

## SISTEMA CAD-CAM : CONCEPTO GENERAL

Pedro Rosa, Oscar G. Zubielqui

SOFTWARE Ingeniería.

4 de Enero 2078, 3000 Santa Fe, Argentina.

### RESUMEN

En el siguiente trabajo tratamos de exponer brevemente los conceptos generales del Diseño y Control de Mecanizado por Computador. Se exponen además algunos métodos comparativos de programación a un CNC, ventajas y elementos a considerar para la incorporación de un sistema CAD-CAM. Por último nos referimos a nuestro propio desarrollo que denominamos Sistema CAMSI.

### ABSTRACT

In the following job we trying to expose concisely generals concepts of control and design of computer mechanized. Moreover we expose some comparatives methods of programing to a CNC, advantages and elements to consider for the system CAD-CAM incorporation. Finally we narrate our own development wich we denominate CAMSI System.

### CAD - DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADOR

Sobradamente conocidas son las ventajas de diseño utilizando CAD, entre otras se pueden mencionar la casi eliminación de cálculos geométricos en forma manual, la exactitud del dibujo elevada exponencialmente y la facilidad de administrar y estructurar información a partir de un simple dibujo.

Descartado totalmente el disenso respecto de la utilización de sistemas CAD desde estaciones de trabajo o simples PC, la pregunta es, como trasladar todo el potencial brindado por esta significativa prestación a la consecuente etapa final de todo desarrollo mecánico, el mecanizado, que por otra parte es la esencia y finalidad de todo esfuerzo de diseño.

### CNC - EQUIPOS DE MECANIZADO A CONTROL NUMERICO

Evidentemente las nuevas técnicas de diseño sólo pueden verse realizadas, empleando equipamientos suficientemente precisos para reflejar, en sus productos, las condiciones de errores preestablecidas. Conceptualmente los equipos de mecanizado a control numérico fueron creados para acotar márgenes de error, además del intrínseco aumento del poder de producción que brinda la automatización. Decimos entonces, que una herramienta a control numérico es precisa, o bien que para equipar una herramienta con un CNC, ésta debe cumplir con la condición necesaria de precisión. El común de los equipos ofertados en el mercado actual, trabajan con un error acotado en el orden de la milésima de milímetro, lo cual es suficientemente aceptable para casi todos los requerimientos de mecanizado.

Logicamente la precisión en los productos, realizados a partir de este tipo de equipos radica en dos aspectos; Exactitud de los mecanismos componentes del mismo y Disminución del error humano.

Claramente es posible explicar la exactitud de componentes, a partir de la electrónica. En relación al error humano, se trata de procedimientos programados y depurados antes de su ejecución contrapuesto a la sensibilidad y experiencia de un operador.

### PROGRAMACION DE UN CNC

La programación de un CNC, se realiza a partir de códigos de control, comandos, coordenadas y parámetros. Existen varias marcas y modelos de CNC que funcionan a partir de lenguajes desarrollados por sus respectivas casas matrices.

pero todos, aceptan la programación en DIN 66025 o ISO 6983.

Un programa consta de "N" cantidad de frases, dependiendo de la complejidad de la pieza a mecanizar y son introducidas al equipo mediante un tablero de mayor o menor sofisticación dependiendo del modelo, o a través de una interfase (comúnmente RS-232) o bien desde algún medio magnético de almacenamiento (cintas o discos). Aún existen CNC equipados con lectoras de cinta perforada.

### METODOS DE PROGRAMACION.

Podemos mencionar por lo menos tres formas de programar un CNC.

#### 1- Programación directa sobre el CNC.

Pasos previos; suponiendo el diseño a partir de tablero; a) Se deben realizar todos los cálculos geométricos necesarios para la obtención de; puntos notables, curvaturas, radios etc. transcribir coordenadas y valores. b) Incorporación de datos tecnológicos. c) Cálculo de compensaciones. d) Escritura del programa.

En este primer caso podemos concluir que, dependiendo de la complejidad de la pieza, y aún suponiendo esta de fácil realización, se está indefectiblemente trasladando al programa, el error humano cometido por; mediciones y cálculos previos, además de las obvias dificultades y/o incomodidades de la escritura de un programa de "N" líneas, en un tablero de CNC ubicado lógicamente, en el sector de producción.

Evidentemente, no es un método de procesos homogéneos.

#### 2- Programación directa a partir de CAD.

En este caso, se omiten los cálculos geométricos, reemplazándolos simplemente por la consulta directa al sistema. Esto es, suponiendo trabajos resueltos en dos dimensiones, caso contrario se debe realizar, a mano, todos los cálculos de compensación, por lo que estaríamos en el caso comentado anteriormente, o bien es un imposible.

El móvil informativo pasa a ser, a su vez, uno o muchos planos en papel, en donde se encuentran totalmente acotados todos los valores "necesarios" para que el programador de CNC pueda concretar su objetivo, lógicamente, es casi seguro que alguno o varios de ellos deban ser calculados por el programador que ve estos faltantes o bien, incurre en errores de interpretación.

Aceptando un resultado óptimo, logrado gracias a que contamos con un Programador de experiencia, debemos destacar también el trabajo adicional de oficina técnica que completo minuciosamente la información de cada plano, como si se tratara de un trabajo a realizarse en otra planta o más bien sobre equipos y medios convencionales.

Podemos concluir que esta metodología de trabajo, es relativamente aceptable, dependiendo de la capacidad y tipo de producción de cada planta.

#### 3- Programación por medio de CAD-CAM.

Evolución Operativa: a) Diseño y dibujo de planos bajo CAD. b) Creación de Programas CNC mediante CAM. c) Incorporación de datos tecnológicos.

La incorporación de un sistema CAM, resuelve todos los problemas de orden geométrico anulando completamente los errores de cálculo e interpretación y tiempos de programación. Con respecto a los datos tecnológicos, obviamente, cualquiera sea el método de programación, siempre deberán ser incorporados por el técnico especialista.

A simple vista, se puede concluir, que este es el método de programación, acorde con la tecnología empleada en el mecanizado, a partir de los equipos a control numérico. Más aún, este método es el "nexo" lógico y único entre el gran avance técnico para el diseño a partir de CAD y el notable progreso de eficiencia y exactitud de los equipos a Control Numérico.

### BIBLIOTECA DE PROGRAMAS (CNC - DNC Y PC)

Si bien mediante los métodos adecuados se logran tiempos de programación realmente óptimos, es lógico pensar en la creación de bibliotecas de programas, no solo para el caso de piezas standard sino también para casi todos los casos, puesto que la edición y corrección permite, muchas veces, acelerar procesos.

Un CNC standard tiene la capacidad de almacenar hasta 32 programas en memoria.

El almacenamiento de programas en CNC, tiene tres inconvenientes; el primero es que la memoria permanece en la máquina, mientras exista suficiente energía en la batería del equipo; el segundo corresponde a la capacidad y el tercero es la limitación de la edición a las posibilidades del propio tablero del CNC.

Para facilitar el almacenamiento de datos, los distintos fabricantes, proveen de periféricos, normalmente de soportes magnéticos. Estos periféricos solucionan el problema de almacenamiento, pero no aumentan la capacidad de edición del CNC.

La alternativa es la utilización de PC y sus correspondientes soportes, más aún, si el método de programación es mediante CAD-CAM. La comunicación se establece via RS-232, en casi todos los casos, para lo cual los CNC vienen equipados con sus respectivos puertos y programas, cuyos protocolos, la mayoría de las veces, son configurables.

### FACTORES A TOMAR EN CUENTA PARA LA ADQUISICION DE UN CAD-CAM.

Es evidente que el factor principal a tomar en cuenta, sobre todo en el ámbito de nuestras economías, es el precio, sin este escollo, no encontraríamos fundamento para negar la necesidad de tal inversión.

Podría decirse que un sistema CAD-CAM, se justifica únicamente en plantas donde el desarrollo y/o diseño es constante, en este caso el factor "tiempo" juega un papel importante. Pero como hemos visto, los beneficios de CAD-CAM van mucho más allá, además la producción en serie, no es sinónimo de estancamiento tecnológico.

Descartando la intención de incorporar el sistema, para el caso de empresas que no diseñan bajo CAD, el inconveniente más común y más difícil de solucionar, es la incorporación de este sistema de trabajo en oficina técnica. Esto se debe a que el cambio no es solo de herramientas (tablero por PC), sino que en realidad se trata de un cambio de métodos y fundamentalmente de "mentalidad".

### CUAL ES EL SISTEMA CAD-CAM APROPIADO

El primer interrogante es si el sistema debe ser un integrado CAD y CAM o bien dos sistemas compatibles entre sí. Para tomar esta decisión, debemos considerar que existen en el mercado sistemas CAD sumamente desarrollados y potenciados, tal es el caso de AutoCAD, con entornos tales como utilitarios, bibliotecas, editores, programas de ciclos, bibliografía, etc.

Evidentemente, la capacidad y soporte ofrecido por este tipo de sistemas es mucho mayor al que encontramos en uno del tipo integrado.

Otros factores a tomar en cuenta para la decisión son:

a) Compatibilidad entre CAM y marcas de CNC. El problema encontrado es el común de los sistemas, es la necesidad de instalarlos para cada marca y/o modelo de CNC. Esto se debe a que los programas generados por estos sistemas, utilizan funciones especiales y desarrolladas por cada fabricante de CNC.

b) Capacidad. Los sistemas se comercializan en forma modular, soportes para programación en 2D y 3D por separado, soportes para cada tipo de equipo (tornos, freadoras, electroerosión, etc.) y Post Procesadores para cada equipo en particular. La deducción inmediata es la proporción directa de inversión en función de la necesidad.

c) Soporte. Este factor está en relación directa con la complejidad del sistema adoptado. Es común encontrar, en quienes utilizan sistemas CAM, que los emplean en un grado mínimo de su potencial.

d) **Requerimiento de Hardware.** El común de los sistemas comercializados, poseen un alto grado de requerimientos en hardware. Un hecho corriente es el encontrar que no se puede resolver tal o cual problema por falta de memoria, sobre todo en los casos de resoluciones en tres dimensiones.

### SISTEMA CAMSI

El Sistema CAMSI, es básicamente un sistema CAM pero pensado y creado con el mismo criterio que se emplea para el desarrollo de programas Utilitarios.

Contrariamente a lo que sugiere un sistema de esta naturaleza, CAMSI es un sistema de modesta arquitectura y muy sencillo manejo pero con igual o mayor potencial operativo que otros.

Surge a partir de las siguientes necesidades:

a) **Menor Costo de inversión.** Para el desarrollo de CAMSI se priorizó la obtención de resultados sin considerar un tipo de interfase que solo facilitaría su comercialización.

b) **Un sistema que permita la utilización del potencial brindado por los sistemas CAD existentes.**

c) **Lograr un sistema compuesto por programas totalmente interactivos y funcionales que permitan una expansión y adaptación, según las necesidades de cada usuario.**

d) **Compatibilidad para distintas marcas y modelos.** Se logró mediante el empleo de rutinas propias definidas a un nivel interpretado por todos los CNC. Esta capacidad propia de CAMSI, hace relativizar la conveniencia del empleo de complejos CNC, puesto que el equipo más modesto estaría al mismo nivel potencial.

e) **Capacidad para obtener programas de mecanizado para: Tornos, Fresadoras, Electroerosionadoras y Centros de Mecanizado, sin necesidad de expandir el sistema.**

f) **Adaptabilidad del Soft al Hardware.** El sistema CAMSI, no posee requerimientos especiales en cuanto a tipo, calidad y velocidad del procesador, como tampoco a capacidad disponible en RAM, pero aprovecha toda la capacidad disponible en hardware y mejora su rendimiento en relación directa al soporte.

### ESTRUCTURA DEL SISTEMA

CAMSI está compuesto por los siguientes programas; a) Programas Codificadores CAD → CNC para dos y tres dimensiones. b) Programas Codificadores de Ciclos Fijos.

c) Editores Gráficos para Códigos CNC en dos y tres dimensiones.

d) Programas de Comunicación. e) Convertidores de Códigos CNC en Archivos de Intercambio para dos y tres dimensiones. f) Otros utilitarios. g) Archivos Configurables.

### PROGRAMACION EN CAMSI

La información de entrada se toma a partir de archivos de intercambio generados por cualquier sistema CAD, los mismos pueden corresponder a planos completos (acotados, rotulados, con distintas vistas, referenciados, etc.) o simplemente a gemometrias.

Para la generación de códigos CNC, el sistema CAMSI, no necesita la realización de cálculo alguno, como tampoco ninguna cota o referencia sobre los planos CAD.

No requiere seleccionar una a una las entidades de dibujo a mecanizar, como otros programas homologos.

El objetivo de CAMSI es utilizar todo el potencial que brindan los poderosos sistemas de diseño existentes en el mercado, por lo cual el trabajo de programación, propiamente dicho, puede comenzar a partir del mismo dibujo, esto quiere decir que CAMSI acepta e interpreta la información dispuesta en distintas Capas (Layer), tipos de líneas, etc. Por ejemplo, para generar un código de Roscado, dentro de un contexto general, puede existir un Layer a tal fin, al cual pertenezcan todos los roscados a mecanizar, de esta forma no solo se genera el código en forma automática sino que se tiene perfectamente estructurada la información en el archivo de dibujo.

La obtención de un código es un procedimiento muy sencillo, simplemente se indica el archivo (dibujo) referencial y a continuación se introducen algunos datos como; Cantidad de Desvastes (según la calidad de terminación que se desee), Datos de las distintas Herramientas a utilizar (o se aceptan las sugeridas). Luego de la aceptación de datos, el programa genera el código correspondiente al mecanizado de toda la geometría e incluye, si corresponde, instrucciones de cambio de herramienta, velocidades de avance y corte, cotas de seguridad, etc.

Si existiera, en el dibujo, información estructurada por Layer, el sistema propondría un camino de ejecución acorde al mismo.

Al terminar la ejecución, el programa indica la cantidad de frases generadas, la longitud total a mecanizar y el tiempo calculado para el mecanizado completo.

Para el caso de piezas, resueltas en tres dimensiones, el sistema puede componer y resolver situaciones de interpolación circular en el espacio, cosa que "no" pueden resolver los propios CNC por sí mismos.

#### CICLOS FIJOS

De esta forma se denominan a las rutinas correspondientes a; Perforados, Punzonados, Roscados y Mandriados. A cada rutina le corresponde un programa, estos pueden ser requeridos en forma automática por el programa principal, o bien, pueden ser utilizados en forma independiente para realizar algún ciclo aislado o para adicionar a un programa ya existente.

#### EDICION

El sistema CAMSI, posee editores de códigos CNC para dos y tres dimensiones, la finalidad de los mismos es la incorporación de datos tecnológicos de una forma sencilla y amigable.

Los editores de CAMSI, grafican la pieza a partir del código CNC generado previamente. El usuario puede identificar y asociar cualquier línea del programa CNC con su correspondiente representación gráfica e incorporarle cualquier tipo de parámetro o comando específico (condiciones de corte), para ello cuenta con ventanas de diálogo (totalmente configurables).

Para la utilización de estos editores, el usuario, no necesita ser un experto en programación CNC, más aun, puede llegar a desconocer totalmente los códigos que incorpora cada vez que introduce una corrección al programa.

Además de lo expuesto, los programas cuentan con la facilidad de; alternar entre pantallas gráficas y de texto, funciones de escala gráfica, movimiento de pantalla, selección de entidades, borrado e inserción de líneas, etc.

#### COMUNICACION

El sistema tiene incorporado los programas necesarios para establecer comunicación con un CNC, los mismos sirven tanto para enviar como para recibir listados. El protocolo de comunicación es totalmente configurable.

#### RECONVERTIDORES DE CODIGO

Estos programas transforman códigos CNC en archivos de "intercambio" interpretables por sistemas CAD. Fueron creados a partir de la necesidad de editar y/o recuperar códigos escritos directamente sobre un TNC. Su objetivo es el de potenciar la capacidad del CAM aprovechando toda información existente al momento de su implementación.

### OTROS UTILITARIOS

El sistema CAMSI, como ya se mencionó, está pensado para crecer en función de necesidades, para ello, todas las inquietudes y requerimientos de sus usuarios son utilizadas. La información recavada es transportada, según el caso a nuevos desarrollos o modificaciones. Todos los upgrates, son entregados sin costo a sus usuarios.

Los utilitarios actuales son: Numeradores, Chequeadores y Generadores de Códigos Paramétricos.

Actualmente se encuentran en desarrollo programas simuladores para 2D y 3D. Los mismos no fueron incorporados en un comienzo porque no brindan ninguna utilidad para la creación de códigos, sino para la verificación visual de resultados.

Está en estudio, la posibilidad de independizar totalmente, el código de programación CNC. A partir de esto, los programas obtenidos podrán estar escritos en el código de preferencia del usuario.

### ARCHIVOS CONFIGURABLES

Son los archivos utilizados por los distintos programas componentes del sistema para presentar, por ejemplo; mensajes, ventanas de diálogo y drivers. Todos están en formato texto por lo cual son de fácil modificación y/o ampliación.