

AUTOMATIZACION FLEXIBLE



diapo de chispas

67

En el ciclo de vida tecnológico de una industria se distinguen dos fases, una orientada hacia el producto y otra orientada hacia el proceso dentro de la evolución de una tecnología y sus aplicaciones, identificándose procesos de producción específicos para cada fase.

Al principio, cuando la innovación de producto es la forma predominante de innovación, habrá relativamente menor inversión en tecnología de producción y el proceso de fabricación será menos integrado y más flexible. En la fase de madurez, cuando predomina la innovación de proceso, las inversiones en tecnología de producción serán mayores y se dará un mayor énfasis a la eficiencia del proceso, en contraposición a la flexibilidad de la etapa inicial. Diferentes estudios de los años setenta y principios de los ochenta han confirmado empíricamente que las innovaciones de proceso aparecen concentradas principalmente en las fases de madurez y rejuvenecimiento de la industria, mientras otros estudios han reconocido que el modelo no es aplicable a cualquier industria. Por ejemplo, en industrias con productos indeferenciados (tableros), la secuencia que conduce a un diseño dominante o estándar no tiene lugar o por el contrario se produce muy rápidamente. En otras industrias (fabricación de muebles) la producción automatizada en masa no se llega a alcanzar nunca y la innovación es fundamentalmente de producto.

Ahora bien, aun teniendo en cuenta sus limitaciones de aplicación, el modelo sugiere que las empresas e industrias menos innovadoras serían las que estarían más automatizadas, principalmente porque tienen una mayor necesidad de eficiencia. Existen no obstante algunos trabajos recientes de análisis de casos de empresas que parecen sugerir una interpretación distinta según la cual, serían las empresas

e industrias más en tecnologías de automatización. Esta aparente contradicción puede explicarse por el distinto tipo de automatización que se está considerando en cada caso, la rígida de los años sesenta y setenta o la flexible de los años ochenta como el CAD/CAM, los Sistemas Flexibles de Fabricación (SFF) y el CIM (Fabricación integrada por ordenador). La diferencia entre los sistemas de fabricación en que se basan ambos tipos de automatización es muy importante, ya que con la automatización rígida la mayor eficiencia únicamente podía conseguirse disminuyendo la flexibilidad del proceso de fabricación, algo que sólo podían realizar las industrias maduras y menos innovadoras. En cambio, los modernos sistemas de fabricación permiten simultanear la flexibilidad y la eficiencia, de ahí su nombre de automatización flexible, objetivos que caracterizan a las empresas innovadoras en nuestro entorno. En Italia y otros países el ciclo de la innovación se ha reducido de tal manera en las nuevas industrias, que las empresas más innovadoras están integrando sus funciones de innovación de producto y de proceso. En estas empresas, la rápida introducción de productos competitivos en el mercado se consigue haciendo que el personal de diseño, ingeniería y marketing trabaje conjuntamente en grupos desde la fase de diseño a la de producción y comercialización. En estas industrias, la curva de innovación de proceso ha de seguir necesariamente la propia curva de innovación de producto, las tecnologías flexibles permiten simultanear la produc-

ción en masa o en lotes grandes de productos individualizados, circunstancia que antes del desarrollo de estas tecnologías no era en absoluto competitivo.

Se van a utilizar dos tecnologías flexibles que, de alguna forma, son evolutivas la una de la otra. Así, tenemos por una parte las Maquinas Herramientas con Control Numérico (MHCN) que se consideran ahora una tecnología flexible pero madura, y los Sistemas Flexibles de Fabricación (SFF) que es una tecnología más moderna y a otros equipos automáticos. Existen otras dos tecnologías flexibles, los robots industriales y los equipos de CAD (Diseño Asistido por Ordenador) que también se consideran en los estudios de automatización, pero que sin embargo no se han incluido aquí. El motivo radica en que por una parte, la difusión de los robots industriales ha estado muy concentrada en las industrias de automoción por distintas razones lo cual descompensaría el análisis que se pretende realizar, y por otra los equipos de CAD se utilizan básicamente en la fase de diseño pero no en la de fabricación.

Las MHCN suponen una evolución tecnológica respecto a las MH convencionales porque realizan de forma automática distintas tareas (cambio de herramientas, alimentación de piezas, programación de velocidades, etcétera) que en las máquinas sin control numérico tienen que ser realizadas por el operario, permitiendo obtener notables beneficios en términos de reducción de costes (las MHCN ahorran mano de

obra, existencias y espacio, y sustituyen a varias MH convencionales), y de mayor flexibilidad y calidad en la producción. Las MHCN fueron inicialmente desarrolladas en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (Estados Unidos) al principio de la década de 1.950, pero su difusión a gran escala no se inició hasta mediados de los setenta cuando la unidad de control numérico empezó a basarse en el uso de la microelectrónica. La rapidez de estas difusión se ilustra, por ejemplo, observando que la producción de MHCN en el total de MH producidas en los principales países de la OCDE aumentó del 25 por 100 en 1.976 al 56 por 100 en 1.984.

Por su parte, un SFF está formado por un conjunto de MHCN con cambiadores automáticos de herramienta, un sistema automático de manutención de materiales, y un ordenador central que controla el sistema. Los objetivos generales que justifican la introducción de SFF son mejorar la utilización de las máquinas al realizar automáticamente tareas complementarias, reducir las existencias y materiales en curso, aumentar la productividad de la mano de obra, y reaccionar más rápidamente ante los cambios del entorno. Los sistemas de máquina herramienta a los que por primera vez se les llamó SFF fueron construidos en 1.965 por la empresa Sunstrand Machine Tool en Estados Unidos y por la empresa Molins Machine en el Reino Unido. Otros SFF pioneros incluirían al construido en 1.969 por Heidelberger Druckmaschinen en cooperación con la Universidad de Stuttgart en la República Federal de



diapo de chica de rojo, control flex.

**EN ESTAS EMPRESAS , LA RÁPIDA
INTRODUCCIÓN DE PRODUCTOS COMPETITIVOS EN EL
MERCADO SE CONSIGUE HACIENDO QUE EL PERSONAL
DE DISEÑO , INGENIERÍA Y MARKETING TRABAJE
CONJUNTAMENTE
EN GRUPOS DESDE LA FASE DE DISEÑO
A LA DE PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN .**

Alemania, el sistema PRISMA construido por la empresa VEB Fritz Heckert en 1.970 en la República Democrática de Alemania, un sistema instalado por Fuji Xerox en Japón en 1.972, y un sistema expuesto en 1.972 en la Feria "Stanki-72" de Moscú (Tombak, 1.988b). Estos primeros desarrollos de SFF fueron en su inmensa mayoría de carácter experimental, y su difusión por las empresas fue muy lenta por el nivel de inversión y riesgo que suponían. No fue hasta que un creciente número de empresas había adquirido ya experiencia con otras tecnologías flexibles a más pequeña escala, como los robots industriales o las MHCN, y se había avanzado sustancialmente en el desarrollo de los microprocesadores y del software de integración como el MAP, que la utilización de SFF experimentó un fuerte crecimiento ya en la década de los ochenta.

En un análisis de 628 plantas estadounidenses de fabricación de maquinaria, encuentran que el nivel de adopción de MHCN estaba directamente relacionado con la edad de la planta, es decir, que eran las empresas más antiguas (y también las empresas multiplantas más que las uniplantas) las que con más probabilidad adoptaban la nueva tecnología. Estas plantas antiguas, dentro de cada una de las industrias, adoptaban las MHCN principalmente para recuperar competitividad frente al aumento creciente de competencia en su industria.

En 1.978, las empresas con menos de 100 empleados tenían una tercera parte del total de 50.100 MHCN instaladas en Estados Unidos. En 1.983 su participación había ascendido al 40 por 100 del mercado anual total y añadiendo el 15 por 100 del grupo de empresas entre 100 y 300 empleados, significa que la mayoría de las MHCN estaba instalada en PMES.

Esta distribución permite suponer que el tamaño de empresa y la concentración van a explicar negativamente la utilización de MHCN, es decir que sean industrias con mayor proporción de PMES y menos concentradas, las que tengan una mayor propensión a introducir MHCN. La razón principal aducida por 71,1 por 100 de las empresas, para introducir las MHCN fue aumentar la productividad de la planta, seguido a continuación por el deseo de mejorar la calidad del proceso de producción.

El modelo de difusión sectorial de las MHCN puede explicarse pues por varios factores, entre ellos también por la naturaleza del proceso industrial.

Hay tres grupos de industria: aquéllas con altos valores de coste unitario y bajo volumen de producción tendrían una producción

individualizada y, por lo tanto, muy flexible; las industrias con bajos niveles de costes unitarios y altos volúmenes de producción se corresponderían principalmente de productores en masa y poco flexibles; y aquellas industrias con niveles medios de costes unitarios y de volumen de producción tendrían una producción por lotes y de flexibilidad intermedia. Se determina así un diagrama en el que se clasifican las industrias manufactureras.

En el modelo de difusión sectorial de las MHCN se espera que la variable flexibilidad explique negativamente la adopción de MHCN. Es decir, que aquellas industrias cuyo sistema de producción sea menos flexible van a ser proporcionalmente más adoptantes de MHCN para aumentar así su flexibilidad y poder competir mejor en el mercado. En el modelo de difusión sectorial de las MHCN se espera que la variable flexibilidad explique negativamente la adopción MHCN. Es decir, que aquellas industrias cuyo sistema de producción sea menos flexible van a ser proporcionalmente más adoptantes de MHCN para aumentar así su flexibilidad y poder competir mejor en el mercado.

El modelo sugiere que la inversión en MHCN ha estado fuertemente asociada con el aumento de costes salariales, lo cual resulta lógico si se considera que una MHCN sustituye a tres o cuatro MH convencionales con el consiguiente ahorro de personal. También el modelo apunta el que el tamaño empresarial explica negativamente la introducción de MHCN, es decir que las MHCN tiene una difusión relativa mayor en las PMES que en las grandes empresas. La variable flexibilidad se comporta como se esperaba, confirmando otros resultados empíricos de que las industrias menos flexibles han utilizado las MHCN para aumentar flexibilidad y reducir costes, y competir una mayor demanda generalizada de flexibilidad en la producción.

Las variables utilizadas para explicar la difusión sectorial de los SFF son las que también se han empleado para el análisis de la inversión en maquinaria y MHCN, pero se añaden dos variables de la difusión de las MHCN en cada industria y que se espera que expliquen la difusión de los SFF. Estas dos variables son el número de MHCN por cada 1.000 trabajadores de producción, y el ratio de especialización tecnológica o relación entre el porcentaje de MHCN y el de MH convencionales de la industria. La hipótesis de partida es que aquellas industrias con mayor tasa de difusión o especialización en MHCN. La causa fundamental se debe a la relación directa que existe entre difusión de una tecnología y su aprendizaje.

Después de las primeras implantaciones de una nueva tecnología, las siguientes adopciones se “benefician” de la experiencia adquirida por la empresa en su manejo, mantenimiento, etcétera, por las incidencias positivas o negativas que se hayan experimentado. Por este proceso de aprendizaje no sólo se aplica a las tecnologías de forma aislada, sino también a la difusión de la tecnología que son evolutivas. Es decir, la experiencia y aprendizaje adquiridos con la implantación de una tecnología sirven de base para implantación de la siguiente generación de tecnología más avanzada y así sucesivamente hasta que se produzca un cambio radical en la tecnología que sirve de base a la industria. Este aprendizaje evolutivo es precisamente el que se produce desde las MHCN a los SFF. Al definir lo que constituye un SFF, se comentó que está formado por varias MHCN y otros equipos automáticos controlados por ordenador. Una empresa, por lo tanto, tendrá más posibilidades de obtener buenos resultados con un SFF, si previamente ha utilizado más intensamente y durante más tiempo las MHCN.