

# Diseño de fresadora CNC, multifuncional.

M. Zavala-Silva<sup>1</sup>, A. Caldera-Vidaña<sup>2</sup>, A. Prieto-Sandoval<sup>3</sup>, R.A. Varela-Frayre<sup>4</sup>

**Resumen**— Este trabajo describe el avance en la elaboración de una máquina herramienta que integra tecnología de CAD/CAM. Dicha máquina tiene las características de una máquina CNC y puede emplearse para la fabricación de diversos objetos. La máquina ha sido diseñada con los atributos elementales para evitar al operador accidentes, disminuir tiempos de proceso y aumentar la calidad de los productos que con ella se elaboran. Su realización comprende diferentes etapas de las cuales se reportan las correspondientes a su construcción física, estando en proceso las pruebas de validación y de puesta en servicio. El resumen describe de forma concisa el contenido del proyecto. Las ideas fundamentales de relevancia, así como los resultados y las conclusiones generales del trabajo reportado.

**Palabras claves**— CNC, Tarjeta de control, Mach3, Puerto paralelo.

**Abstract**— This work describes the progress in the development of a machine tool that integrates CAD / CAM technology. This machine has the characteristics of a CNC machine and can be used for the manufacture of various objects. The machine has been designed with the elementary attributes to avoid the operator accidents, reduce process times and increase the quality of the products that are made with it. Its realization includes different stages of which those corresponding to its physical construction are reported, and the validation and commissioning tests are in process. The summary describes the content of the project concisely. The fundamental ideas of relevance, as well as the results and the general conclusions of the reported work.

**Keywords**— CNC, Control card, Mach3, Parallel port.

## I. INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos en el campo de la microelectrónica están haciendo posible el desarrollo de CNC de una rapidez y potencia sin precedentes. Un número creciente de funciones integradas simplifica incluso los procesos de mecanizado más complejos. Al mismo tiempo, estos productos ofrecen una mayor facilidad de manejo, no solo en lo que respecta a la programación, sino también

durante otras operaciones, como la instalación y el mantenimiento [1].

Las máquinas de CNC tienen dos o más movimientos llamados eje, cada eje o grado de movimiento puede ser lineal o rotacional, este concepto está ligado a la complejidad de la máquina, esto es, entre más ejes tiene una máquina más compleja es o tiene mayor capacidad de maquinarse piezas complejas.

Los ejes de las máquinas están encargados de los movimientos que tiene que hacer la herramienta para el proceso de manufactura que requiere. En el ejemplo del barrenado, se necesitan tres ejes, dos para el posicionamiento de la pieza (o la herramienta según se vea) y el tercero para el barrenado o desbaste, los ejes son llamados con letras, comúnmente los ejes lineales son X, Y, Z, y los ejes rotacionales son A, B, C.

## II. PARTE TÉCNICA DEL ARTÍCULO

### Software

Existe una gran cantidad de programas como lo son Mach3, KCAM4, EMC2 TurboCNC, LinuxCNC (antes EMC), Nanjing Swansoft, FreeMill, con los cuales se logra editar texto, simular; y además cuentan con consola de control CNC. El editor de textos manda cada una de las líneas por el puerto Paralelo DB25 a la tarjeta de control TB65603V2. El simulador muestra el recorrido en el plano XY, y por medio de la consola se logra ejecutar los desplazamientos de manera manual, Este programa reconoce archivos con coordenadas absolutas o relativas (G90/G81), en milímetros o pulgadas (G21/G20) [2].

<sup>1</sup> Misael Zavala Silva (mzavala@utt.edu.mx)  
Universidad Tecnológica de Torreón, Cuerpo Académico en  
Materiales, Carretera Torreón-Matamoros KM 10 Ejido el Águila, C.P.  
27400, Municipio de Torreón, Coahuila, México.

<sup>2</sup> Alejandro Caldera Vidaña (calderavida@gmail.com)  
Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, División de Ing.  
Electromecánica, Av. Tecnológico N° 1555, Periférico Lerdo Km. 14.5,  
Plácido Domingo, C.P. 35150, Municipio de Lerdo, Durango, México.

Características de la tarjeta de control.

- Controladora para 4 Motores Bipolares de 4, 6 u 8 hilos los cuales pueden operar simultáneamente
- Fuente de alimentación de Corriente Directa, recomendable a 24 Volts
- Circuitos integrados Toshiba TB6560AHQ 3.5 Amperes por eje.
- Micropasos 1, 1/2, 1/4, 1/16 para mayor precisión
- Corriente ajustable por eje – 25%, 50%, 75%, 100%
- Protección contra sobre-Carga, Sobre-corriente y temperatura
- Interfase paralela opto-aislada
- Relevador mecánico interno para controlar una salida de hasta 10 Amperes
- 4 Canales de entrada, limites o Estop
- Expansión a cuarto eje ya que da acceso a las señales para colocar un Driver Externo.

El control es ejecutado por una tarjeta TB65603V2 con pines digitales de entrada o salida según la configuración del usuario, lo cual permite una mejor manipulación de los motores, además de que sus pines entrada/salida son suficientes para poder controlar nuestra máquina herramienta.

TABLA I  
PINES DEL PUERTO DB25 PARALEO.

DB 25 Pines del puerto DB25		Notas
1	En	Habilitar todos los ejes
2	Step x	X señal de paso
3	Dir x	X señal de dirección
4	Step Y	Y señal de paso
5	Dir Y	Y señal de dirección
6	Step Z	Z señal de paso
7	Dir Z	Z señal de dirección
8	Step a	A señal de paso
9	Dir A	A señal de dirección
10	Limit-1	Entrada limite 1
11	Limit-2	Entrada limite 2
12	Limit-3	Entrada limite 3
13	Limit-4	Entrada limite 4
14	Relay control	Relevador mecánico
15	blank	No se usa
16	StepB-	B (5to eje) señal de paso
17	DirB-	B (5to eje) señal de dirección
18-25	GND	GND

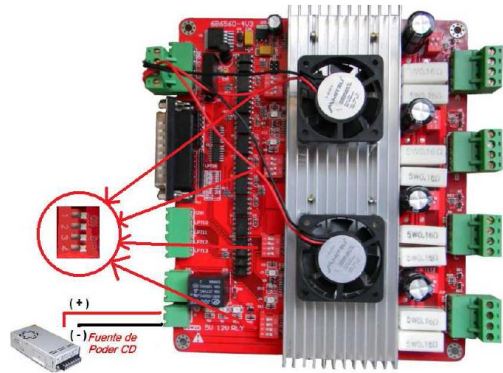


Figura 1. Tarjeta TB65603V2

*Selección de Motores*

Para la fabricación del prototipo se utilizaron motores a pasos bipolares, ya que es fácil el control de posición y velocidad, además de que poseen una característica adicional sobre los motores de corriente continua o directa “el torque de detención”. El motor suministra el torque necesario para crear el movimiento requerido de la carga a través de un actuador. Dentro de la selección, se consideró la cantidad total de pulsos para llegar a la posición, velocidad de indexación, y el torque requerido, además de la relación de inercia del motor a la carga.

El número total de pulsos para hacer el movimiento es expresado por la siguiente ecuación (1)

$$Pt = (Dt \div (D \div i)) \times \theta p \tag{1}$$

$Pt =$  Pulsos totales

$Dt =$  Distancia total del movimiento

$D =$  Distancia recorrida con carga por la rotación del eje

$$i = \text{razon de la reducción} \left[ \frac{\text{revoluciones del motor}}{\text{revoluciones del eje reductor}} \right]$$

$$\theta p = \text{Resolución del paso} = \left[ \frac{\text{paso}}{\text{revoluciones del motor}} \right]$$

*Velocidad del motor por Frecuencia de pulsos*

Se obtuvo el correcto manejo de velocidad de los motores, manipulando la frecuencia de salidas PWM, por medio del perfil partir-parar.

*Perfil partir-parar*

El tipo más básico de perfil de movimiento es un perfil “partir-parar” donde no existe un periodo de aceleración o uno de desaceleración.

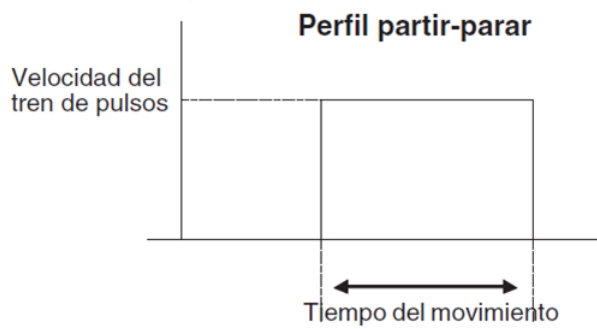


Figura 2. Perfil partir – parar.

Este tipo de perfil de movimiento se usa solamente para aplicaciones de baja velocidad porque la carga “se mueve de tirón” a partir de una velocidad a otra. La ecuación (2) para encontrar la velocidad del tren de pulsos para el movimiento “partir –parar” es la siguiente:

$$Fss = Ptotal \div Ttotal \tag{2}$$

*Fss = Velocidad del tren de pulsos*  
*Ptotal = Pulsos totales*  
*Ttotal = Tiempo del movimieto*

*Torque resistivo de la carga*

El torque que requiere ser suministrado por el sistema de accionamiento al actuador, debe ser mayor que el torque resistivo a velocidad constante y se recomienda aplicar al motor un factor de seguridad entre 20 a 100%, para evitar que el motor deje de rotar o se pare por cambios de carga. Se utilizó la siguiente ecuación (3):

$$Tm = Ta + Tr \tag{3}$$

*Tm = Torque resistivo de la carga*  
*Ta = el torque que requiere la carga para acelerar y desacelerar la inercia del sistema*  
*Tr = El torque de carga a velocidad constante para hacer funcionar el mecanismo.*

Para la obtención del par, para acelerar y desacelerar una carga con inercia con un cambio línea de velocidad se utiliza la siguiente ecuación (4):

$$T_{acel} = J_{total} [Kg - m^2] \times \left( \frac{\Delta velocidad [RPM]}{\Delta tiempo [s]} \right) \times \left( \frac{2\pi}{60} \right) \tag{4}$$

*Tacel = par para acelerar y desacelerar una carga con inercia [N - m]*

$J_{Total}$  = Inercia del motor más la inercia de la carga (“reflejada al eje del motor”).

(El factor  $2\pi \div 60$  es usado para convertir el “cambio de velocidad” expresada en RPM en una velocidad angular (radianes/segundo) [3]

*Diseño de estructura*

Para la selección del material para la construcción de la fresadora tomamos en cuenta reducir lo más posible el costo de fabricación. Esto lo conseguimos con un sistema innovador en los movimientos de cada eje. A diferencia de los cnc convencionales que el movimiento lo trasmite una cremallera, nosotros implementamos rodamientos los cuales se deslizan sobre el perfil de 2 pulgadas.



Figura 3. Estructura para CNC.

Esto nos da ciertas ventajas y desventajas sobre las cremalleras.

TABLA II  
PINES DEL PUERTO DB25 PARALEO.

Ventajas	Desventajas
El paso es más rápido.	El material a perforar no debe de ser muy duro.
Los motores se esfuerzan menos.	Puede presentarse deslizamiento en cortes muy profundos
El material se puede conseguir con facilidad.	
El precio es más accesible	

Para determinar la masa de todos los componentes en cada eje, nos apoyamos en la herramienta Propiedades Físicas de SolidWorks. Una vez obtenido el valor de la masa en los distintos ejes, pasamos a realizar los cálculos correspondientes para determinar el comportamiento de los mecanismos, así como del torque requerido en nuestros motores [3].

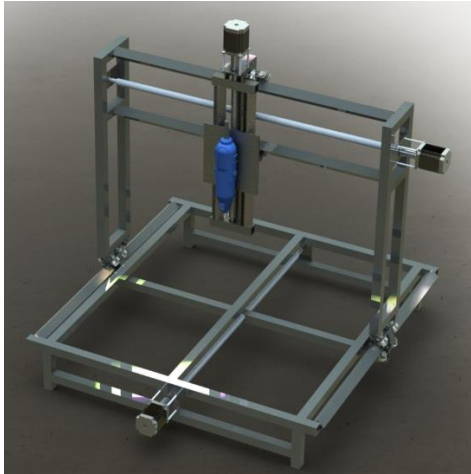


Figura 4 vista Isométrica del diseño de la fresadora CNC.

### III. RESULTADOS

Se logró realizar trabajos de maquinado configurando los códigos en Artcam pasando el programa en archivo TXT, para posteriormente procesarlos en Mach3 (programa de control de la tarjeta roja TB65603V2). La resolución y calidad del maquinado son bastante aceptables.



Figura 5. Grabado CNC.

### IV. DISCUSIÓN, CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Conforme avanza la tecnología electrónica en el campo de sistemas embebidos como micro controladores, la

fabricación en máquinas de CNC es más crucial, porque cada vez tienen mayor demanda lo cual exige mayor exactitud y precisión, por lo tanto hace necesario la utilización de diseños asistidos por computadora así como máquinas avanzadas; es por ello que nuestro trabajo se centra tanto en definir como especificar un método más rápido que ahorre tiempo, esfuerzo, capital invertido, que contribuya al cuidado de la naturaleza y el medio ambiente [4].

Se diseñó y construyó una fresa de control numérico con los siguientes elementos:

- Un programa editor de texto, simulador y consola de control CNC.
- Tarjeta TB65603V2 con 18-25 pines digitales de entrada o salida
- Fuente de 24 v cd.
- Tres motores paso a paso Nema 24
- Sistema mecánico de sinfín y rodamientos

Esta propuesta abre las puertas a los micros, pequeñas y medianas empresas, para hacerse de manera accesible de una máquina y herramienta, que cuenta con las características de control numérico, que permite trabajar de una manera más rápida y segura, reduciendo tiempos y accidentes.

### V. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad Tecnológica de Torreon por el apoyo recibido.

### VI. REFERENCIAS

- [1] Petersuller, J. J. (2013) "Introducción al control numérico computarizado CNC," Disponible en: [https://wiki.ead.pucv.cl/Introducci%C3%B3n\\_al\\_control\\_num%C3%A9rico\\_computarizado\\_\(CNC\)](https://wiki.ead.pucv.cl/Introducci%C3%B3n_al_control_num%C3%A9rico_computarizado_(CNC)).
- [2] Cruz Teruel, Francisco (2015). *Control numérico y programación, Sistema de fabricación de máquinas*, vol. I. Mexico.
- [3] Sergio Gomez Gonzalez, (2018), *El gran libro de Solid Works*, Mexico, Alfa Omega Editors, p210.
- [4] C. P. (2016) "Diseño y construcción de una máquina de CNC de 3 ejes para el ruteo de pistas y taladrado de circuitos impresos." Ph.D. dissertation, Facultad de mecánica, escuela de ingeniería industrial, Escuela superior politécnica de Chimborazo, Ecuador.

## VII. BIOGRAFÍA

**MC. Zavala Silva Misael.** Nació en la ciudad de Torreón, Coah. México el 19 de Enero de 1970. Egresado del Instituto Tecnológico de la Laguna de la carrera de Ingeniería en Mecánica Industrial en la ciudad de Torreón Coahuila, México, Maestría en Materiales de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica U. A. de C. en la ciudad de Torreón Coahuila, México en el año de 2011.



Actualmente se desempeña como profesor investigador de la Universidad Tecnológica de

Torreón, en la ciudad de Torreón del estado de Coahuila, México.

**Ing. Caldera Vidaña Alejandro.** Nació en la Ciudad de Torreón, Coah. México el 11 de agosto de 1986. Egresado de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica U. A. de C. en el año de 2010. Actualmente está en su etapa final de estudios en Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica U. A. de C., ubicado en la ciudad de Torreón Coah. México.



Actualmente para el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, desempeñando el puesto de

Docente, en la División de Electromecánica, el instituto se encuentra ubicado en la ciudad de Lerdo, Durango, México.

**TSU. Prieto Sandoval Andrés.** Nació en la Ciudad de Torreón, Coah. México. Egresado de la Universidad Tecnológica de Torreón para obtener un título de Técnico Superior Universitario en Mecatrónica en el área de Automatización, actualmente se encuentra cursando el octavo cuatrimestre de la ingeniería en Mecatrónica en la Universidad Tecnológica de Torreón.



**TSU. Varela Frayre Raúl Alejandro.** Nació en la Ciudad de Torreón, Coah. México. Egresado de la Universidad Tecnológica de Torreón para obtener un título de Técnico Superior Universitario en Mecatrónica en el área de Sistemas de manufactura, actualmente se encuentra cursando el octavo cuatrimestre de la ingeniería en Mecatrónica en la Universidad Tecnológica de Torreón.

