

CAPÍTULO VII

ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA MOTRIZ

7.1 Introducción

En este capítulo se hace la adaptación de un sistema motriz a la máquina. Debido a las diferentes características, cada sistema necesitaría de accionamiento motriz, lo que indica que incluso se podría automatizar completamente la máquina o cada sistema para que pudiera funcionar. El movimiento de la parrilla, las catarinas con los ejes para levantar y empujar las charolas, el mecanismo de moldeo y el extrusor, son precisamente los mecanismos que se podrían automatizar, pero por razones de economizar como ya se planteó en el diseño conceptual, algunos mecanismos pueden ser operados por el operario sin necesidad de forzarlo a realizar gran esfuerzo. Como ya también se planteó en el diseño preliminar, se optó porque la parrilla sea accionada manualmente por medio de una palanca, y que a su vez haga girar las catarinas para abastecer y colocar la charola en su lugar.

Por características y necesidades propias, el extrusor lleva su motor propio, es por eso que es necesario hacer su selección de acuerdo a la metodología que se ha venido utilizando respecto a los extrusores [9]. Aunque en algún momento se pensó en utilizar un solo motor para hacer mover los mecanismos que se seleccionaron para ser mecanizados, se observó que sería prácticamente imposible hacerlo así, por lo que para el mecanismo de moldeo fue necesario agregarle un motor independiente.

7.2 Cálculo de potencia del motor para el extrusor.

Definición del problema: se necesita extruir $51.943 \text{ ft}^3 / \text{h}$, con un extrusor de 9 in de diámetro y una longitud estandar de 9 ft y 10 in, con un eje que recibirá la transmisión y un sistema de cadenas, debido a la baja revolución a la que trabajará.

Solución:

En la sección 5.2.3 paso 2 ya se había hecho la clasificación preliminar del material en base a la tabla 1 del apéndice B. En base a esto se ubica su código con la ayuda de la tabla 2 del mismo apéndice.

1.- De acuerdo esos resultados se tiene:

A. Densidad del material: 100-120 lbs por pie cúbico

B. Código: C $\frac{1}{2}$ -36

C. Rodamientos: H

D. $F_m = 2.00$

E. Capacidad de carga de 30% B.

2.- De la tabla 6 del apéndice B, se tiene que la capacidad de carga de un extrusor de 9 in. de diámetro, con una capacidad de cargar de 30 % B, proporciona 300 cu.ft/h a 55 rpm como máximo. De ese modo a 1 rpm el mismo extrusor proporciona 5.45 cu.ft/h. La necesidad que se tiene es de extruir 51.94 cu.ft/h , de esta manera se puede obtener las rpm necesarias a las cuales deberá trabajar el extrusor. Por lo tanto :

$$N = \frac{\text{Flujo requerido, [cu.ft/h]}}{\text{Flujo proporcionado a 1 rpm, [cu.ft/h]}} \quad (7.1)$$

$$= \frac{51.94}{5.45} = 9.531 \approx 10 \text{ rpm}$$

3.- Con la información anterior y con los factores de las tablas 1 a la 6 del apéndice D, se puede calcular de la siguiente forma la potencia del motor. Para calcular la potencia total del sistema se debe de calcular tanto la potencia debida a la fricción de sus componentes HP_f es decir trabajando vacío, y la potencia necesaria para mover el material HP_m .

$$A) HP_f = \frac{L N F_d F_b}{1,000,000} \quad (7.2)$$

$$HP_f = 0.01341$$

$$B) HP_m = \frac{C L W F_f F_m F_p}{1,000,000} \quad (7.3)$$

$$HP_m = 0.144$$

Donde:

$$L \text{ (Longitud del tornillo extrusor)} = 9'10'' = 9.833'$$

$$N = 10 \text{ rpm}$$

$$F_d \text{ (Es el factor del diámetro del extrusor)} = 31.00 \text{ (ver la tabla 1 apéndice D, para un diámetro de 9 in)}$$

$$F_b \text{ (Es el factor del tipo de rodamientos recomendados)} = 4.4 \text{ (ver tabla 2 del apéndice D, para el tipo de rodamiento H de hierro duro)}$$

$$C \text{ (Flujo requerido)} = 51.943 \text{ cu.ft/h}$$

$$W \text{ (Densidad del barro)} = 109.03 \text{ lb/cu.ft}$$

$$F_f \text{ (Es el factor del tipo de helice)} = 1.00 \text{ (ver tabla 3 apéndice D, para un tipo de hélice estándar con una capacidad de carga de 30\%)}$$

$$F_p \text{ (Es el factor de paso)} = 1.29 \text{ (ver tabla 4 apéndice D, para una paleta por paso)}$$

$$e \text{ (Es la eficiencia del tipo de transmisión seleccionado)} = 0.87 \text{ (ver tabla 6 apéndice D, para una transmisión con cadena)}$$

4. Sumando las potencias multiplicándolas por un factor de potencia para dividir las entre la eficiencia del sistema, es como se obtiene la potencia real necesaria.

Las dos potencias se suman para obtener el factor de potencia F_o con la ayuda de la tabla 5 del apéndice D, en donde para este caso se tiene $(HP_f + HP_m) = 0.1584$ con lo se toma a F_o (factor de potencias) = 3.00 debido a que es menor de 0.2. Por lo tanto:

$$C) HP = \frac{(HP_f + HP_m)(F_o)}{e} \quad (7.4)$$

$$HP = 0.55$$

Solución : Se requieren 0.55 hp para extruir 51.943 cu.ft/h, con un extrusor de 9" de diámetro y 9'10" de largo. Se recomienda utilizar un motor de 3/4 hp.

En la sección 5.2.3 paso 7, se realizó el cálculo del torque (6302.5 in.lbs), y debido a la baja velocidad a la que va a trabajar el extrusor se toma como selección viable a un motor de NEMA de 8 polos de CA que funciona a 1150 rpm.

7.3 Selección del reductor de velocidad

Para la selección de este mecanismo se debe tener en cuenta la relación de reducción que se requiere, ya se mencionó que el extrusor es necesario que trabaje a 10 rpm, el motor seleccionado tiene una salida de 1150 rpm, tomando en cuenta que todavía falta la reducción del sistema de cadenas; en base al catálogo de la empresa Reductores Risga S.A de C.V un reductor que más se acerca a esta relación es el reductor modelo R-870 el cual tiene una relación de 30:1 es decir recibe 1150 rpm y las reduce a 38.5 rpm con una capacidad de torque de 7260 N.m [3]. Para llegar a las 10 rpm se diseña el sistema de cadenas con una relación de reducción de 4:1.

7.4 Diseño del impulsor de cadena.

Debido a las bajas rpm a las cuales se debía trabajar se optó por un sistema de impulsión a base de cadena los cálculos de este tipo de sistema de transmisión esta basado en la metodología de la referencia [2].

Definición del problema: La velocidad de entrada será de 38.50 rpm y la velocidad que se desea es de 10 rpm el extrusor necesita de 1 hp.

Solución:

1. Se debe seleccionar un factor de diseño en base a la tabla 7 del apéndice D, para lo cual utilizando un motor eléctrico se considera un choque moderado, el FS = 1.3 y con este dato se obtiene la potencia de diseño.

$$\text{Potencia de diseño} = 3/4 \text{ (HP)} \quad (7.4)$$

$$= 1.3 (0.75 \text{ hp}) = 0.975 \text{ hp}$$

2. Calcular la relación que se desea:

$$\text{Relación} = (38.5)/(10) = 3.85$$

3. De acuerdo a la tabla 8 del apéndice D, para un solo torón (línea), la cadena número 80 con paso de 1" parece ser la más adecuada. Por interpolación se tiene que una rueda dentada de 9 dientes se especifica a 1.14 hp a 38.5 rpm. A esta velocidad, se necesita lubricación tipo I, de lubricación manual o por goteo.
4. El número de dientes que se requiere en la rueda dentada grande es:

$$N_2 = N_1 \times \text{relación} \quad (7.5)$$

$$= 9 (3.85) = 34.65$$

Se selecciona un número de 35 dientes

5. La velocidad real de salida que se espera:

$$n_2 = n_1 (N_1 / N_2) \quad (7.6)$$

$$= 38.5 \text{ rpm } (9/35) = 9.9 \text{ rpm } \text{ (si cumple)}$$

6. Diámetros de paso de las ruedas dentadas:

$$D_1 = p / \text{sen}(180^\circ / N_1) \quad (7.7)$$

$$= 1 / \text{sen}(180^\circ / 9) = 2.923''$$

$$D_2 = p / \text{sen}(180^\circ / N_2) \quad (7.8)$$

$$= 1 / \text{sen}(180^\circ / 35) = 11.15''$$

7. La referencia [2] recomienda seleccionar una distancia central entre los ejes de 30 a 50 pasos aproximadamente. Para este caso se utiliza la parte media del rango, $C = 40$ pasos.

8. Cálculo de la longitud de cadena que se necesita en pasos, a partir de la siguiente ecuación:

$$L = 2C + \frac{N_2 + N_1}{2} + \frac{(N_2 - N_1)^2}{4\pi^2 C} \quad (7.9)$$

$$L = 2(40) + \frac{35 + 9}{2} + \frac{(35 - 9)^2}{4\pi^2 (40)} = 102.43 \text{ pasos}$$

9. Se especifica un número entero de pasos para la longitud de la cadena y se calcula la distancia central teórica real. Se utilizan 102 pasos, un número real. Así, a partir de la siguiente ecuación se tiene que:

$$C = \frac{1}{4} \left[L - \frac{N_2 + N_1}{2} + \sqrt{\left[L - \frac{N_2 + N_1}{2} \right]^2 - \frac{8(N_2 - N_1)^2}{4\pi^2}} \right] \quad (7.10)$$

$$C = 39.78 \text{ pasos} = 39.78 (1'') = 39.78''$$

10. En resumen:

Paso: Cadena número 80, paso de 1''

Longitud : 102 pasos = 102 (1") = 102"

Distancia central: $C = 39.78$ máximo

Ruedas dentadas número 80 y paso de 1":

Pequeña: 9 dientes, $D = 2.923$ "

Grande: 35 dientes, $D = 11.15$ "

Se requiere lubricación tipo I (manual o por goteo).

7.5 Selección del motor para el moldeo.

El mecanismo de moldeo, lleva un motor con la finalidad de hacer girar los engranes conectados entre si para girar al mismo tiempo y a su vez girar las placas de acero que se van a encargar de hacer el aplanado ver figura 48.

Los esfuerzos torsionales a los cuales van a ser sometidos los ejes, y que van a ser transmitidos a los engranes para finalmente regir el tamaño del motor, van a ser originados por la resistencia de los resortes de torsión utilizados en las placas para ejercer presión al barro y alinear a la placa con su anteplaca (ver figura 54). Aunque se van a utilizar 10 resortes para cada eje, uno para cada placa se piensa que los torques no son de gran magnitud como para pensar en un motor de gran tamaño. No se realiza un análisis de esfuerzos con lo resortes por estar atenido al comportamiento del barro, es decir va a ser necesario que cuando se construya la máquina se observe el comportamiento del barro, ante determinada resistencia de los resortes, debido a que el barro es muy difícil imaginar como va a reaccionar ante el movimiento y la presión de las placas. Se considera que un motor de 1/8 hp de bajas rpm es suficiente para proveer sin problema los requerimientos de este mecanismo.

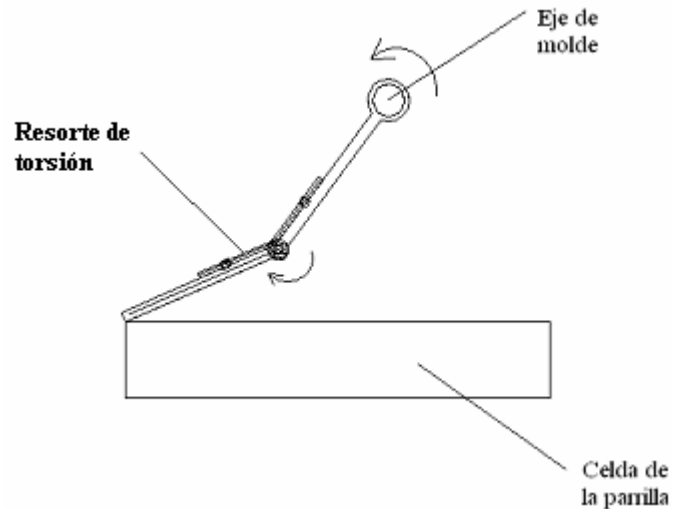


Figura 54. Movimientos del mecanismo de moldeo

7.6 Circuito eléctrico de control.

Para facilitar el accionamiento y la correcta sincronización de los motores es necesario agregarle un circuito eléctrico que consista básicamente de un interruptor manual, y de un temporizador. El circuito debe de realizar la siguiente secuencia:

1. En el momento en que la palanca regrese a su posición inicial debe de accionar mecánicamente un interruptor que encienda el motor del extrusor.
2. Después de 42 segundos con la ayuda de un temporizador debe parar el motor y en ese momento accionar el motor de moldeo.
3. El motor de moldeo debe hacer girar los engranes de moldeo una vuelta, por lo que se recomienda ajustar el temporizador al tiempo necesario, esto no debe durar más de 20 segundos. Una vez que se logra un giro a esos engranes el ciclo termina y el circuito debe estar listo para iniciar otro ciclo.

Para la correcta selección e instalación del circuito eléctrico se recomienda asesoría especializada (ver figura 55).

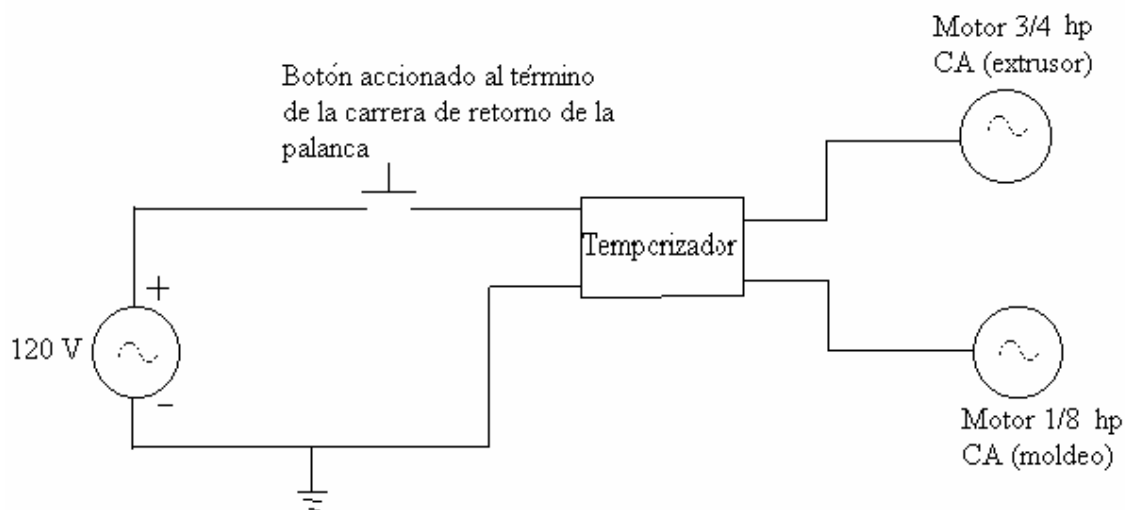


Figura 55. Circuito eléctrico.

Independientemente de que las instalaciones de las ladrilleras cuentan con luz eléctrica y en caso contrario tienen la accesibilidad de contar con una de ellas, para los casos en los es prácticamente inaccesible el contar con una bajada de luz, se recomienda utilizar un generador de electricidad. En el mercado existe una gran variedad de estos dispositivos pero se seleccionó uno que se piensa es el que más se adapta a la máquina y a los requerimientos bajo los cuales va a trabajar. El generador que se recomienda las siguientes especificaciones:

Marca: Coleman

Modelo: PM0545004.17

Capacidad máxima: 6250 W

Capacidad nominal: 5000 W

Voltaje: 120 / 240 v

Frecuencia: 60 Hertz

Motor: 10-hp Briggs & Stratton

Tanque de gasolina: 5 galones

Funcionamiento al 50% de la carga: 11 horas

Kit portable: Accesorio

Arranque manual: Si

Regulador de voltaje: Si

Sensor por bajo nivel de aceite: Si

Peso: 144 libras

Garantía: 1 año

Características:

Un motor con válvulas en la cabeza (OHV), proporciona un mayor ahorro en combustible, una vida mas larga, fácil mantenimiento y menor ruido. Panel de control con dos enchufes de 120 v, un enchufe twistlock de 120/240 v, con interruptor de protección.

Fácil arranque del motor, con un interruptor on/off.