



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 25 – DICIEMBRE DE 2009

## “CATÁLOGO DE PIEZAS ELABORADO MEDIANTE CAD/CAM PARA FRESADORA DE CNC”

AUTORÍA <b>JOSÉ MARÍA MUÑOZ VIDAL</b>
TEMÁTICA <b>DISEÑO ASISTIDO POR ORDENADOR</b>
ETAPA <b>BACHILLERATO, FORMACIÓN PROFESIONAL</b>

### Resumen

En este artículo se comenta la realización de un catálogo de piezas ideadas para ser diseñadas y posteriormente fabricadas mediante un software de CAD/CAM. Estas piezas se fabricarán en máquinas herramientas del tipo fresadora gobernadas por control numérico (CNC). Con este catálogo se pretende que el alumno disponga de una completa gama de piezas en las que se muestren todas las fases de producción y pueda utilizarlas como guía y apoyo para el seguimiento de los trabajos que se les propone a lo largo de un curso.

### Palabras clave

Diseño – fabricación asistida por ordenador

Catálogo de consulta

Software CAD/CAM

Diseño 2D / 3D

Control numérico computerizado

Manual

Torno / fresadora

Programación máquina herramienta



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 25 – DICIEMBRE DE 2009

## 1. INTRODUCCIÓN

La elaboración de un catálogo de piezas mediante CAD/CAM para fresadora de CNC es un complemento para el aprendizaje de la programación de CNC (Control numérico por Ordenador) en su aplicación a las Máquinas Herramientas por arranque de viruta. La aplicación del CNC es uno de los métodos de fabricación de mayor importancia e interés.

Las siglas CAD corresponden a “Computer Aided Design” que debe traducirse por diseño asistido por ordenador. Debe entenderse por diseño la plasmación gráfica de una idea, la labor mediante la cual y con ayuda de un ordenador, el diseñador plasma en una realidad gráfica su idea. De forma básica se puede decir que existen dos tipos de sistemas CAD que son los sistemas de CAD 2D y CAD 3D. En el primero se permite la creación de documentos técnicos (planos) utilizando exclusivamente instrumentos de dibujo bidimensional (líneas, arcos, círculos, etc). Es lo más parecido a una mesa de dibujo convencional. En el segundo caso, el sistema de CAD 3D, se utilizan entidades de dibujo tridimensionales. Estas entidades tridimensionales son, bien cuerpos geométricos básicos tales como prismas, cilindros, paralelepípedos, conos, etc., bien piezas obtenidas a partir de geometrías bidimensionales por operaciones de extrusión, revolución, etc., bien superficies complejas definidas por curvas.

En nuestro caso para la elaboración del trabajo que se aborda hemos trabajado con un software 2D, elección que está justificada debido a que la máquina que se emplea para fabricar estas piezas es una fresadora de 2D, es decir, la herramienta de mecanizado se encuentra siempre perpendicular al plano de trabajo y se mueve en un plano. Realmente estas máquinas se denominan en fabricación máquinas de 2 ½ ejes, debido a que trabajan en el plano (2D) y mecanizan por pasadas en distintos planos paralelos permitiendo, por tanto, obtener piezas que pueden tener secciones variables .

Las siglas CAM corresponden a “Computer Aided Manufacturing” es decir fabricación asistida por ordenador. El CAM es básicamente el conjunto de técnicas asistidas por ordenador necesarias por los departamentos de métodos y/o ingeniería de producción de las empresas. Por CAM se entiende la utilización de ordenadores para tareas técnicas y de gestión técnica en la fabricación y montaje, elaboración de planos de mecanizado, planos de amarre, etc. De igual modo el CAM contempla la programación en Control Numérico de las máquinas de CNC. De hecho las máquinas CNC son también componentes de un sistema CAM. Por lo tanto el principal objetivo del CAM es proporcionar una serie de herramientas para completar la geometría CAD con el contenido tecnológico preciso para que la pieza se pueda fabricar. Actualmente el CAM contempla tres aspectos principales que pasamos a comentar a continuación.

*Programación Off-Line.* La primera aplicación del CAM fue la programación de piezas por CN, es decir la generación de programas para máquinas que dispongan de control numérico.

Este sistema permite programar dichas máquinas off-line (fuera de línea), sin interrumpir su trabajo, con la consiguiente disminución de los tiempos muertos que eso supone. Esta programación no sólo se lleva a las máquinas herramientas, sino también a los robots, a la programación de PLC (autómatas programables) y a la verificación asistida por ordenador (CAT).



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 25 – DICIEMBRE DE 2009

La programación manual de las máquinas herramientas de control numérico es ardua y muy dada a errores, por ello los sistemas de programación asistida cobran una gran importancia. Una correcta programación optimizará la utilización de la máquina con el consiguiente aumento de rendimiento que ello supone en la práctica. Uno de los principales beneficios de la utilización de este tipo de programación es la práctica eliminación de las pruebas en máquinas, siendo muchas las empresas que pasan directamente del programa en el sistema CAD/CAM al mecanizado del primer lote de producción.

*Diseño.* En los sistemas CAM no se pretende, en principio, el diseño del producto en sí, esta fase le corresponde a las tecnologías CAD, sino de los útiles y utillajes necesarios para la fabricación del mismo. Dependiendo de la utilización de los sistemas CAM estos permiten desde diseño de matrices de embutición y moldes de inyección de plástico a través de librerías de componentes estándar hasta módulos básicos de amarres en fresadoras, punzonadoras, tornos, etc. En el caso de corte de piezas sobre chapas, en este tipo de máquinas es habitual encontrarnos con módulos para conseguir la mejor utilización de la misma (minimizando los retales).

*Métodos.* En la actualidad en el entorno CAM se pueden recoger aplicaciones relacionadas con el proceso de fabricación del producto como es la Planificación de Proceso Asistido por Ordenador (CAPP) y la simulación de procesos.

En definitiva mediante este catálogo que se presenta en CD-ROM se contemplará el diseño (CAD) de la pieza a fabricar, las etapas de fabricación (CAM) y el programa necesario (CN) para fabricar dichas piezas en máquinas herramientas de CNC y, por último, la realización de Hojas de Procesos de cada una de las piezas propuestas.

La fabricación de piezas por arranque de viruta requiere de una gran experiencia práctica para su optimización y en muchas ocasiones el alumno se pierde al no disponer de una pauta general. De hecho las piezas pueden ser fabricadas de distintas formas y no existen soluciones únicas. Con el catálogo se pretende que el alumno disponga de soluciones comentadas en las que se pueda apreciar las distintas posibilidades de fabricación, y una vez seleccionada una de ellas, se mostrará el desarrollo completo de la misma. Es decir, diseño, programación y fabricación.

Será una herramienta muy útil para mejorar las soluciones de las distintas piezas propuestas a los alumnos durante el curso. De este modo se abordarán soluciones más cercanas a la práctica industrial y, por tanto, más optimizadas.

Por otro lado para la elaboración del catálogo se utilizará software de CAD/CAM que permite realizar programas de control numérico a través de ordenador generando caminos de herramienta mediante opciones similares a las de un CAD convencional. Básicamente, a través del software conseguimos:

Diseñar en 2D la pieza a fabricar. Permite exportar dibujos realizados en programas convencionales de diseño 2D como Qcad o AutoCad.

Seleccionar el Control Numérico. Las máquinas herramientas de CN están gobernadas por controles. Físicamente se trata de consolas unidas a la máquina sobre la que se encuentra la



ISSN 1988-6047    DEP. LEGAL: GR 2922/2007    Nº 25 – DICIEMBRE DE 2009

parte lógica de la misma, ordenador, teclado, monitor, etc. Existen en el mercado una amplia gama de los mismos. El control con el que se ha elaborado el catálogo es el Fagor 8050-M.

Seleccionar las herramientas de mecanizado, dentro del catálogo que propone el software, para realizar las operaciones de mecanizado.

Seleccionar y realizar la operación/operaciones de mecanizado adecuadas para la realización de la pieza. Cada operación debe quedar desarrollada en su propia capa.

Simular el mecanizado de forma gráfica.

Elaborar el programa de CNC de la operación/operaciones seleccionadas.

Obtener el tiempo de realización de la pieza.

Comunicar el programa de CNC a la máquina herramienta.

## 2. OBJETIVOS

Se indican los siguientes puntos:

2.1 *Mejora de los recursos en la docencia teórico-práctica de las asignaturas de Tecnología Industrial.* Se buscó como objetivo prioritario un CAM de capacidad intermedia y cuyo manejo no exigiese un excesivo nivel formativo previo en CAD y, por último y más determinante, aquel cuya licencias tuviesen un precio de adquisición razonable para los medios que se disponen. Desde el principio se observó que para el manejo completo del citado software habría que disponer de un manual de uso en castellano, el que tiene el software está en inglés y es bastante deficiente, y de un catálogo de piezas tipo que pudiesen servir de referencia al alumno. De este modo la elaboración de este CD-ROM que incluye, tanto un catálogo de piezas como el manual de uso del citado software, ha cubierto de forma muy satisfactoria nuestros objetivos originales.

2.2 *Mejora el aprendizaje del alumno.* A menudo las piezas pueden ser fabricadas de distintas formas y no existen soluciones únicas. Con el catálogo se ha pretendido que el alumno disponga de soluciones comentadas en las que se pueda apreciar las distintas posibilidades de fabricación, y una vez seleccionada una de ellas, mostrar el desarrollo completo de la misma. Es decir, diseño, programación y fabricación.

2.3. *Mejora la calidad de las soluciones de fabricación.* En fabricación, como se he dicho, casi nunca hay soluciones únicas para fabricar piezas. Los caminos para obtener pueden ser diversos. Pero en fabricación es de vital importancia escoger las soluciones más óptimas, es decir, las que supongan un ahorro de tiempo, de material, de medios humanos, etc. De ahí estriba la validez de un catálogo de pieza comentado en donde el alumno puede observar las soluciones mejores y estudiar las distintas alternativas. Por otro lado en la elaboración de las prácticas de fabricación se tienen pautas más claras y ejemplos que ayudan a su realización. El alumno se centra mejor al disponer de esta herramienta de apoyo.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 25 – DICIEMBRE DE 2009

2.4 *Permite al docente apoyarse para el desarrollo de la materia en la aplicación.* Es decir a lo largo del curso se utiliza por parte del docente el CD-ROM como guía para la resolución de varios ejercicios de fabricación. Se dispone de piezas propuestas que el docente las desarrolla y comenta y que se encuentran archivadas en el citado CD. De igual modo se comenta variantes y otras soluciones posibles a las existentes en la aplicación.

2.5 *Crear una nueva fuente de consulta.* Se pretende que el alumno o incluso el futuro técnico disponga de una herramienta de consulta. Este objetivo se cumple desde el momento que al alumno desde el principio de curso se le da la posibilidad de adquirir una copia del software. El precio del mismo es de 3€ y como es lógico no tiene ningún carácter lucrativo sino simplemente cubrir los gastos de copia y edición.

### 3. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA.

Para alcanzar los objetivos propuestos se planteó, como se ha dicho, elaborar un catálogo amplio y debidamente comentado de piezas representativas de este proceso de mecanizado. Con tal motivo, en una fase inicial, se seleccionaron piezas, a través de experiencias previas de mecanizado y de bibliografía específica, que fuesen representativas. De las mismas se estudio con cuidado su fabricación intentado cubrir todos los aspectos. Con tal objeto se estudió la fabricación de 4 piezas que se consideraron básicas utilizando un torno paralelo universal, una fresadora universal, la sierra alternativa, un taladro de columna, una rectificadora plana y, por ultimo, pequeña herramienta de mano. Con ello se obtuvo la suficiente información para terminar de seleccionar las piezas del futuro catálogo y adelantarnos a los posibles problemas de fabricación, programación y elaboración de hojas de procesos que se podían plantear.

Una vez llegado aquí se propusieron 20 piezas para su fabricación en una fresadora de CNC de 2 ½ ejes. Para su correcta fabricación se elaboró la siguiente información:

- Plano a escala de la pieza a fabricar. Incluso impreso en papel correctamente acotado.
- Archivo en formato CAD de la pieza a fabricar.
- Hoja de procesos de la pieza a fabricar. En la misma se incluye toda la información tecnológica para fabricar la pieza, es decir, fases, subfases, operaciones, caminos de herramienta, herramientas seleccionadas, velocidad de corte, avance y tiempo de corte. Todo ello se muestra en formato normalizado de una Hoja de procesos desarrollada especialmente para piezas resueltas con control numérico.
- Archivo CAM. En el mismo se encuentra realizado el mecanizado de la pieza propuesta y se puede observar de forma detallada todos los caminos de herramienta para fabricar la pieza.
- Postprocesado incluido en el archivo CAM para visualizar el programa de control numérico suponiendo que la pieza se ha efectuado en un control Fagor 8050 M.
- Comentario desarrollado y pormenorizado de la realización de cada una de las piezas propuestas indicando y razonando las soluciones adoptadas.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 25 – DICIEMBRE DE 2009

El manual, con los ejemplos de piezas resueltas en CAD y CAM, ha dado lugar a la edición de un CD que incluye esta información.

#### 4. MATERIAL Y MÉTODOS.

Para el desarrollo del catálogo se ha establecido una secuencia de trabajo, que viene avalada por experiencias previas, y que ha seguido las siguientes fases.

##### *Fase 1. Recopilación de la información.*

- Búsqueda y organización de la bibliografía relacionada. Selección de revistas y artículos que tuviesen conexión con las materias a desarrollar.
- Búsqueda en Internet a través de palabras claves de direcciones relacionadas.
- Recogida del material fotográfico y videos.
- Primera fase de recopilación de piezas tipo.
- Selección y clasificación del material.

##### *Fase 2. Selección del software para la elaboración del manual de uso.*

- Software de edición de páginas web. Se ha utilizado software de acceso muy generalizado, que no exige un alto conocimiento de programación.
- También se ha utilizado software de edición gráfica.
- Como programa para el tratamiento y retoque de imágenes.

##### *Fase 3. Diseño del entorno.*

- En la información disponible en el manual de uso se ha mostrado la información con un aspecto técnico, formal y sencillo. Por tanto y en la medida de lo posible se ha prescindido de un excesivo colorido, se ha limitado los tipos de letra, el tamaño de las imágenes tienen un valor similar y en definitiva se ha intentado realizar una página que mantenga la atención pero que no resulte excesivamente recargada.
- Se ha hecho una recomendación sobre la utilización en pantalla completa, se aconseja la resolución de pantalla óptima y el navegador bajo el cual la aplicación se ha editado.
- Se indica con claridad el alcance del catálogo.

##### *Fase 4. Elaboración del catálogo.*

- Inicialmente se ha hecho una división de las piezas por criterios constructivos. De la selección inicial terminamos en un catálogo de 20 piezas dividido en 4 categorías.
- Se han construido 1 pieza de cada categoría en material fácilmente mecanizable como ejemplo práctico.





ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 25 – DICIEMBRE DE 2009

- La página de contenidos se ha realizado en dos marcos. En el marco de la izquierda se presentan los distintos apartados de este tema. En el marco de la derecha se muestran los contenidos del apartado seleccionado. Desde este marco podemos volver a la página principal para poder seleccionar otro tema.
- Una vez realizado una primera aproximación al catálogo se ha realizado una primera versión que se divulga entre los profesores del Área con objeto de depurarla.
- Analizadas las deficiencias y corregidas se ha realizado la edición definitiva del web en formato Cd para posteriormente divulgarlas entre el alumnado.
- La versión 1.0 de las distintas aplicaciones ha sido el resultado del trabajo elaborado. Con el paso del tiempo y la aportación de todas las personas que utilicen estas aplicaciones se propondrá nuevas versiones que mejoren y profundicen los trabajos.

#### *Fase 5. Divulgación de los trabajos.*

- El catálogo se ha editado en formato CD y se ha distribuido por el alumnado que se encuentre matriculado en las asignaturas implicadas.
- En el propio CD se indicará la forma de acceso a cada una de las aplicaciones mediante un “auto –arranque” que permite de forma sencilla guiar al usuario..

## **5. RESULTADOS OBTENIDOS Y DISPONIBILIDAD DE USO.**

Los resultados obtenidos han sido muy positivos, tanto desde nuestro punto de vista, como del de los alumnos/as, cuyas valoraciones conocimos en la fase de evaluación.

Se han podido elaborar en su totalidad las piezas propuestas y se han podido distribuir con suficiente antelación los CD como para que el alumnado las pudiese utilizar.

En general, el alumno ha mejorado su aptitud ante la resolución de este tipo de actividades. Esto se hace especialmente relevante si se comparan con los alumnos de cursos anteriores que no disponían de estos medios. Por tanto, podemos decir que existe una actitud receptiva ante este tipo de trabajos. El aprendizaje ha sido más completo, con menos linealidad y con más alternativas.

Por último la disponibilidad del material elaborado es total puesto que no se ha puesto ninguna limitación a los alumnos para disponer tanto del CD como del material gráfico elaborado.

## **6. CONCLUSIONES**

Se fue intercalando la exposición teórica, apoyada con medios audiovisuales clásicos y con la pizarra, con la exposición de distintas partes del CD.

De igual modo se recomendó la utilización de los trabajos desarrollados como fuente de consulta a la hora de realizar el cuaderno de prácticas de la asignatura. Se tiene constancia, ya que a través de la



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 25 – DICIEMBRE DE 2009

corrección, las preguntas en clase y tutorías, que se han utilizado tanto el catálogo de piezas como el manual de uso del software.

En conclusión la experiencia ha sido útil, tanto desde el punto de vista del docente como del alumno, pues en un caso se ha mejorado la capacidad sobre el desarrollo de la docencia y en otro caso se ha dotado al alumno de una nueva herramienta para la mejora del aprendizaje.

Bajo nuestro punto de vista el mayor inconveniente para abordar el desarrollo de estos proyectos de mejora es la falta de medios, tanto humanos como económicos. Este proyecto ha sido financiado con una aportación de 600 € que prácticamente, con los medios informáticos necesarios para editar y publicar los CD comentados y el fungible necesario para ello, queda cubierto.

El docente tiene que apoyarse necesariamente en medios audiovisuales al abordar este tema y, por ello, la utilización de un catálogo bien elaborado y completo de piezas tipo es un apoyo indudable a la hora de desarrollar ejemplos de piezas en clase. Estas se muestran con el proyector conectado al ordenador portátil y con el mismo se observan los distintos ejemplos propuestos.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Asensio, I. (1996). *Torneado y Fresado por control numérico- Manual para operarios y programadores*. Zaragoza: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Zaragoza.

Kief, H. (1998). *Manual CN/CNC*. Hospitalet de Llobregat: Gran Duc S.L.

Nanfara, F; Uccello, T; Murphy, D. (2002). *The CNC Workshop*. New Jersey: Prentice Hall.

Relvas, C. (2002). *Controlo Numérico Computorizado*. Oporto: Publindustria Edições Técnicas.

### Autoría

---

- Nombre y Apellidos: José María Muñoz Vidal
- Centro, localidad, provincia: Córdoba
- E-mail: [jmmvidal@hotmail.com](mailto:jmmvidal@hotmail.com)