

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/319254163>

# Diseño e implementación de un post-procesador generador de códigos G para un torno CNC Romi C420

Conference Paper · July 2017

CITATIONS

0

READS

569

3 authors, including:



**Javier Valverde**

Escuela Politécnica Nacional

1 PUBLICATION 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Cesar Ayabaca**

Universitat Politècnica de València -Escuela Politécnica Nacional

33 PUBLICATIONS 23 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Liquefied petroleum gas program [View project](#)



EPN PIJ 15-11 [View project](#)

# Diseño e implementación de un post-procesador generador de códigos G para un torno CNC Romi C420

**Mayra Tatiana Andrango Correa**

Escuela Politécnica Nacional  
tatiana\_andrango@outlook.com

**Javier Gonzalo Valverde Bastidas**

Escuela Politécnica Nacional  
javier.valverde@epn.edu.ec

**César Ricardo Ayabaca Sarria**

Escuela Politécnica Nacional  
cesar.ayabaca@epn.edu.ec

## Resumen

En el proyecto realizado se diseñó e implementó un post-procesador generador de códigos G para un torno CNC Romi C420; que facilitó la obtención de códigos G&M que representa la trayectoria seguida por la herramienta de corte a perfiles de revolución. El proceso inició con la recopilación de información sobre los códigos G&M, obtenidos por el CAM al interpretar los datos de localización de corte del CAD, los mismos que son específicos para el controlador numérico (CN) Sinumerik 828D del torno Romi. El canal empleado para el diseño, programación e ingreso de las características específicas, códigos y funciones, parámetros de movimientos y trayectorias de corte se realizaron en la interfaz de usuario del módulo Generador de Post-procesadores del software NX. Para la verificación del funcionamiento del programa se realizó el modelado y maquinado de piezas de prueba con operaciones internas y externas de desbaste, roscado y acanalado, realizadas en material grilon y se comparó las dimensiones obtenidas con los planos de las piezas. Previamente al maquinado se emplea la simulación del mismo con ayuda del CN del torno Romi para descartar posibles errores del programa, esto permitió incluir mensajes para el usuario, que faciliten el manejo de los códigos obtenidos.

**Palabras claves:** Torno, CNC, integración CAD/CAM, post-procesador, código

## Abstract

In the project, a G-code generator post-processor for a Romi C420 CNC lathe was designed and implemented; Which facilitated the obtaining of G & M codes that represent the path followed by the cutting

tool to revolution profiles. The process began with the collection of information on the G & M codes obtained by the CAM when interpreting the CAD cut location data, which are specific to the Romumer lathe Sinumerik 828D numerical controller (CN). The channel used for the design, programming and entry of the specific characteristics, codes and functions, movement parameters and cutting paths were done in the user interface of the NX software Post-Processor Generator module. For the verification of the operation of the program, the modeling and machining of test pieces with internal and external operations of grinding, tapping and grooving were carried out in grilon material and the dimensions obtained with the drawings of the parts were compared. Before the machining, the simulation of the same one is used with the help of the CN of the lathe Romi to discard possible errors of the program, this allowed to include messages for the user, that facilitate the handling of the codes obtained.

**Keywords:** Lathe, CNC, CAD/CAM integration, post processor, code

### **Introducción**

En la actualidad la mayoría de empresas están automatizando sus líneas de producción en donde las nuevas tecnologías que se están implementando son las máquinas de control numérico computarizado las cuales utilizan un lenguaje de programación llamado código G. (Escuela Técnica Superior de Ingeniería- Bilbao, 2016). La obtención de programas puede ser forma manual en donde el operario de la máquina tiene que programar línea por línea un programa, razón por la cual es indispensable implementar una integración CAD/CAM en donde se modele, simule y postprocese y se obtenga de forma automática el programa que tiene toda la información para fabricar una pieza en específico.(Cortes Industriales, 2016) Cada máquina de control numérico tiene su propia configuración, razón por la cual en el presente trabajo se desarrolla un postprocesador considerando todos los parámetros de la máquina y controlador disponibles

### **Metodología**

Para llevar a cabo el proyecto se procedió a dividirlo en dos partes, la selección del software para su diseño y el diseño propiamente dicho del mismo, esto se detalla a continuación:

La selección del software en el que se crea el post procesador, se usó el método ordinal corregido de criterios ponderados; para posteriormente proceder con el diseño que incluye las especificaciones de la máquina.

### **Selección del software para diseñar el post-procesador**

El software por elegirse debe cumplir con los parámetros de: accesibilidad, facilidad de manejo, adaptabilidad del archivo de importación y posibilidad de personalización de la interfaz gráfica de usuario. (Lee, 1997) Para esto se utilizó el método ordinal corregido de criterios ponderados con el cual se obtiene resultados globales de la mejor alternativa sin tener que evaluar el peso de cada criterio, asignando valores de 0, 0.5 y 1 dependiendo de la importancia de cada uno respecto al otro.

Las alternativas de software para crear el post-procesador se encuentran en la tabla 1:

**Tabla 1:** Alternativas de software para crear el post-procesador

	Alternativas
<b>A</b>	NX
<b>B</b>	MasterCAm
<b>C</b>	BobCAM
<b>D</b>	Catia

**Fuente:** Los Autores

Cada alternativa es evaluada bajo los siguientes criterios que se consideraron determinantes y se muestran en la tabla 2.

**Tabla 2:** Criterios de evaluación del software para el post-procesador

	Criterio
<b>I</b>	Accesibilidad
<b>II</b>	Adaptabilidad
<b>III</b>	Facilidad de manejo
<b>IV</b>	Personalización

**Fuente:** Los Autores

En la Tabla 3, se encuentra los valores ponderados de cada criterio y una columna con el número de prioridad para cada solución. Es así como se selecciona la solución A correspondiente al software NX debido a que cumple con todos los requerimientos para el diseño del post procesador.

**Tabla 3:** Comparación de valores para la selección del software para el diseño del post- procesador

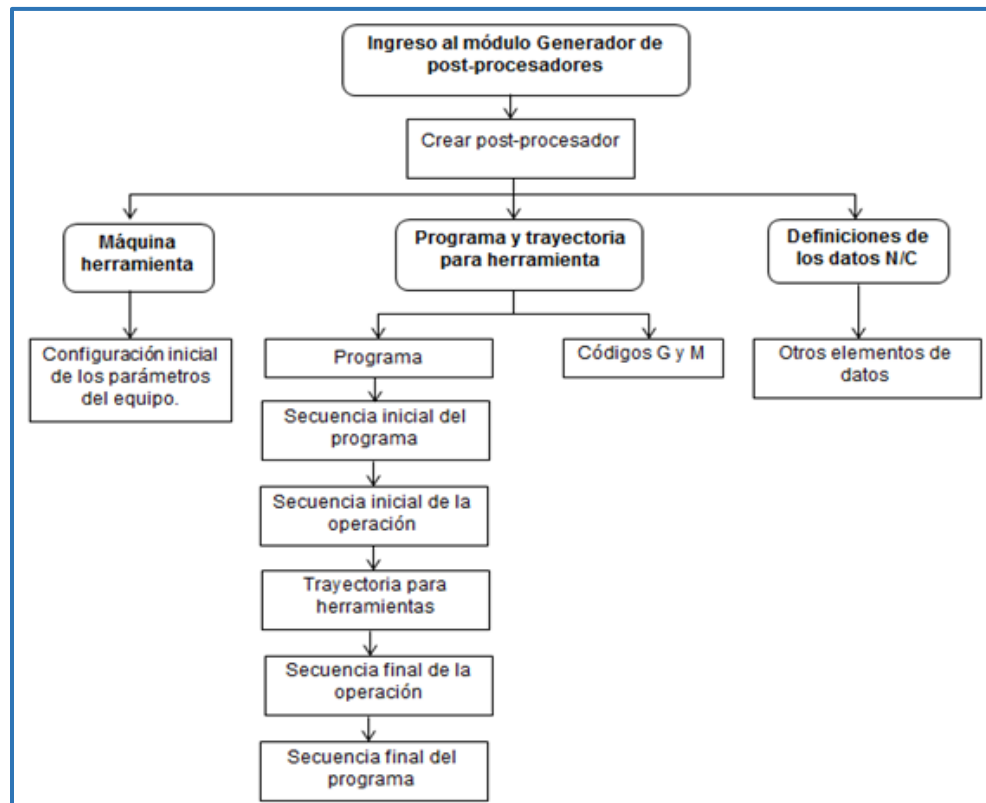
<b>Criterios</b> <b>Alternativas</b>	Accesibilidad	Adaptabilidad	Facilidad de manejo	Personalización	$\Sigma$	PRIORIDAD
<b>A: NX</b>	0,123	0,105	0,060	0,045	0,33	1
<b>B: MasterCam</b>	0,123	0,088	0,038	0,045	0,29	2
<b>C: BobCAM</b>	0,070	0,105	0,038	0,038	0,25	3
<b>D:CATIA</b>	0,035	0,053	0,015	0,023	0,13	4

**Fuente:** Los autores

### Diseño del post-procesador

En la Figura 1, se resume los bloques organizados paso a paso para dar salida al código de una pieza, que cumplen una secuencia lógica desde el ingreso al módulo de post procesadores, creación y modificación de los bloques principales y sus sub bloques de programación, esto servirá de guía para aplicarlo al post procesador del controlador numérico Sinumerik 828D del torno Romi C420.

Figura 1: Pasos para crear un post-procesador



Fuente: Los autores

Para el diseño, creación y modificación del post procesador se usó el módulo de CAM del software NX denominado generador de post-procesadores (Post Builder), que emplea scripts con un lenguaje de programación TCL (Tool command language) para determinadas acciones, para acceder al programa es necesario seguir la siguiente dirección:

- Inicio > Todos los programas > Siemens NX 9.0 > Manufacturing > **Generador de post-procesadores.**

Al ingresar a este módulo se despliega una ventana que contiene las secuencias a modificarse mencionadas en la estructura del post procesador, y son:

- Secuencia inicial del programa
- Secuencia inicial de la operación
- Trayectoria para herramientas
- Secuencia final de la operación
- Secuencia final del programa

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. (Vicente, 2008).

## Resultados

Los resultados pueden observarse en las pruebas de funcionamiento realizadas, las cuales validaron el programa de post procesamiento diseñado, para lo cual se desarrollan dos modelos en CAD a los que se les denomina como prueba #1 y prueba #2, en ellos se realiza las operaciones básicas externas e internas de torneado: desbaste, roscado y acanalado respectivamente.

La prueba #1 es un eje sólido diseñado con las operaciones externas de torneado, con un perfil que contiene curvaturas hacia dentro y fuera de diferentes dimensiones, la prueba #2 es un eje hueco con las operaciones internas. Cada prueba se sujeta a una comprobación de dimensiones.

La verificación se divide en dos partes, la primera abarca el proceso de obtención del: diseño en CAD, fabricación en CAM y obtención del código (ver tabla 4), en la segunda parte se presenta la verificación propiamente dicha resumida en la Tabla 5, donde se emplea la simulación del programa en el torno Romi C420 y maquinado de las pruebas en material grilon negro y blanco para las pruebas #1 y #2 respectivamente.

**Tabla 4:** Proceso de obtención de las pruebas a mecanizarse mediante el software NX

Proceso	Pasos
Diseño del modelo	Se realiza en el módulo CAD del software.
Fabricación del modelo en CAM	Crear herramientas
	Crear geometrías
	Crear operaciones
Obtención del código	Agregar el programa a la biblioteca de post-procesadores
	Generar las trayectorias
	Extraer el código

**Fuente:** Los autores

**Tabla 5:** Proceso de verificación de las pruebas a mecanizarse en el torno Romi C420

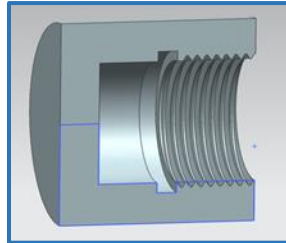
Proceso	Pasos
Simulación del código en el torno Romi C420	Ingresar el programa al puerto USB del panel de exhibición del CN Sinumerik 828D del torno Romi C420.
	Ingreso los parámetros de decalajes, herramientas y simulo el proceso.
	Verificar trayectoria de herramientas.
	Corregir el programa de ser necesario.
Maquinado usando el código	Correr el programa con los códigos G
	Verificar dimensiones del producto obtenido con los planos de maquinado

**Fuente:** Los autores

### Proceso de obtención de la prueba #1 y #2

La prueba #1 tiene un perfil con canales, diámetros de diferentes medidas y una rosca, curvaturas hacia dentro y fuera (Ver figura 2). Con las dimensiones totales de: 118 [mm] de largo, 36 [mm] de diámetro, rosca M20x2.

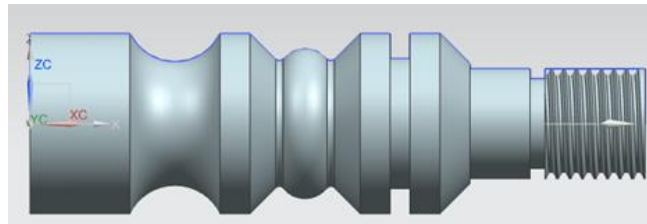
**Figura 2:** Prueba #1 de eje con operaciones externas de torneado



**Fuente:** Los Autores

La prueba #2 reúne las operaciones internas de diferentes medidas, con una longitud de 40 [mm] de maquinado y diámetro de 40[mm] y una rosca M40x2. (Ver figura 3).

**Figura 3:** Prueba #2 de eje con operaciones internas de torneado



**Fuente:** Los Autores

Al terminar el diseño del CAD se ingresa al módulo CAM, el mismo que cuenta con iconos para crear herramientas de corte, geometría y operaciones.

El proceso inicia con la creación de las herramientas a emplearse, para ellos es necesario considerar que el torno Romi C420 trabaja con insertos y porta insertos marca Sandvick. Para crear la geometría es necesario tomar en cuenta si se trata de un eje sólido o hueco según la prueba que se esté modelando, las operaciones deben incluir todos los parámetros como velocidades de corte, avances y trayectoria que debe seguir la herramienta.

### Obtención del código de las pruebas

Para obtener el código G de cada prueba es necesario añadir el post-procesador creado a la biblioteca central del software en el que se creó el modelo, generar las trayectorias de la herramienta y extraer el código, como se indica a continuación. (Terlevich, 2011).

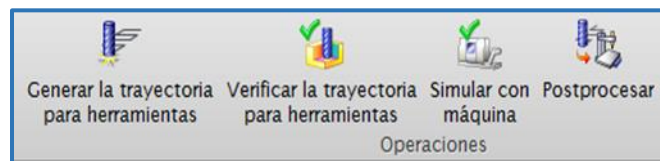
**Paso 1:** Añadir el post-procesador Sinumerik 828D a la biblioteca de post-procesadores. Es necesario guardar en la siguiente dirección:

- Equipo> Disco local C<: > Archivos de programa> Siemens> NX 9> POSTBUILD> pblib  
> controller > lathe > SIEMENS > Sinumerik\_828D

**Paso 2:** Generar trayectorias de las pruebas

En este paso es necesario accionar los iconos de la Figura 4, al presionar la carpeta que contiene el nombre de la prueba y aceptar cada operación realizada.

**Figura 4:** Iconos para correr el programa de post-procesamiento para el CN Sinumerik 828D

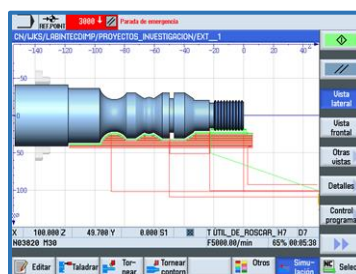


**Fuente:** Los Autores

**Paso 3:** Extraer el código G de las pruebas

Es necesario presionar el icono Postprocesar de la Figura 4, con lo que se despliega una donde se encuentra la lista de los post-procesadores disponibles. Selecciono el programa creado y presiono aceptar y automáticamente se genera el código en un editor de block de notas, como el de la Figura 5, con el encabezado y cuerpo del código programado que contiene las instrucciones de cada operación realizada.

**Figura 5:** Ventana de la lista de post-procesadores



**Fuente:** Siemens - Controlador Siemens, 2011

## Proceso de verificación de las pruebas #1 y #2

### Simulación de las pruebas

La simulación del programa comienza con ubicar el código dentro de la carpeta principal del CN con los



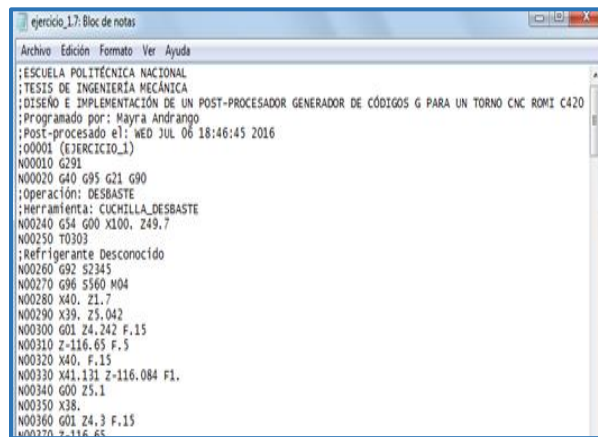
códigos de las pruebas, se define las dimensiones de las piezas en bruto y se simula. Los resultados se observan en la Figura 6 y 7 (Tecnoedu, 2016)

**Figura 6:** Simulación de maquinado de la prueba #1 en el torno Romi C420



**Fuente:** Siemens - Controlador Siemens, 2011)

**Figura 7:** Simulación de maquinado del ejercicio #1 en el torno Romi C420



**Fuente:** Siemens - Controlador Siemens, 2011)

## Maquinado de las pruebas

Para este paso se usó el material grilón cuyas características se encuentran en la tabla 6.

**Tabla 6:** Características del material grilón para realizar las pruebas de maquinado en el torno Romi C420

<b>Nombre técnico</b>	Poliamida 6
<b>Nombre comercial</b>	Grilon
<b>Absorción de agua</b>	1.80%
<b>Densidad</b>	1.14 [g/cm <sup>3</sup> ]

<b>Dureza rockwell HRD</b>	D75-80
<b>Resistencia a temperatura</b>	79-121 [°C]
<b>Resistencia a la tensión</b>	720-840 [Kg/cm²]

**Fuente:** (ACERIND, 2016)

Las piezas obtenidas en el mecanizado se muestran en las Figuras 8 y 9 de la prueba #1 en grilón negro y la prueba #2 en grilón blanco, respectivamente

**Figura 8:** Maquinado de la prueba #1 terminada en grilón negro



**Fuente:** Los Autores

**Figura 9:** Maquinado de la prueba #2 terminada en grilón blanco



**Fuente:** Los autores

El maquinado permite obtener la comparación entre el tiempo real y el tiempo estimado por el programa, con lo que se obtuvo los resultados de las Tablas 7 y 8 para cada prueba.

**Tabla 7:** Comparación del tiempo real del torno y estimado por el programa obtenido para la prueba #1

<b>Tiempo</b>		
<b>Estimado [min]</b>	<b>Real [min]</b>	<b>Diferencia entre Tiempos [min]</b>
6,89	5,72	1,17 $\equiv$ 1[min] 10,2[seg]

**Fuente:** (Autor)

En la Tabla 8, se observa que para la prueba #1 existe una diferencia entre tiempos de 1.176 [min] y para la prueba #2 de 0,38[min]. Lo que se debe a factores como programación de puntos innecesarios al desplazarse la herramienta o cambios al momento de crear operaciones y trayectorias en el CAM.

**Tabla 8:** Comparación del tiempo real del torno y estimado por el programa obtenido para la prueba #2

Tiempo		
Estimado [min]	Real [min]	Diferencia entre tiempos [min]
1,60	1,22	0,38 $\equiv$ 22,8 [seg]

Fuente: (Autor)

## Discusión

Los resultados obtenidos de las pruebas dimensionales son considerados con una tolerancia de valor igual a  $\pm 0,5$  [mm] debido al acabado dado y se dividieron en:

Medidas principales: son las medidas totales y límites de la pieza.

Medidas secundarias: corresponden a medidas en las que sus valores no afectan el modelo y tienen una tolerancia mayor.

Medidas funcionales: son las dimensiones de las que depende el funcionamiento de la pieza y tendrán una tolerancia específica.

Para realizar las mediciones se empleó un pie de rey de marca MITUTOYO perteneciente al Laboratorio de Análisis de Esfuerzos y Vibraciones (LAEV) de la Escuela Politécnica Nacional, galgas para el paso de las roscas y galgas de radios del Laboratorio de Maquinas Herramientas (LMH). Con este medio se obtuvo los resultados deseados.

## Conclusiones

Con el presente proyecto se pudo diseñar y obtener un post procesador generador de códigos G que cumple con los parámetros de funcionamiento de un torno Romi C420 de controlador numérico Sinumerik 828D.

Se seleccionó al software NX que integra los sistemas CAD/CAM por el método ordinal corregido de criterios ponderados para diseñar la interfaz de usuario del programa que da salida a los códigos G de una pieza modelada.

Para la validación del programa se realiza el mecanizado de dos piezas con operaciones básicas de torneado externas e internas de desbaste, roscado y acanalado en el torno Romi C420, con el cual se depuró códigos

innecesarios en el programa como el código G18 que especifica el plano de trabajo y el símbolo de % para inicio y fin del programa debido a que las características del controlador numérico Sinumerik 828D reconoce directamente el inicio, fin o plano de trabajo de la pieza a mecanizarse.

Para el cambio de herramientas de forma manual y automático no se acompaña de las funciones misceláneas M06 y M00, debido a que el equipo tiene parámetros preestablecidos en su memoria de trabajo para la realización de estas acciones.

El programa obtenido entrega los códigos de decalaje de origen G54 acompañado de los valores de los ejes X, Z sin embargo es necesario que el operador programe estos puntos correspondientes de la pieza al iniciar el proceso, considerando el eje Z en una línea y el eje X en una segunda línea de programación. Para recordar este proceso se ingresa al inicio del programa un mensaje para que el operador realice esta acción.

Al simular los programas obtenidos, se puede visualizar las trayectorias de la herramienta, y a la vez conocer los errores en el código, para descartar que el problema es en el código se realiza la verificación de dimensiones realizada en las secciones 4.2.1.2 y 4.3.2.2 correspondientes a la prueba #1 y #2 respectivamente. Con esto se pudo comprobar que los errores se debían a la programación de puntos innecesarios o puntos mal limitados en el CAM y no el post procesador.

Para las pruebas #1 y #2 se observa la importancia del pase de afinado, que ayudará a la obtención de dimensiones más cercanas a las reales, así como definir los puntos de cero pieza o máquina, medición de la herramienta en donde una falla de decimas afecta en un mayor o menor desprendimiento de material como se observa en las tablas de dimensiones principales, secundarias y funcionales de las pruebas respectivamente.

En la prueba #1 de operaciones externas de torneado se visualiza que el uso de los códigos G92 y G96 de velocidad del husillo hacen que el mandril aumente su velocidad de giro a medida que disminuye el diámetro de la pieza, de acuerdo a la ecuación 1 de la velocidad de corte en RPM, lo que causa que el desbaste no sea constante. Para disminuir este proceso se añade en la línea de programación correspondiente al bloque absoluto el código G95 para que el equipo reconozca las revoluciones por minuto máximas programadas en CAM.

Con el maquinado de la prueba #1 se verifica las limitantes de las herramientas de corte correspondiente a la operación de acanalado, que por la forma del porta inserto no se realizó el corte de la pieza.

Así también para el roscado de la prueba #1 se adapta una herramienta perfilada a 60° sin embargo presenta vibración haciendo que el desprendimiento del material no sea constante y no alcance uniformidad en la

misma y por ello se presente un error de -0.018.

Para la medición de radios del perfil de la prueba #1 se utilizó una galga de radio interiores de 10 [mm] sin embargo para el radio de 5[mm] fue necesario fabricarse una plaquita con la dimensión del radio y comprobar si tenía la dimensión, por medio de este procedimiento se verifica y se concluye que el programa si sigue la trayectoria de curvaturas.

La pieza obtenida de la prueba #1 finalmente presenta una superficie irregular, esto se debe a la profundidad de corte dado a la herramienta, así como la geometría de la misma, aparte de que no se realizó la operación de afinado en la misma.

En la simulación de la prueba #2 correspondiente a este ejercicio demuestra una trayectoria satisfactoria de la herramienta, sin embargo, se realiza el cambio en la profundidad de penetración de la cuchilla de roscado, para obtener el número de pasadas necesario y alcanzar la profundidad deseada de la rosca.

La definición de los filos de corte son un factor que debe ser tomado en cuenta, esto se aprecia en el canal de la prueba #2 en el cual se observa que por tomarse mal este parámetro el canal se desplaza el valor del ancho de la herramienta dado en la programación del CAM.

El acabado en la pieza maquinada de la prueba #2 depende de la estabilidad de la herramienta en la torreta, el hecho de presentarse vibración al momento de desprender viruta es una causa de error en las dimensiones resultantes, esto es evidente al hacer una segunda corrida del programa en la pieza ya maquinada se observa que las cuchillas aun desprendían cantidades de material de forma irregular.

El uso de una herramienta demasiado larga para desbaste a diferencia de las herramientas de roscado y acanalado para el proceso de mecanizado de la prueba #2 influyen en las dimensiones de la forma final debido a que al medir las herramientas para iniciar el proceso se considera la de mayor longitud, esto se refleja en la variación del ancho del canal y trayectoria de la herramienta, en donde el canal tiene 1[mm] menos y por ellos se rechaza el valor.

### **Trabajos Futuros**

El presente proyecto permite conocer las características y las condiciones de programación de los equipos CNC, con lo cual se garantiza los procesos CAD y CAM de fabricación y producción. La caracterización de parametros de optimización, el tiempo de vida útil de la herramienta son estudios reacionados que permitirán entender en su conjunto los procesos de mecanizado con arranque de viruta. Se tiene planteado dos proyectos de investigación relacionados a este tema enmarcado en el estudio y Caracterización de la integridad superficial

de elementos y el de determinación de la vida útil de insertos en procesos de torneado CNC.

### Agradecimiento

Agradecer al Laboratorio de Maquinas Herramientas (LMH) y al Laboratorio de Investigación, Desarrollo e Innovación en Nuevas Tecnología de Diseño, Manufactura y Producción (LABINTECDIMP) de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Escuela Politécnica Nacional, en donde se tuvo las facilidades de materiales, herramientas, máquinas y personal técnico para realizar las distintas pruebas de verificación del postprocesador. El presente trabajo se lo realizó con el aval y colaboración de los proyectos de investigación de la Escuela Politécnica Nacional PIS 16-15 (Estudio y Caracterización de la integridad superficial de elementos fabricados y maquinados con arranque de viruta en Equipos CNC) y el PIS 16-22 (Determinación de la vida útil de la plaquita CNMG 12 04 08 PM torneado CNC)

### Referencias bibliográficas

- Cortes Industriales. (Marzo de 2016). *Historia de la fresadora*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/deod2107f9/historia-de-la-fresadora>
- Escuela Técnica Superior de Ingeniería- Bilbao. (07 de Enero de 2016). *Fabricación Asistida por Ordenador-CAM*. (U. d. Vasco, Ed.) Obtenido de [http://www.ehu.es/manufacturing/docencia/425\\_ca.pdf](http://www.ehu.es/manufacturing/docencia/425_ca.pdf)
- Lee, R.-S., & Shee, C.-H. (1997). *Developing a Postprocessor for three types of five-axis machine tools*. (The international journal of Advanced Technology, Ed.) Recuperado el 10 de Octubre de 2015, de <http://link.springer.com/article/10.1007%2F01350824#page-2>
- Siemens. (Enero de 2011). *SINAMICS S120, Manual de funciones*. Recuperado el 08 de Noviembre de 2015, de [https://cache.industry.siemens.com/dl/files/671/49084671/att\\_107803/v1/FH1\\_01\\_2011\\_esp\\_es-ES.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/671/49084671/att_107803/v1/FH1_01_2011_esp_es-ES.pdf)
- Tecnoedu.com. (Febreo de 2016). *Programación de máquinas de CNC con códigos G&M*. Obtenido de <https://tecnoedu.com/Denford/GM.php>
- Terlevich, J. F. (2011). *Curso Básico de: Máquinas Herramientas con control numérico*.
- Vicente, P., & Ginés, S. (2008). *Integración de sistemas CAD/CAM*. Recuperado el 06 de Enero de 2016, de [http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/146/3\\_CADCAM.pdf?sequence=4](http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/146/3_CADCAM.pdf?sequence=4)