

DESARROLLO DE SISTEMA DE CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO

Horacio Pascual Hollman, UTN, hhollman@arnet.com.ar

Daniel Conrado Zapata, UTN, conradozap@gmail.com

Fernando Rafael Filipuzzi, UTN, fernandofilipuzzi@gmail.com

Resumen— El proyecto consiste en desarrollar e incorporar las tecnologías de control numérico computarizado, CNC, en el ámbito educativo mediante la realización de un sistema CNC de propósito general, conformado éste por el diseño y la construcción de un router CNC, selección de software CAD/CAM y material académico. Este sistema pretende aportar un medio a la comunidad local académica y de investigación que promueva mejorar e incorporar las nuevas técnicas y tecnologías en los procesos de enseñanza, investigación sobre la manufactura CNC.

Palabras clave— *diseño, control, computarizado, impresión 3D, código G.*

1. Introducción

Actualmente, en la región las pequeñas fábricas cuentan con centros de mecanizados industriales y máquinas herramientas CNC semi-profesionales en las que debido al bajo conocimiento de las técnicas de control numérico no se aprovecha de forma optimizada e impiden alcanzar el potencial de este tipo de máquinas-herramientas. Por otro lado la creciente popularización de pequeñas máquinas de control numérico de hardware y software libre se están incorporando en el desarrollo de procesos manuales.

Existe una variedad de medios que permiten alcanzar de forma económica e intuitiva los objetivos de entrenamiento de personal y optimización de procesos de este tipo como son los simuladores [1]. Además, la creciente disponibilidad de diseños de costos constructivos bajos de máquinas-herramientas para uso semi-profesional y profesional de hardware libre facilitan las posibilidades creativas de concretar el diseño de piezas mecánicas por parte de un amplio espectro en especialización de la sociedad, comparable a lo ocurrido con la democratización de la información a la llegada de las computadoras personales [2], puestas al alcance del público en general, e incidir en el cambio de procesos de manufactura manuales aún vigentes. Un caso sobre esto último a mencionar es el modelado de piezas para fundición, en la que las tareas manuales de modelado se llevan a cabo por medio de impresoras 3D y las tareas creativas de los modelistas pasan a ser desarrolladas por medio de software informático especializado.

El software CAD/CAM no solamente se limita al proceso de diseño y de simulación de mecanizado, sino también a la generación de código G, simulación de elementos finitos, entre otros. El sistema de codificación G está considerado por la industria como un estándar como lenguaje de control de máquinas herramientas, en la que hay un número finito de comandos bases que son intrínsecos a este lenguaje y dependen sobre todo del proveedor del software del controlador de la máquina herramienta [1].

La disponibilidad de este tipo herramienta de hardware libre en conjunto con internet han generado una multitud de aplicaciones dando origen a la "fabricación vía redes" [2], donde se forman comunidades de desarrolladores multidisciplinarios conformados por artistas, estudiantes, y otros que comparten y comercializan sus diseños digitales en sitios web [1], como por ejemplo, es el caso de la plataforma web www.thingiverse.com donde los usuarios crean piezas mecánicas y las alojan en este sitio web para que otros puedan descargarlas, modificarlas y su vez compartirlas con la comunidad; de igual forma que se da en el ámbito del fenómeno del software libre.

En congruencia con lo mencionado anteriormente, se hace necesario incorporar este tipo de herramientas junto con el conocimiento de estos procesos tecnológicos de manufactura a la comunidad académica y productiva local para incentivar su participación en el desarrollo, investigación y mejoras en los mismos y así brindar nuevas oportunidades a la comunidad involucrada.

2. Materiales y Métodos

El proyecto consiste en desarrollar e incorporar las tecnologías CNC en el ámbito educativo, mediante la realización de un sistema CNC. Éste nos permitiría desarrollar los aspectos del proceso de mecanizado CNC, Figura 1, y orientarlos al ámbito educativo y al área de investigación del proceso de mecanizado CNC.

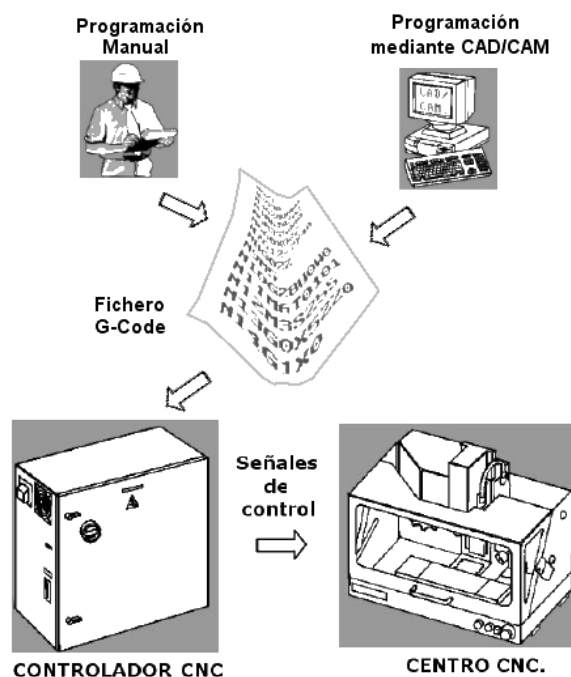


Figura 1. Esquema del proceso simplificado de manufactura de sistema CNC, [4].

En el inicio del proyecto se seleccionó el material de trabajo bibliográfico y el software CAD Computer-Aided Design, y CAM, Computer-Aided Manufacturing; que sirve de base para el

desempeño de las actividades del proyecto. Para eso se buscaron distintos manuales de centros de mecanizados que nos proporcionan definiciones de los elementos propios de la máquina-herramienta; sirviendo de guía para elaborar ejercicios, Figura 2, que luego utilizamos en el estudio de la temática. Se seleccionaron los manuales a partir de los centros de mecanizado CNC más comunes en las industrias regionales, como son el caso del centro de mecanizado GSK980TDa de origen chino, muy utilizado en las pequeñas industrias que posee muy buenas prestaciones. También se tomó otro centro de mecanizado que ofrece mayor complejidad como es el Fagor-CNC-8055, también éste disponible en la industria local.

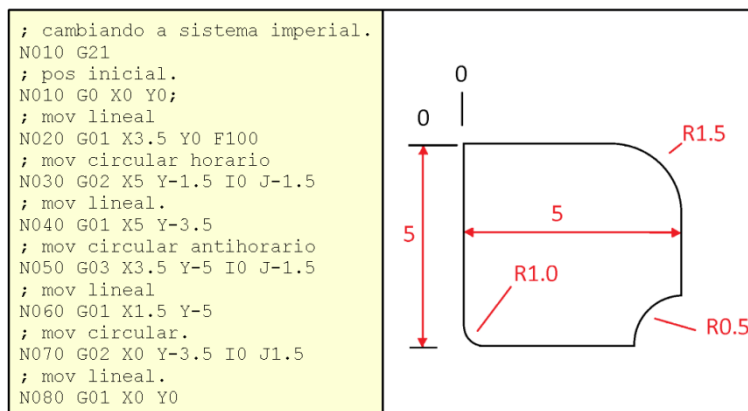


Figura 2. Uno de los ejemplos desarrollados como caso de estudio, a la izquierda el código G, y a la derecha el croquis de la figura codificada en código G.

La programación CAD/CAM la realizamos con el paquete de software provisto por SolidWork Corp., a causa de que en el laboratorio cuenta con la licencia de este paquete CAD, y también por su rápida curva de aprendizaje. También influyó en la selección, en que este software es compatible con la mayoría de las soluciones para el diseño CAM existente en el mercado. A partir del software CAD/CAM generamos el diseño de la pieza, el programa de mecanizado, y las simulaciones de mecanizado. Un aspecto importante a observar por ejemplo, es poder revisar los comportamientos de la herramienta en la tarea de mecanizado según las operaciones involucradas. Este software en el que integra capacidades CAM brinda la posibilidad de simular el programa de mecanizado, en la cual se determinaron de forma rápida y dinámica aspectos críticos como posibles colisiones de la herramienta, tiempo de mecanizados, trayectorias de la herramienta más convenientes, entre otros.

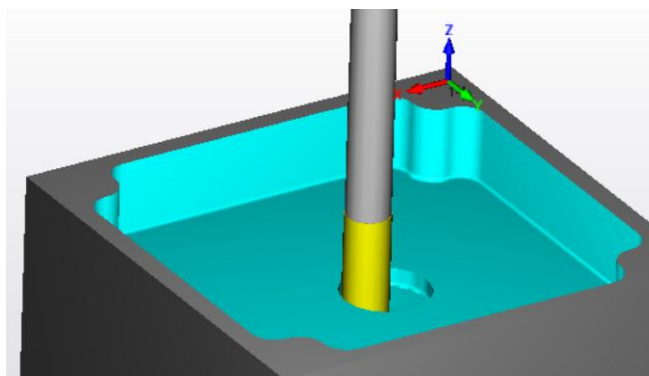


Figura 3. Captura de pantalla de simulación del mecanizado en SolidCAM.

Una vez realizadas las simulaciones, Figura 3, generamos el código G apropiado para el controlador CNC seleccionado, Figura 4.

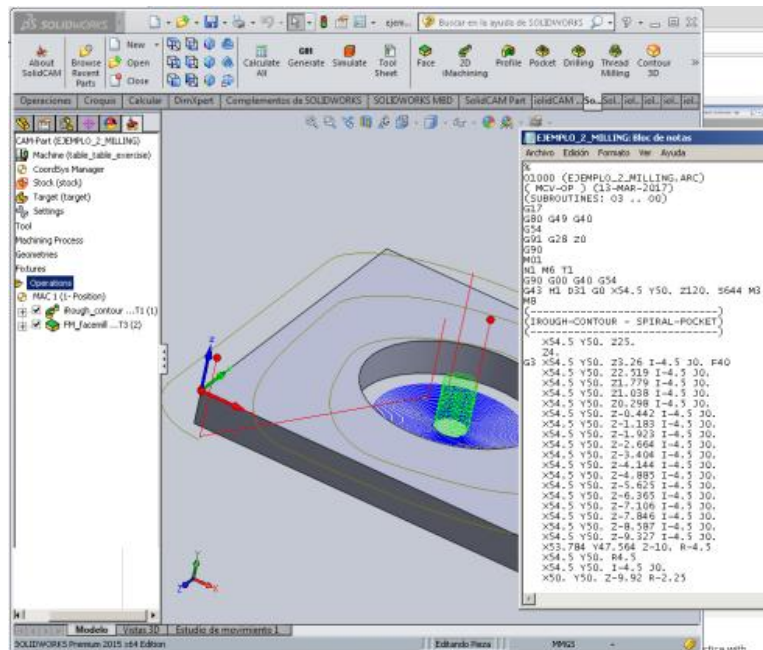


Figura 4. Captura de pantalla de la simulación y generación de código G con SolidCAM.

También se tiene previsto ver otros software para la edición y generación de código G propuestos por algunos integrantes del proyecto a fin de tener otras alternativas que ofrezcan como ventajas menor uso de recurso computacionales y niveles de especializaciones de los usuarios.

Finalmente, a fin de poder concretar la última etapa del mecanizado, que en sí es transferir el código G a un controlador CNC, incorporamos el diseño y armado de un router CNC con fines demostrativos y didácticos, Figura 5. Si bien estamos en la etapa de diseño y construcción del mismo, hemos podido probar el controlador CNC de este router, basado en la placa de desarrollo Arduino, los ejercicios desarrollados.

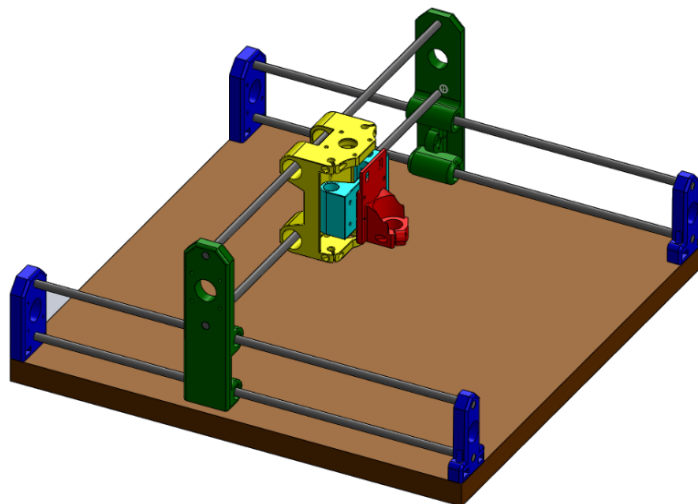


Figura 5. Diseño de Prototipo de router realizado.

Este diseño, Figura 5, es un diseño muy simple y fácil de construir, en el que la mayoría de las piezas se pueden construir mediante una impresora 3D y otras se consiguen en comercios dedicados a insumos para impresión 3D. El software, tanto para el control de la máquina como el software de interfaz de usuario son de código libre.

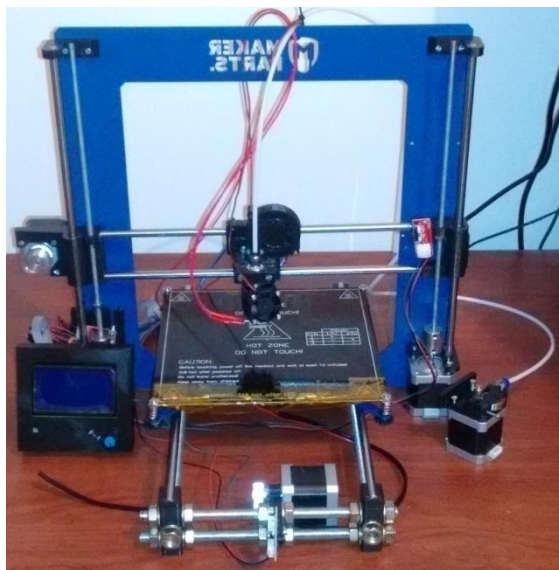


Figura 6. Impresora 3D seleccionada y en fase de construcción.

Decidimos incluir la impresión 3D en nuestro proyecto con el objetivo de que nos aportara los aspectos constructivos y de diseños de este tipo de máquinas en nuestro desarrollo de router CNC por sus similares características mecatrónicas y también debido a inquietudes propias de los integrantes del proyecto. A su vez comenzamos la construcción de una máquina de impresión 3D de hardware/software libre, Figura 6, la cual nos aportaría luego la mayoría de las piezas para nuestro router, la que abrirá la puerta a futuros proyectos e ideas a partir de la experiencia adquirida.

3. Resultados y Discusión

Aunque no hemos obtenido resultados comparativos y cuantitativos precisos por estar aún en fase de desarrollo de este proyecto, si hemos obtenido resultados cualitativos y observaciones referente al desenlace de las tareas desarrolladas.

En general se logró formar un equipo de trabajo en el que participan docentes y alumnos a fines a la manufactura de control numérico, tanto en lo académico como en lo productivo. Es así que a partir de lo desarrollado por este proyecto en cuanto a conocimientos, soporte de estudio integrado por material bibliográfico, software estudiado y equipos diseñados, nos permiten incorporar temas de control numérico a las cátedras que tratan fundamentalmente los aspectos de máquinas-herramientas y otras relacionadas con metrología y diseño con herramientas informáticas CAD/CAM. Los laboratorios en las que los docentes de este grupo están a cargo son: Laboratorios de Electrotecnia; Máquinas Eléctricas; Metrología y Metalografía; Desarrollo de Sistemas y Usos de Software y de las Cátedras de Tecnología Mecánica; Mediciones Eléctricas; Seguridad e Higiene Industrial y Proyecto Final, Figura 7.



Figura 7. Grupo de Docentes e Investigadores de Proyecto

Otro aspecto que involucra el factor humano fue la incorporación tanto de alumnos en las tareas de investigación como docentes nuevos, favoreciendo la posibilidad de formación y experiencia en la investigación en la comunidad académica y junto con el espacio de trabajo institucional, crear un ambiente que incentive y propicie innovaciones y soluciones a la industria local.

La vinculación de todos estos actores y medios forman parte de una pilar fundamental para desarrollar y adquirir nuevas tendencias tecnológicas que no se limita solo a la manufactura sino también a otros aspectos relacionados, como la capacitación, desarrollo electrónico, software, entre otros. Generando así nuevas posibilidades y oportunidades competitivas a la comunidad académica y productiva regional.

Para ilustrar lo comentado, se resolvió un problema de optimización de impresión 3D de modelos para fundición; el problema surgió en que se quería imprimir piezas con ciertas características mecánicas que con los métodos utilizados tradicionalmente no lo podíamos llevar a cabo, es así que a partir de nuestra experiencia adquirida hemos podido solucionar el problema. Cabe mencionar que la impresión 3D es una tecnología que no es nueva, pero se ha impuesto en la actualidad después de la liberación de muchas patentes permitiendo poner al alcance de la sociedad esta tecnología y esto último abre un campo muy interesante en el desarrollo de nuevas tecnologías y métodos de fabricación.

Otra observación estuvo en la incorporación de maquinas CNC de muy bajo costo en el proceso de estudio en la capacitación de nuestro grupo de trabajo, donde hemos notados un aumento en el interés por parte el alumno al utilizar estas herramientas como parte del entrenamiento y afianzamiento con este tipo de tecnología; que en concordancia con otras herramientas estudiadas, como son los simuladores, depuradores de codificación permitieron estudiar el proceso de forma muy económica, intuitiva, abordar mayor funcionalidad y complejidad en tareas de diseño.

Un punto relativo a la vinculación con el medio productivo, es que actualmente se está trabajando en poner en práctica nuestra metodología de trabajo en el ámbito industrial. Así con esta actividad pretendemos obtener resultados comparativos frente a los métodos que se están llevando actualmente en una industria de nuestra región.

4. Conclusiones y recomendaciones

- La simulación es un medio que facilita la optimización y previsión de posibles fallos en el mecanizado, como así también favorece las actividades de capacitación en los aspectos pedagógicos.
- La incorporación de una máquina CNC para fines demostrativos brinda un medio muy práctico que permite la interacción del alumno de forma más real con el medio, mejorando el desempeño de las actividades de aprendizaje.
- La utilización de software y hardware libre junto con la impresión 3D favorecen aspectos como innovación y/o adaptación de otros diseños.

5. Referencias

- [1] MÚÑEZ, P. J., GARCÍA-PLAZA, E., MARTÍN, A.R., & EGIDO, A. (2011, September) An integrated methodology for the teaching of Computer Aided Tools for Automated Machining. In Materials Forum (Vol 692, pp 8-15)
- [2] BULL, G., & GROVES, J. (2009) The Democratization of Production. Learning & Leading with Technology, 37(3), 36-37
- [3] SMID, P. (2007). CNC Programming Handbook: A comprehensive Guide to Practical CNC Programming. New York: Industrial Press, Inc.
- [4] DENFORD: Computerised machines and systems. G and M Programming for CNC Milling Machines. West yorkshire, England: Denford Limited.