

# Simulación y Control de un Sistema Mecatrónico Aplicando Diseño Asistido por Computadora

Carro Suárez Jorge, Flores Nava Irma, Flores Salazar Fabiola

Universidad Politécnica de Tlaxcala  
Carrera de Ingeniería Mecatrónica  
Av. Universidad Politécnica No.1 San Pedro Xalcatzingo Tepeyanco Tlaxcala  
[jorge.carro@uptlax.edu.mx](mailto:jorge.carro@uptlax.edu.mx)

## Resumen

*El proceso de diseño de un sistema mecatrónico consiste en usar tecnología que integre un sistema mecánico con uno de control a través de dispositivos capaces de tomar decisiones e interactuar con otros, sin embargo, antes de fabricar un prototipo, es necesario verificar que tanto la parte mecánica como la parte de control funcionen satisfactoriamente. En base a esto, el objetivo del presente trabajo fue diseñar un sistema de control aplicando Diseño Asistido por Computadora (CAD) para un equipo cortador de madera y así, simular en software su desempeño y garantizar su funcionamiento. El desarrollo consistió en diseñar con SolidWorks el cortador con todos sus aditamentos y por medio del toolkit SofMotion de LabVIEW elaborar la conexión entre ambos software y programar una rutina de corte. Los resultados obtenidos mostraron que la relación entre ambos programas fue satisfactoria al lograr la simulación de una rutina que implicaba tanto cortes lineales como circulares.*

Palabras clave: Diseño, simulación, SolidWorks, LabVIEW.

## 1. Introducción

El constante avance del software y hardware en los últimos años ha cambiado la forma de comprender el concepto de Diseño Asistido por Computadora ya que actualmente se entiende como la integración de la parte mecánica con la parte de control [1]. Esto ha permitido que los profesionales relacionados a estas tecnologías mejoren su productividad y su calidad, de manera que puedan dedicar mayor tiempo a la mejora de sus diseños.

La aplicación de CAD en la ingeniería incluye la elaboración de diagramas de diversos tipos, representación normalizada de piezas para su diseño y fabricación, representación tridimensional de modelos dinámicos, análisis con elementos finitos, aplicaciones en realidad virtual, robótica, etc., por medio de software de alto nivel.

Una de las características generales que tiene un software de CAD es que permite el desarrollo de sistemas virtuales dentro de un entorno, permitiendo que el diseñador analice un sistema dinámico sin la necesidad de fabricar un prototipo.

Con base a lo anterior, en el presente trabajo se desarrolló una metodología para diseñar una interfaz entre dos software de reconocido nivel como son *SolidWorks* y *LabVIEW* para diseñar y simular el sistema de control de un equipo cortador para madera en un ambiente virtual que nos permita visualizar su desempeño antes pasar a una etapa de fabricación.

Se inició con el diseño de la parte mecánica para posteriormente diseñar la interfaz de conexión y por medio de *LabVIEW* controlar el funcionamiento del sistema cortador desde el ambiente de *SolidWorks*, se elaboró la programación de una rutina de trabajo que incluyó tanto cortes rectos como circulares en base a un sistema de coordenadas para facilitar la entrada de datos y que el usuario tenga la opción de grabar sus configuraciones.

Al final, se presentan los resultados obtenidos y las conclusiones pertinentes, haciendo énfasis en la buena relación que se tuvo entre ambos software para realizar una programación fácil y sencilla acorde a las necesidades del diseñador.

## 2. Diseño Mecánico con SolidWorks

El diseño se divide en dos categorías: diseño de productos y diseño de sistemas o procesos [2]. Para el presente trabajo se consideró la segunda opción por lo que se inició con el diseño del modelo mecánico de un sistema cortador para madera. El modelo se dividió en dos parte principales, la primera fue el sistema de transporte, por lo que se seleccionó un sistema por bandas V, el cual, se presenta en CAD en la figura 1.

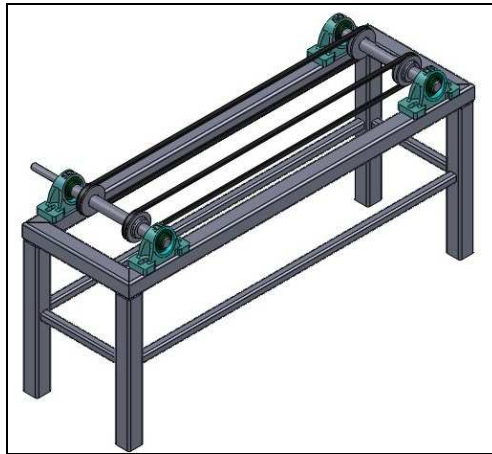


Figura 1. Sistema de transporte por bandas.

La segunda parte fue el sistema cortador, el cual está formado por dos ejes controlados por servomotores, la figura 2 presenta el diseño en CAD.

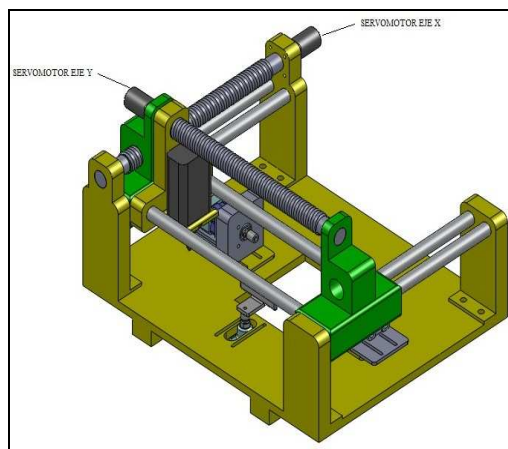


Figura 2. Base del sistema cortador.

Para la ubicación de la pieza durante la etapa de corte se agregaron dos pistones neumáticos con bases corredizas, esto para facilitar el control si se tienen diferentes medidas de la pieza a cortar, además se montó un tercer pistón como control de tope durante el avance por las bandas. Las figuras 3 y 4 muestran la ubicación de los tres pistones en dos vistas diferentes.

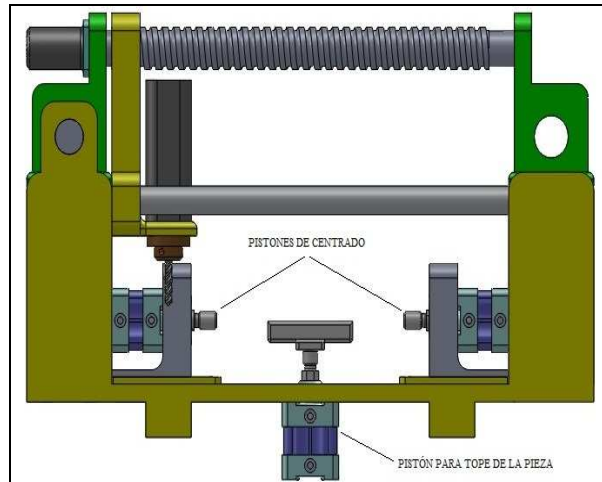


Figura 3. Vista frontal de la base del cortador.

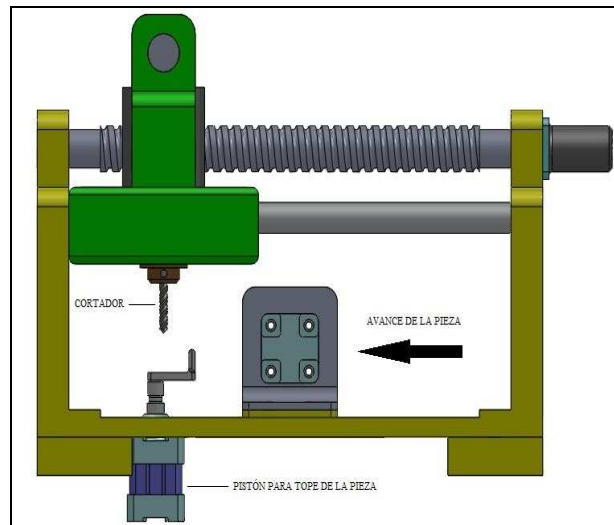


Figura 4. Vista lateral de la base del cortador.

En las figuras anteriores se observa al elemento cortador, cuyo desplazamiento es a través de dos ejes ortogonales; esta configuración facilitó el control, ya que se consideró por medio de un sistema de ejes coordenados. Por último, la figura 5 presenta el ensamble completo modelado en CAD.

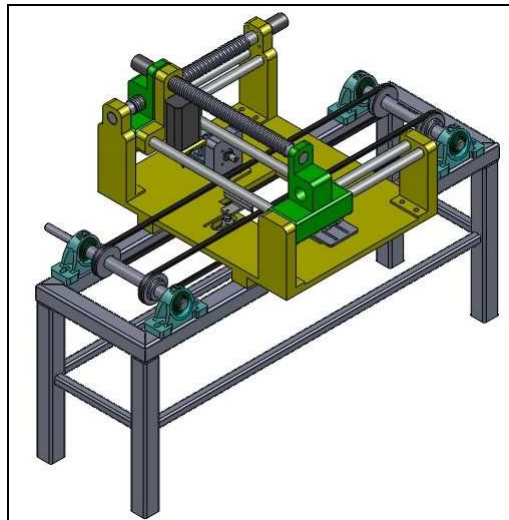


Figura 5. Sistema cortador completo y ensamblado.

### 3. Sistema de control con LabVIEW

LabVIEW es el acrónimo de *Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench*. Es un lenguaje y, a la vez, un entorno de programación gráfica en el que se pueden crear aplicaciones de una forma rápida y sencilla. Bajo este ambiente gráfico se diseñó la programación del controlador de movimiento, iniciando con la captura del proyecto, que es un fichero que contiene instrumentos virtuales (Vi's), controles, ficheros de configuración, documentación o de cualquier otro tipo. En el proyecto se especifica el archivo de *SolidWorks* que se utilizará para el ambiente de simulación en CAD, se establecen los ejes de trabajo en los cuales se desarrollará movimiento que son el eje X y el eje Y de la base del cortador así como el eje Z que corresponde a la herramienta de corte. Los desplazamientos se especifican lineales, esto es a razón de que se realizará una conversión de movimiento circular del servomotor a movimiento lineal por medio de tornillo sinfín. El programa de control se especifica con extensión *.vi* que indica que es un instrumento virtual, en el cual se establecen dos desplazamientos lineales y uno circular (*arc move*), todo esto se muestra en la figura 6 que es la ventana del *Project Explorer* capturado para el presente trabajo [3].

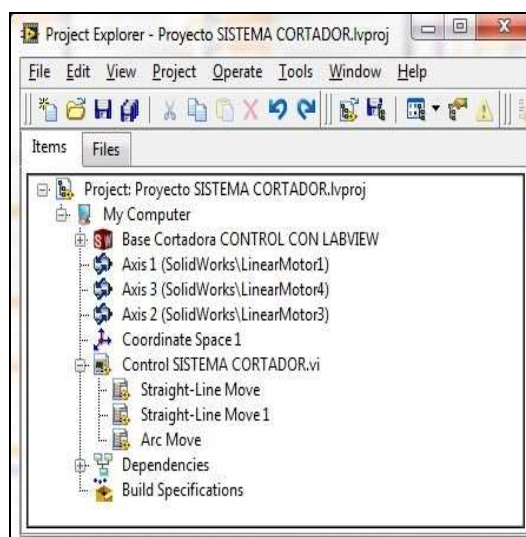


Figura 6. Project Explorer del sistema cortador.

La programación del controlador de movimiento es la parte principal del proyecto, ya que es el que actúa como el cerebro, calculando la trayectoria para cada movimiento especificado dentro del proceso de corte. Esto se realizó por medio del *toolkit SofMotion for SolidWorks*, que es una herramienta de *LabVIEW* que permite la integración de un modelo de control de movimiento con una simulación mecánica, generando un prototipo virtual que nos permite ajustar a detalle el desempeño del sistema diseñado en CAD.

*SofMotion* controla los movimientos previamente establecidos en el modelo en CAD, incluyendo también, si se requiere, detalles de gravedad, masa, colisión entre elementos y definición de trayectorias [4].

En base a lo anterior, desde el sistema CAD se definieron tres movimientos, que se configuraron en *LabVIEW* de la siguiente forma [5]:

- Movimiento coordinado de los ejes 1 y 3 (*Coordinate Space 1*) para el desplazamiento lineal de la herramienta de corte (*Straight-Line Move*).
- Movimiento lineal del eje 2 (*Axis 2*), que es el correspondiente al eje Z, para el avance vertical de la herramienta de corte (*Straight-Line Move 1*).
- Movimiento coordinado de los eje 1 y 3 (*Coordinate Space 1*) para el desplazamiento circular de la herramienta de corte (*Arc Move*).

En la figura 7 se muestra la parte del diagrama de bloques que contiene los tres tipos de movimientos programados.

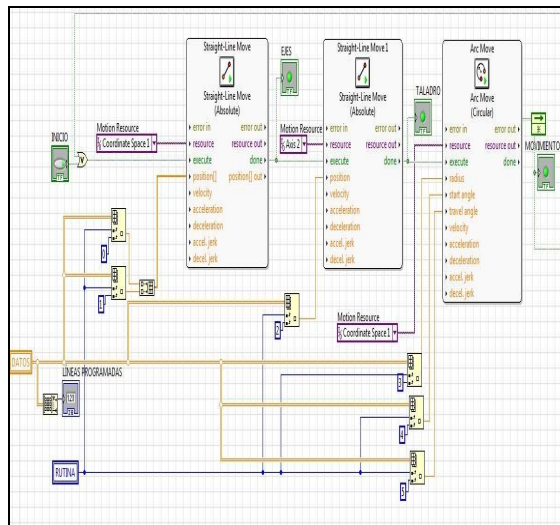


Figura 7. Diagrama de bloques del controlador de movimiento.

La entrada de datos se realizó por medio de una matriz denominada **DATOS**, cuyos valores son coordenadas cartesianas, que se pueden llamar desde un archivo o capturar directamente desde un panel de control.

La figura 8 muestra el panel de control diseñado para la captura de datos de movimiento del cortador.

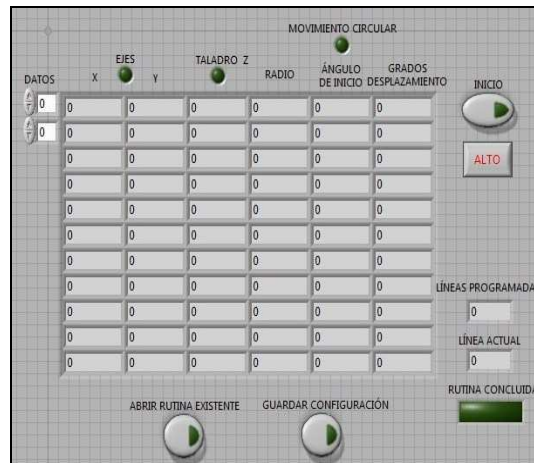


Figura 8. Panel de control del sistema cortador.

#### 4. Simulación y control del proceso de corte.

Con el programa de control diseñado y el sistema cortador modelado en CAD, el siguiente paso fue determinar la trayectoria de corte que se debe seguir, para esto se consideró una pieza de madera con medidas de  $300 \times 300$  mm de longitud y un espesor de  $10$  mm. La figura 9 muestra dicha pieza modelada en CAD.



Figura 9. Pieza de madera modelada en CAD.

La pieza requerida se muestra en la figura 10, mostrando el corte que debe llevar al centro.

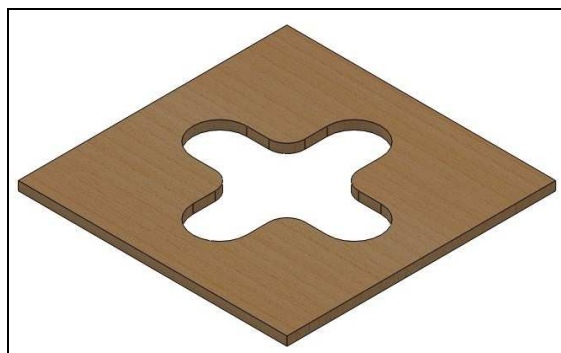


Figura 10. Pieza de madera con el corte realizado.

Para la captura de los datos de corte, se tomó como referencia el plano de diseño de la pieza, en él se especifican las coordenadas a seguir, tomando como punto base una de las esquinas.

La figura 11 muestra las medidas especificadas en milímetros para realizar el corte en un plano en 2D, indicando con claridad la longitud de los arcos y las dimensiones lineales respectivas [6].

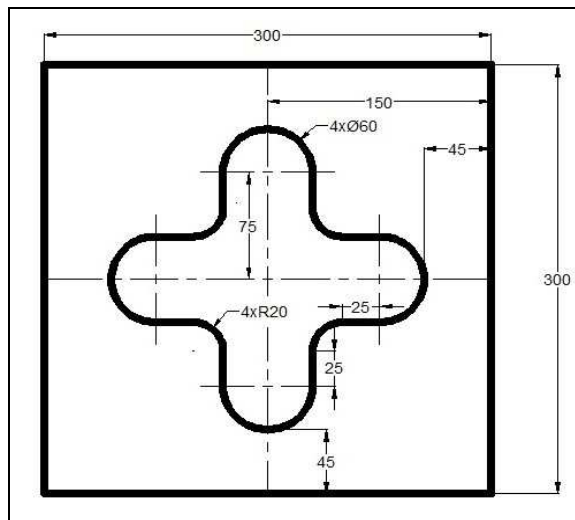


Figura 11. Plano del corte de la pieza.

La ubicación de la esquina más cercana de la pieza con respecto al punto  $(0,0)$  de la base del cortador se encuentra a una distancia  $(50,100)$ , por lo que estos valores se tomaron en cuenta al ingresar los datos en la matriz.

Con las referencias ya mencionadas, en la figura 12 se presentan los valores correspondientes a las coordenadas para el desplazamiento de los ejes X y Y, el desplazamiento Z del taladro, el radio del corte circular, su ángulo de inicio y los grados de desplazamiento.

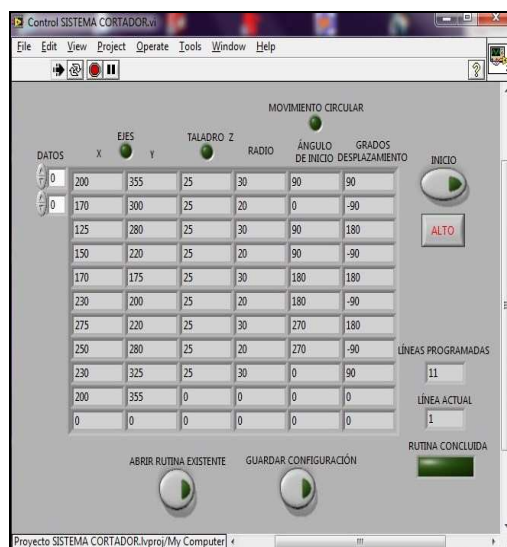


Figura 12. Matriz de datos para la trayectoria de corte.

## 5. Análisis de resultados

Para el desarrollo de la simulación se desplegó el proyecto y se corrió el Vi con el programa capturado. En la figura 13, el cortador parte del punto  $(0,0)$  al punto de inicio, que es  $(200,355)$ , tal como lo indica la línea de trazo.

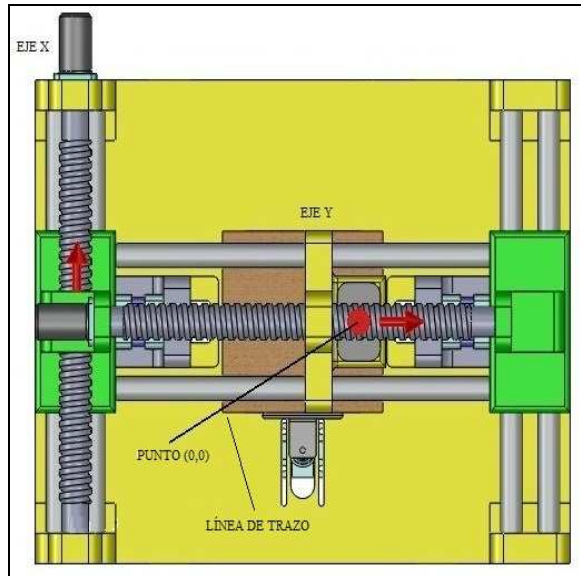


Figura 13. Inicio de la rutina de corte.

La figura 14 muestra el resultado final de la secuencia de corte con la simulación concluida.

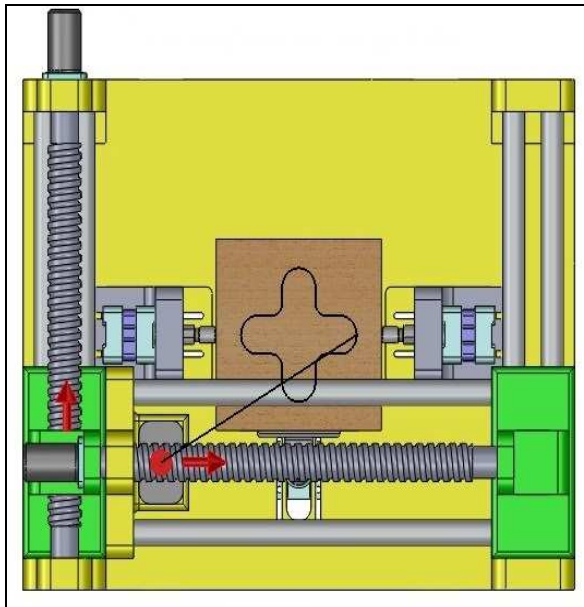


Figura 14. Resultado final.



## 6. Conclusiones

Durante el desarrollo del presente trabajo se establecieron las siguientes conclusiones:

- El resultado obtenido fue satisfactorio, esto debido principalmente a la buena compatibilidad entre ambos software.
- La simulación por medio de un ambiente virtual presenta una gran ventaja al permitir identificar debilidades que pudieron ser corregidas antes de pensar en fabricar un prototipo.
- El programa es apropiado para rutinas que implican cortes rectos y circulares, quedando pendiente para trabajos futuros la programación de contornos con splines.
- Actualmente, el desarrollo de un proyecto de diseño no sólo incluye el uso de CAD o de Ingeniería Asistida por Computadora (CAE), la tendencia es también interactuar en un medio que nos permita visualizar su comportamiento bajo un sistema de control antes de pasar a su fabricación, de esta forma se optimizan recursos y tiempo, aspectos indispensables hoy en día para el ingeniero en un mundo con alta competitividad.

## Referencias

- [1] Rojas O., Rojas L., *“Diseño asistido por computador”*, Revista *Diseño y Tecnología*, 2006.
- [2] Gómez S., *“El gran libro de SolidWorks”*, 1ª Edición, Marcombo Ediciones Técnicas, Barcelona 2008
- [3] Lajara R., Pelegrí J., *“LabVIEW Entorno Gráfico de Programación”*, 2ª Edición, Marcombo-Alfaomega, México 2011.
- [4] National Instruments, *“Getting Started with NI SofMotion for SolidWorks”*, National Instruments Corporation, U.S.A. 2009.
- [5] National Instruments, *“Getting Started with NI SofMotion Development Module for LabVIEW”*, National Instruments Corporation, U.S.A. 2010.
- [6] MEDIAactive, *“AutoCAD 2011”*, Marcombo Ediciones Técnicas, México 2011.