



PROSPECTIVA

ISSN: 1692-8261

rprospectiva@gmail.com

Universidad Autónoma del Caribe

Colombia

CARRASCO GARCIA, JUAN CARLOS

Tecnología avanzada del diseño y manufactura asistidos por computador - CAD/CAM

PROSPECTIVA, vol. 4, núm. 1, enero-junio, 2006, pp. 75-81

Universidad Autónoma del Caribe

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496251107012>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# Tecnología avanzada del diseño y manufactura asistidos por computador - CAD/CAM

Por: Ing. Juan Carlos Carrasco García

## RESUMEN

En la actualidad, los proyectos metalmecánicos son elaborados y comprobados antes de su fabricación, apoyados en potentes herramientas de DISEÑO Y MANUFACTURA ASISTIDA POR COMPUTADOR - CAD/CAM.

En esta tecnología se utilizan los computadores para el diseño y la fabricación de productos con mayor precisión y a menor costo. Se aplica en muchos procesos de manufactura con o sin arranque de viruta, en la fabricación de piezas complejas, moldes, troqueles y prototipos que requieren de una alta producción o exactitud dimensional.

Utilizando el CAD/CAM el usuario representa *gráficamente* la pieza en el software de dibujo, ingresa los *parámetros de corte*, realiza la *simulación* del mecanizado, obtiene automáticamente el programa el cual transmite a la máquina CNC para el mecanizado real de la pieza.

## PALABRAS CLAVES

Cad Cam, Cnc, Cad, Cam, Control Numérico, Manufactura Asistida por computador, Automatización, Diseño, simulación.

## ABSTRACT

At the present time, the projects metal mechanics are elaborated and proven before their production, supported in potent tools of CAD Computer Aided Design, CAM - Computer Aided Manufacturing - CAD/CAM.

In this technology the computers are used for the design and the production of products with more precision and at smaller cost. It is applied in many factory processes with or without chip outburst, in the production of complex pieces, molds and prototypes that require of a high production or dimensional accuracy.

Using the CAD/CAM the user represents the piece graphically in the drawing software, it enters the cuts parameters, he carries out the simulation and obtains the Numerical Control program automatically which transmits to the machine CNC for the real factory of the piece.

## KEYWORDS

Cad Cam, Cnc, Cad, Cam, Numerical Control, Computer Aided Manufacturing, automation, Design, simulation

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la industria nacional necesita adaptarse a las nuevas tecnologías emergentes que le permitan simplificar, optimizar y elevar la calidad de los procesos de diseño y manufactura. Esto significa que es propicio el ambiente para la utilización de sistemas de Diseño y Manufactura Asistidos por Computador CAD/CAM.

Las Universidades e Instituciones técnicas del país están integrando cada vez más dentro de sus programas académicos la divulgación y el desarrollo de

esta tecnología de punta, conformando grupos de investigación, capacitando mediante cursos, seminarios y trabajando en convenios con empresas.

Acorde a lo anterior la UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL CARIBE viene desarrollando en su Facultad de Ingenierías, en los programas de Ingeniería Industrial y Mecánica, el estudio y aplicación de las Tecnologías Avanzadas de Manufactura con Sistemas CAD/CAM, contando para ello con el software, hardware y profesionales altamente capacitados, encargados de la divulgación y aplicación de los mis-

mos, entre la clase estudiantil que serán los encargados de aplicarla en las empresas manufactureras.

Dada la importancia del tema en el Centro de Desarrollo Tecnológico e Innovación de la Facultad de Ingenierías de la Universidad Autónoma del Caribe se ha creado un grupo Interdisciplinario de Investigación en CAD/CAM encargado de difundir, aplicar y generar conocimiento en ésta área, integrado por estudiantes y docentes de los programas de Ingenierías Industrial, Mecánica y Electrónica.

A Continuación se detallará la tecnología CAD/CAM, sus ventajas y desventajas, los requerimientos de software, hardware y talento humano, las aplicaciones de la misma, su integración y vínculos con otros sistemas; además, se darán a conocer algunas empresas que la utilizan.

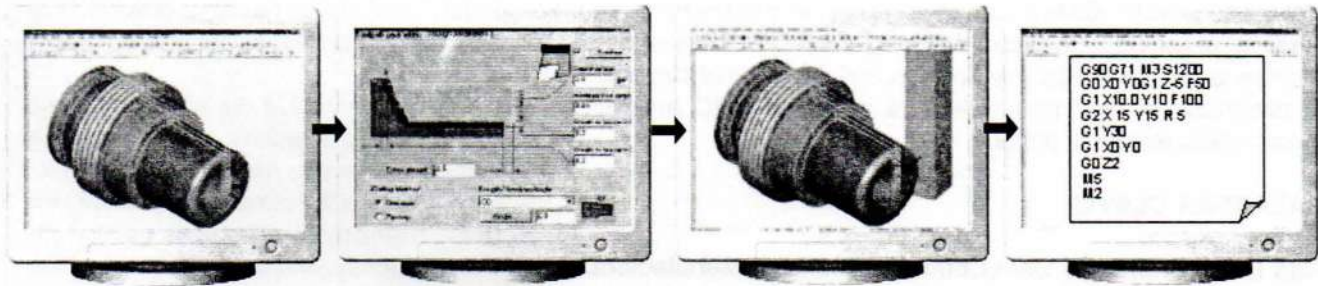
## DESARROLLO

**CAD/CAM:** Diseño y Manufactura Asistida por Computador (CAD-acrónimo de Computer Aided Design, CAM- Computer Aided Manufacturing).

Es la tecnología en la cual se utilizan los computadores para mejorar el diseño, fabricación y desarrollo de los productos. Éstos pueden elaborarse con mayor rapidez, precisión y menor costo, con la aplicación adecuada de la Tecnología Informática y las Máquinas Herramientas Automatizadas con CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO (CNC).

Se aplica en muchos procesos de manufactura con o sin arranque de viruta en la fabricación de piezas geoméricamente complejas, moldes, troqueles, prototipos y máquinas que requieren de una alta producción o exactitud dimensional.

### EL CAD/CAM EN EL PROCESO DE TORNEADO



DISEÑO O DIBUJO

PARÁMETROS DE CORTE

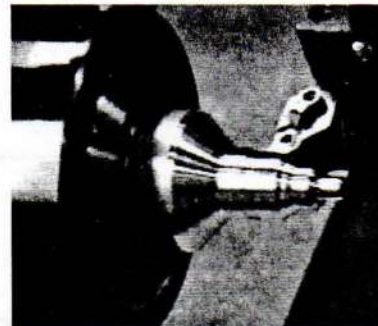
SIMULACIÓN DEL MECANIZADO

PROGRAMA CNC

### Torno CNC



TRANSMISIÓN DEL PROGRAMA CNC AL TORNO



MECANIZADO REAL DE LA PIEZA

El sistema CAD/CAM consta de las siguientes etapas:

Etapa del CAD (Dibujo Asistido por Computador). El diseñador o dibujante *representa gráficamente* la pieza o el producto en forma digital utilizando el software de dibujo y modelado sólido realizando las entidades como líneas, arcos, círculos, polígonos, elipse, entre otros. El dibujo puede representarse en 2 o 3 dimensiones; en

éste último caso se puede realizar en forma de superficies o sólidos, con la ventaja que el usuario puede conservar el diseño en formato digital y editarlo para mejorarlo o para utilizar alguno de sus componentes en el diseño de una nueva pieza.

Etapa del CAM (Manufactura Asistida por Computador). El usuario *selecciona* las entidades previamente dibuja-

das que constituyen una pieza o producto, ingresa los *parámetros de corte* (avance, revoluciones de giro del elemento cortante, la profundidad de corte y otros), realiza la *simulación* del proceso de mecanizado, lleva a cabo el *Postproceso* (traducción de la simulación al lenguaje de una máquina de Control Numérico específica), obtiene automáticamente el programa de *Control Numérico* el cual transmite a la máquina CNC mediante un medio magnético o por la red del sistema para el mecanizado real de la pieza.

El programa de CONTROL NUMERICO es un conjunto de códigos que representan las órdenes de los movimientos dadas a la máquina, tales como el movimiento de la herramienta o la pieza en los ejes X Y Z, las revoluciones de giro del husillo, escrito en un lenguaje especial (código) compuesto por letras y números que se graba en un soporte físico (cinta magnética, disquete, etc.) o se envía directamente al control vía RS-232. El control numérico (CN) debe interpretar las instrucciones contenidas en el programa, convertirlas en señales que accionen los dispositivos de las máquinas y comprobar su resultado. Este programa se puede obtener de dos maneras:

1. A través de la programación manual. En este caso el usuario debe calcular los puntos de llegada y programar manualmente escribiendo los códigos en el control de la máquina o en un software CAM desde el cual lo transmite al Control.
2. A través del software CAD/CAM. En este caso primero dibuja la pieza en el computador, simula el mecanizado y obtiene "automáticamente" el programa CNC del CAD/CAM.

El siguiente es un ejemplo de un pequeño programa de CONTROL NUMERICO que se transmite a la máquina de CNC para que ésta los reproduzca de manera exacta mecanizando la pieza.

```
G90 G71 M3 S1200
G0 X0 Y0

G1 Z-5 F50
G1 X10.0 Y10 F100
G2 X 15 Y15 R 5
G1 Y30
G1 X0 Y0
G0 Z2
M5
M2
```

Cada código tiene su funcionalidad detallada a continuación:

G90 : Programación en coordenadas absolutas

G71: Sistema de unidades en milímetros

S : Revoluciones de giro de la pieza o la herramienta cortante

G0: Interpolación Lineal con Movimiento Rápido. El trayecto programado se realiza en línea recta a la máxima velocidad posible; es decir, a la velocidad de desplazamiento en rápido.

G1: Interpolación Lineal con Avance Programado o de Corte. Los ejes se gobiernan de tal forma que la herramienta se mueve a lo largo de una línea recta con un avance determinado por el parámetro F

G2: Interpolación Circular en sentido horario.

G3: Interpolación Circular en sentido antihorario.

M3: Accionamiento del giro del husillo principal

M5: Desactivación del giro del husillo principal

M2: Fin del programa

La Interpolación se utiliza para generar movimiento en forma de líneas inclinadas o de arcos y requiere de un desplazamiento coordinado de dos ejes para obtener un movimiento aproximado de la entidad a reproducir cuya exactitud depende de la máquina de CNC y el software CAD/CAM.

Como se puede notar el CAD/CAM le ahorra al usuario u operario la programación manual del lenguaje CN lo que evidentemente se refleja en el aumento de la productividad, calidad y mejoramiento de la producción y las condiciones de trabajo.

## HARDWARE PARA CAD/CAM

### Máquinas CNC

El control numérico puede aplicarse a una gran variedad de máquinas, entre las que podemos citar:

Tornos, fresadoras, centros de mecanizado, taladradoras, punteadoras, mandrinadoras, rectificadoras, punzonadoras, dobladoras, plegadoras, prensas, cizallas, máquinas de electro erosión, máquinas de soldar, máquinas de oxicorte, máquinas de corte por láser, plasma, chorro de agua, plotters o trazadores, máquinas de bobinar, máquinas de medir por coordenadas, robots y manipuladores.

### Características de las máquinas CNC

- Permitir alcanzar una alta precisión.
- Elevar la productividad.
- Ejecución de trabajos complejos.
- Disminución de tiempos muertos.
- Concentración de operaciones.

- Almacenamiento de información tecnológica.
- Racionalización de personal.
- Reducción de áreas de trabajo.
- Mejoramiento de las condiciones de trabajo.
- Reducción de costos para grandes lotes.

### Ventajas de las máquinas CNC

- Elevada precisión.
- Alta confiabilidad.
- Alta productividad (De 8 a 10 veces mayor que la de tecnología convencional)
- Alto coeficiente de eficiencia de empleo de materiales.

- Concentración de operaciones tecnológicas.
- Reducción de tiempos muertos y suplementarios.
- Reducción de áreas de trabajo.
- Reducción de personal.
- Posible integración con Sistemas Flexibles de Manufactura y robots.

### Desventajas de las máquinas CNC

- Elevado costo de adquisición.
- Alto costo de mantenimiento.
- Efecto social en la reducción de personal.

### EMPRESAS FABRICANTES DE MAQUINAS CNC:

Emco, Fanuc, Leadwell, Romi, Haas, Okuma, Amada, Prolight Machines, HitachiSeiki, Deckel Maho, Makino, Mazak, Litz Hitech, Summit-Yu Shine.



Centro de Mecanizado BENCHMAN



Centro de Mecanizado HAAS

### SOFTWARE CAD/CAM

Es necesario conocer las diferencias entre los software CAD, CAM Y CAD/CAM.

En el software CAD solamente se dibuja y/o diseña una pieza o conjunto para su impresión o se archiva para su posterior utilización en un software CAM O CAD/CAM.

En el software CAM se ingresa el código de control numérico mediante la digitación directa del usuario o se importa de un programa CAD/CAM. Algunos pueden importar el dibujo del CAD y a partir de allí obtener el código de CN. En cualquier caso se puede simular y llevar a cabo el mecanizado en las máquinas CNC.

En el software CAD/CAM se diseña y dibuja la pieza, se genera la trayectoria del corte, se simula el mecanizado mediante el ingreso de los parámetros de corte y la herramienta para obtener el programa de Control Numérico. También se puede transmitir el programa CN y mecanizar la pieza.

### SOFTWARE MAS COMERCIALES:

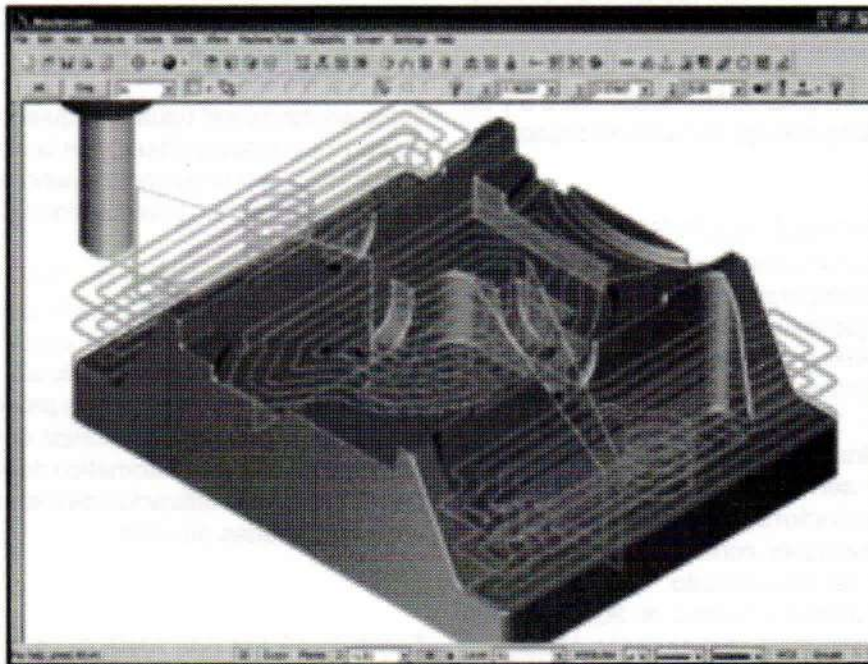
**CAD:** Autocad, Autodesk Inventor, Pro/Engineer, SolidWorks, Solid Edge, Catia, Turbo CAD.

**CAM:** Unigraphics CAM, Prolight lathe, Benchman, Hypermill, HyperWork, EdgeCAM Solid Machinist.

**CAD/CAM :** Mastercam, Edge CAM, Dell Cam,

El software CAD/CAM de mayor popularidad y aplicabilidad en nuestra región Caribe y el país lo constituye el MASTERCAM. En la Universidad Autónoma del Caribe se divulga y aplica este software con máquinas de control Numérico de la empresa Light Machines Corporation representada en el Centro de mecanizado Benchman VMC 4000 y el Torno Prolight Late, las cuales están integradas a una Celda Integrada de Manufactura CIM.

# Mastercam



**Simulación del fresado en MASTERCAM**

## **APLICACIONES INDUSTRIALES DEL CAD/CAM**

*Industria Aeronáutica:* Es una de las más receptivas de la tecnología CAD/CAM, sobre todo en la aplicación para los proyectos aeroespaciales, donde se requiere el desarrollo de superficies complejas. Hoy día es prácticamente impensable desarrollar un proyecto de avión, sin la utilización de las importantísimas técnicas CAD/CAM.

*Industria Automotriz:* Si bien es cierto que la tecnología CAD/CAM es aplicable a todas las industrias, no es menos cierto que la industria automotriz necesita de manera imperativa la aplicación de esta tecnología, dadas sus características de gran variedad de productos, alto volumen de producción, su competitividad y su agresividad para llegar al usuario final a las mejores condiciones de calidad y precio.

*Mecanizado de moldes y troqueles:* Varias empresas

de la región y el país utilizan el CAD/CAM para fabricar los moldes de inyección de plásticos y en la fabricación de troqueles de extrusión.

*Mecanizado de grandes lotes de piezas sencillas o complejas formas tridimensionales:* Algunas empresas fabrican grandes cantidades de piezas de complejas formas geométricas tridimensionales. Otras, pueden producir lotes de piezas sencillas con lo cual reducen su costo.

*Industria del cuero y calzado:* Ciertas empresas utilizan el CAD/CAM para diseñar sus artículos de cuero y/o los moldes las suelas de los zapatos.

*Utilizaciones especiales:* Se utiliza el CAD/CAM en procesos de manufactura tales como electro erosionado, corte láser, oxicorte, plasma, chorro de agua, punzonado, etc.

## REQUERIMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN

**ECONOMICOS:** Como se expuso anteriormente se debe tener en cuenta los costos a la hora de pensar en implementar esta tecnología, que a largo plazo es rentable. A manera de orientación, el costo de un Torno de Control Numérico Industrial Marca ROMI Modelo M-420 cuesta aproximadamente US\$ 78.000, un Centro de Mecanizado Industrial para fresado Marca Leadwell modelo V-30 Aproximadamente US\$83.000 Estos costos dependen del distribuidor y la calidad de la máquina y pueden existir otras marcas con mayor o menor precio

La licencia del software CAD /CAM oscila entre 6 y 25 millones de pesos dependiendo de las funcionalidades del mismo.

**TECNICOS Y DE INFRAESTRUCTURA:** Se necesitan instalaciones limpias y amplias con aire acondicionado para garantizar una temperatura promedio de 20 grados centígrados ya que los circuitos electrónicos de los equipos así lo requieren y un Compresor para el suministro de aire comprimido.

**HARDWARE:** Máquinas herramientas con control numérico, que pueden ser: Torno, fresadora, Centro de mecanizado, Esmeriladora, Electroerosionadora, Punzonadora, cortadora láser, cortadora plasma; dependiendo del proceso de mecanizado. Computadores Pentium con requerimientos mínimos de 900 Mhz, 600 Mb de espacio en Disco duro, 256 en RAM, Monitor.

### SOFTWARE:

Alternativa1: Cualquiera de los software CAD con un modulo independiente de Software CAM arriba mencionados

Alternativa2: Cualquiera de los Software CAD/ CAM arriba mencionados.

**Postprocesador:** Se requiere de una pequeña aplicación o programa que traduzca la simulación en el computador en un programa de CNC para una máquina de determinado fabricante o marca. Por lo general los software CAD /CAM Incluyen los postprocesadores de las marcas de máquinas herramientas mas conocidas.

**TALENTO HUMANO:** Se requieren Ingenieros, Técnicos y/o Tecnólogos con conocimientos de CNC y el manejo de alguna de las herramientas CAD/CAM, además, es imprescindible el conocimiento de los materiales a mecanizar, la metodología de selección de los parámetros y herramientas de corte utilizados en los procesos de manufactura con o sin arranque de viruta y también el diseño de nuevos productos.

**PRODUCCION:** Antes de adquirir un sistema CAD/CAM

constituido con los requerimientos antes descritos, debemos tener claro qué es lo que se pretende producir y en qué cantidades. La producción debe ser por grandes lotes en un tiempo corto de producción para que el costo final del producto sea el mas económico posible.

También se justifica adquirir este sistema para el mecanizado de moldes de piezas o piezas de mediana o gran complejidad geométrica cuya elaboración serían casi imposibles en una máquina convencional. Esto se debe tener en cuenta ya que el costo de una hora máquina CNC es elevado y no se justifica realizar mecanizados que pudiesen realizarse en las convencionales con la misma precisión y calidad.

Cabe anotar que el usuario requiere cierto tiempo en el diseño de la pieza y dibujo y en la obtención del programa de CNC, por lo que este diseño debería ser utilizado en la producción de gran cantidad de piezas.

Una máquina con tecnología CAD/CAM es capaz de producir de 8 a 10 veces mayor cantidad de piezas en el mismo período de tiempo que las máquinas herramientas convencionales debido a la disminución de los tiempos auxiliares o muertos de producción, consecuencia de la generación automática del código CNC en el software, el cambio automático de las herramientas en las máquinas y la utilización de materiales que soportan altas velocidades de corte.

## EMPRESAS EN BARANQUILLA CON TECNOLOGÍA CAD/CAM

Universidad Autónoma Del Caribe, Universidad del Norte, Universidad del Atlántico, Sena, Centro Colombo Aleman, Procaps, Inteco, Tecnomoldes, Industrias Yidi, Gecolsa, Termocoil, Servipáramo , Remaches Industriales, Análisis y Soluciones.

## CONCLUSIÓN

Debido al vertiginoso avance de las tecnologías y la llegada del TLC, la costa caribe y el país no debe descuidar la tecnología del CAD/CAM, la cual en pocos años será tan común como lo es en la actualidad el uso de los computadores. Por eso los que dominen esta tecnología en la actualidad tienen gran ventaja en el área de producción en los procesos de manufactura.

Quizás el pretexto para no utilizar esta tecnología son los costos de los equipos y su mantenimiento, pero con una adecuada planeación de la producción, el personal altamente calificado y estudio de mercado adecuado del producto a producir, se pueden obtener grandes ganancias, recordemos que una máquina con tecnología CAD/CAM es capaz de producir de 8 a 10 veces mayor can-

tividad de piezas en el mismo período de tiempo que las maquinas herramientas convencionales.

Lo más probable es que su competencia ya esté pensando en implementar ésta tecnología.

*Hágalo Usted primero!!*

## **BIBLIOGRAFÍA**

Groover, M.P.,and Zimmers, E.W., CAD/CAM:Computer Aided Design and Manufacturing,Prentice Hall, Englewood Cliffs,N.J.,1984

Groover, M.P. ,Fundamentos de Manufactura Moderna , Prentice Hall, Naucalpan –México,1997

Revista METALMECÁNICA Volumen7 Edición 7 ,B2Bportales , Miami Florida,2002

Carrasco J.C., Curso Multimedia de Autocad , Funtec, Barranquilla-Colombia,2006

Carrasco J.C. Curso Práctico Interactivo de Mastercam, Funtec, Barranquilla-Colombia ,2001

Groover, M.P.,Automation, Production Systems, and Computer Integrated Manufacturing,Ed. Prentice Hall, 1987.

## **EL AUTOR**

**JUAN CARLOS CARRASCO GARCIA**, Ingeniero Mecánico de la Universidad Técnica de Volgogrado-Rusia, Especialista en Informática y Multimedia. Docente Asociado de la Universidad Autónoma del Caribe.  
*Email: virtualtecnica@yahoo.es*