

Capacitación a estudiantes de ingeniería mecánica en mecanizado de alta velocidad

Training for mechanical engineering students in high speed machining

RAÚL ARMANDO SALAS-MOTIS^{1,2}, JOSÉ ESPARZA-ELIZALDE¹
Y ARTURO MORALES-BENAVIDES¹

Resumen

Se presenta una propuesta metodológica para capacitar a alumnos de la carrera de ingeniería mecánica en el mecanizado de alta velocidad para mejorar sus oportunidades de acceso al trabajo. La propuesta se basa principalmente en un análisis del mercado de trabajo, encuestas y entrevistas al personal de las empresas del sector del mecanizado, así como en los perfiles profesionales y necesidades formativas detectadas, además de documentación existente relativa a la industria del mecanizado. La investigación realizada en el año 2010 en el Instituto Tecnológico de Chihuahua (ITCH) sobre las necesidades y carencias formativas de estudiantes de ingeniería mecánica en el manejo adecuado del mecanizado por alta velocidad (MAV) arroja como principal resultado el que es indispensable el uso de un software CAM (manufactura asistida por computadora) para la generación adecuada de trayectorias de corte con el MAV.

Palabras clave: industria aeroespacial, manufactura asistida por computadora (CAM) MAV, maquinado de aluminio, planes educativos, velocidad de corte.

Abstract

It is presented a methodological proposal to train students in mechanical engineering career in the high-speed machining to improve Access to employment opportunities. The proposal is based primarily on a labor market analysis, surveys and interviews to with staff of companies in the machining industry, professional profiles and training needs identified, in addition to existing literature on the machining industry. Research conducted in 2010 at the Instituto Tecnológico de Chihuahua (ITCH) On training needs and wants of students of mechanical engineering at the appropriate management of high-speed machining (HSM) yields the main result, which is indispensable to use a CAM software (computer aided manufacturing) to generate cutting paths appropriate to the MAV.

Keywords: aerospace industry, computer aided manufacturing (CAM), HSM, aluminum machining, educational plans, cutting speed.

Introducción

Uno de los procesos de manufactura más usados en la producción de piezas metálicas es el corte con desprendimiento de material, conocido como mecanizado. En este proceso, una herramienta con filos cortantes penetra la superficie de una pieza desprendiendo el material en forma de viruta, hasta obtener el producto final. La demanda de componentes mecánicos de gran exactitud para sistemas de elevada precisión está aumentando considerablemente en los últimos años a nivel mundial. Este hecho ha provocado el desarrollo de nuevas tecnologías aplicadas a los procesos de corte como la aplicación del corte a altas velocidades (Coronado-Marín, 2005).

¹ Instituto Tecnológico de Chihuahua. Ave. Tecnológico #2909, Col. 10 de Mayo. Chihuahua, Chih., México. 31310. Tel: (614) 201-2000.

² Dirección electrónica del autor de correspondencia: rasalas@itch.edu.mx

En términos generales, el mecanizado de alta velocidad se refiere al proceso de eliminación de material de una pieza mecánica por medio de desprendimiento de viruta a velocidades de corte muy superiores a los utilizados convencionalmente, es decir, mayores a las 20,000 revoluciones por minuto (Krar et al., 2009). El aumento de las velocidades de corte es una forma de incrementar la eficiencia de los procesos productivos a través de la reducción de los tiempos de fabricación (Martínez-Aneiro y Sánchez-Battaille, 2007).

El mecanizado de alta velocidad (MAV) ofrece gran cantidad de virtudes cortadas en la unidad de tiempo y, como consecuencia, importantes reducciones de tiempos de mecanizado. Lo anterior se traduce en menores tiempos de fabricación y reducción de costos de producción, sobre todo para aplicaciones en la industria aeroespacial (Kalpakjian y Schmid, 2008). El mecanizado por alta velocidad se ha convertido en un proceso importante en diversas aplicaciones, como el fresado de componentes grandes de aluminio para aeronaves, donde las máquinas deben tener alta rigidez y precisión, requiriendo por lo general de dispositivos de sujeción de alta calidad para mantener su confiabilidad (King, 1992).

Para ampliar el campo de colocación laboral del egresado de ingeniería mecánica es necesario incorporar mano de obra calificada para atender las necesidades de la industria metal-mecánica nacional. En este sentido, cada vez es más evidente la necesidad de contar con instituciones de nivel superior especializadas en formar el recurso humano competente.

Para desarrollar una propuesta de capacitación a estudiantes de ingeniería mecánica, se realizó un análisis del mercado de trabajo del ingeniero mecánico por medio de un estudio exhaustivo de las necesidades y carencias formativas en las áreas de desempeño profesional para el ingeniero mecánico en la ciudad de Chihuahua. En dicho estudio (obtenido por medio de entrevistas con personal de las empresas del sector del mecanizado, como gerentes de empresas) poco más del 80% de los entrevistados mencionan al manejo del MAV como una ineficiencia en el recién egresado de ingeniería mecánica.

Partiendo de que el mercado laboral demanda habilidades sobre el manejo del MAV acordes con los cambios tecnológicos que se están produciendo en esta industria, se trabaja sobre el objetivo específico de desarrollar una propuesta para capacitar a los alumnos de Ingeniería mecánica en mecanizado de alta velocidad, utilizando un sistema CAM en su capacitación, y así mejorar sus oportunidades de acceso al mercado laboral.

Utilizaciones del MAV

Actualmente, las tecnologías de maquinado por arranque de material por viruta han ganado un gran interés e importancia desde la introducción del MAV (METALMECANICA, 2010), el cual permite obtener piezas con geometría compleja muy útiles en el sector del maquinado aeroespacial.

Entre los sectores industriales con amplia aplicación del MAV destaca principalmente el sector aeronáutico, debido sobre todo a que sigue siendo uno de sus objetivos el ahorro de combustible mediante la reducción de peso, sustituyendo el pesado acero empleado en los componentes estructurales de aviones, por aleaciones de aluminio con una excelente resistencia a la corrosión y con capacidad de mecanizado a alta velocidad (Ramírez-Medina, 2010).

Según la Dirección General de la Industria Aeroespacial de la Secretaría de Economía (SE) (2010), la perspectiva para las compañías del sector manufacturero es evolucionar de fabricación de partes de mediana complejidad, como se hace ahora, a manufacturas de bienes más complejos. Acorde con esta situación, la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial (FEMIA, 2009) en conjunto con el Consejo Mexicano de Educación Aeroespacial (COMEA, 2010) trabajan en el desarrollo de planes educativos para solventar la demanda que generará dicho sector, señalando que las compañías del sector requerirán personal calificado para operación de máquinas CNC, metrología dimensional, programación de rutas de corte en interfaces CAD/CAM, diseño de procesos y propuesta de nuevos diseños.

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2008), el futuro de

muchas armadoras es migrar a la producción de aeronaves para sustituir al automóvil en los próximos 25 años, adecuando sus prácticas para atender los requerimientos que establece la industria aeroespacial.

Según la FEMIA (2009), la industria de fabricación de aviones está cambiando sus planes y estrategias de producción para los próximos años, instalando sus nuevas plantas en territorio mexicano, lo que beneficiará a nuestro país, ya que se prevén alianzas y nuevas fuentes de empleo. Por ejemplo, según la Cámara Nacional de la Industria de Transformación (CANACINTRA, 2009), la industria aeroespacial en México crecerá de 100 fabricantes estadounidenses y europeos en el año 2004, a más de 350 para el año 2011.

Otro factor fundamental en la adopción del maquinado de alta velocidad ha sido el requisito para obtener una mejora adicional en las tolerancias dimensionales de las operaciones de corte, partiendo del hecho que al aumentar la velocidad de corte, la viruta elimina cada vez más el calor generado, por lo que la pieza de trabajo mantiene una temperatura cercana a la del medio ambiente. Esto resulta benéfico, porque no existe dilatación térmica de la pieza durante el maquinado (Rao, 2000). El MAV tiende a sustituir las pasadas de gran profundidad a baja velocidad de corte por muchas pasadas rápidas de menor profundidad de corte, obteniendo un considerable aumento de viruta desalojada (volumen de material por unidad de tiempo). Por ejemplo, no es lo mismo maquinar componentes y partes de tecnología estándar de mediana complejidad para la industria automotriz (Figura 1), que partes de vanguardia para la industria aeroespacial, pues esta última emplea la manufactura de alta velocidad, donde la rigidez mejorada de los centros de mecanizado actuales permite que la máquina corte más rápido y a mayor profundidad, logrando así una tasa más alta de remoción de metal.

Otro ejemplo es la aplicación del MAV en la fabricación de estructuras aeronáuticas (Figura 2), donde la tendencia es cada vez más hacia el diseño de componentes monolíticos, reduciendo al máximo el número de partes ensambladas, disminuyendo el peso y obteniendo un comportamiento mecánico más

homogéneo. En este tipo de piezas se elimina hasta un 95% del peso del bloque inicial en un tiempo mínimo.

Figura 1. Componente de mediana complejidad para la industria automotriz.



Figura 2. Moldura típica compuesta de paredes y suelos delgados.



Hasta hace poco, muchas de estas piezas eran producidas basándose en técnicas de prueba y error, actualmente con el correcto manejo del MAV y estrategias de maquinado simuladas por medio de computadora, las piezas son obtenidas en tiempos récord a costos mínimos (Groover, 1997).

De acuerdo con la recopilación y análisis estadístico de la información de entrevistas personales al personal de las empresas del sector del mecanizado, se propone la siguiente estrategia a seguir para capacitar al alumno de ingeniería mecánica en el mecanizado de alta velocidad:

Realizar prácticas: este recurso fue el más señalado por los encuestados en cuanto a su importancia para los logros de los objetivos del

aprendizaje. Es entonces muy importante su implementación buscando aprender mejor los conceptos; así, cuando el estudiante realiza los ejercicios deberá mecanizar las piezas en un simulador, para verificar la secuencia de programación y finalmente proceder al mecanizado de la pieza en una máquina real.

Según el Instituto de Máquina Herramienta (IMH, 2008), para un buen enlace entre la teoría y la práctica del maquinado se propone realizar actividades prácticas en distintos entornos (como laboratorios o talleres de la institución o en la planta industrial), en función de los acuerdos que la institución consiga con el medio productivo, logrando así un acercamiento de los estudiantes a situaciones reales de trabajo.

Otro recurso muy valioso, detectado principalmente en las entrevistas, fue la técnica grupal o aprendizaje colaborativo, que favorece la comunicación e intercambio de información entre los diversos alumnos que llevan el curso (ITCH, 2011).

Se distingue que el principal problema que acompaña a la implantación de la alta velocidad en aplicaciones prácticas es la "falta de un método adecuado". Para resolverlo, se trabaja en la definición de esta metodología para después pasar a fase de pruebas.

Las características generales de la propuesta metodológica de capacitación en MAV a seguir son las siguientes:

- *Formación presencial.* La opinión predominante es que este entrenamiento se debe impartir de manera presencial. Esta podría complementarse con adiestramiento a distancia, que permitiese una mayor libertad de horario a los receptores de la misma.

- *Duración moderada.* La duración preferida para los cursos se sitúa entre 10 y 40 horas. Parece que los cursos de menos de 10 horas se consideran insuficientes.

- *Combinación de teoría y práctica.* La gran mayoría se inclina por una combinación de formación teórica y práctica más o menos nivelada. En caso de predominio de uno de los dos tipos de contenidos se prefiere un predominio de la práctica, esta última,

con supervisión docente. Con este balance entre la teoría y la práctica se pretende desarrollar capacidades en el egresado que activen nuevos conocimientos, destrezas y habilidades para que el alumno las ponga de manifiesto en su vida laboral productiva.

- *La formación práctica se aconseja fuera del horario de clases.* Generalmente, se considera que sería mejor recibir ésta, o al menos una parte, fuera de las horas de clases debido a la variación de la duración de la experimentación requerida.

Conclusiones

Mediante el estudio en cuestión se concluye que es necesario el manejo de un sistema CAM (Manufacturing Aided Computer) con agilidad, disponer de conocimiento de las herramientas empleadas en este mecanizado, desarrollar las estrategias de mecanizado por alta velocidad y retroalimentarlas con los alumnos.

Dentro de los contenidos curriculares debemos garantizar el uso de herramientas informáticas para el diseño, el cálculo y la elaboración de proyectos. Así mismo, la formación de profesionistas debe concentrarse en la aplicación de procesos de manufactura, seguridad de ensamblado e ingeniería de diseño.

En el I.T.Ch, se trabaja en la fase de pruebas con la generación y difusión de documentación técnica sobre esta metodología con alumnos de últimos semestres que hayan cursado las materias de "Procesos de fabricación" y "Manufactura", y con alumnos que se encuentran elaborando sus tesis con temas afines, para obtener su título de ingeniero mecánico. Se espera acrecentar y perfeccionar la forma de trabajar con el MAV para ofrecer egresados altamente capacitados y actualizados.

Literatura citada

- CANACINTRA, 2009. Cámara Nacional de la Industria de Transformación. http://canacintrachihuahua.org.mx/images/revistas/revista_transforma42.pdf p36-37
- COMEIA, 2010. Consejo Mexicano de Educación Aeroespacial. <http://www.e-itesca.edu.mx/comeia/>
- Coronado-Marin, John Jairo, 2005. Economía en el maquinado para la industria metalmecánica. Universidad ICESI. Cali, Colombia, p39-46

- FEMIA, 2009. Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial, <http://femia.com.mx/>
- Groover, Mikell P., 1997. Fundamentos de Manufactura Moderna. Prentice-Hall Hispanoamericana, México p596-645.
- ITCH, 2011. Instituto Tecnológico de Chihuahua, <http://www.itch.edu.mx/academic/desacad/ofertaeducativa/mecanica.html>
- IMH, 2008. Instituto de Máquina Herramienta. <http://www.imh.es/>
- Kalpakjian, Serope y Schmid, S.R. 2008. Manufactura, Ingeniería y Tecnología, 5a. Edición. Pearson, México p778-787
- King, Frank, 1992. El aluminio y sus aleaciones. Limusa, Grupo Noriega editores México p248-250
- Krar, Steve F., Arthur R. Gill y Peter Smid, 2009. Tecnología de las Máquinas Herramienta, 6a. Edición. Alfaomega, México p.467-472, 642-668
- Martínez-Aneiro, F. y T. Sánchez-Battaille, 2007. Conceptos del maquinado con altas velocidades de corte en moldes y matrices. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cuba, p63-69. <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=225117649009>
- METALMECANICA, 2010. Revista "METALMECANICA" Edición 4 - Vol. 15, <http://www.metalmecanica.com/>
- PNUD, 2008. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, <http://www.undp.org.mx/>
- Ramírez - Medina, Leidy Janeth, 2010. Tesis Doctoral: Fatiga de aleaciones de aluminio Aeronáutico con nuevos tipos de anodizado de bajo impacto ambiental y varios espesores de recubrimiento. Dirigida por Dra. Mar Toledano Prados, UNIVERSIDADE DA CORUÑA, Junio, 2010. http://ruc.udc.es/dspace/bitstream/2183/7323/2/RamirezMedina_LeidyJaneth_TD.pdf
- Rao, P. N., 2000. Manufacturing Technology. Tata McGraw-Hill, New Delhi, p376-411
- SE, 2010. Secretaría de Economía, <http://www.economia.gob.mx>

Este artículo es citado así:

Salas-Motis, R. A., J. Esparza-Elizalde y A. Morales-Benavides. 2011: *Capacitación a estudiantes de ingeniería mecánica en mecanizado de alta velocidad*. *TECNOCENCIA Chihuahua* 5(3): 116-120.

Resúmenes curriculares de autor y coautores

RAÚL ARMANDO SALAS-MOTIS. Terminó sus estudios de ingeniería en 1992, obteniendo el título de Ingeniero Mecánico Industrial en el Instituto Tecnológico de Chihuahua (ITCH). Realizó su posgrado en el Instituto Tecnológico de Monterrey (ITESM), donde obtuvo el grado de Maestro en Ingeniería en Sistemas de Calidad y Productividad en 2005. Actualmente se desempeña como Jefe de Laboratorio de Manufactura y como docente en la cátedra de Manufactura Asistida por Computadora en el ITCH. Su área de especialidad es el maquinado por control numérico de aluminio en centros de maquinado con tres ejes simultáneos.

JOSÉ ESPARZA-ELIZALDE. Terminó sus estudios de ingeniería en 1981, obteniendo el título de Ingeniero Industrial Mecánico en el Instituto Tecnológico de Chihuahua (ITCH). Actualmente se desempeña como docente en las cátedras de Procesos de Fabricación en el ITCH. Su área de especialidad son los procesos de conformado de metales.

ARTURO MORALES-BENAVIDES. Terminó sus estudios de ingeniería en 1989, obteniendo el título de Ingeniero Industrial Mecánico en el Instituto Tecnológico de Chihuahua (ITCH). Realizó su posgrado en la Universidad Autónoma de Chihuahua, donde obtuvo el grado de Maestro en Administración en 2001. Actualmente se desempeña como Jefe de Depto. METAL-MECANICA y como docente en la cátedra de Circuitos Hidráulicos y Neumáticos en el ITCH. Sus áreas de especialidad son Planeación Estratégica, Sistemas Hidráulicos y Automatización.