

Técnica robotizada de producción: Tecnología de agrupamiento

Primera Parte

Para aprovechar a pleno los beneficios de la automatización conviene agrupar partes y procesos.

Ing. Marisa R. De Giusti *

Resumen

Este es el primero de una serie de cinco artículos donde se describen las actividades de estudio realizadas hasta el momento en el tema "Técnicas para la automatización de la producción", dentro de los objetivos del Programa Institucional de Robótica (PIR) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata.

Dentro de dicho tema, esta serie se dedica a la disciplina denominada Tecnología de agrupamiento, TA (Group Technology) o bien Tecnología de familias de partes, de gran interés para los casos de producción de piezas en lotes pequeños y medianos.

Introducción

El medio industrial actual posee una cantidad enorme de problemas relacionados con la manufactura de partes.

La producción de bienes, en particular, ha debido adaptarse al estado permanentemente cambiante de la tecnología, para satisfacer nuevos y exigentes requerimientos. Entre los problemas actuales podemos citar:

- La demanda creciente hacia productos de consumo con opciones y características especiales que satisfagan las necesidades particulares de un consumidor (adaptar el producto al gusto del consumidor, en lugar de pretender que éste se acomode a las características del producto).
- La tendencia creciente hacia una producción en lotes de pequeño tamaño, en concordancia con productos constantemente cambiantes.
- La demanda de una mayor confiabilidad de esos productos y de tolerancias más ajustadas para los componentes que van dentro de los mismos.
- La necesidad de procesar una variedad más amplia de materiales de trabajo con relaciones más altas de robustez/peso, tales como plásticos, cerámicos y materiales compuestos.
- La necesidad de minimizar tiempos de producción, a fin de evitar obsolescencias precoces.

Un esquema de producción altamente sincronizado, tal como el que se requiere para cumplir con los requisitos previos, puede ser organizado a partir de:

- Sistemas de diseño del producto que hagan uso intenso de recursos de cómputo para el diseño dimensional, el análisis de esfuerzos, las verificaciones estéticas, el aprovechamiento de las caracte-

terísticas de productos previos, etc. (CAD: Computer Aided Design; Diseño asistido por computadora).

- Técnicas que permitan el máximo aprovechamiento de los recursos disponibles de una planta en un dado proceso de producción (CAPP: Computer Aided Process Planning; Planeamiento de procesos asistido por computadora).
- Crecientes grados de automatización en la cadena productiva [máquinas de control numérico, robots, vehículos guiados automáticamente (AGVs: Automatic Guided Vehicles)]. En este ítem se engloba a todo aquel equipamiento controlado o programado mediante sistemas de cómputo (CAM: Computer Aided Manufacturing; Manufactura asistida por computadora).
- Sistemas de decisión gerencial apoyados por el manejo permanentemente actualizado de información (CAP: Computer Aided Planning; Planeamiento asistido por computadora).

Todas estas técnicas han llevado al desarrollo de la disciplina llamada "CIM" (Computer Integrated Manufacturing: Manufactura integrada con computación).

Para el caso particular del CAPP, existen ciertos valores estadísticos de producción en los EE.UU. [1] que evidencian la necesidad de optimización de este proceso:

- El 75 % de las piezas producidas mediante metal-mecánica en dicho país son fabricadas en lotes de menos de 50 piezas cada uno ("batch").
- En una fábrica convencional, el tiempo de proceso efectivo de una pieza es de aproximadamente el 5 % de su tiempo en planta (el resto lo pasa en tránsito o almacenada), y de este tiempo sólo en el 30 % está siendo procesada, en tanto el 70 % restante es tiempo de preparación de la pieza y de las maquinarias asociadas.

De la simple observación de estos números surge como altamente comprensible el interés en desarrollar técnicas y métodos que permitan minimizar los tiempos muertos y de preparación, a fin de obtener mejores aprovechamientos de las maquinarias [tiempo de trabajo/(tiempo de trabajo + tiempo de preparación)] y menores costos financieros causados por almacenamiento.

¿Qué es la "Tecnología de agrupamiento"?

El término "Tecnología de agrupamiento" (TA) o "Manufactura en familias de partes" define un método

* Miembro de la Carrera de Investigador de la CIC de la Pcia. de Buenos Aires - Integrante del CeTAD, FI, UNLP.

que procura analizar y acomodar todo el espectro de partes producidas por un proceso de manufactura, de acuerdo a las similitudes de maquinado y diseño, de modo tal de formar grupos o familias, racionalizando así el proceso de producción en lotes pequeños y medianos.

La *tecnología de agrupamiento* es una disciplina de fabricación en la cual aquellas partes que poseen características similares son identificadas y agrupadas en familias para utilizar ventajosamente estas similitudes. La clasificación de partes y su codificación está relacionada con la identificación de los elementos iguales entre las partes y la posterior relación de éstos con un sistema de códigos.

Las partes consideradas similares son así reunidas en las denominadas *familias de partes*: una familia de partes es una colección de partes similares ya bien por su figura geométrica y tamaño o debido a que se requieren pasos similares en su manufactura. Las partes de una familia pueden ser diferentes entre sí pero con similitudes suficientes para identificarlas como miembros de la misma familia (al sólo objeto de ejemplificación, según [2] una planta industrial puede fabricar 10.000 partes y agruparlas en apenas 50 ó 60 familias).

Debido a las características de diseño y manufactura similares entre aquellas partes pertenecientes a una misma familia, su procesamiento puede ser bastante parecido, dando como resultado un aumento de eficiencia en la manufactura al facilitar el proceso de diseño y disminuir el tiempo de preparación de maquinarias. El aprovechamiento de estas características se obtiene organizando el equipo de producción en grupos de celdas o estaciones de maquinado (*FMS: Flexible Manufacturing Stations; Estaciones de manufactura flexible*) para facilitar el flujo de trabajo.

Las similitudes entre las partes pueden ser de dos tipos:

- Atributos de diseño (tales como contorno geométrico y tamaño).
- Atributos de manufactura (la secuencia de pasos de procesamiento para hacer la parte).

Aún cuando los pasos de procesamiento para manufacturar una parte están a menudo fuertemente correlacionados con sus atributos de diseño, no siempre es así, y por ello los sistemas de clasificación y codificación están ideados para permitir las diferencias entre el diseño de partes y su manufactura.

En el proceso de diseño, la motivación en el empleo de un sistema de códigos es la de facilitar la recuperación de la información para propósitos de diseño y manufactura posteriores.

En el proceso de manufactura, el esquema de códigos puede ser usado en un sistema de planeamiento de procesos asistido por computadora (CAPP) para la generación automática de un plan de procesos u hoja de ruta para manufacturar la parte considerada.

Dicha ruta puede realizarse reconociendo los atributos específicos de la parte en cuestión y relacionando estos atributos con las correspondientes operaciones de manufactura; ello obliga a que el uso de este sistema deba ser precedido de una apropiada clasificación y codificación de las partes.

Beneficios del empleo de la tecnología de agrupamiento (TA)

Como toda nueva tecnología (y aún más cuando significa importantes movimientos de maquinaria y alte-

ración sustancial de planes de producción) la incorporación de la TA (y de la CIM) en una industria en general provoca resistencias y complicaciones.

En el caso de la TA, los problemas más importantes en su implantación son [2], [3]:

- El problema de identificación de familias de partes entre los muchos componentes producidos por una planta.
- El reordenamiento de las máquinas en la planta dentro de celdas de máquinas apropiadas.
- La resistencia general que se tiene ante los cambios.

Cuando estos problemas son resueltos con tecnología de agrupamiento se consiguen beneficios en las siguientes áreas:

Diseño de productos

En el área de diseño de productos, el beneficio principal se deriva del uso de una clasificación de partes y un sistema de código.

Cuando se requiere el diseño de una nueva parte el ingeniero puede dedicar unos pocos minutos para cifrar el código de la parte requerida, y en función de dicho código inspeccionar la base de datos de la empresa [4] sobre diseños existentes con código igual o similar, para ver si uno de ellos puede servir en la función deseada. Los pocos minutos invertidos en la búsqueda del archivo de diseño con la ayuda de un sistema de códigos pueden ahorrar varias horas de trabajo.

Como beneficio accesorio, el empleo de TA promueve la normalización en el diseño de ángulos, esquinas, tolerancias, etc., y con ello logra disminuir el número de herramientas y perfeccionar los procesos.

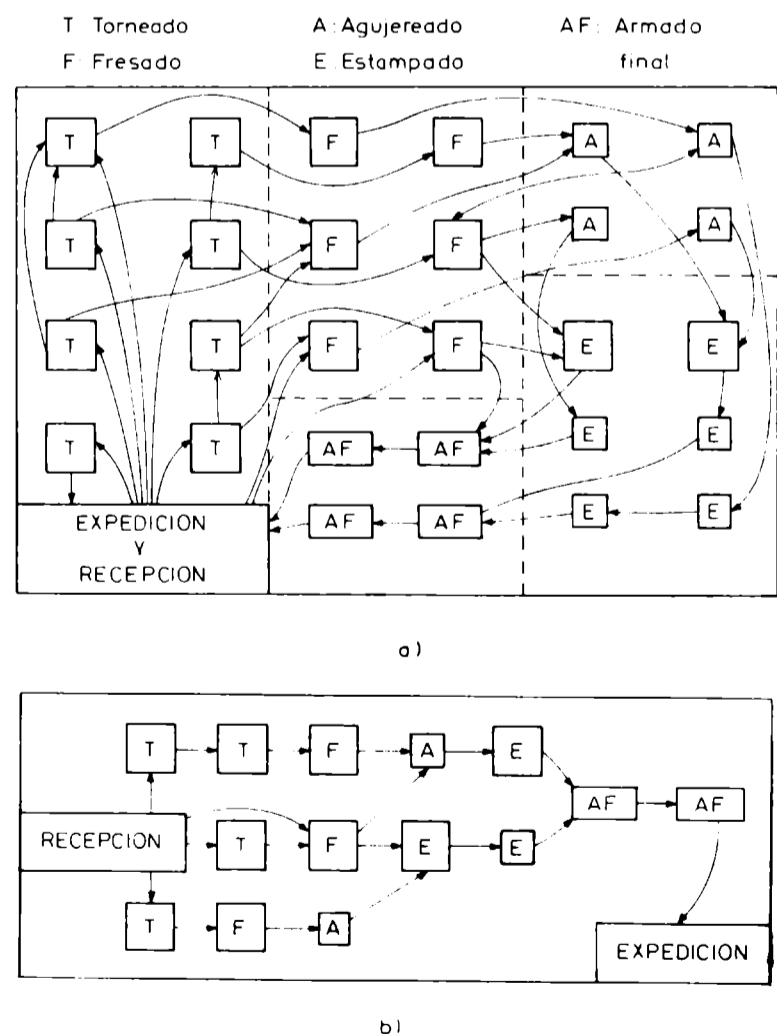


Fig. 1 — Manejo de materiales; comparación de métodos: a) arreglo tipo proceso; b) arreglo tipo TA. (Dibujo adaptado de [2].)

Maquinado y preparación de maquinarias

La TA tiende también a promover la estandarización de varias áreas de manufactura, entre ellas el tiempo de preparación de maquinarias y el maquinado en sí.

En ambos aspectos el objetivo es diseñar elementos de soporte y "palletización"* y herramientas que sirvan para acomodar y procesar distintas partes de una misma familia de piezas.

Por ello, las herramientas de trabajo en una celda TA no requieren cambios drásticos debido a la similitud de las piezas procesadas, lo que ayuda a disminuir el tiempo de preparación y hace más sencillo tratar de procesar partes en un dado orden, logrando una variación mínima de piezas para el maquinado.

Manejo de materiales

Otra ventaja resultante del empleo de TA es la reducción en el movimiento de las partes en proceso y los tiempos de espera.

El agrupamiento de máquinas que promueve el empleo de TA se presta por sí mismo a un flujo eficiente de materiales a través de la fábrica. El contraste es mucho más notable cuando la comparación se hace entre un agrupamiento tradicional por tipo de proceso y la TA, tal como se nota en la Fig. 1.

Producción y control de inventario

La planificación de la producción también se ve simplificada en la tecnología de agrupamiento, dado que:

- El agrupamiento de máquinas en celdas o áreas reduce el número de centros de producción a programar.
- El agrupamiento de partes en familias de partes reduce la complejidad y tamaño del problema del manejo de las partes (esto enfatiza a su vez la atención sobre las partes que no pueden ser procesadas a través de celdas de máquinas, y permite un análisis mejor orientado sobre su posible subcontratación, o fabricación fuera de línea).

Debido a los tiempos de arranque reducidos y al manejo más eficiente de los materiales dentro de las celdas de máquinas se reducen los tiempos de manufactura. Se estima que la productividad puede ofrecer

* En un sistema de fabricación en serie, se refiere al proceso de sujetar, separar, desplazar y/o rotar a la pieza sobre la que se está operando. (Nota de la DT de Revista Telegráfica-Electrónica.)

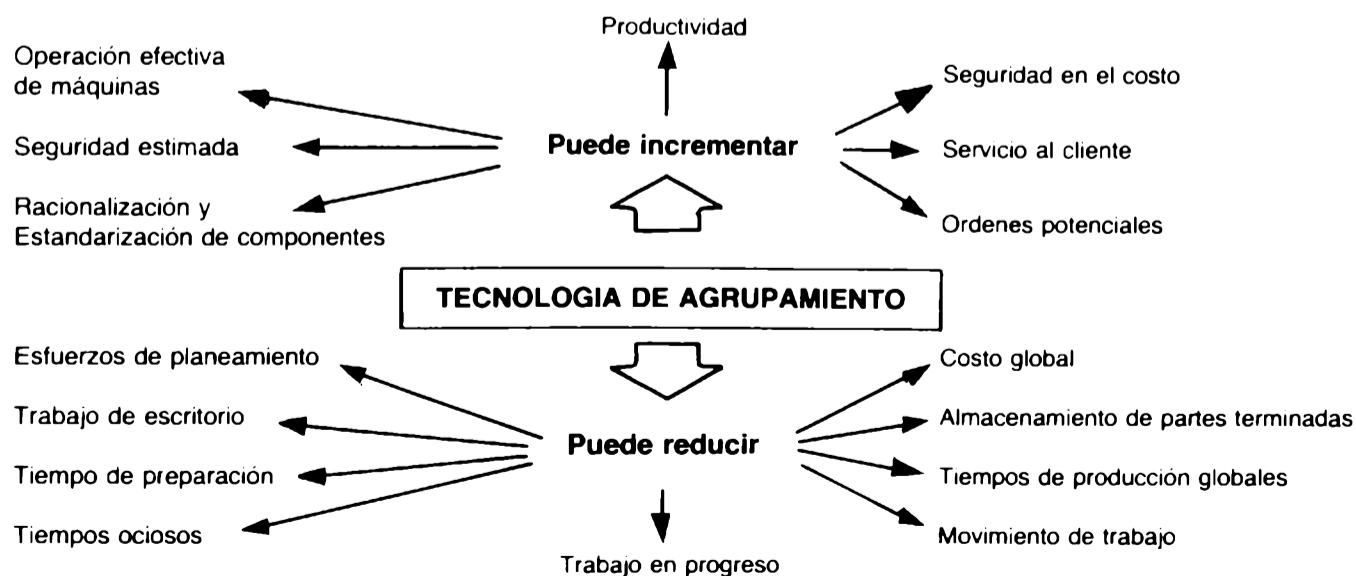


Fig. 2 - Logros principales de TA.

mejoras de hasta un 60 % y el inventario del proceso disminuir en un 50 % gracias al empleo de la TA [5].

Planeamiento de procesos

La planificación apropiada de partes y la codificación son pasos directos hacia un sistema de planeamiento de procesos automatizado. Sin embargo, aún sin la existencia del mismo, la estandarización obtenida mediante la TA permite conocer a qué familia pertenece la nueva pieza, y con ello su ruta general de procesos se conoce de antemano.

Control de calidad

El agrupamiento de maquinarias en celdas o áreas comunes permite que todo un proceso, desde el material en bruto hasta el producto final sea manejado por un pequeño grupo de trabajadores. Ello facilita el seguimiento de los distintos pasos de control de calidad, y permite asignar responsabilidades con mayor precisión, generando a su vez una tendencia positiva en lo que hace a la participación de los trabajadores en la gestión de calidad y en los plazos de producción ("grupos de calidad", "cero defectos", "justo a tiempo", etc.).

Los efectos de la TA fueron compilados por Thornley [6] y se visualizan en la Fig. 2.

Bibliografía empleada

Para la redacción de esta serie de artículos se ha empleado diversa documentación, desde alguna de tipo "divulgación" hasta artículos específicos sobre temas muy particulares.

Para el lector interesado en iniciarse en los conceptos y términos de la automatización fabril, y la integración de los sistemas de cómputo a este proceso, existe un excelente número con fines de "divulgación" de la publicación del IEEE Spectrum dedicado totalmente a estos tópicos [7].

También con un espectro muy amplio, debe recalcar la utilidad del libro de M. P. Groover [2], que en sus distintos capítulos encara los diferentes problemas de la automatización industrial, analizando y presentando claramente las ventajas y áreas de aplicación de la disciplina a la que se orienta este artículo.

Ya en particular sobre tecnología de agrupamiento, un reciente artículo de A. Kusiak y W. S. Chow [8] realiza un enfoque global, pero a la vez sumamente profundo y ejemplificado de los modelos y algoritmos desarrollados para TA (esta referencia ha sido la "columna vertebral" sobre la que se ha organizado esta serie de artículos).

A su vez, el mismo A. Kusiak analiza el empleo de disciplinas relacionadas con la Inteligencia Artificial en el diseño de sistemas de manufactura [9].

Por último, y como la publicación quizás de mayor nivel de artículos sumamente técnicos sobre el tema, debe mencionarse a la serie de *Transactions* del IEEE publicadas por la Sociedad "Systems, man and cybernetics". ■

Referencias

- [1] Merchant, M. Eugene: "Production: a dynamic challenge". IEEE Spectrum, EE.UU., Vol. 20, Nº 5, mayo 1983, págs. 36-39.
- [2] Groover, Mikell P.: "Automation, production systems and computer aided manufacturing". Prentice Hall, EE.UU., 1980, Cap. 18, págs. 537-563.
- [3] Kusiak, Andrew y Finke, Gerard: "Selection of process plans in automated manufacturing systems". IEEE Journal of Robotics and Automation, EE.UU., Vol. 4, Nº 4, agosto 1988, págs. 397-402.
- [4] Beeby, William D.: "The heart of integration: a sound data base". IEEE Spectrum, EE.UU., Vol. 20, Nº 5, mayo 1983, págs. 44-48.
- [5] Abou-Zeid, M. R.: "Group Technology", Industrial Engineering, mayo 1975, págs. 32-39.
- [6] Thornley, R. H.: "Group Technology - A complete manufacturing system". Inaugural Lecture, 14th, octubre 1971, University of Aston, Birmingham.
- [7] IEEE Spectrum, EE.UU., Vol. 20, Nº 5, mayo 1983.
- [8] Kusiak, A. y Chow, W. S.: "Decomposition of Manufacturing Systems". IEEE Journal of Robotics and Automation, EE.UU., Vol. 4, Nº 4, octubre 1988, págs. 457-471.
- [9] Heragu S. S. y Kusiak, A.: "Analysis of expert systems in manufacturing design". IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, EE.UU., Vol. SMC 17, Nº 6, noviembre-diciembre, 1987, págs. 898-912.

(Continuará)