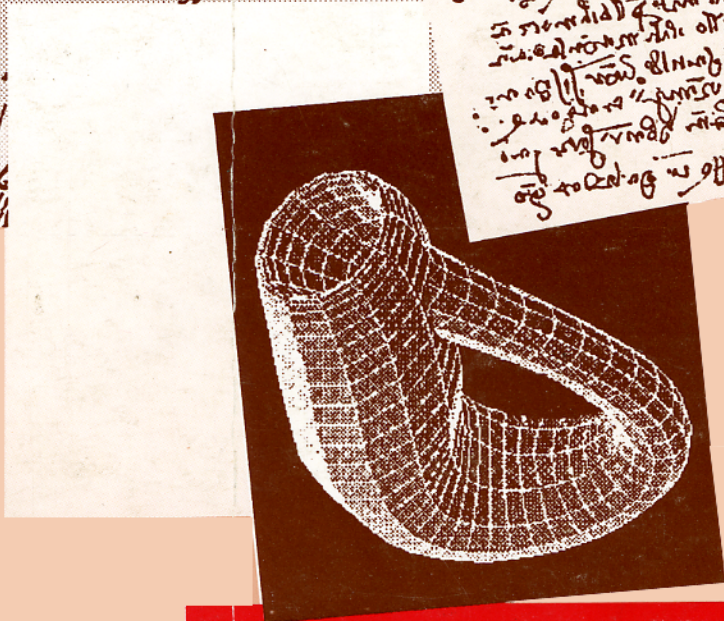
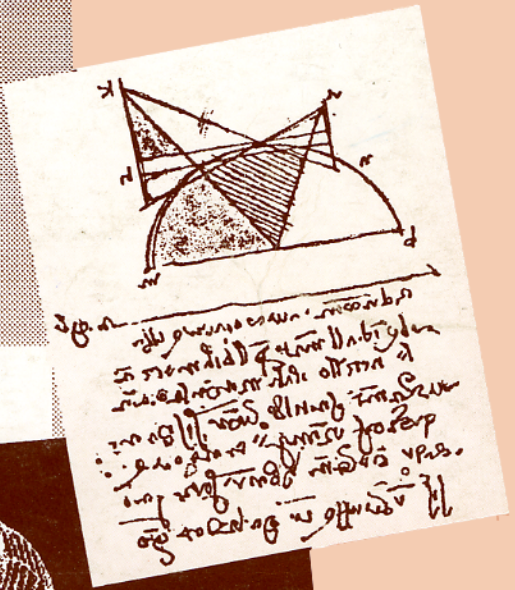
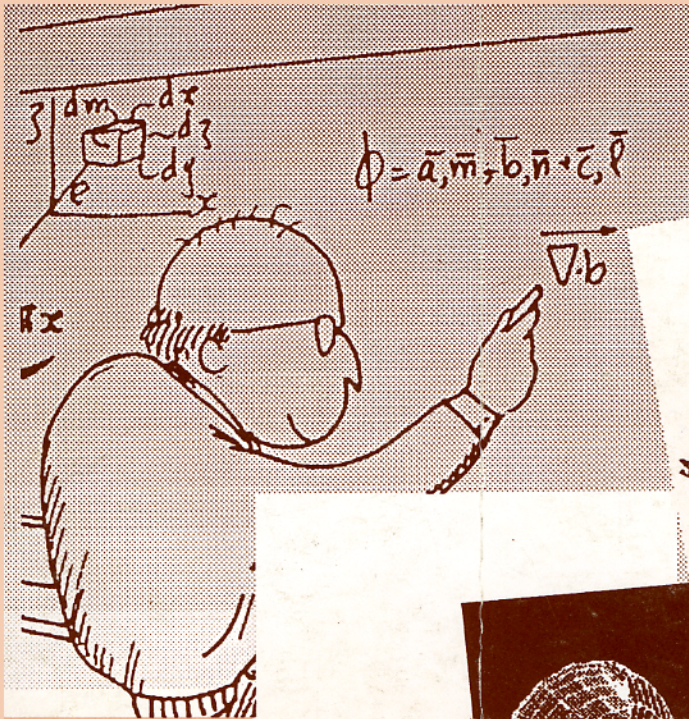


# Ingeniería

Revista de la Universidad de Costa Rica  
ENERO/JUNIO 1993 VOLUMEN 3 No. 1



## INTEGRACION DE UNA CELDA FLEXIBLE DE MANUFACTURA

P. Grasa, (\*)

O. Chavoza (\*\*)

### RESUMEN

La consideración de las necesidades de la pequeña y mediana industria, ha orientado la propuesta de un proyecto de investigación en el ITESM-CEM, cuyo objetivo es desarrollar una estructura automatizada de producción, en una instalación piloto, mejor conocida como Celda de Manufactura Flexible, para transferir el conocimiento y experiencia adquiridos a la industria.

En este trabajo se presentan los lineamientos generales para la integración de una celda flexible de manufactura a partir de máquinas-herramienta de control numérico y robots convencionales. Se establece la estructura jerárquica del sistema, las formas de operación, el tipo de programación, la gestión de herramientas y piezas y se describen las características de los equipos utilizados en este proyecto.

Hasta ahora el resultado del trabajo realizado por los Centros de Investigación en Informática y Sistemas de Manufactura ha sido la elaboración de software y hardware de una red local de comunicación, el sistema de supervisión, el de planeación, diseño y fabricación de pinzas aprehensoras, así como la instalación y puesta en marcha de los equipos.

### SUMMARY

The importance of taking in to consideration the needs of the small and mediun size industrial sectors has promoted the proposal for an investigation Project in the ITESM-CEM, whose objective is to develop an automated production facility in a pilot plant better known as the Flexible manufacturing Unit, in oder to he able to transfer information and experience in this paper the general pridelins are precented for the formation of a flexilbe manufacturing with starting with machine memoric control and conven.

### INTRODUCCION

El estudio y puesta en marcha de sistemas de manufactura por arranque de viruta, muestra que la evolución hacia sistemas flexibles y autónomos, garantiza el cambio de un tipo de producción a otro haciendo el mínimo de cambios en la configuración de los elementos del sistema, lográndose con esto, entre otros, el incremento de utilización de las máquinas normalmente subutilizadas; el aumento de rentabilidad, disminuyendo los stocks en proceso y de productos terminados; el mejoramiento de las condiciones de trabajo, suprimiendo las tareas fastidiosas y repetitivas; la obtención de una mejor calidad, suprimiendo por la automatización, los riesgos de fallas humanas.

En los talleres de maquinado de las pequeñas industrias se encuentran máquinas-herramienta de control numérico, pero su productividad se ve penalizada por los siguientes factores, entre otros:

- La programación y la puesta a punto de los programas.
- La gestión de herramientas, máquinas, piezas en bruto y maquinadas.
- El control de piezas.

No obstante, algunas de estas empresas cuentan con mucha experiencia en las técnicas de maquinado, y máquinas de muy buena calidad, lo que representa un parámetro de referencia. Esta

(\*) P.GRASA: Centro de Sistemas de Manufactura..División de Graduados de Investigación (ITESM) .Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey - Campus Estado de México.

(\*\*)O. CHAVOYA: Centro de Investigación en Informática.División de Graduados de Investigación (ITESM) .Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey - Campus Estado de México.



experiencia en maquinado es un factor de calidad y productividad que es difícil reemplazar en el estado actual del conocimiento. El proceso de corte es una tarea compleja, que requiere de mucha experiencia, y las técnicas de Inteligencia Artificial, no obstante los progresos alcanzados, aportan exclusivamente soluciones parciales.

Para la instalación y puesta en marcha de un sistema de producción automatizado se requiere de la definición de una estructura jerárquica, que separa el control del proceso (control de piso), de la parte operativa constituida por las máquinas-herramienta, los robots asociados a sus propios sistemas programables de control, así como los sistemas de entrada/salida de piezas. La liga entre estas dos partes constituye una tercera entidad.

El control de piso comprende las siguientes funciones:

- Secuenciamiento de operaciones sobre los equipos siguiendo un programa de fabricación, estas operaciones no son operaciones elementales debido a que cada equipo tiene su propio control programable.
- Monitoreo de la parte operativa; esta función constituye el lazo de retorno de la función de secuenciamiento.
- Gestión de las bases de datos que contienen los programas de manufactura, archivos de herramientas, seguimiento de producción.
- La liga con un nivel superior para la preparación de operaciones, acceso a otras bases de datos, etc.

La parte operativa agrupa el conjunto de máquina-herramienta, robots; bandas transportadoras; que puede no ser fija: es posible agregar o quitar equipo, sin necesidad de desplazamientos físicos, en función de la necesidad de fabricación.

El sistema es capaz de cumplir con las operaciones de manufactura correspondientes a los

programas ejecutados. Estas funciones se comandan por el control de piso. La parte operativa cuenta con la capacidad de informar sobre su estado de operación.

El enlace entre el control de piso y la parte operativa es viable solamente si el intercambio de información es rápido y seguro y se debe tomar en cuenta la diversidad de equipos de la parte operativa, a través de un módulo de interfaz programable.

## DESARROLLO DEL PROYECTO

Nosotros hemos retenido como idea fundamental la creación de una celda flexible que no disminuya la flexibilidad inherente a la posibilidad de utilizar las máquinas de manera autónoma. Por ejemplo si una pieza es difícil de manipular por los sistemas robotizados o fabricada unitariamente, ésta puede ser fabricada sin ninguna limitante extra.

En el caso de una falla de alguno de los elementos computacionales y/o de comunicación necesarios para el funcionamiento integral de la celda, las máquinas-herramienta pueden ser utilizadas individualmente, con la condición de tomar las precauciones necesarias de contar con los programas de maquinado para dicha aplicación. Las formas de operación son:

- Forma automática: El conjunto de la parte operativa funciona bajo el control de piso. El software del control de piso realiza todas las funciones:
  - \*La transmisión de programas de robots, de maquinado y bandas transportadoras necesarios para la manufactura de las diferentes piezas.
  - \*La ejecución de estos programas en función de las condiciones tecnológicas fijadas por el estudio de fabricación en función del estado de la celda.
- Forma D.N.C.: se utilizan las bases de datos del control de piso: Cada máquina es conducida por un operador que dispone de los comandos

para explotar los datos de los archivos administrados por el sistema computacional. Para garantizar la seguridad de los operadores, los robots quedan bloqueados. Esta forma de operación es utilizada para la fabricación de piezas difíciles de manipular de manera automática.

Es importante mencionar que gracias a la modularidad de la parte operativa, desde el punto de vista del control de piso, y por la serapación de las funciones: Gestión de bases de Datos-Control, el D.N.C. es teóricamente compatible con el modo de operación automática.

La programación se realizar en dos etapas:

- Programación de cada tarea, que se traduce por la hechura de los programas CN y los programas de los robots.
- Programación para el encadenamiento de las tareas, según el estudio de fabricación.

La programación de tareas se puede efectuar de manera diferente en función del equipo considerado y la presencia o no de un nivel superior externo:

- Programación directa a partir de la escritura del programa en forma de texto, utilizando algún lenguaje de alto nivel.
- Programación a pie de máquina, en modo DNC se recuperan los programas y se archivan en la base de datos.
- Programación de nivel superior, realizado en un sistema CAM, este método evita los errores.

No importa el método utilizado, el programa obtenido es memorizado en la base de datos y se crea automáticamente un archivo. La programación del encadenamiento de tareas utiliza un sistema basado en algoritmos genéticos que realiza una verificación de la coherencia.

La fase de producción es inicializada con la selección de las piezas a manufacturar, esta

selección se realiza en función de las herramientas de corte necesarias, el tiempo de maquinado, los dispositivos de sujeción, los órganos aprehensores y las demandas de producción.

Una vez que se ha realizado el análisis de fabricación (secuenciamiento de operaciones para cada pieza), esta información es transferida al sistema computacional, un programa de planeación arranca, este verifica la compatibilidad de las operaciones y determina la mejor estrategia de explotación. Este sistema de planeación no es ejecutable en tanto no se verifica la disponibilidad de los equipos: estado de las máquinas, presencia de piezas, presencia de herramientas, etc.

Después del arranque, la celda funciona automáticamente. Un operador puede intervenir a nivel de control de piso para modificar algunos parámetros, o para introducir las decisiones que no han sido consideradas en el sistema. El control de piso permite el acceso en forma explícita a toda la información sobre el estado del sistema y modificar solamente los parámetros autorizados.

Con objeto de lograr una protección contra los incidentes, la mejor opción consiste en utilizar técnicas seguras de funcionamiento. No obstante, es necesario hacer una supervisión de ciertas operaciones, teniendo como objetivo mínimo que ningún incidente provoque algún deterioro de los equipos. Esta supervisión puede realizarse con un conjunto de sensores y sistemas de visión, este último puede en particular controlar la dimensión de las piezas y verificar la realización real de maquinados.

En cuanto a la gestión de herramientas todos los datos (dimensiones, duración, etc.) de las herramientas utilizadas por las máquinas de la celda pueden ser controlados en una base de datos. El número limitado de herramientas disponibles se traduce evidentemente en una limitación de la diversidad de los maquinados realizables por la celda.

Una vez que se verifica la presencia de todos los elementos necesarios, antes del lanzamiento

de la producción, las piezas en bruto deben ser administradas por el sistema y limitado a las piezas compatibles con los montajes y los dispositivos de aprehensión.

Para nuestra instalación (figura 1) los equipos utilizados son:

- 1 Robot Cincinnati Milacron T<sup>3</sup>74.
- 2 Robots IBM 7576.
- 1 Centro de maquinado MAHO 700S.
- 1 Torno Maho GRAZIANO GR300C.
- 2 Bandas transportadoras.
- 1 PS80 (control de piso).

Para ser integradas en un sistema flexible de manufactura, las máquinas tienen que cubrir ciertas especificaciones tanto a nivel máquina, como en su control numérico. Las máquinas deben contar con un cambiador de herramientas, así como un almacén con un mínimo de herramientas. Esto garantiza la autonomía de funcionamiento para diferentes maquinados. El acceso al montaje de maquinado debe ser sencillo, este debe automatizarse. Para disminuir los tiempos de carga y descarga de pieza, una solución tipo "Pallets" aumenta la efectividad (centro de maquinado), es indispensable garantizar la evacuación de viruta.

Para el control numérico, su integración en una celda se traduce por un aumento en el número de funciones, en particular para la comunicación con el control de piso y la interpretación de las informaciones transmitidas.

El sistema computacional, incluye el desarrollo de software de comunicación, de gestión de datos, rapidez de tratamiento, capacidad, tiempo de acceso, interfase de comunicación, etc.

Debido a la diversidad de utilización de la celda y su estructura de control se utilizan tres robots uno de entrada al sistema, uno de carga y descarga de máquinas y otro de salida. Para su selección, fue necesario definir el volumen de trabajo requerido, y por ende su arquitectura y precisión.

## CONCLUSION

La puesta en operación de este proyecto nos ha permitido integrar un sistema flexible de manufactura a partir de equipos convencionales, desarrollando los elementos necesarios para dicha aplicación: interfase, desarrollo de software, sistemas de aprehensión, etc.

No obstante y con objeto de explotar de mejor manera la flexibilidad del sistema, es requisito fundamental iniciar un proyecto de manufactura integrada por computadora que nos permita la simplificación de las tareas de diseño, preparación y métodos de manufactura, etc.

## REFERENCIAS

- 1- Crosslev. *A decade of numerical control*. Annals de CIRP, Vol. 27, 01, 78, USA.
- 2- Grasa, P. *Application d'une metodologie d'analyse de la fabrication a un ilot de production de pieces mecaniques*. Memorias del Segundo Congreso Automatique-Productique, Paris, Francia, 1987.
- 3- Grasa, P. *Los sistemas flexibles de manufactura*. Revista Ingeniería Mecánica y Eléctrica, año XLII, Setp-Oct., 1989, México D.F.
- 4- Bottle, R. *Módulo de interfase programable*. Tesis de Maestría en Sistemas de Manufactura (Automatización). México, Mayo, 1992.
- 5- Chavoya, O., Junco, A., Grasa, P. *Automatización de la Celda de Manufactura del ITESEM-CEM. Niveles de Aplicación y Supervisión*. México D.F., Septiembre, 1992.
- 6- Chavoya, O., Junco, A., Grasa, P. *Automatización de la Celda de Manufactura del ITESEM-CEM. Software de comunicaciones*. México D.F., Septiembre, 1992.
- 7- Chavoya, O., García, F. J., Junco, A., Grasa, P. *Sistema de planeación para la celda de manufactura flexible del ITESM-CEM*. México D.F., Septiembre 1992.