

Construcción de Desktop CNC MILL 5040

O. Orozco Salazar^{#1}, M. N. Estrada Ramírez^{#2}, E. E. G. Pérez García^{#3}

[#]Tecnológico Nacional de México: Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica Chapala, Departamento de Ingeniería Industrial, Jalisco, México

¹omar.oroazco@chapala.tecmm.edu.mx, ²nely.estrada@chapala.tecmm.edu.mx,

³erika.perez@chapala.tecmm.edu.mx

Resumen—El presente trabajo tiene como objetivo documentar el diseño y fabricación de un equipo de manufactura de control numérico computarizado CNC desktop, como una alternativa para las medianas y pequeñas empresas y/o instituciones educativas. Para el diseño de las partes que conforman el equipo se utilizó una herramienta de modelado y simulación CAD 3D, fabricación de piezas por procesos mecanizado sustractivo o convencional torno, fresado e implementación de manufactura aditiva por extrusión 3D, posteriormente se realizó una simulación en un software CAD y por último se ensambló el equipo CNC. Tarjeta electrónica y armado de arnés eléctrico. En la siguiente etapa se procedió buscar un software de código abierto y se continuó la realización de las pruebas funcionales de mecanizado con materiales de dureza media como aleaciones de cobre, aluminio, polímeros y compuestos. Para verificar ajuste y funcionamiento de equipo se elaboraron pruebas de resistencia, nivel de precisión y rendimiento. Obteniendo la construcción de un equipo funcional, con las características deseadas. El equipo CNC podrá ser utilizado tanto en iniciativa privada y pública, empresas dedicadas a la manufactura como en el ámbito educativo para prácticas de ingeniería.

Palabras clave— CAD-CAM, CNC, Código abierto, Mecanizado, Manufactura Aditiva.

Abstract—The objective of this work is to document the design and manufacture of a desktop CNC computerized numerical control manufacturing equipment, as an alternative for medium and small companies and/or educational institutions. For the design of the parts that make up the equipment, a 3D CAD modeling and simulation tool was used, manufacturing parts by subtractive or conventional lathe machining processes, milling, and implementation of additive manufacturing by 3D extrusion, a simulation was carried out in CAD software, and finally, the CNC equipment was assembled. Electronic card and electrical harness assembly. In the next stage, we searched for open-source software and continued conducting functional machining tests on medium-hard materials such as copper alloys, aluminum, polymers, and composites. To verify equipment fit and operation, resistance, precision, and performance tests were conducted. Obtaining the construction of a functional team with the desired characteristics. The CNC equipment can be used in both private and public initiatives, companies dedicated to manufacturing, and in the educational field for engineering practices.

Keywords— CAD-CAM, Machining, CNC, Open Source, Additive Manufacturing.

I. INTRODUCCIÓN

Un herramental de uso frecuente es el CNC, son altamente versátiles y pueden producir una amplia variedad de piezas y componentes con un solo equipo. Permiten la fabricación de piezas y componentes con geometrías complejas que serían difíciles o imposibles de lograr mediante métodos de fabricación convencionales. Sus usos pueden incluir: fabricación de piezas metálicas, industria del automóvil, industria aeroespacial, fabricación de dispositivos médicos, prototipado, industria de la madera y muebles [6].

Un sistema de CN tiene tres componentes básicos: 1) un programa de pieza, 2) Unidad de control de máquina y 3) el equipo de procesamiento [3]. En la categoría de máquinas herramientas el control numérico se usa ampliamente para operaciones de maquinado, tales como el torneado, el taladrado y el fresado en manufactura sustractiva. El uso del CNC en estos procesos ha motivado el desarrollo de máquinas altamente automatizadas, llamadas centros de maquinado, las cuales cambian sus propias herramientas de corte para realizar diversas operaciones de maquinado, bajo un programa de CNC [4].

La adquisición de las herramientas de CNC de marcas comerciales tiene un costo inicial elevado, por lo que representa una inversión significativa para las empresas, especialmente para las instituciones educativas, las pequeñas y medianas empresas [5]. Además, los costos de mantenimiento y reparación también pueden ser altos, ya que requieren de expertos en la materia. Como hipótesis se plantea que es posible construir un equipo de manufactura de control numérico computarizado CNC de escritorio con costos más bajos que las alternativas comerciales. El objetivo es diseñar la herramienta con software de código abierto, mediante la integración de partes manufacturadas de manera sustractiva y aditiva con impresión 3D, que sea de fácil adquisición para la mediana y pequeña industria. Otro de los propósitos es enseñar a los estudiantes sobre programación, operación y mantenimiento de máquinas de CNC, así como generar material y prácticas para los estudiantes de diferentes carreras tales como Ingeniería Industrial y Mecatrónica.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño y fabricación de esta herramienta CNC siguió el proceso mostrado en la figura 1.



Fig 1. Fases del desarrollo del producto [7]

Primeramente, se dibujó y diseñó cada una de las partes en una herramienta CAD, creadas en 2D y 3D, realizando pruebas y ensayos donde se modificaba la geometría hasta lograr el resultado esperado, se realizaron varios ensayos bajo diferentes condiciones utilizando herramientas de simulación, pruebas con distintos materiales, cargas, mallado, etc. [2] obteniendo como resultado el modelo a las necesidades requeridas. El ensayo de simulación permite reducir los costos de fabricación y tiempo de fabricación.

En la TABLA I se muestra el listado de elementos diseñados, en la primera columna se encuentran los 16 que forman el herramental de CNC, en la segunda columna se muestra los nombres de cada uno de los elementos, en la siguiente columna una breve descripción y en la cuarta columna la cantidad de cada uno de los elementos. En la Fig. 2 se visualiza un ensamble de todas las piezas que integran el Desktop CNC 5040.

TABLA I
LISTADO DE ELEMENTOS DISEÑADOS

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD
1	ENSCHSS	PERFIL DE ALUMINIO TIPO BOSCH	1
2	Y HOLD MTN23 L	PET G	1
3	Y HOLD MTN23 R	PET G	1
4	Y CARR R	PET G	1
5	Y CARR L	PET G	1
6	Y GL SP L	PET G	1
7	Y GL SP R	PET G	1
8	Y GL	BARRA CROMADA ENDURECIDA	4
9	X GL	BARRA CROMADA ENDURECIDA	2
10	MOTNM23		3
11	CPL MT	ACERO TRATADO	3
12	SCREWB600	ACERO INOXIDABLE	2
13	SCREWB500	ACERO INOXIDABLE	1
14	DBL HOSE	PET G	2
15	ONE HOSE	PET G	1
16	X GLB	ACERO INOXIDABLE	2
17	ENS Z5040 3B		1

El prototipo se realizó en un programa de diseño, basado de un bosquejo, ver figura 2.

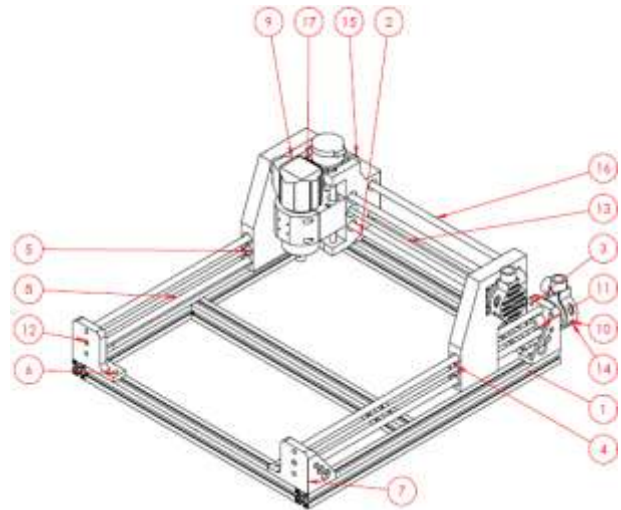


Fig 2. Ensamble Desktop CNC 5040. Diseño propio.

La primera de las piezas ensamble se fabricó en perfil de aluminio Bosch 30 x 30, esta pieza es fundamental para el correcto funcionamiento del resto de componentes, ver figura 3.

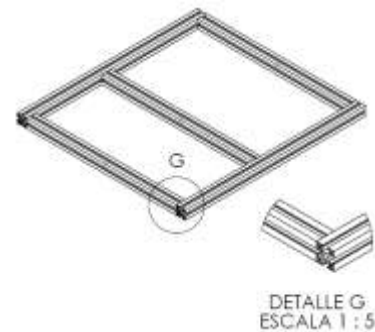


Fig. 3. Ensamble chasis perfil Bosch. Diseño propio.

Las piezas X Y Holder se desarrollaron por proceso de impresión 3D en material Pet G, esta pieza tiene la función de dar soporte para los motores a pasos Nema 23, ver figura 4.

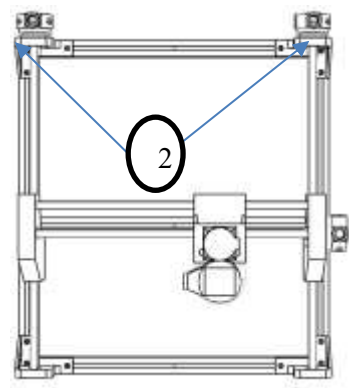
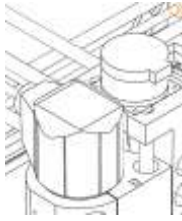


Fig. 4. Guía Y PERF 30. Diseño propio.

En el siguiente proceso se hizo la integración de un motor para realizar el movimiento de los ejes "X" y "Y", se muestra en la vista superior y vista en isométrico, ver figura 5.



Ver Fig. 5. Motor MOTNM23. Diseño propio.

La siguiente es el diseño y fabricación de barra circular “Y” en acero inoxidable, su función es el soporte y guía para un rodamiento lineal, se muestra en figura 6.

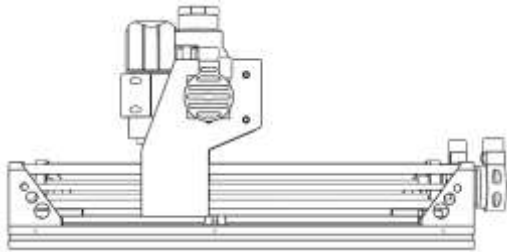


Fig. 6. Barra circular “Y” YGL. Diseño propio.

Posteriormente se diseña el carro soporte “R” de material PETG, este soporta las barras, así como las guías derechas, mostradas en la figura 7.



Fig. 7. Carro soporte “R” Y CARR R. Diseño propio.

La siguiente pieza diseñada es carro soporte “L” de material Ped, su función es soportar las barras, así como las guías derechas, mostradas en la figura 8.

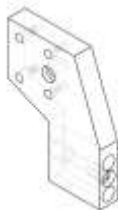


Fig. 8. Carro soporte “R” Y CARR L. Diseño propio.

Siguiendo con el diseño y fabricación de barra circular “X” en material acero recubierto de cromo duro, su función es el soporte y guía para un rodamiento lineal, se muestra en la figura 9.

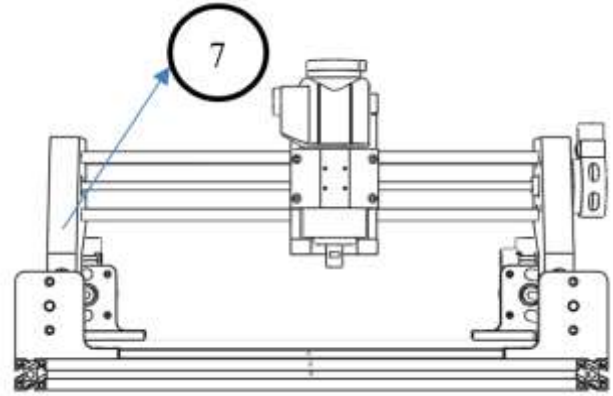


Fig. 9. Barra circular “X” X GL. Diseño propio.

Continuando con el diseño y fabricación de CARRO “X” en material Ped, su función es la sujeción de motor y dar movimiento en el eje “X” y “Z”. Como se muestra en la Fig. 10. CARRO “X”.

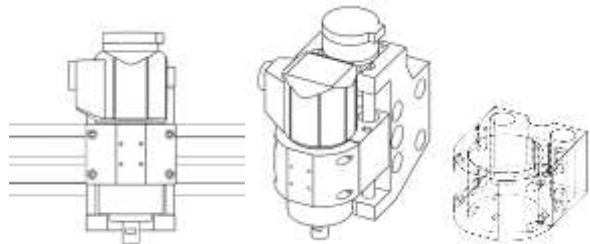


Fig. 10. Carro “X” y “Z”. Diseño propio.

En lo sucesivo se diseño el Soporte de motor lado Izquierdo en material PETG, su función es el soporte del motor y sujeción de barras Ver figura 11.

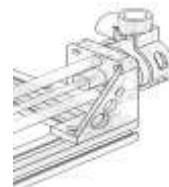


Fig. 11. Soporte Motor “L”. Diseño propio.

Estos son algunos ejemplos de cómo se fueron diseñando y fabricando cada una de las piezas hasta lograr integrar el equipo de CNC, se realizó una simulación en el software de diseño, continuado con la realización de pruebas en madera, para probar el funcionamiento del equipo, utilizando herramientas de corte donde su función es el de arranque de viruta.

El costo de las pruebas y fabricación osciló entre los 8000 y 10,000 pesos. Al ser prototipo fue necesario el rediseño de 2 a 3 veces en la fabricación de las piezas realizadas con material PED.

III. SOFTWARE

El software de código abierto es software desarrollado y mantenido mediante una colaboración abierta, está disponible (generalmente sin costo alguno) para que cualquiera lo use, examine, altere y redistribuya como quiera. [1]

Las principales características de un programa de código abierto incluyen: 1. Acceso al código fuente: Los programas de código abierto proporcionan acceso al código fuente completo, lo que permite a los usuarios ver cómo funciona el software y realizar modificaciones si es necesario. 2. Libertad de uso: Los usuarios tienen la libertad de ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, modificar y mejorar el software de código abierto según sus necesidades. Por mencionar algunos ejemplos: Universal GCode Sender, arduino, java, easel CNC.

Las herramientas CNC de marcas comerciales son generalmente más costosas, pero ofrecen mayor precisión, soporte técnico y confiabilidad, mientras que las máquinas CNC caseras son más asequibles, pero pueden requerir más esfuerzo en términos de construcción, calibración y mantenimiento, y pueden tener limitaciones en términos de diseño y capacidad. La elección entre una y otra depende de las necesidades y recursos de cada usuario.

IV. RESULTADOS

Se logró la creación de la herramienta CNC, a continuación, se enlistan los resultados y beneficios obtenidos:

El equipo es asequible y ofrece funcionalidades útiles para la mediana y pequeña industria, podría resultar en una mayor adopción por parte de estas empresas, permitiéndoles aprovechar las capacidades de control numérico de manera rentable.

La plataforma de usuario se utilizó UGS Universal G Code Sender, se puede programar manualmente o por computadora.

Las dimensiones para mecanizado son de 40cm X 40cm en X y Y, y 12cm en Z.

Se pueden maquinar metales blandos como el aluminio, latón, bronce además de polímeros de ingeniería como el Nylon, Acetal, polietileno de alta densidad, teflón y madera y derivados.

Los componentes necesarios para construir el equipo son fácilmente accesibles y económicos, esto facilitará que las PYMES adquieran y mantengan el equipo, contribuyendo así a su viabilidad a largo plazo.

V. CONCLUSIONES

La combinación de manufactura sustractiva y aditiva, junto con la capacidad de control numérico, ofrece flexibilidad en la producción y permitir la creación de piezas complejas con una amplia variedad de materiales.

El uso de software de código abierto permite a las empresas adaptar y personalizar el sistema según sus necesidades específicas.

La impresión 3D se utiliza de manera efectiva para fabricar componentes específicos del equipo, como soportes personalizados o piezas de interfaz, esto podría simplificar la fabricación y reducir los costos.

Podrá proporcionar una solución asequible y accesible para instituciones educativas, permitiéndoles integrar herramientas de control numérico en sus programas académicos. Además, ofrecer a los estudiantes una experiencia práctica en diseño, fabricación y programación, lo cual es valioso para su formación. Facilita el desarrollo de proyectos interdisciplinarios, donde estudiantes de diversas disciplinas colaboren en el diseño y fabricación de productos utilizando el equipo CNC.

El equipo es adaptable a diversas aplicaciones y tipos de materiales, su utilidad se ampliará, haciéndolo atractivo para una variedad de usuarios en diferentes sectores.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Tecnológico Nacional de México y al Instituto José Mario Molina Pasquel y Henríquez por la apertura y el apoyo en las áreas de investigación, así como a las personas que forman parte del comité estatal y los investigadores que formamos parte de esta gran institución. Agradecemos a los encargados de las diferentes áreas de la Unidad Académica Chapala por el apoyo brindado.

REFERENCIAS

- [1] (2023) Sitio web de IBM. [En línea]. Disponible en: <https://www.ibm.com/>.
- [2] S. G. González, *SolidWorks Simulation*, México, D.F., Alfaomega, 2010.
- [3] M. P. Groover, *Fundamentos de manufactura moderna*, México, McGraw-Hill, 2007.
- [4] A. López Martínez, E. Martín Fernández y F. J. Granados Ortiz, "Introducción a la programación de máquinas herramienta mediante código numérico," España, Editorial Universidad de Almería, 2023.
- [5] M. A. Sebastián Pérez, L. P. Carmelo Javier, "Programación de máquinas-herramienta con control numérico," España: UNED, 2013.
- [6] (2023) Revista Técnica Industrial. [En línea]. Disponible en: www.tecnicaindustrial.es.
- [7] F. R. Jacobs y R. B. Chase *Administración de operaciones, Producción y Cadena de Suministros*, Mexico, D.F., McGraw Hill, 2019.