

DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMI-AUTOMÁTICA DESPICADORA DE MAÍZ

Aurora Aparicio Castillo

ESIME Unidad Azcapotzalco, Instituto Politécnico Nacional
aaparicioc@gmail.com

Hugo Armando Guerra Calva

ESIME Unidad Azcapotzalco, Instituto Politécnico Nacional
hguerra14@hotmail.com

Ramón Rodríguez Luna

ESIME Unidad Azcapotzalco, Instituto Politécnico Nacional
lunaa3019@gmail.com

Abstract

The project to developing has as purpose design a machine capable of realizing the process of despique to any ear of dry maize, with the intention of increasing the production of maize despicado up to 30 more % with regard to the manual process. The machine to designing will be semiautomatic in order that the farmer introduces the ear inside the machine and from the size of the same one selects and determines the dimensions of the cutter to proceed to fulfil the despique, for which will carry out a concrete investigation of the whole process that initiates with the obtaining of the ear, as well as all that that can concern and put in risk the process of despique, also there were analyzed other technologies of agreement of maize to be able to have a comparison price – performance.

Palabras clave: Semiautomatic machine, maize, despique.

La historia de alimentación en México se relaciona de lleno con la agricultura, el maíz junto con la calabaza y el chile, fueron los primeros alimentos del mexicano, ya que crecían en forma silvestre. Por su resistencia a todo tipo de condiciones variables, el maíz logro ser cultivado, así surge un tipo de agricultura que estaba destinada a la alimentación de toda la población.



Figura 1: Agrícola retirando mazorca.

Actualmente en el estado de Morelos (específicamente los altos de Morelos), la siembra de maíz es una actividad tradicional realizada desde hace tiempo atrás y representa la primera fuente de empleo e ingresos para las familias morelenses, es por esto por lo que se requiere aumentar la productividad de los procesos a los que es sometido el grano de maíz, en este caso el proceso de despique, ofreciendo mayor seguridad para trabajadores que realizan dicho proceso.

EL MERCADO DEL MAÍZ

El maíz desgranado (con punta) cuesta: el cuartillo (aproximadamente 1.5 kg) \$18,00.

El maíz despicado (sin punta) cuesta: el cuartillo (aproximadamente 1.5 kg) \$30,00. Este maíz despicado es comúnmente utilizado para pozole o para otros procesos como el nixtamalizado que se emplea en la producción de masa para elaboración de tortillas [1].

Debido a esto y a la demanda que se tiene en las fechas de septiembre gracias a la celebración de la Independencia de México los agricultores no tienen la capacidad de producción necesaria para satisfacer por sí mismo a un comprador y este tiene que buscar a más agricultores que ofrezcan maíz despicado con las mismas características o semejante. Es muy común que el proceso de despique de maíz sea confundido con el desgrane, sin en cambio son dos procesos muy diferentes, ya que mientras el desgrane de una mazorca quita el grano de maíz por completo, el despique deja el grano sin la punta. El proceso de despique en la actualidad es manual, y es elaborado con un punzón muy afilado lo cual provoca que puedan suceder accidentes, además de que es tardado y no rentable.

1. ÁRBOL DE FUNCIONES

La figura 2 muestra el desglose de las funciones que se consideran deben ser cubiertas durante la elaboración del presente proyecto, las cuales se describen a continuación:

Iniciar máquina: Utilizará un motor de corriente alterna 120 V considerando un botón de encendido y uno para apagado, así como, un botón de paro de emergencia por seguridad del operario.

Entrada de Mazorca: La mazorca será colocada en el orificio de la parte superior de la máquina para ser aprisionada mediante la

base que se encuentra fija delante del cortador y poder comenzar el proceso.

Despique de maíz: Un sensor colocado en la parte baja de la base para la mazorca detectara sí en efecto está colocada la mazorca, de ser así, comenzara el proceso de despique. La mazorca estará fija en el espacio adecuado mientras que el cortador realizará un movimiento lineal horizontal, que permitirá tener el grano despicado y desalojar la mazorca mediante gravedad.



Figura 2: Árbol de funciones.

Gracias a la transmisión por cadena acoplada en la flecha del motor con 2 sprockets, podremos tener el control de las rpm (revoluciones por minuto) que necesitamos y así mover el cortador con el mecanismo manivela biela corredera acoplado a esté. El cortador cuenta con una pequeña abertura que a su vez tiene una tira pequeña que no permite que la mazorca se atasque al momento de ser retirado el cortador, y poder iniciar un nuevo ciclo de forma inmediata.

Obtención del grano: Gracias a una criba el olote sobrante será desechado por la parte lateral de la máquina mientras que una malla filtrará los granos despicados, desalojándolos por la parte baja de la máquina. Se detalla a continuación el diseño de cada uno de los

elementos cumpliendo con el árbol de funciones (Figura 2).

2. CONTROL DE FUNCIONAMIENTO

El control es la parte fundamental del trabajo, en este caso se utiliza un PIC como controlador, dado que el voltaje de entrada para el motor es de 120 V a CA, se utiliza una batería de litio de alta capacidad (4,000 mA) a 5 V para alimentar el PIC; un MOC3012 para el control de la corriente alterna y un TRIAC BJ12 para mantener la corriente necesaria en el motor. El control está dado por un sensor infrarrojo a un rango de 10 cm (5 V) para detectar la mazorca y activar el motor. Todo esto almacenado en una sección pequeña cubierta de plástico para evitar falla por efecto de las condiciones climáticas. Este control es establecido considerando el alto voltaje del motor, sobrecargas por la línea de alimentación y falla por el usuario (Figura 3).

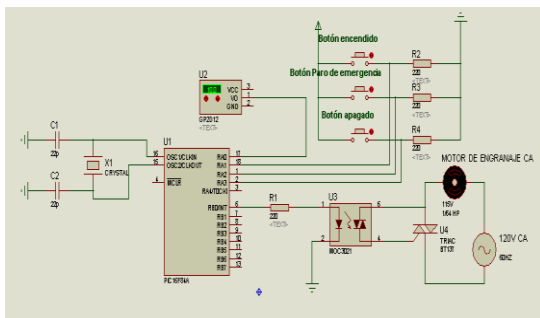


Figura 3: Simulación del circuito del control utilizando PROTEUS.

3.1. Datos sobre la mazorca para la selección mecánica

El coeficiente de fricción, se expresa como la oposición al movimiento que ofrecen las superficies de dos cuerpos en contacto. La ecuación que se aplica para su determinación es:

$$\mu = \tan^{-1}\theta \quad (1)$$

Para determinar el coeficiente de fricción del maíz sobre el acero inoxidable y debido a la falta de información del mismo, fue necesario someter 4 mazorcas de 30 mm de ancho y 140 mm de longitud a una prueba sobre una prensa, para determinar el desplazamiento de ésta sobre una plancha de acero inoxidable AISI 304, con dimensiones de 40 mm de ancho y 480 mm de longitud, tomando las mediciones del punto donde estas tienen contacto entre sí.

```

PROGRAMA DE CONTROL *****
LIST          P=16F84A
INCLUDE      <P16F84A.INC>
__CONFIG    _CP_OFF & _MDT_OFF & _PWRTE_ON & _XT_OSC

ORG 0
;Configurar puertos
    bcf     0x03, 5
    movlw  0x1F
    movwf  0x05
    clrf   0x06
    bcf     0x03, 5
    clrf   0x06

INICIO
    btfss  0x05, 1
    goto   INICIO
BE
    btfsc  0x05, 0
    goto   BE
    haf    0x06, 0
    btfss  0x05, 2
    goto   BE
    bcf    0x06, 0
    goto   INICIO
    END
    
```

Figura 4: Código para el control de cada acción del proceso.

Considerando los valores obtenidos en las pruebas obtenemos el promedio:

$$\theta = 0.4360^\circ \text{ y } \mu = 23.57^\circ$$

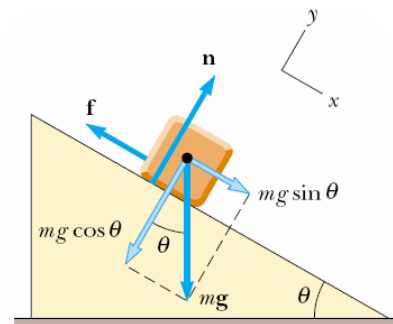


Figura 5: Ejemplificación de coeficiente de fricción.

Resistencia al corte del maíz de la clase cacahuazintle (ancho). Dimensiones promedio del grano de maíz 15 mm de largo, 14mm de ancho, 5 mm de espesor $A = 2.1 \text{ cm}^2$ (datos obtenidos de la Universidad Autónoma Chapingo).

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2)$$

$$\sigma = \frac{90 \text{ kgf}}{2.1 \text{ cm}^2} = 42.857 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$Ct = \frac{1/2}{\sigma} = 21.4285 \text{ kgf} \quad (3)$$

Donde:

σ = Resistencia al corte

F = Fuerza máxima que soporta la mazorca a la oposición

A = Área de corte

Ct = Carga de trabajo

La fuerza máxima de la oposición de la mazorca fue determinada realizando un ensayo de dureza en la prensa de 80 lb ubicada en el laboratorio de ciencia de los materiales en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME), Unidad Azcapotzalco del Instituto Politécnico Nacional (IPN).

Con esto se selecciona el motor, que en este caso será:

- Voltaje de 115 V a CA
- Una Fase
- 60 Hz
- Sin Rotación Reversible

La carga radial que se necesita es de: 21.42 Kilogramo fuerza = 47.2 libra fuerza.

4. MATERIAL

Bajo la norma ANSI/NFS-51, se estableció que el material utilizado es acero inoxidable AISI 304 sin tratado térmico. Utilizado en todas las máquinas que están trabajando para industrias alimenticias, debido a que es muy higiénico y cuenta con características que permiten trabajarlo en seco y en presencia de humedad.

Las principales ventajas que se tienen son:

- Elevada resistencia a la corrosión.
- Superficie totalmente compactada.
- Elevada resistencia a choques y tensiones mecánicas.
- Elevada resistencia a variaciones térmicas.
- Ausencia de recubrimientos de fácil deterioro.
- No aporta partículas por desprendimiento.
- Óptima capacidad de limpieza y en consecuencia, elevado grado de eliminación de bacterias.

Ninguna mazorca es igual a otra, pero para poder trabajarlas se agruparon por diferentes características, de las cuales se tomó en cuenta las siguientes: longitud, ancho y número de pistas.

Obteniendo como resultado para 15 mazorcas que:

Diámetro del cortador = 1.71 in

5. TRANSMISIÓN

Debido a que la velocidad del motor no será muy grande y que la relación de transmisión es muy grande optamos por usar una transmisión por cadena que nos permitirá modificar las rpm que necesitamos para el funcionamiento del mecanismo (Tabla 1), siendo:

$$\eta_{MM} = 13 \text{ rpm}$$

$$\eta_{MC} = 4 \text{ rpm}$$

$$P = \frac{1}{64} \text{ HP} \quad (4)$$

$$F = 1.2$$

$$P_D = 1.2 * \frac{1}{64} = 0.02 \text{ HP} \quad (5)$$

TYPE B Paso = 3/8 in

$$RV = \frac{\eta_{MM}}{\eta_{MC}} = \frac{13 \text{ RPM}}{4 \text{ RPM}} = 3.2 \quad (6)$$

η_{MM} = Velocidad de la máquina motriz
 η_{MC} = Velocidad de la máquina conducida
 P = Potencia del motor
 F = Factor de servicio
 P_D = Potencia de diseño
 RV = Relación de velocidad

Tamaño de la cadena (en número de eslabones para paso 3/8 in)

$$C = 7.5 \text{ in}$$

$$C_{en \text{ pasos}} = \frac{C}{p} = \frac{7.5 \text{ in}}{3/8} = 20 \quad (7)$$

$$Ne = 2C + \frac{Z_2 + Z_1}{2} + \frac{(Z_2 - Z_1)^2}{4C\pi^2} \quad (8)$$

$$Ne = 70.29 \rightarrow 80$$

$$C_r = \frac{P}{8} \left\{ (2Ne - Z_2 - Z_1) \left[\sqrt{(2Ne - Z_2 - Z_1)^2 - \frac{\pi}{3.88} (Z_2 - Z_1)^2} \right] \right\} \quad (9)$$

$$C_r = 7.63 \text{ in}$$

C_r = Distancia entre centros recalculada
 P = Paso

Ne = Número de eslabones

Z_2 = Número de dientes de la patea mayor

Z_1 = Número de dientes de la patea menor

Para el árbol de transmisión

Montados en el árbol se encuentran tres elementos: cojinete, sprocket y la patea concéntrica (Figura 6).

$$S_n = 33 \text{ 000 psi}$$

$$S_y = 45 \text{ 000 psi}$$

$$S_{ut} = 82 \text{ 000 psi}$$

$$S_n' = S_n C_s C_r C_s C_{as} \quad (10)$$

$$S_n' = (33000) (1) (0.90) (0.83) (0.7)$$

$$S_n' = 17 \text{ 255.7 psi}$$

$$C_s = 0.859 - 0.02125D = 0.83 \quad (11)$$

$$D_{propuesta} = 1$$

Tabla 1: Elementos seleccionados bajo el manual Power Transmission Catalog Martin Sprocket.

SPROC KET	#TEE TH	ΦEXTE RIOR	TY PE	NUM BER
LITTL E	13	1.750	B	35B13
BIG	45	5.6	B	35B45

Cálculo de fuerzas en el punto B (Figura 7 y 8).

$$\omega_{tB} = \frac{T}{D/2} \quad (12)$$

$$\omega_{tB} = \frac{65 \text{ lb*in}}{\frac{5.230 \text{ in}}{2}} = 58.29 \text{ lb}$$

$$\omega_{rB} = \omega_{tC} * \text{Tan } \theta = 38.4 \text{ lb} \quad (13)$$

$$n = 10 \quad Pot = 0.002 \text{ HP} \quad T = 65 \text{ lb*in}$$

$$\omega_{tC} = \frac{65 \text{ lb} \cdot \text{in}}{20/2} = 6.5 \text{ lb}$$

$$\omega_{rC} = \omega_{tC} \cdot \tan 20 = 2.36 \text{ lb}$$

Cálculo de los diámetros

Punto A (Rodamiento)

$$N = 3$$

$$T_A = 64.79$$

$$\tau = \frac{(0.577)(45\ 000)}{3} = 8.65 \quad (14)$$

$$d_A = \sqrt[3]{3 \left(\frac{(65)(16)(3)}{\pi (8.655)} \right)} = 0.537 \quad (15)$$

$$d = \left\{ \frac{32(3)}{\pi} \left[3 \left(\frac{388.74}{100\ 000} \right) + \frac{3}{4} \left(\frac{65}{45\ 000} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right\}^{\frac{1}{3}} \quad (16)$$

$$d_A = 0.85 \text{ in}$$

d_{AB} = Es el mismo valor para kt

$$d_{AB} = 0.77 \text{ in}$$

Punto AB

$$N = 3$$

$$T = 60 \text{ lb} \cdot \text{in}$$

$$d_B = \left\{ \frac{32(3)}{\pi} \left[\left(\frac{141}{100\ 000} \right) + \frac{3}{4} \left(\frac{60}{45\ 000} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right\}^{\frac{1}{3}}$$

$$d_B = 0.9547 \text{ in}$$

Punto C

$$T = 65$$

$$d_C = \left\{ \frac{32(3)}{\pi} \left[\left(2 \frac{39.06}{100\ 000} \right)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{65}{45\ 000} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right\}^{\frac{1}{3}}$$

$$d_C = 0.62 \text{ in}$$

Constantes

Para bola:

$$k = 3$$

Para rodillo:

$$k = 3.33$$

C_S = Factor superficial
 CL = Factor de carga
 Sut = Resistencia ultima
 Sy = Fluencia
 d = Diámetro
 L = Duración
 P = Carga

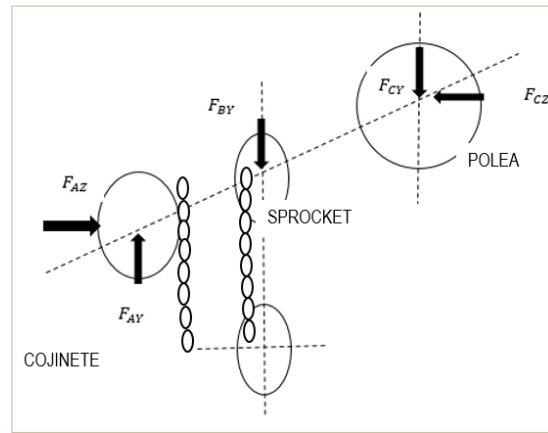


Figura 6: Diagrama de fuerzas.

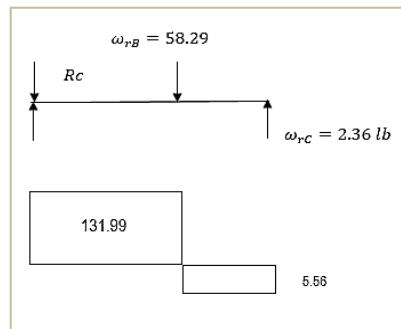


Figura 7: Diagrama de esfuerzos para Rb, punto B.

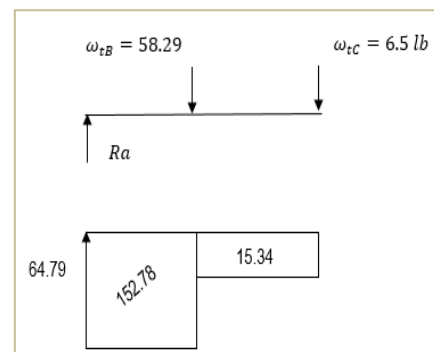


Figura 8: Diagrama de esfuerzos para Ra, punto B. 6

