograr una carga similar a la posteriormente utilizada y considerar un torque que supere este cálculo.



**Figura 2.3 Barra de Torsión**



**Figura 2.4 Adaptaciones para colocar la barra de torsión**

En la figura 2.3 se muestra la barra de torsión cuyo objetivo era el de colocar en un extremo el peso necesario para que el usillo o espárrago (responsable del movimiento del plano), presentara movimiento y gracias a este peso poder calcular el torque necesario para seleccionar el motor. La figura 2.4 muestra la adaptación para poder acoplar dicha barra al mecanismo de elevación. La figura 2.5 muestra como debieron ser realizadas las mediciones del peso requerido para mover el plano desde la horizontal.



**Figura 2.5 Movimiento en la barra de torsión**



**Figura 2.6 Instrumentos de Medición del Ángulo  $\theta$**

Con los dispositivos mostrados en la figura 2.6 se midió el ángulo que presentó la fuerza  $F$  para calcular el torque, basado en la ecuación mencionada\*. Se muestra un transportador para medir el ángulo ( $\theta$ ) al cual la fuerza ( $F$ ) es aplicada por medio de la barra de torsión( $r$ ) (Figura 2.5) y un nivel en la parte inferior de la figura para garantizar que la posición del transportador concordara con la horizontal. El peso que resultó de las mediciones aplicadas en la báscula de la barra de torsión arrojó un valor de 2450 gramos.

Con todas las variables necesarias, el torque resultante es el siguiente:

$$T = rF\text{sen}(\theta)^*$$

$$0.81 * 2.5\text{Kg} \text{Cos}20^{\circ} = 1.90\text{Kg} - m * 9.91$$

$$\text{Torque} = 18.66\text{N.m}$$

$$\text{Torque} \approx 20\text{N.m}$$

Como se puede observar el torque necesario para mover el plano desde la horizontal y con el peso declarado fue de  $20\text{N.m}$ , lo siguiente fue buscar un motor que cumpliera con esta capacidad de fuerza.

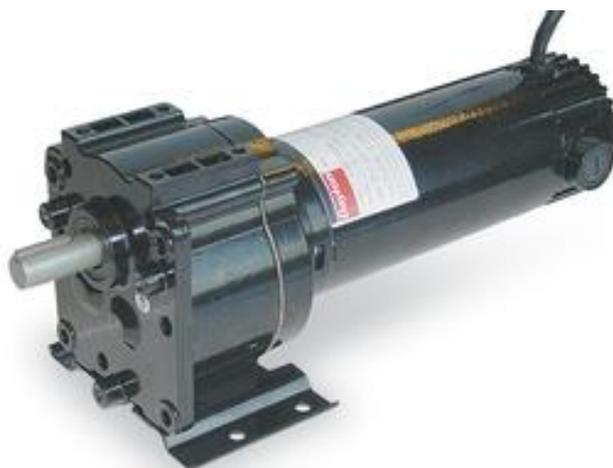
Siguiendo el consejo del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de las Américas-Puebla, se consultó en la empresa Grainger, ésta únicamente maneja medidas de fuerza para sus motores en *plgd-lb*, por lo que se calculó la cantidad de torque en newtons para obtener su valor en *plgd-lb* de la siguiente forma:

$$20N.m * 8.846 = 176.992Plgd - lb \text{ [9]}$$

### 2.5 Características del motor

En el catálogo de la empresa Grainger se encuentran distintos tipos de motores y material industrial. El valor de 176 *Plgd-lb* delimitaba la búsqueda del motor adecuado, y se seleccionó el motor de la figura 2.8, que con el fin de proteger de una sobrecarga al motor, el valor seleccionado de torque fue de 244 *Pulg.-Lb*.

Este es un motor de imán permanente con engranaje y motoreductor, de eje paralelo de 31 *RPM*, 1/8*HP* 244 *Pulg.-Lb* a 90 *VCD* de la marca Dayton (Figura 2.8). La velocidad no era una limitante y no afecta que su velocidad de giro sea de 31 *RPM*. Con el fin de que el torque fuera alto, el diseño del motor recurre a un motorreductor para reducir la velocidad de giro y aumentar su potencia. La fuente necesaria para alimentar a este motor se muestra en la figura 2.8.



**Figura 2.7 Motor y Motorreductor, de imán permanente Dayton**



**Figura 2.8 Fuente de alimentación**

Esta fuente (Figura 2.8) de marca Dart Controls tiene como características el operar con motores de 1/8 HP a 90 VDC. Además cuenta con un potenciómetro para regular la velocidad de las revoluciones por minuto del motor, de forma que la velocidad de giro depende del voltaje que suministra la fuente.

## 2.6 Montaje del Motor

Posteriormente a las pruebas de conexión del motor con la tarjeta, se procedió a realizar la orden de manufactura en el taller mecánico de la Universidad de las Américas-Puebla. Al hacer observaciones del estado del mecanismo de elevación de plano, en este caso el usillo o espárrago, se solicitó el reemplazo del mismo ya que por el uso y el bajo grosor de éste, ocasionó que el uso lo dañara significativamente. Dicho reemplazo no afecta al cálculo del torque para seleccionar el motor, ya que el usillo solamente es un medio de conducción de torque, y no altera en el suministro de éste.



**Figura 2.9 Motor montado en el plano**

Posteriormente a que se montó el motor en la estructura de elevación (Figura 2.9), se realizaron nuevamente pruebas de funcionamiento con carga similar a la que es sometido el plano, observando que el motor cumplía satisfactoriamente con el proceso mecánico de carga diseñado.

La baja velocidad de operación no fue un problema para el Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad de las Américas-Puebla, ya que las velocidades requeridas de operación de las pruebas no son altas. El reemplazo de la manivela por el motor resultó muy satisfactorio. La velocidad aproximada mayor de operación resultante es de 8 segundos por grado de inclinación, la velocidad aproximada menor de operación es de 3.5 minutos por grado.