

Adaptación de la tecnología CAD/CAM

Investigador responsable: M.Sc. Ronald Bolaños Maroto
Departamento: Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Resumen

La producción actual deja rápidamente el concepto de producción masiva, para entrar en una más orientada al cliente, ya que la fabricación controlada digitalmente, hace posible fabricar series pequeñas, a veces piezas únicas, con un costo igual y a menudo menor al de las grandes series. El uso de tecnologías flexibles, como la CAD/CAM (Diseño y Manufactura Asistidos por Computador), permite esta adaptación instantánea, necesaria para la competencia y sobrevivencia en el mercado, inevitablemente globalizado, de hoy. Se estima que Costa Rica, podría exportar fácilmente más de \$500 millones/año, mediante la producción de partes mecánicas para la industria aeroespacial y automotriz, pero por limitaciones tecnológicas de las empresas nacionales, esta oportunidad se ha perdido durante años. Por ello, este proyecto de investigación pretende la adaptación de la tecnología CAD/CAM a las condiciones y necesidades de la industria metalmecánica nacional, para mejorar su productividad y eficiencia.

Abstract

The present production is moving rapidly from the concept of massive production, into a more customer oriented production, because of the digital-controlled manufacture, finally enable to produce short series, sometimes even unique pieces,

at a same cost and often inferior to the large series. The use of flexible technologies, like the CAD/CAM technology (Computer Assisted Design and Manufacture), allow an instant adaptation, necessary for competing and surviving in the present inevitably globalized market. Is expected that Costa Rica, could export easily more than \$500 millions/year, throughout the production of mechanical parts for the aeronautical and automotive industry, but due to the national companies technological limitations, this opportunity has been wasted for years now. So, rise this research project, that pretend the "CAD/CAM Technology Adaptation" to the conditions and needs of the national metal-mechanic industry, to improve their productivity and efficiency.

Definición del problema

Ante el proceso de globalización económica que existe a nivel mundial, Costa Rica se encuentra en una encrucijada, porque el nivel de desarrollo social que ha alcanzado el país, encarece nuestra mano de obra y hace poco competitiva la mayoría de nuestra industria en un eventual mercado libre; lo cual resulta evidente con la fuga continua de la industria de maquila hacia otros países de la región. Por ello, el gobierno ha orientado sus esfuerzos a la atracción de empresas de mayor nivel tecnológico (INTEL, por ejemplo), donde lo que interesa es mano de obra calificada, barata, comparable con los estándares de clase mundial.

Según estudios desarrollados por CINDE existe un nicho de mercado importante para la producción en series cortas de partes metalmeccánicas complejas, que podría generarle al país ingresos por exportaciones de más de \$500 millones/año y sustituir importaciones por más de \$20 millones/año. Un buen ejemplo son los moldes, que por ser productos no masivos, su costo final depende en gran medida del costo de la mano de obra calificada, por lo que, un molde fabricado en el país utilizando tecnología CAD/CAM, puede costar la tercera parte de su valor en el mercado internacional. Además al ser el molde un insumo básico para otras empresas (ensado de productos en la agroindustria, desarrollo de cobertores en la industria eléctrica-electrónica, fabricación de tubos y accesorios en la industria de construcción, etc.) su desarrollo fortalece a otras industrias al permitir la integración vertical.

Para definir una estrategia de desarrollo tecnológico, es importante analizar la evolución de un país como Japón, donde se notan tres etapas claramente diferenciadas:

1. Etapa de asimilación tecnológica, caracterizada por la subcontratación o copia de productos, en la que lo importante es penetrar el mercado internacional, usando para ello productos ya conocidos, con una calidad aceptable, pero más baratos.
2. Etapa de optimización tecnológica, caracterizada por una mejoría notable en la calidad de los productos, en la que lo importante es consolidarse en el mercado internacional, con una imagen de bueno y barato.
3. Etapa de innovación tecnológica, caracterizada por la creación de nuevos productos, en la que lo importante es abrir nuevos mercados mediante el desarrollo de productos revolucionarios que hagan obsoletos los ya establecidos en el mercado internacional.

Lo anterior es importante porque nos permite comprender que para desarrollar tecnológicamente una sociedad esta necesita, al igual que un niño, recibir el conocimiento en

forma gradual, sin precipitaciones. Pero debido a la diferencia del contexto socioeconómico y tecnológico de Costa Rica con respecto de los países desarrollados, la adquisición de nueva tecnología debe pasar por una fase de "tropicalización" de la misma, que permita adaptarla al nuevo entorno de trabajo, y explotar mejor nuestras ventajas comparativas, por ejemplo:

- Haciendo énfasis en la flexibilidad de los sistemas CAD/CAM, para producir piezas complejas en series cortas y variadas, optimizando al máximo el diseño y montaje de las piezas, para explotar con éxito la diferencia en el costo de la mano de obra calificada.
- Buscando la combinación óptima de la maquinaria tradicional con la moderna, logrando con ello disminuir la inversión inicial y aumentar los rendimientos económicos, ya que por problemas de economía de escala y capital de trabajo, la mayoría de nuestra industria no está preparada para desechar sus equipos viejos y reemplazarlos totalmente con maquinaria moderna.

En resumen, este proyecto pretende cubrir la primera etapa la asimilación tecnológica en el desarrollo nacional de la tecnología CAD/CAM, adaptándola en una forma adecuada a las necesidades y posibilidades de la industria metalmeccánica de Costa Rica.

Metodología de trabajo

Los retos que deben enfrentarse para lograr desarrollar la tecnología CAD/CAM en Costa Rica, se pueden resumir como sigue:

- Dado el alto costo de esta tecnología, es imprescindible lograr el autofinanciamiento del proyecto, mediante la creación de un sistema de divulgación de la tecnología que permita una vinculación efectiva con la industria.
- Ubicar nichos de mercado y crear paquetes tecnológicos para la explotación de los mismos, donde la introducción de la



Tecnología CAD/CAM brinde una ventaja sustancial sobre los métodos convencionales en cuanto a costo, calidad y productividad.

Para lograr los objetivos planteados, el desarrollo histórico de las actividades realizadas, es como se detalla a continuación:

1. Difusión masiva de la tecnología CAD/CAM (capacitación de más de 1000 personas del sector productivo, auspicio de actividades como ExpoCAD, seminarios, etc.). Se desarrollaron programas de capacitación que comprenden 10 módulos de 50 horas cada uno, para evaluar y promover los programas de computación seleccionados: AutoCAD, SmartCAM, 3D Studio y Algor. Esto a su vez, permitió financiar la creación de tres salas de capacitación perfectamente equipadas. Además se ofrecen servicios especializados de consultoría y la producción de bienes para promover en el sector productivo la gestación de una nueva cultura tecnológica.
2. Desarrollo de un paquete tecnológico que aumenta más de diez veces la productividad de la industria de moldes y reduce los costos en un 50%. El costo de este paquete es razonable (\$75 000), para las condiciones de la empresa metalmecánica nacional. Para asegurar que el paquete tecnológico desarrollado satisficiera a cabalidad las expectativas de la industria de moldes local:
 - Se realizaron pasantías en varias empresas (grandes, medianas y pequeñas), para determinar las necesidades de la industria de moldes, con lo que se adquirió un conocimiento profundo de sus métodos de trabajo y de la problemática que enfrentan.
 - Se realizó una investigación exhaustiva con la ayuda del Centro de Información Tecnológica, para ubicar programas de computación que cumplieran con varios aspectos: desarrollados para la plataforma PC (lo que implica un bajo costo), que fueran un estándar en el mercado (lo que garantiza su sostenibilidad), que pudieran

resolver en forma adecuada los problemas de la industria nacional de moldes.

3. Colaboración en la reconversión industrial de varias empresas (Moldes Industriales, APC, EPI, FEMA, etc.). Se realizó una campaña de promoción con varias empresas manufactureras y consumidoras de moldes para ubicar clientes potenciales para el paquete tecnológico desarrollado y que pudieran contribuir a sufragar los costos del mismo. De hecho todas las pruebas realizadas para revalidar el mismo, han sido financiadas por la empresa privada de varias formas: descuentos especiales en la compra del equipo y programas de computación a cambio de la publicidad de sus productos en los programas de capacitación; donación de equipo a cambio de la capacitación del personal de la empresa; concesión de parte de la producción de un contrato de exportación a cambio del desarrollo de los prototipos, diseño y manufactura de moldes.

Este método de desarrollo tecnológico, podría definirse como "aprender produciendo", en el que, a diferencia de una empresa convencional, una vez resueltos todos los aspectos que conlleva la producción de un bien, se inicia el desarrollo de otro producto de mayor complejidad tecnológica, en un proceso de superación continua para el personal participante (profesores y estudiantes). La participación de estudiantes como técnicos en la prestación de servicios, permite que los nuevos métodos de trabajo sean adquiridos durante el aprendizaje en una forma mucho más sólida y profunda, creando una nueva generación de técnicos e ingenieros más emprendedores, que podrían hacer la diferencia en un eventual salto del país hacia el desarrollo, ya que contarán con el conocimiento y la mentalidad que la industria requiere para enfrentar con éxito la competencia internacional, constituyéndose así en verdaderos agentes de cambio.

Resultados alcanzados

Este proyecto se ha desarrollado con gran éxito, pues ha cumplido con todas las expectativas



planteadas, se ha constituido en un modelo de desarrollo tecnológico, en el cual en lugar de la tradicional secuencia de investigación, divulgación, capacitación y prestación de servicios todas estas etapas se cubrieron simultáneamente, reforzándose una a la otra, logrando de esta forma, romper muchos estereotipos o barreras mentales, que inhiben a los investigadores a intentar nuevas soluciones a viejos problemas como: limitaciones presupuestarias, débil vinculación Universidad-Industria, complejos del subdesarrollo, etc.

Aún falta desarrollar la parte de transferencia de la tecnología hacia el sector productivo, para lo cual se ha venido trabajando con la Asociación de Fabricantes Metalmeccánicos y Metalúrgicos (ASOMETAL), con el fin de establecer una empresa modelo donde se demuestren estas tecnologías y se brinden servicios especializados a la industria metalmeccánica. Se pueden destacar dos logros importantes de este proyecto hasta el momento:

- Se ha logrado popularizar la Tecnología CAD/CAM en Costa Rica. La capacitación de más de 1000 técnicos e ingenieros del sector productivo, que han aportado a la institución un ingreso bruto de más de \$50 millones, prueba con creces este hecho.
- Al contar los empresarios con un programa de capacitación en tecnologías de punta, pueden reducirse en un 90% los costos ocultos de una reconversión productiva (mala selección de la tecnología, períodos prolongados de entrenamiento, operación ineficiente de los equipos), los cuales pueden fácilmente igualar la inversión en infraestructura y hacer quebrar una empresa. De hecho, si se comparan los procesos de reconversión industrial de las empresas "ATESA", que quebró teniendo resueltos los problemas de mercado (contrato con General Electric) y capital (préstamo de \$50 millones), y "Olympic Fibers SA", que está exportando con éxito, piezas mecánicas a la industria aeroespacial de los Estados Unidos, se tiene un buen ejemplo de ello.

En un país subdesarrollado, donde la pequeña y mediana industria tienen poco capital de trabajo, la reconversión productiva debe ser apoyada en su etapa inicial, para disminuir la quiebra de empresas, por ejemplo, si una pequeña empresa tiene la oportunidad de lograr un contrato importante en el cual requiere de equipo sofisticado, sería de gran ayuda para la misma si pudiera desarrollar sus prototipos e incluso la producción inicial en otra empresa, con la seguridad de que la segunda le trasladaría todo el conocimiento una vez resueltos los problemas y entrenado el personal de la misma.

Para que sea eficaz una estrategia de desarrollo tecnológico, todas las partes involucradas (gobierno, instituciones de educación e industria), deben unirse en busca de un objetivo común, el desarrollo de la nación. Por ello, el establecimiento de una empresa modelo brinda la oportunidad de reunir en un espacio común a todos los interesados y probar las ideas de unos y otros.

Muchos buenos proyectos de investigación desarrollados en las universidades, nunca llegan a implementarse en el sector productivo, porque nadie quiere correr el riesgo de experimentar con una técnica nueva. Por ello, el contar con una empresa modelo ligada a la universidad, permitiría ensayar y probar en forma productiva estas nuevas ideas, para luego transferirlas a las empresas interesadas.

El poder resolver problemas que la industria no puede resolver por sí misma, requiere contar no sólo con una infraestructura muy moderna, sino con recursos humanos muy calificados, con salarios superiores a los que se paga en el mercado de trabajo, ello desde luego implica la necesidad de crear una estructura independiente, que pueda responder con eficiencia y eficacia a las necesidades de la industria.

Financiamiento del proyecto

La inversión realizada en el proyecto hasta la fecha, puede estimarse conservadoramente en 100 millones de colones, según se detalla a continuación:

- Instituto Tecnológico de Costa Rica (15 millones de colones): aporte de infraestructura y del personal técnico necesario para desarrollar el estudio de mercado, la investigación tecnológica y la revalidación del paquete tecnológico desarrollado.
- CONICIT (15 millones de colones): compra del torno de control numérico y accesorios, compra de una estación de diseño (computadora, ploter y una licencia del software SmartCAM).
- Agencia de Cooperación Internacional del Japón (30 millones de colones): compra del Centro de maquinado de control numérico y accesorios. Además de la participación de 2 voluntarios japoneses por 3 años en el desarrollo del proyecto.
- Fundatec (30 millones de colones): remodelación de 3 salas de capacitación, compra de 50 computadoras, compra de 20 tabletas digitalizadoras, compra de software (21 licencias de AutoCAD, 14 licencias de 3D Studio, 13 licencias de ALGOR y 12 licencias de SmartCAM), compra de una red didáctica y un equipo de proyección, etc.
- Empresas (10 millones de colones): concesión de torno de control numérico pequeño, donación de 10 licencias de soft-

ware de manufactura, pago de gastos de capacitación y asesorías técnicas, etc.

Además con la empresa Autodesk, que produce el paquete AutoCAD entre otros, se acaba de establecer un convenio para usar 24 licencias de todos sus productos, pagando tan sólo \$4000, aunque el valor de mercado es de más de \$50 millones.

Referencias bibliográficas

- Carl Mac Hover (Editor). *The CAD/CAM Handbook*. Mc Graw-Hill, 1996.
- David D. Bedworth, Mark R. Henderson, Philip M. Wolfe. *Computer Integrated Design and Manufacturing*. Mc Graw-Hill, 1991.
- R. Soenen, G. Olling (Editor). *Advanced CAD/CAM Systems: State of the Art and Future Trends in Feature Technology*. Chapman & Hall, 1995.
- Louis Manzione. *Applications of Computer Aided Engineering in Injection Molding*. Gardner Pubns, 1987.
- Mikell P. Groover. *Automation, Production Systems and Computer Integrated Manufacturing*. Prentice Hall, 1987.
- Peter S. Vail. *Computer Integrated Manufacturing*. Pws Pub Co, 1988.