

Diseño y construcción de una cinta transportadora de laboratorio de bajo costo empleando una impresora 3D

Liska, Diego Orlando^a; Cleva, Mario Sergio^a; Goitia, Amadeo Rafael^a; Rojas Joaquín Ignacio^a
a U.T.N. – F.R.Re. Centro de Investigaciones en Tecnologías Aplicadas de la Información y la Comunicación (CInApTIC)
diegoorlandoliska@gfe.fre.utn.edu.ar

Resumen

Se presenta en este trabajo el diseño y construcción de una cinta transportadora de tamaño reducido y de bajo costo que pueda ser controlada por una placa microcontroladora, un computador de placa única o una PC. La estructura de la cinta se construye con perfiles de aluminio, tubos de PVC, rodamientos y una cinta de goma EVA. Para la elaboración de las piezas de acoples se emplea una impresora 3D Hellbot® Magna 1. En este diseño, para el accionamiento de la cinta se utiliza un motor paso a paso Nema® 17 comandado por Arduino® con un driver Pololu® A4988 y una PC. La placa Arduino® cumple la función de comunicación entre la PC y el motor. El driver se emplea para protección del motor y de comando de potencia. La PC envía la información al controlador, y éste realiza el accionamiento a la velocidad solicitada desde el software en la PC. Se desarrolla una interfaz en Python que permite el arranque, parada y selección de velocidad de funcionamiento. Se realizaron las pruebas de funcionamiento de la cinta, que fueron satisfactorias. Los costos en el desarrollo permiten hacer cambios en el diseño, sin que este se incremente significativamente. La impresora 3D permite disminuir tiempos y otorga al diseñador cierta independencia al no depender de terceros para la construcción de piezas específicas. El presente trabajo es parte de una máquina para reemplazar a un escáner como dispositivo de adquisición de imágenes de granos por la reducida cantidad de granos que éste maneja.

Abstract

The design and construction of a reduced size and low-cost conveyor belt that can be controlled by a microcontroller board, a single board computer or a PC is presented in this work. The structure of the belt is built with aluminum profiles, PVC tubes, bearings and an EVA rubber belt. A Hellbot® Magna 1 3D printer is used to make the coupling parts. In this design, a Nema® 17 stepper motor commanded by Arduino® with a Pololu® A4988 driver and a Nema® 17 stepper motor is used in this design. PC. The Arduino® board fulfills the communication function between the PC and the motor. The driver is used for motor protection and power command. The PC sends the information to the controller, and the controller performs the drive at the speed requested from the software on the PC. An interface in Python is developed that allows starting, stopping and selection of operating speed. The performance tests of the tape were carried out, which were satisfactory. Development costs allow changes to be made to the design, without significantly increasing it. The 3D printer allows time to be reduced and gives the designer a certain independence by not depending on third parties for the construction of specific parts. The present work is part of a machine to replace a scanner as grain image acquisition device due to the reduced number of grains it handles.

Palabras claves: Imagen, Clasificación, Granos, Control.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presenta el diseño y construcción de una cinta transportadora de reducido tamaño y costo, que puede ser controlada por una placa microcontroladora, un controlador de placa única o una PC. Se emplea una impresora 3D para la construcción de las piezas de acople de diferentes partes. Esta cinta transportadora forma parte de una máquina destinada a la clasificación automática de granos y semillas empleando procesamiento digital de

imágenes (PDI). En esta máquina los granos se desplazarán sobre una cinta transportadora para ser fotografiados.

Las técnicas de PDI se aplican con fines de identificación, reconocimiento y clasificación [1], [2], [3] y [4]. Es un área en constante crecimiento debido al abaratamiento en los dispositivos de captura de imágenes y al desarrollo de nuevos algoritmos.

Los soportes electromecánicos para la adquisición de imágenes suelen ser diversos. En algunos casos

basta con una cámara o un escáner de escritorio. Si la cantidad de granos es mayor a la que puede caber en la bandeja de un escáner, se debe trabajar sobre otro diseño como el que se propone aquí y que involucra el empleo de una cinta transportadora.

El diseño de maquinarias con una función específica es una tarea habitual y su construcción consta de diferentes etapas, entre ellas, el prototipado [5].

Cuando se emplea PDI, es común aplicar secuencias de algoritmo que dilatan el tiempo para llegar al resultado buscado.

Por ejemplo, los tiempos de procesamiento se ven ampliados cuando los granos están en contacto entre sí. Si bien existen técnicas para la separación por software como describe Sampallo G. y col [6], los mismos consumen tiempo de procesamiento.

Para evitar el contacto entre sí Liska y col [7] desarrollan un prototipo de un dosificador para realizar la separación de granos de soja. Este dosificador sirve como dispositivo de entrada de una cinta transportadora para realizar la clasificación de granos por PDI, evitando el contacto entre sí de los mismos.

Cleva y col [8] proponen el empleo de Arduino® y Rasti® para construir un prototipo de cinta transportadora de granos, a un bajo costo y con elementos reutilizables y como una alternativa al empleo de impresoras 3D.

Posterior a la etapa de diseño continúa la de construcción. La etapa de diseño y construcción es recurrente e influenciada por el presupuesto disponible.

El reciclado de elementos en desuso puede ser una alternativa para la obtención de dispositivos eléctricos y electrónicos como motores, y otros necesarios para la construcción de estructuras de soporte.

Uno de los problemas que se presentan en el uso de este tipo de elementos radica en encontrar los acoples para la unión de estos a una estructura determinada. El empleo de impresoras 3D con este fin, tiene la ventaja de la disponibilidad casi inmediata de estas piezas cuando se está en la etapa de desarrollo tecnológico [9] a un costo reducido.

El objetivo del presente trabajo es diseñar, construir y evaluar una cinta transportadora de laboratorio de bajo costo, empleando una impresora 3D. Como variables de entrada en relación al funcionamiento de la cinta se diseña una interfase en la que se puede seleccionar el torque y la velocidad, como así también la marcha y la parada.

DESARROLLO.

El desarrollo de la máquina se compone de cuatro etapas: Diseño, Construcción, Puesta en Marcha y Pruebas de Funcionamiento. Estas etapas se detallan a continuación.

Diseño

Para la primera etapa se utilizó el software SolidWorks®. El mismo permite el diseño CAD 3D, a través del modelado de piezas y ensamblajes en 3D. Primero se especifican las piezas individuales que formarán parte del prototipo. En el paso siguiente se procede al diseño individual de cada pieza. Se parte de un croquis al cual se le aplican operaciones básicas de mecanizado, pudiendo constar cada pieza por varios croquis y operaciones de mecanizado. Para la máquina desarrollada diseñaron 19 piezas individuales. (Figuras 1, 2 y 3).

Luego de haber diseñado cada pieza individual se las ensamblan entre sí a través de relaciones de posición que pueden inmovilizar las piezas como así también dejarlas con algún grado de libertad que permite el movimiento en el sentido deseado (Figura 4).

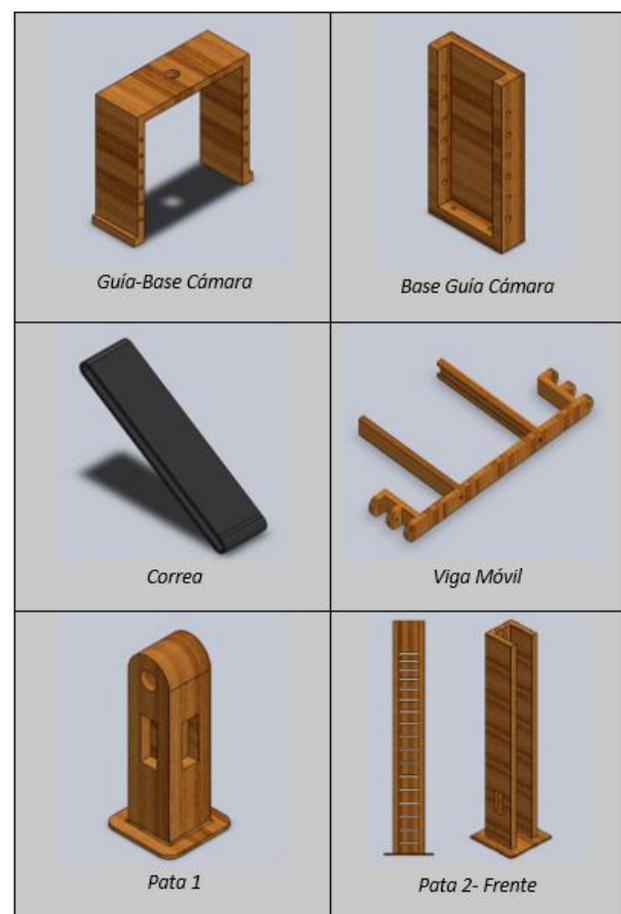


Figura 1: Piezas diseñadas 1.

Construcción.

En la etapa de construcción se arman las diferentes partes: el bastidor, los rodillos, la banda .

El bastidor de la máquina está conformado por perfiles de aluminio del tipo Bosh ® con una sección de medidas 40,5 mm por 40,5 mm. Se compone de: dos patas de 740 mm de longitud y dos patas de 1100 mm de longitud; con dos perfiles transversales inferiores de 430 mm y dos de 895 mm. Consta además de dos perfiles superiores de 430 mm para regular la altura. La estructura que contiene la cinta propiamente dicha está formada por los mismos perfiles anteriores con dos de 1000 mm, uno de 430 mm y uno de 310 mm.

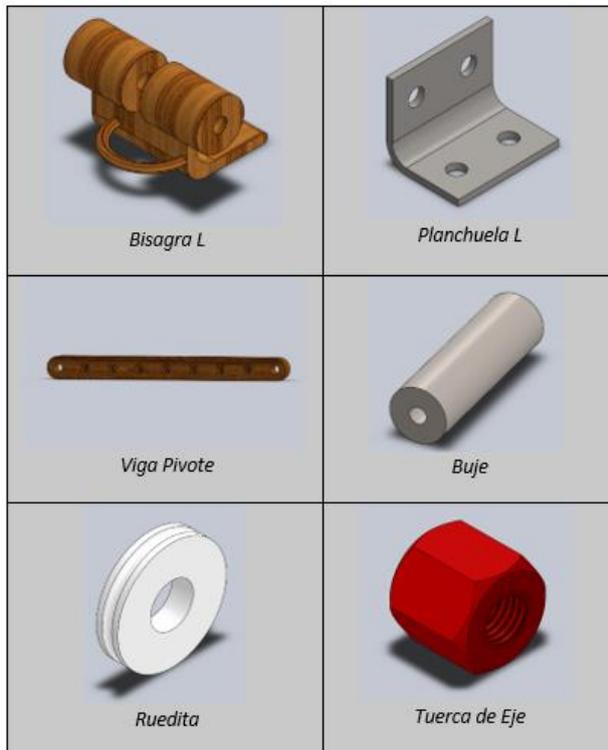


Figura 2: Piezas diseñadas 2.

Estos perfiles poseen un sistema de acoplamiento entre ellos consistente en cuatro piezas. En la Figura 5 tenemos: un perfil ahuecado (a) que entra dentro del perfil de aluminio (e). Este tiene un agujero que se alinea con un agujero en el perfil de aluminio. El perfil ahuecado posee un agujero roscado en el que se inserta un tornillo Allen con punta cónica (d). Dentro del perfil ahuecado se inserta un resorte (b) y a continuación un perno en forma de T (c) con la parte cilíndrica hacia adentro. El perno posee un agujero cónico que al ajustar el tornillo Allen hace que el mismo se desplace lentamente hacia adentro realizando el ajuste entre perfiles.

A medida que se construye se hace preciso ir diseñando el modelo 3D del prototipo construido. (Figura 6).

A ambos extremos de la cinta se requieren dos rodillos, uno que será el conductor y el otro que será el conducido.



Figura 3: Piezas diseñadas 3.

Para realizar el rodillo conducido, se utilizó tubo rígido pesado de 50 mm de diámetro exterior, que es de uso eléctrico y de fácil adquisición. Para lograr acoplar los rodamientos con la estructura se diseñó unas piezas de unión entre el tubo y el rodamiento. (Figura 7).

Estas piezas se imprimieron en una impresora 3D Hellbot ® Magna 1 con filamento PLA+ de 1,75 mm. Los rodamientos utilizados son 6200RS, que poseen 10 mm de diámetro interior, 30 mm de diámetro exterior, y 9 mm de ancho.

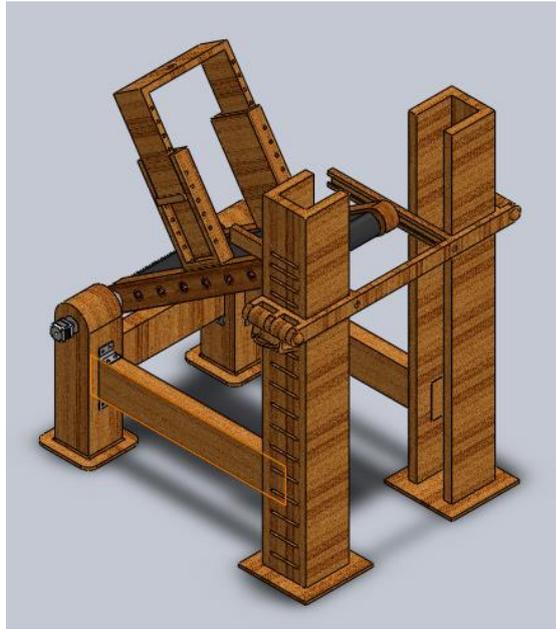


Figura 4: Diseño ensamblado.



Figura 6: Diseño bastidor del prototipo construido.

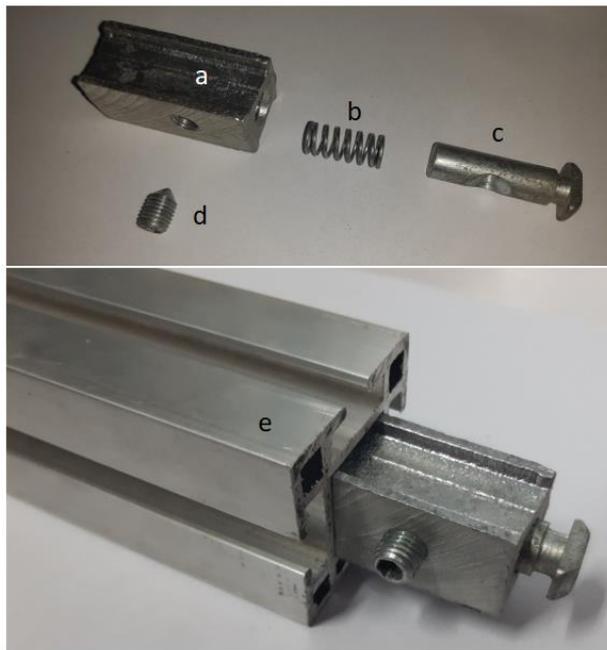


Figura 5: Sistema de acoplamiento.



Figura 7: Acoplamiento cilindro-rodamiento.

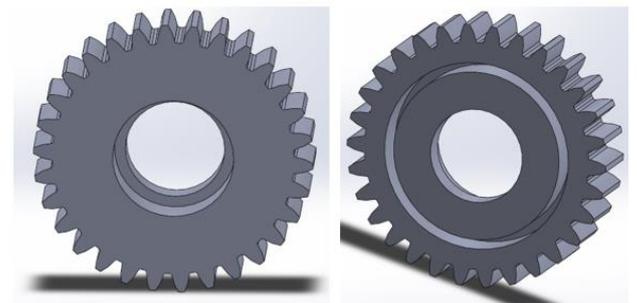


Figura 8: Engranaje de acoplamiento cilindro-rodamiento.

La diferencia que existe con el cilindro conductor es que una de las piezas de acople posee un engranaje para conectar a la fuerza motriz. (Figura 8).

Para lograr que la banda quede lo más horizontal posible, se colocaron tres rodillos fijos, fabricados de tubo rígido pesado de 25 mm de diámetro exterior, y dos tapas de acople para vincular a la estructura. (Figura 9).

La banda se construyó de goma EVA de 25 cm de ancho y 1,5 mm de espesor. Para evitar que los granos se caigan de la banda esta posee un doble espesor en los bordes con un ancho de 1cm a cada lado.

Para lograr la tensión necesaria en la banda se realizó una corredera en la sujeción del cilindro conductor.

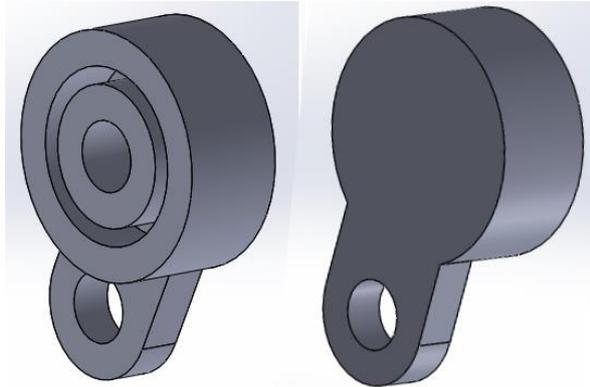


Figura 9: Tapas de acople.

Puesta en marcha.

La tercera etapa requiere de los elementos de control de la cinta.

Para la fuerza motriz se utilizó un motor paso a paso Modelo 17HS5417-X, 1.7A 1.8°/paso. Se diseñó e imprimió un engranaje de 30 dientes, similar al del cilindro conductor, con alojamiento para el eje del motor.

El motor se sujeta a los perfiles laterales con bulones de 6 mm de diámetro, y una abrazadera.

El motor paso a paso se conecta a través de un driver Pololu® A4988 a una placa Arduino® Mega.

El driver A4988 sirve para el manejo de la potencia y como elemento de protección del motor, este se calibra para la corriente máxima que se desea que pase. Superado el valor de calibración el driver abre el circuito protegiendo al motor.

La placa Arduino se conecta al driver A4988 para establecer los valores de torque y dar la señal de arranque y parada a la cinta.

Dentro de la programación de la placa Arduino se establecen las variables de entrada y salida que van a administrar. Se programó en esta etapa, el manejo de 5 niveles de torque, 5 niveles de velocidad, una señal de marcha y una señal de parada.

La placa Arduino sirve de elemento de comunicación entre el motor y una PC o controlador de placa única. Recibe la información de lo que debe realizar a través de un cable USB en su puerto serial.

La interfaz que gobierna el funcionamiento de la máquina de programó en Python. Está compuesta por 5 botones para el control de torque, 5 botones para el control de velocidad, un botón para el arranque y un botón para la parada. (Figura 10).



Figura 10: Interfaz en Python.

Pruebas de funcionamiento.

Para la cuarta etapa se preparó la cinta para las pruebas de funcionamiento como se ve en la Figura 11 y en la Figura 12.



Figura 11: Pruebas de funcionamiento 1.



Figura 12: Pruebas de funcionamiento 2.

Las pruebas de funcionamiento se realizaron de la siguiente manera:

1. Se fijó el primer nivel de torque.
2. Se fijó la primera velocidad.
3. Se hizo marchar durante 20 segundos.
4. Se detuvo la cinta.
5. Se fijó la segunda velocidad.
6. Se repitió paso 3 y 4.
7. Se fijó la tercera velocidad.
8. Se repitió paso 3 y 4.
9. Se fijó la cuarta velocidad.
10. Se repitió paso 3 y 4.
11. Se fijó la quinta velocidad.
12. Se repitió paso 3 y 4.
13. Se fijó el segundo nivel de torque.
14. Se repitió pasos 2 al 12.
15. Se fijó el tercer nivel de torque.
16. Se repitió pasos 2 al 12.
17. Se fijó el cuarto nivel de torque.
18. Se repitió pasos 2 al 12.
19. Se fijó el quinto nivel de torque.
20. Se repitió pasos 2 al 12.

Como resultado de las pruebas de funcionamiento se puede concluir que la máquina fabricada cumple con los requisitos para lo cual fue diseñada. Puede arrancar y parar a cualquier nivel de torque y velocidad.

CONCLUSIONES

El uso de una impresora 3D como herramienta de asistencia para construcción de prototipos mecánicos, permite agilizar el desarrollo de nuevos equipos ya que se reducen los tiempos entre el pedido de una pieza específica, su recepción y empleo. Con el uso de software específico se pueden diseñar piezas que se imprimen a la brevedad.

Si bien los tiempos de impresión de piezas de gran tamaño pueden ser elevados, si se valen de materiales existentes a la vez que se combinan con piezas de acoplamiento diseñadas e impresas se pueden lograr máquinas funcionales y a un costo reducido como las que se presentan en este trabajo.

El uso combinado de Arduino y el lenguaje de programación Python, permite el accionamiento y control de dispositivos mecánicos en interfaces amigables con el usuario.

Esta máquina es parte de un desarrollo más complejo que pretende la clasificación automática de granos y semillas, por procesamiento digital de imágenes, y los integrantes están trabajando la integración de diferentes dispositivos para lograr la clasificación citada.

REFERENCIAS

- [1] González, R.; Woods, R. (2007). Tratamiento Digital de Imágenes. Prentice Hall. 3era edición.
- [2] Parker, J.R. (1994). Practical Computer Vision. Editorial J. Wiley & Sons Inc (N.Y.- USA).
- [3] Castleman, K. (1996). Digital image processing. Ed Prentice Hall.
- [4] Duda, R.; Hart, P.; Stork, D. (2001). Pattern Classification. 2ª ed. John - Wiley & Sons.
- [5] Thomas, R. J. (1993). New Product Development. Managing and Forecasting for Strategic Success. John Wiley & Sons Inc. New York.
- [6] Sampallo, G. M.; Cleva, M. S.; Liska, D. O. (2016). Separación de granos en contacto con spline-cúbico para la aplicación en visión artificial. In VIII Congreso Argentino de AgroInformática (CAI-2016)-JAIIO 45 (Tres de Febrero, 2016), 172-182.
- [7] Liska, D. O.; Cleva, M. S.; Goitia, A. R.; Rojas, J. O.; Azcoaga, M. A. (2022). Prototipo de un separador mecánico para muestras de granos de soja para procesamiento digital de imágenes. Congreso Latinoamericano de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, 1040.
- [8] Cleva, M. S.; Liska, D. O.; Goitia, A. R.; Rojas, J. O. (2021). Propuesta de empleo de Arduino® y Rasti® para la construcción de prototipos en cursos de ingeniería: construcción de una cinta transportadora de granos. Encuentro Argentino y Latinoamericano de Ingeniería CADI / CLADI / CAEDI.
- [9] Torres, E.; Leon, J.; Torres, E. (2012). Diseño y construcción de una impresora 3D aplicando la técnica de prototipado rápido modelado por deposición fundida. Tercer Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica. III CAIM 2012.