

Máquina para clasificar y contabilizar la producción de tomates de árbol

Jeres, César

cwjeresd@utn.edu.ec

Carrera de Ingeniería en Mecatrónica, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador

Resumen— El presente artículo consiste en la construcción de una máquina capaz de clasificar y contabilizar la producción de tomates de árbol. Esta actividad es clave para la comercialización ya que facilita la negociación del producto de manera fácil y rápida. La máquina clasifica 300 kg de tomates de árbol en una hora y en tres grupos de diferentes tamaños (primera, segunda y tercera). El sistema cuenta con dos bandas transportadoras de rodillos, los rodillos están separados en base al tamaño que se requiera de la fruta. La máquina cuenta el ciclo de la presencia y la ausencia de las gavetas que están ubicadas en cada salida de los tomates ya clasificados.

Palabra clave— clasificación, contabilización, tamaño, rodillos, tomate, gaveta, velocidad, motor.

Abstract- The present article consists of the construction of a machine capable of classifying and accounting for the production of tree tomatoes. This activity is key for marketing since it facilitates the negotiation of the product easily and quickly. The machine classifies 300 kg of tree tomatoes in one hour and in three groups of different sizes (first, second and third). The system has two roller conveyor belts, the rollers are separated based on the required size of the fruit. The machine counts the cycle of the presence and the absence of the drawers that are located in each exit of the already classified tomatoes.

Keyword- classification, accounting, size, rollers, tomato, drawer, speed, engine.

I. INTRODUCCIÓN

En la producción de tomates de árbol la etapa de la postcosecha consiste en la clasificación en base al tamaño. De manera general, esta labor se realiza de forma manual estableciendo tres clases de tomate: primera, segunda y tercera. Con el tiempo los trabajadores pueden tener problemas musculares o adquirir enfermedades porque el fruto contiene muchos químicos peligrosos para la salud humana. Por otro lado, existen máquinas clasificadoras importadas a un costo fuera de alcance de los pequeños productores. Muchas de estas máquinas no están diseñadas para nuestro medio y pueden requerir técnicos de procedencia extranjera para el mantenimiento, lo cual encarece la introducción de maquinaria con tecnología nueva. Hay mucho interés por esta fruta en mercados europeos y de Estados Unidos de América, pero las limitaciones que tienen los pequeños productores son los volúmenes requeridos. Con el propósito de compatibilizar la oferta con la demanda para mercados de exportación, se deben realizar ciertos cambios en la tecnología del cultivo, mismo que ayudará a aumentar la velocidad de producción.

II. DISEÑO DE LA MÁQUINA CLASIFICADORA

Para la obtención de datos se realizó una entrevista a los productores de tomates de árbol, en la tabla 1 se puede observar los resultados de la encuesta.

Tabla 1: Tabla de requerimientos de los productores de tomates de árbol.

Requerimientos	Conclusiones
Fácil manejo	La máquina debe presentar baja complejidad de operación
Tiempo de clasificación corto	La máquina debe efectuar la clasificación de 300 kg de fruta en una hora
Liviana	La máquina debe ser la más liviana posible para que el traslado no sea un problema
Mantenimiento	Los repuestos deben ser de fácil accesibilidad, necesariamente deben existir en los mercados locales
Manejo del producto	La máquina debe efectuar la clasificación de la fruta eficazmente, sin provocar daños físicos a la fruta
Capacidad	La máquina tendrá la capacidad de cargar 35 kg cada 5 minutos, de esta forma cumplirá la clasificación de los 300 kg en una hora

Estructura

Para el diseño de la estructura se utilizó las herramientas del software SolidWorks, las dimensiones se planteó en base a la ergonomía de los obreros y a la capacidad de la máquina inicialmente planteada.

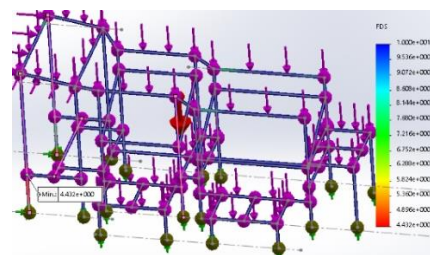


Figura 1. Resultados del factor de seguridad.

Sistema de transmisión de potencia

Banda transportadora de rodillos

El diámetro de la varilla se selecciona el inmediato superior del diámetro del pasador de la cadena, se escoge la varilla de $\frac{1}{4}$ "; de esta forma, se podrán torneare los extremos y ensamblar en las cadenas, como se indica en la figura 2.

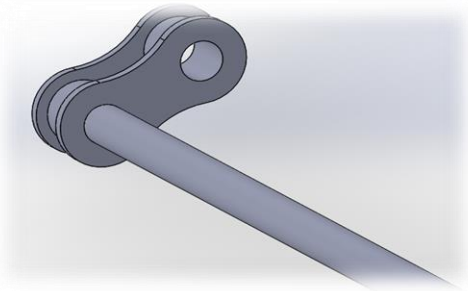


Figura 2. Ensamble del rodillo en las cadenas.

Factor de seguridad del rodillo

Con la ecuación

$$\sigma_x = \frac{32M}{\pi d^3}$$

Cálculo del esfuerzo normal debido a flexión en una sección sólida circular (Budynas & Keith Nisbett, 2008).

$$\sigma_x = 26,6 \text{ MPa}$$

Se determina la resistencia en la sección crítica:

$$n = \frac{S_y}{\sigma_x}$$

Cálculo del factor de seguridad (Budynas & Keith Nisbett, 2008).

$$n = 8,27$$

Se concluye que el rodillo con el diámetro elegido no fallará.

Selección del motor

La potencia requerida es la suma de todas las potencias de cada elemento que interactúa con el motor.

$$P_{\text{motor}} = P_{\text{banda}} + P_{\text{polea}}$$

$$P_{\text{motor}} = 0,3 \text{ hp} + 0,01 \text{ hp}$$

$$P_{\text{motor}} = 0,31 \text{ hp}$$

Esta potencia se divide por el coeficiente de rendimiento, el cual es de 0,6 (Barreda Trujillo, 2012).

$$P_{\text{motor}} = 0,52 \text{ hp}$$

Se selecciona un motor monofásico de 3/4 hp a 1700 rpm y a 110 Voltios.

Tolva de alimentación

En el caso crítico se tiene que los tomates alcanzan un volumen de $0,05 \text{ m}^3$.

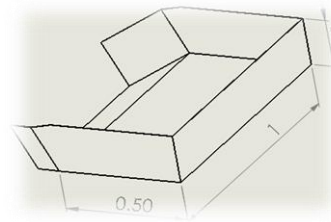


Figura 3. Modelo y dimensiones de la tolva de alimentación.

Con las medidas establecidas, se tiene una capacidad de $0,1 \text{ m}^3$

Para determinar el espesor de la placa se utilizará la ecuación 2.

$$h = \varphi \cdot a \sqrt{\frac{p}{\sigma_{adm}}}$$

Cálculo del espesor de una placa rectangular empotrada (Alcalde Cajamarca, 2013).

$$h = 0,72 \text{ mm}$$

Se escoge la chapa metálica ASTM A36 de 1 mm de espesor.

Diseño electrónico y electrónico

La máquina clasificadora también contabiliza la producción de los tomates de árbol, para lo cual la máquina cuenta con un sistema automático de contabilización de gavetas. Para esto se requieren los siguientes elementos:

- Arduino Uno.
- Final de carrera.
- LCD 16x2.

En la figura 4 se muestra la simulación del sistema para el conteo automático simulado en Proteus.

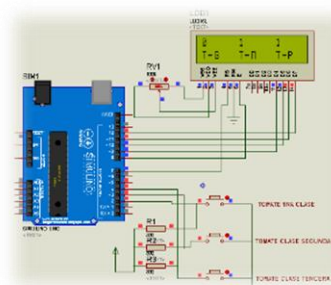


Figura 4. Simulación del circuito eléctrico en Proteus.

En la figura 5 y figura 6 se puede observar el sensor que se utilizó y la ubicación de esta en el marco. El

sensor se ajusta perfectamente es las esquinas del marco, y el botón para pulsar queda expuesta que se activa cuando se coloca la gaveta.

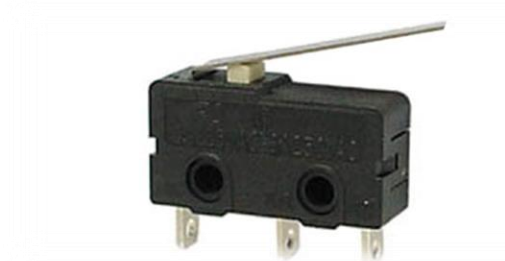


Figura 5. Interruptores fin de carrera (I) (Paletos de la electrónica, 2015).



Figura 6. Sensor implementado en el marco.

En la figura 7 se puede observar el diseño y el funcionamiento del sistema eléctrico de la máquina clasificadora.

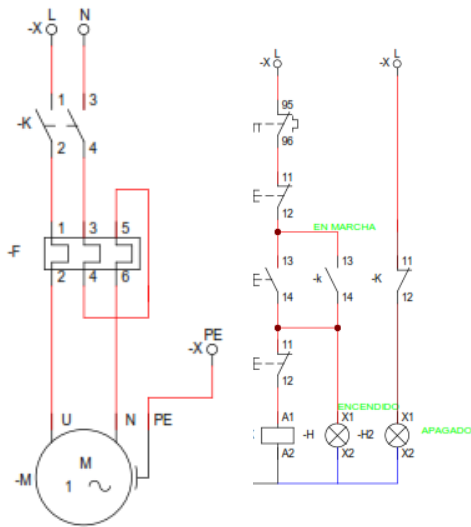


Figura 7. Diseño del sistema eléctrico.

Utilizando las herramientas de SolidWorks se diseña la máquina completa como se indica en la figura 8, con el diseño completo se puede construir y ensamblar correctamente los componentes de la máquina.

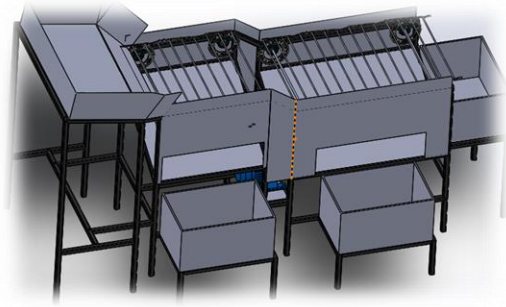


Figura 8. Diseño de la alternativa seleccionada.

En la figura 9 y figura 10 se indica la máquina construida y su funcionamiento.



Figura 9. Máquina clasificadora culminada.



Figura 10. Funcionamiento de la máquina clasificadora.

III. Conclusiones

- Partiendo de los requerimientos de los productores de tomates de árbol, se logró un diseño óptimo que cumple todas las necesidades para efectuar la clasificación de los tomates de árbol en tres diferentes tamaños correctamente.
- Se identificó todas las secciones y mecanismos de la máquina clasificadora correctamente y se realizó el diseño cinemático.
- Usando la herramienta computacional el Método de Elementos Finitos se diseñó la estructura, se identificó la sección crítica y

se verificó que cumpla con el factor de seguridad correspondiente.

- La máquina es óptimamente estable y resistente, en su funcionamiento no existe ningún tipo de traslación, inclusive si el operador se apoya accidentalmente sobre la máquina, esta no se traslada.
- Se realizó el sistema de conteo automático de la producción acorde a las necesidades de los productores. Se construyó un dispositivo externo acoplable a la máquina, este dispositivo efectúa el proceso de la contabilización satisfactoriamente.

IV. Recomendaciones

- La fruta para clasificar debe ser de buena calidad para que la máquina pueda efectuar la clasificación correctamente. La fruta aplastada puede quedar atrapada y afectaría el proceso de la clasificación.
- El mercado exige que la fruta contenga el péndulo adherido. Las bandejas que reciben los tomates clasificados no pueden tener la inclinación correcta, las bandejas deben ser ductos totalmente verticales, es decir que la fruta no tenga rozamientos de ninguna clase para que caigan libremente.
- Cada mercado exige tamaños de la fruta diferente, por ello se recomienda implementar a la máquina un sistema que permita regular las distancias que hay entre los rodillos.
- Se recomienda que las frutas estén secas, la máquina cuenta con elementos eléctrica y con la humedad puede ocasionar cortos circuitos.
- La postcosecha del tomate de árbol abarca también la limpieza de la fruta, para ello se puede implementar otro sistema que sería la etapa de la limpieza de la fruta después de la clasificación.
- Se puede fabricar mayor parte de la estructura con otros materiales más livianos, para así lograr obtener la máquina de menor peso y facilitar más el desplazamiento de la máquina.

Referencias

- Alcalde Cajamarca, C. F. (2013). *Diseño de una máquina clasificadora de tomate de 700 kg/h de capacidad*. Quito.
- Barreda Trujillo, Á. U. (Diciembre de 2012). *SCIELO*. Obtenido de Método práctico de obtención de potencia y eficiencias de unidades de bombeo en operación: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382012000300007
- Budynas, R. G., & Keith Nisbett, J. (2008). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*. McGraw Hill: 8va. Edición.
- Burbano Hurtado, T. L. (2015). *Máquina para clasificar aguacates por su peso*. Ibarra.
- Carrera Montalvo, A. (24 de Junio de 2012). *SlideShare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/AlanMontalvo/sistema-de-transmision-de-poleas-con-correa>
- García Muñoz, M. C. (2008). Manual de manejo cosecha y poscosecha del Tomate de árbol. *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA*, 43-58.
- Igno Otoniel, R. (2010). *Sistema para clasificación de jitomates*.
- KOSHKIN. (2008). *Manual de física elemental*.
- Paletos de la electrónica*. (25 de Enero de 2015). Obtenido de Interruptores fin de carrera: <https://paletosdelaelectronica.wordpress.com/2015/01/25/interruptores-fin-de-carrera-i/>
- Revelo Morán, J. A., Perez Alarcon, E. Y., & Maila Álvarez, M. V. (s.f). *El cultivo de tomates de árbol*. QUITO: PRIMERA.
- SlidePlayer*. (2014). Obtenido de <http://slideplayer.com.br/slide/363968/>
- Velastegui. (2011). *Elementos de máquinas*. Quito.

BIOGRAFÍA

César Jeres nació en Otavalo, el 21 de febrero del 1992. Realizó sus estudios secundarios en el colegio experimental "Jacinto Collahuazo". Estudió en la Universidad Técnica del Norte en la carrera de Ingeniería Mecatrónica año 2017.