

Prototipo de Máquina CNC con Tecnología de Corte con Hilo de Nicromo para Cortar Poliestireno, Foam y Otros Termoplásticos

E. Chávez Medina^{#1}, A. B. Arias Arias^{#2}, M. R. Pérez Nuño^{#3}

[#]Tecnológico Nacional de México: Instituto José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Academia de Administración e Industrial, Unidad Académica Zapotlanejo, Jalisco, México

¹edgar.chavez@mascota.tecmm.edu.mx, ²adelaida.a@zapotlanejo.tecmm.edu.mx,

³raquel.perez@zapotlanejo.tecmm.edu.mx

Resumen— El objetivo era diseñar y construir una máquina CNC con Tecnología de corte con hilo de nicromo para eficientar el proceso de corte de poliestireno, foam y otros termoplásticos. La necesidad de fabricación se convirtió en una prioridad, además de la precisión y reducir los inconvenientes como: falta de mano de obra calificada, mucho desperdicio y resultados no esperados, accidentes etc. Inicialmente se realizó una búsqueda bibliográfica sobre la programación CNC, el diseño se carga a una computadora que cambia el diseño en un código especial (numérico) que controla el funcionamiento del CNC. Finalmente se diseñó un prototipo de un CNC, una máquina que realiza un proceso de corte con alambre de nicromo que se calienta y sigue una secuencia lógica por medio de un Arduino que transforma los códigos de lenguaje a códigos máquina para que servomotores los interpreten en movimientos utilizando Gcode e Inkscape.

Palabras clave- Arduino, CNC, Código G, Hilo de Nicromo, Inkscape.

I. INTRODUCCIÓN

Hasta hace poco las innovaciones tecnológicas eran promovidas únicamente por las grandes empresas manteniendo así su estatus, sin embargo, en la actualidad el uso de tecnología de punta está en nuestro cotidiano vivir, y abarca el ámbito industrial y empresarial, donde los progresos tecnológicos cada día nos muestran nuevas metodologías para optimizar los procesos, mejorar los productos y los servicios [1]. La máquina - herramienta se presenta de manera fundamental en el desarrollo tecnológico de la sociedad y es requerida en todas las facetas de la misma.

En las microempresas, como las papelerías, la comercialización de productos de poliestireno, foam y otros termoplásticos se desarrolla de manera artesanal, lo que trae como consecuencia a la hora de cortar diferentes figuras estas quedan irregulares, se producen mermas al cortar, se produzcan heridas en las manos y se convierte en un proceso más lento. Por ello, que se busca el diseño y prototipo de un CNC, una máquina que realice un proceso de cortado con un alambre de nicromo que se calienta y sigue una secuencia lógica por medio de un Arduino que transforma los códigos de lenguaje a códigos máquina para que los servomotores los interpreten en movimientos, G-code e Inkscape.

II. JUSTIFICACIÓN

En este momento en el mercado, demandan que se practiquen requerimientos complejos, casi imposibles de alcanzar por métodos convencionales de manufactura. El realizar cortes de piezas de poliestireno, foam y otros termoplásticos con precisión y calidad se ha vuelto una necesidad, por lo que hoy en día la utilización de máquinas CNC y el conocimiento para manejarlas se ha vuelto de suma importancia [2], por lo que al estudiar la ingeniería Industrial, que esta relacionada con el campo de estudio de la manufactura, debe tener el antecedente del manejo de una máquina de control numérico por computadora con tecnología de corte con hilo de nicromo para cortar poliestireno, foam y otros termoplásticos, la ventaja del empleo de este tipo de corte térmico es su aceptable acabado superficial y su rapidez de corte lo cual permite realizar cortes muy limpios, finos y de gran precisión.

El Nicromo, es un material que alcanza temperaturas elevadas de hasta 1450° C. en un instante, es más rápido en calentarse lo que trae como consecuencia una expansión térmica de 20°C. a 100° C. en un minuto a la hora de realizar el corte, y por su aleación de Níquel y Cromo lo hace resistente a la corrosión que genera un corte limpio y sin mucho esfuerzo en espumas o esponjas; además se puede adaptar a los limitantes que tenga su fuente de alimentación convirtiéndolo en una de las mejores opciones para dicho tipo de corte [3]

III. OBJETIVO

Diseñar y construir una máquina CNC con tecnología de corte con hilo de nicromo para eficientar el proceso de corte de poliestireno, foam y otros termoplásticos.

IV. MARCO TEÓRICO

El control numérico por computadora (CNC) es un sistema que permite controlar en todo momento la posición de un elemento físico. El CNC controla síncronamente en diferentes ejes para ejecutar. Las técnicas para la generación de ruta de herramientas en trayectorias multidimensionales han evolucionado para hacer uso de las herramientas CNC.[4].

En términos generales, G-code es un lenguaje mediante el cual las personas pueden decir a máquinas herramienta controladas por computadora qué hacer y cómo hacerlo. Esos "qué" y "cómo" están definidos mayormente por instrucciones sobre a dónde moverse, cuán rápido moverse y qué trayectoria

seguir. De esta forma, es posible especificar una secuencia de comandos que debe ejecutar la máquina que implemente el control numérico computarizado [5].

Por otro lado, Inkscape es una herramienta de dibujo libre y multiplataforma para gráficos vectoriales SVG. Inkscape se encuentra desarrollado principalmente para el sistema operativo GNU/Linux, pero es una herramienta multiplataforma que funciona en Windows, Mac OS X, y otros sistemas derivados de Unix [6]

El corte de unisel y foam mediante hilo caliente Nicromo: Un material llamado nicrom, es una aleación de níquel al 80% y cromo al 20 %, elemento utilizado para transferir calor a procesos que lo requieran [3]. El corte por hilo caliente funciona mediante el uso de un filamento de aleación de 80% níquel y 20% cromo [7] comercialmente conocido como nicromo, con calibre de clasificación de la American Wire Gauge (AWG) a través del cual circula una corriente eléctrica provocando el aumento de temperatura.

Velocidad de corte del hilo de nicromo: Los polímeros, al no ser resistentes al calor tienden a degradarse en presencia de este, lo cual hace al hilo de nicromo ideal para el corte de polímeros, la velocidad de corte depende de la densidad del polímero, siendo para el poliestireno 1cm/s. [8].



Fig. 1. Hilo de **nicromo**. Fuente: **Masfarne.com**

V. DESARROLLO DEL PRODUCTO

Esta máquina básicamente está hecha de una estructura de PTR de 3/4 para que soporte la cavidad. (ver fig. 2)



Fig.2. Estructura de PTR de 3/4 calibre 18

A este material se le hizo un análisis de carga para que soportara los motores a paso, el gabinete y los husillos, y se realizó una prueba de carga de 50 N.

Para que la máquina traduzca esos movimientos se necesitan 2 programas: un programa ejecutor que manda las señales de los códigos G y un programa que permita modificar y editar una imagen para que quede la pieza de manera correcta. Estas secuencias son como un árbol de acciones, cada una contiene líneas de programación para el programa de códigos G que deben ser programadas o por defecto eliminarse, para dar forma al cuerpo del post procesador [9].

Se utilizó un software que es llamado G-code que es el que envía la indicación de qué es lo que tiene que hacer la máquina. La máquina lo recibe por medio del Arduino y este traduce los códigos G a pulsos mecánicos y estos a su vez mueve los servomotores. En la fig. 3 se puede apreciar un conector de USB que es la comunicación del Arduino con el programa de G-code [8].



Fig. 3. Transformador de resistencia de nicromo, arduino y colector de señales para motores a pasos

Se requiere del programa Inkscape que se encarga de convertir una imagen normal de un dibujo a un formato que se conoce como vector. (ver fig. 4)

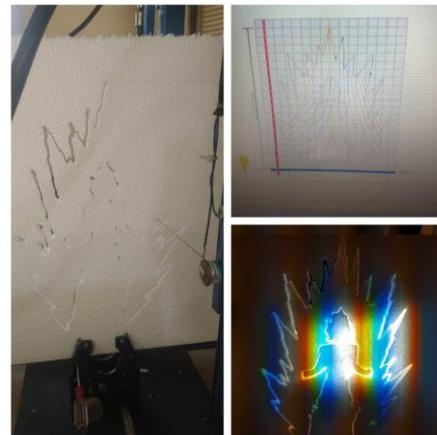


Fig. 4. Pantalla de software y producto final

Ya convertida en vector se manda directamente al programa de Gcode que es el que envía la información. (ver fig. 5)

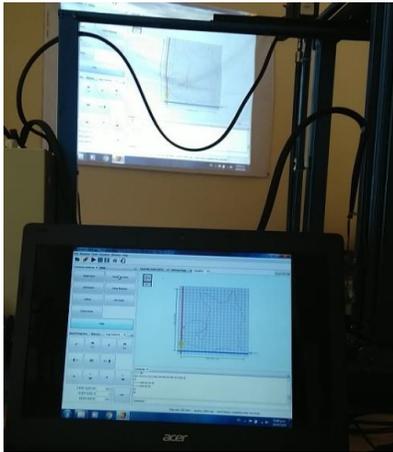


Fig. 5. Interface de software Gcode universal

Se coloca la pieza en una prensa que está en el medio de la máquina. (ver fig. 6)



Fig. 6 Prensa sujetadora de foam

Se pone en una posición de inicio y se le da play al programa de Gcode y ejecuta el programa cortando la pieza a la forma deseada. (ver fig. 7)



Fig. 7. Producto terminado

Ya terminada la pieza se apaga una resistencia que es la que prende al hilo de nicromo y se retira la pieza.

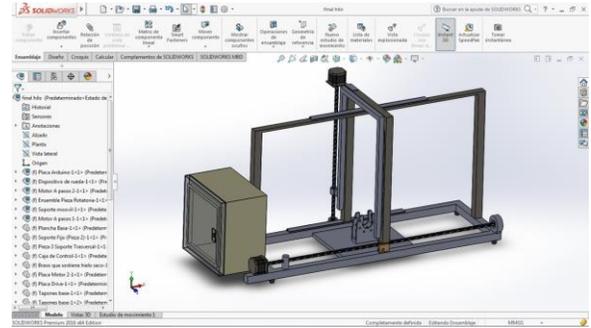


Fig. 8. Dibujo esquemático

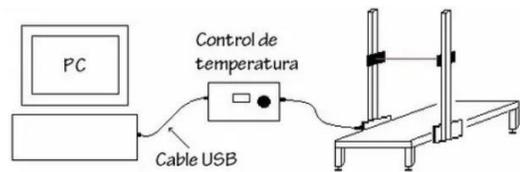


Fig. 9. Diagrama de conexiones

VI.RESULTADOS

El diseño de la máquina se realizó en SolidWorks y se obtuvo una máquina a bajo costo con un precio no mayor a \$4,500 pesos mexicanos, comparando algunas máquinas de la misma naturaleza en la industria éstas oscilan sobre \$25,000 pesos mexicanos. Ejemplo cortador CNC DE Hilo Caliente marca Univice modelo MHC30 con un costo de 37500.

Si tomamos los tiempos de fabricación por hacer alguna pieza aproximadamente en una medida de 20cm X 20 cm se tenía un tiempo estimado de 10 a 20 minutos por pieza, actualmente se tiene un tiempo estándar de 1 a 5 minutos por pieza, lo que mejora el tiempo de fabricación.

VII. CONCLUSIONES

Se comprobó que las CNC con tecnología de corte con hilo de nicromo para cortar poliestireno, foam y otros termoplásticos es una tecnología de última vanguardia, que puede realizar el corte o la estructuración de piezas pequeñas hasta el logro de realizar cortes para grandes estructuras como letras para carteles o piezas para máquinas, éstas ofrecen gran precisión y calidad, lo cual podría generar una gran demanda en el mercado actual. Se tuvo un aprendizaje satisfactorio de conceptos importantes como Código G, Arduino, etc [10].

Se obtuvo el menor riesgo en la intervención del operador ya que es automática. Y por tanto se evitan accidentes de posibles quemaduras

Se pudo definir de forma más adecuada el cómo construir dicho proyecto corrigiendo fallas o problemas de anteriores proyectos fallidos del CNC, esto en cuanto estructura del movimiento. Para poder programar los movimientos, se aprendió a utilizar programas como CNC control, Arduino,

Inskape, entre otros para poder desarrollar todo el programa y el formato de las imágenes para que pueda leerlo.

El haber diseñado y fabricado la máquina para cortar foam surgieron varios beneficios como es el coste del producto ya que está al alcance de cualquier persona.

Otro es la mejora del proceso, ya que se redujeron los tiempos y movimientos para fabricar los modelos de las diferentes piezas, esto se refiere a un 40% del tiempo que se tardaban cuando se realizaban manualmente.

Con esta máquina se disminuyeron los accidentes ya que al ser un proceso automatizado evitamos la intervención humana hasta un 80% y eso la hace que el riesgo por un accidente sea casi nulo.

El haber fabricado la máquina con tecnología de arduino, CNC, motores a pasos, y/con software libres, como lo son Gcode, Inskape que están al alcance de cualquier persona lo hace barato y fácil de usar y operar, esto genera un conocimiento muy práctico para la realización de cualquier tipo de máquina para resolver alguna problemática, con muy pocos recursos y con tecnología que está muy al alcance de la industria.

La utilización de un alambre de nicromo lo hace rápido en el proceso de corte y relativamente barato ya que es un material hecho de una aleación de cromo con níquel que se encuentra al alcance de cualquier persona.

Para finalizar y como conclusión se destaca que la realización de este proyecto ha tenido resultados favorables, con esfuerzo y dedicación se logró el cumplimiento de cada uno de los objetivos planteados en tiempo y forma.

REFERENCIAS

[1] E. Fernández Sánchez y C. J. Vázquez Ordás “El proceso de innovación tecnológica en la empresa”, *Investigaciones*

- Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, vol. 2(1), pp. 29-45, 1996 [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/187718.pdf>
- [2] J. R. Suasti Salazar, “Desarrollo de un procedimiento par la rectificación de matrices en tornos CNC utilizando sistemas CAD/CAM y su aplicación para solucionar un problema industrial”, Tesis de Maestría, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, 2006 [En línea]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/13133>
- [3] Hotwiresystems (2013), “Alambre de Nicromo” Strongest in Estonia, Estonia. [En línea] Disponible en <https://www.hotwiresystems.com/nichrome-wire-hot-wire-foam-cutters/>
- [4] J. Madison. *CNC Machining Handbook*. Industrial Press Inc., New York, 1996.
- [5] R. R. Chang Papa, “Diseño e implementación de una máquina fresadora CNC para la fabricación de placas de circuitos impresos”. Tesis doctoral, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 2015 [En línea]. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/1117>
- [6] A. Wernicke, “Programa de manipulación de imágenes de GNU”.
- [7] E. A. Avallone. *Manual del ingeniero mecánico*. 9na edición. McGraw Hill, 1995.
- [8] V. Gómez López, “Diseño, prototipado y validación funcional de una CNC de porex de 4 ejes”. Tesis de Licenciatura. Universitat Politècnica de Catalunya, España, 2019.
- [9] P. Vicente y S. Ginés, “Integración de sistemas CAD/CAM”, *Integración de máquinas medidoras por coordenadas en entornos CAD/CAM*. Universidad Politécnica de Cartagena, Colombia, 2008. [En línea]. Disponible en: http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/146/3_CAD_CAM.pdf
- [10] G. I. Oña Quiroz y W. I. Sarmiento Tapia, “Diseño y construcción de un equipo de manufactura aditiva por láminas de espuma poliestireno”. Tesis de licenciatura. Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, 2015.