

## **CAD/CAM EN LA INDUSTRIA DE FABRICACIÓN DE HERRAMIENTAS**

Dra. Ing. Ana María Quesada Estrada, Profesora Auxiliar  
Ing. Roberto Pérez Rodríguez, Profesor Asistente  
Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya".

e-mail: [anamaria@crystal.hlg.sld.cu](mailto:anamaria@crystal.hlg.sld.cu) y [roberto.perez@facing.uho.edu.cu](mailto:roberto.perez@facing.uho.edu.cu)

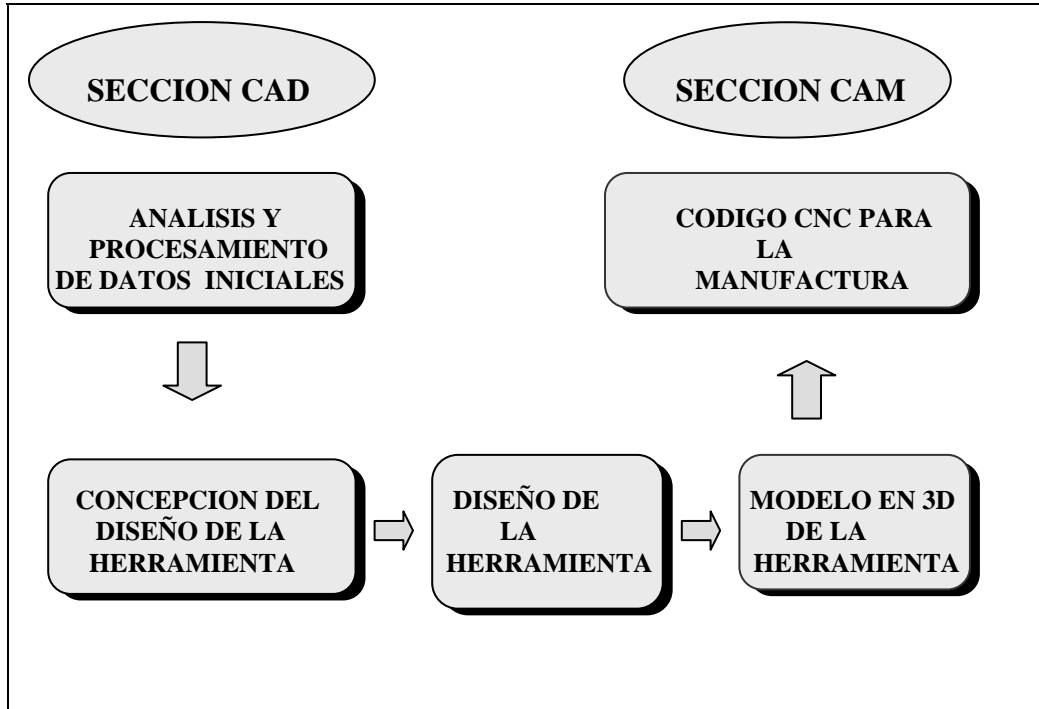
El departamento de herramientas de una empresa de construcción de maquinaria mecánica puede diseñar las características dimensionales y técnicas de las herramientas de corte que serán utilizadas en la elaboración de piezas metálicas, y de forma simultánea realizar sin errores el complejo programa informático CNC (Control Numérico Computarizado). Contando con un mínimo de experiencia en informática e Incorporando a su computadora personal un sistema CAD bajo entorno CAM (CAD/CAM o Diseño/Manufactura asistidos por Computadora) el proceso de dibujo y fabricación de herramientas puede completarse con poca dificultad y en un mínimo de tiempo.

Para el desarrollo del este sistema CAD/CAM, se confeccionaron metodologías y tecnologías, tomando en cuenta las recomendaciones de la bibliografía actualizada [2], los resultados de las investigaciones en este campo [11,12] y la experiencia de especialistas de producción. La sencillez y rapidez del sistema contribuye a modernizar y mejorar la rentabilidad y competitividad de la industria.

### **MATERIALES Y METODOS**

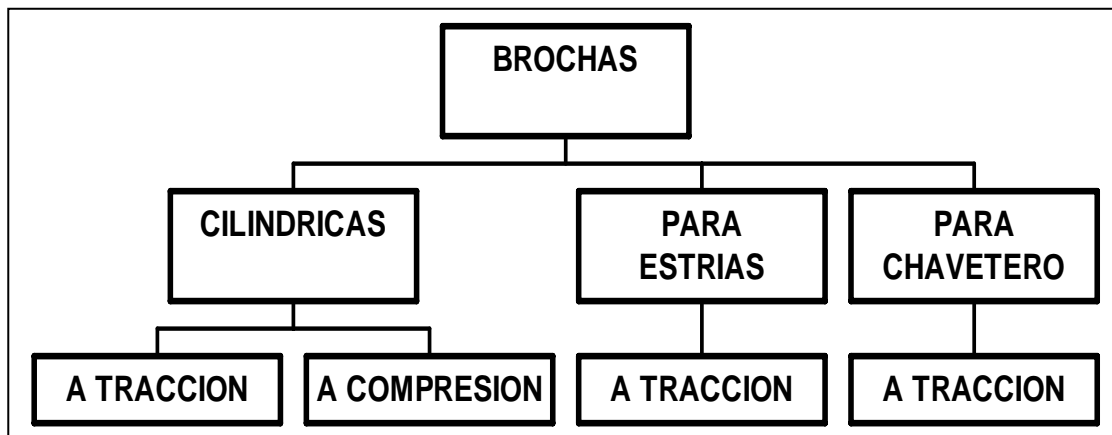
La tecnología CAD/CAM ha evolucionado a un ritmo acelerado [4], producto de los avances en microelectrónica. Hoy día es posible generar gráficos de alta resolución en dos y tres dimensiones, producir animaciones y simulaciones de procesos industriales, modelar piezas y conjuntos en forma de mallas, y generar tecnologías gráficas, etc. Naturalmente, se ha propiciado también el desarrollo de tecnologías de punta como Células Flexibles de Fabricación, Sistemas Integrados de Manufactura (CIM), Robots Industriales, y otras. Estas tecnologías de punta son de muy alto costo y por ende inaccesibles para muchas empresas.

El diseño y la manufactura de brochas para interiores son procesos complejos y laboriosos que consumen mucho tiempo, pues requieren el uso de algoritmos, informaciones tabuladas, diferentes normas internacionales, y experiencia en proyección. El uso de CAD bajo el entorno CAM permite el flujo de información desde la etapa de diseño hasta la etapa de fabricación del producto [13,5]. A partir de los datos iniciales y de la concepción del diseño de la herramienta, el sistema genera el diseño final, y provee la información necesaria para su fabricación (Fig. 1).



**Fig. 1. Esquema de la integración CAD bajo entorno CAM del sistema.**

El sistema CAD/CAM para la fabricación de brochas para interiores está conformado por un conjunto de tipos de brochas para interiores según muestra la Fig. 2. A su vez, cada tipo de herramienta puede tener esquema de corte común o esquema de corte variable en los dientes de la misma [1].



**Fig. 2. Brochas típicas del sistema CAD bajo entorno CAM.**

El sistema está estructurado en tres módulos, a saber: Aplicación Modular Analítica (AMDL), Aplicación Modular Gráfica (GMDL), y Aplicación Modular CNC (CNCMDL). Cada módulo posee independencia relativa, que le permite procesar diferentes sesiones de trabajo, atendiendo así las necesidades del usuario (Fig. 3). La homogeneidad del sistema está dada por la plataforma gráfica común.

La **Aplicación Modular Analítica** (AMDL) en una primera etapa procesa y analiza los datos provistos por el usuario. A través de una interfase moderna, se realiza un chequeo lógico a dichos datos, suministrando valores por defecto de tipo lógico. En una segunda etapa, calcula la herramienta, mediante el algoritmo de cálculo. Al concluir, genera una interfase para el módulo gráfico (GMDL), con los datos siguientes:

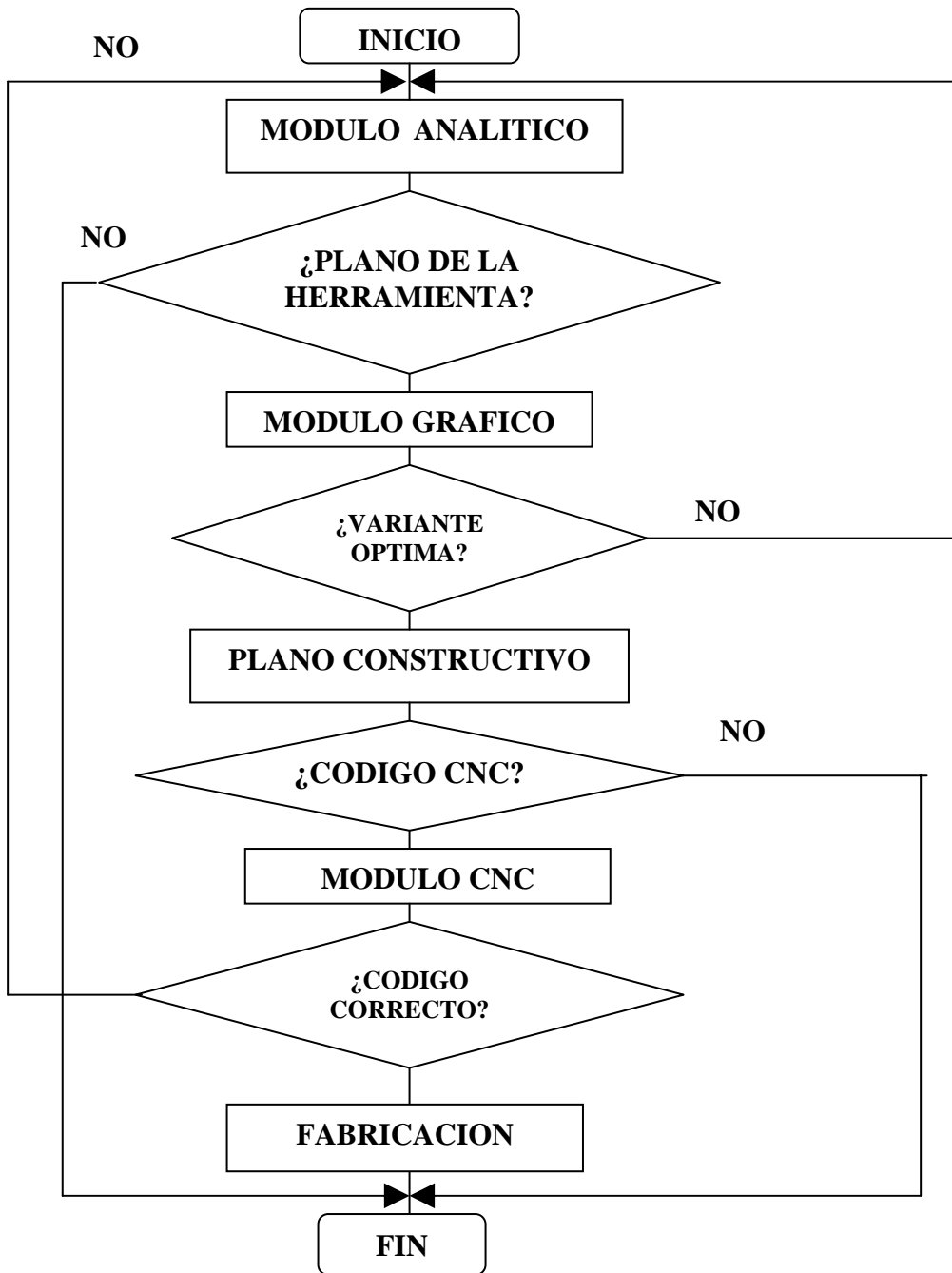
- Dimensiones y tolerancias a brochar (orificio, estrías o chaveteros).
- Modelo y certificado técnico de la máquina herramienta [5].
- Tipo de material a elaborar, resistencia a la rotura (MPa) y dureza (HB).
- Coeficiente de relleno volumétrico (K) e Incremento por diente (mm).
- Paso de los dientes de corte y de calibrado (mm).
- Dimensiones del diente (ancho (mm), radio de redondeo de la cavidad del entrediente (mm), radio del dorso del diente (mm), área (mm<sup>2</sup>)).
- Cantidad de dientes que cortan simultáneamente.
- Angulo de incidencia para los dientes de corte, de transición y de calibrado.
- Angulo de ataque para los dientes de corte y de calibrado.
- Longitud y diámetro de la guía delantera y trasera (mm).
- Área de la sección más peligrosa (mm<sup>2</sup>).
- Dimensiones del vástago.
- Fuerza máxima del brochado (kN).
- Tensión en el primer diente y en la cola (MPa).
- Tensión admisible en el primer diente y en la cola (MPa).
- Cantidad y dimensiones de los dientes de corte, transición y calibrado (mm).
- Longitud hasta el primer diente, del cono de transición, de corte, total, etc. (mm).
- Cantidad y dimensiones de las ranuras rompevirutas.

Se realizan además, comprobaciones de resistencia de la herramienta en la cola, en el primer diente, al aplastamiento, etc.

Una vez generada la interfase por el módulo analítico (AMDL), la **Aplicación Modular Gráfica** (GMDL) permite obtener de forma automatizada el plano de la herramienta a fabricar utilizando la información geométrica y dimensional que proviene del mismo. El plano obtenido se rige por la Norma Internacional establecida (Norma Cubana, ISO, DIN, JIS) por el usuario.

Con la información en la interfase generada por el AMDL, y utilizando bibliotecas gráficas (Fig. 4) que contienen los elementos normalizados (orificios de centrado, guía delantera, guía trasera, tipo de dientes, etc.), el sistema genera el conjunto de vistas necesarias para el plano constructivo.

Concluido este proceso, el usuario inserta en el plano constructivo los elementos gráficos generados en el lugar y en el orden de su preferencia. Si se desea, se genera un código para la aplicación modular Control Numérico Computarizado (CNC), el cual construye gráficamente la herramienta, en la forma de un sólido con la geometría y las dimensiones calculadas. Con esta vista del producto final, el usuario está en facultad de detectar y corregir posibles errores antes de la fabricación.



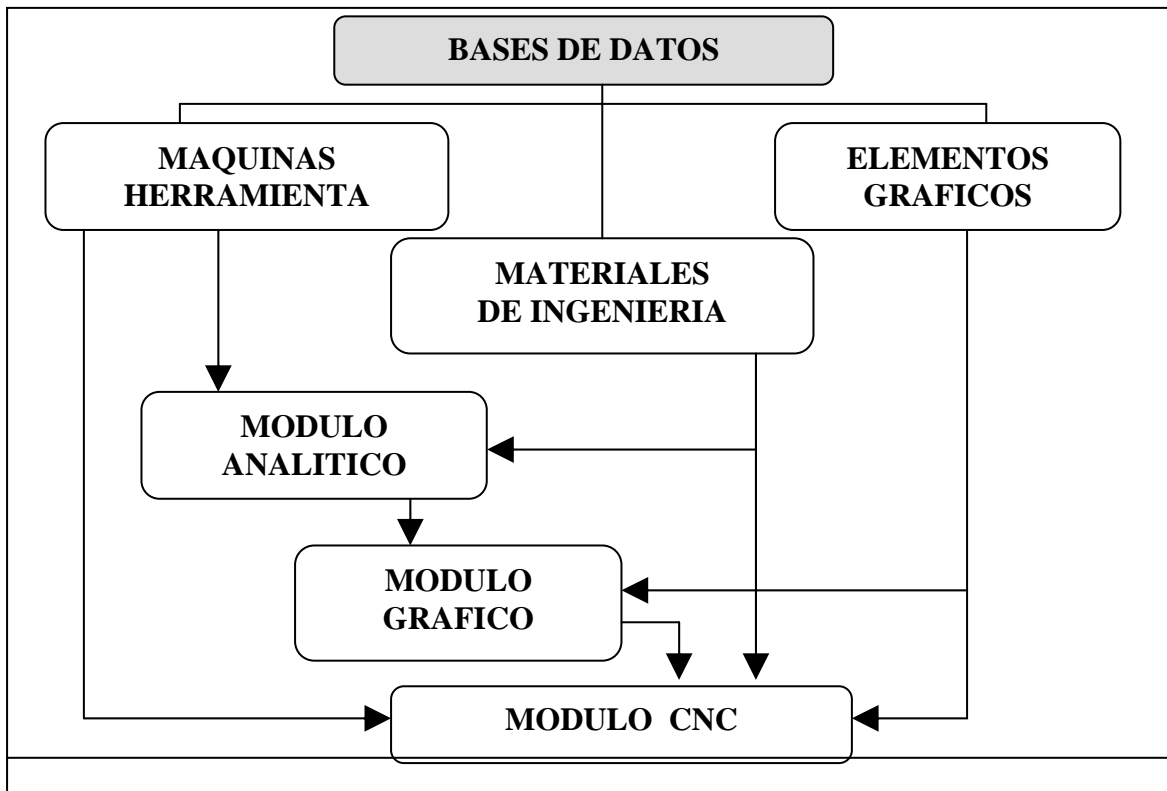


Fig. 4. Bases de Datos del sistema

La **Aplicación Modular CNC** (CNCMDL) genera el código acorde al tipo de control del que se dispone, estableciendo el tipo de Máquina Herramienta CNC, tipos y dimensiones de las herramientas de corte, secuencia de trabajo, tipo de pieza en bruto, ciclos fijos, etc. El CNCMDL posee un conjunto de Bases de Datos (Fig. 4) que permiten manipular y organizar datos indispensables para el diseño y la fabricación de este tipo de herramientas [7,15].

La **Base de Datos de Máquinas Herramienta** contiene los certificados técnicos de cada una de las Máquinas Herramienta empleadas en estos procesos tecnológicos, indispensables para el funcionamiento del módulo analítico y del módulo de CNC. La **Base de Datos de los materiales de Ingeniería**, utilizada por el módulo analítico y por el módulo del CNC, prevé el marcado y las propiedades físico-mecánicas de los materiales más usados en la construcción de maquinarias, La **Base de Datos de elementos gráficos**, utilizada por el módulo Gráfico y por el módulo del CNC, contiene aquellos elementos normalizados en la herramienta (orificios de centrado, dientes, guía delantera y trasera, mango de fijación y arrastre, etc.) y elementos constructivos estandarizados (formatos, cajetines, rugosidades, etc.), según la normas establecidas (ISO, NC).

## APLICACIONES DEL SISTEMA CAD/CAM

Un sistema CAD/CAM desarrollado en años recientes para la fabricación de brochas para interiores ha sido aplicado y continúa aplicándose industrialmente en los talleres herramientales de las fábricas de construcción de maquinarias y de otras ramas industriales [3]. Los beneficios de utilizar este sistema son: (1) Libera a los diseñadores/productores de herramientas de corte de los trabajos repetitivos, permitiéndoles dedicar su tiempo a actividades de carácter investigativo y de superación. (2) Incrementa notablemente la productividad del trabajo. (3) Minimiza errores en el diseño y la manufactura, aumentando la calidad del producto terminado. (4) Se aprovecha en forma óptima la creatividad del diseñador/productor.

En varias universidades Cubanas se continúa utilizando como herramienta académica, notándose que los estudiantes: (a) Se motivan y desarrollan mejores habilidades. (b) Amplían su rango de conocimientos en cuanto a la diversidad de diseño y la manufactura de herramientas. (c) Captan y la potencian su memoria visual. (d) Observan su trabajo corregido, inmediatamente después de realizado. (e) Evitan lagunas en su aprendizaje. (f) Se relacionan con las tecnologías de punta.

## BIBLIOGRAFIA

1. ANDRES TEJEDA, I. Sistema CAD para el diseño de brochas cilíndricas de Tracción. -- Holguín; Universidad de Holguín, 1993. (tesis de grado).
2. DIAZ ROSELLO, J.A. Sistema CAD para el diseño de brochas para hacer estrías a compresión. -- Holguín; Universidad de Holguín, 1996. (tesis de grado).
3. FLORES ALCINA, J.L. Sistema CAD para el diseño de brochas cilíndricas de compresión. -- Holguín; Universidad de Holguín, 1996. -- 96 h.
4. HAWKES, B. The CAD/CAM Process. -- London: Pitman Publishing, 1988.
5. IVATSEVICH, Y. Datos de los certificados técnicos de las máquinas herramientas. -- Holguín: ISTHOLM, 1988.
6. KIRSANOVA, G. N. Manual para el curso de Proyección de Herramientas de Corte. -- Moscú: Editorial Machinostroenie, 1986..
7. NEFIODOV, N. Problemas y ejemplos del corte de metales y Herramientas Cortantes. -- La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1980.
8. PELAEZ VARA, J. "La máquina herramienta XI". Metalurgia y Electricidad. (España). 582, 186-196, Oct 1986.
9. PELAEZ VARA, J. "La máquina herramienta XXXIX". Metalurgia y Electricidad. (España). 619, 92-95, Feb 1990.
10. PEREZ RODRIGUEZ, R. Sistema CAD para el diseño de brochas cilíndricas de tracción. -- Holguín: Universidad de Holguín, 1991. .
11. QUESADA ESTRADA, A.M. Guía para el Proyecto de Curso de la asignatura Teoría e Instrumentos de Corte. -- Holguín: ISTHOLM, 1985.
12. QUESADA ESTRADA, A.M. Guía Metodológica para el cálculo de las Normas de Tiempo, de los procesos tecnológicos. -- Holguín: ISTHOLM, 1988.
13. RUIZ SANCHEZ, J. Metodología para proyectar, fabricar y explotar brochas cilíndricas. -- Holguín: ISTHOLM, 1989.
14. ROSSI, M. Máquinas Herramientas Modernas. -- España: Editorial Dossat, 1992-
14. YULIKOV, M. I. Proyección y fabricación de Herramientas de Corte. -- Moscú: Editorial Machinostroenie, 1987.