

VIRTUALIZACIÓN DE LABORATORIOS DE LAS ÁREAS DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE FABRICACIÓN EN LA ETSIDI

J. Caja^{1*}, P. Maresca² y E.Gómez²

1: Nuevas Metodologías docentes en Ingeniería Mecánica y de Fabricación ETS de Ingeniería y Diseño Industrial. Universidad Politécnica de Madrid
e-mail: jesus.caja@upm.es web: [http://
http://innovacioneducativa.upm.es/informacion_grupo?grupo=207](http://http://innovacioneducativa.upm.es/informacion_grupo?grupo=207)

2: Nuevas Metodologías docentes en Ingeniería Mecánica y de Fabricación ETS de Ingeniería y Diseño Industrial. Universidad Politécnica de Madrid
e-mail: {[piera.maresca](mailto:piera.maresca@upm.es), [emilio.gomez](mailto:emilio.gomez@upm.es)}@upm.es web: [http://
http://innovacioneducativa.upm.es/informacion_grupo?grupo=207](http://http://innovacioneducativa.upm.es/informacion_grupo?grupo=207)

Resumen. *En este trabajo se indican las razones que han originado la virtualización de los laboratorios de las áreas de Ingeniería Mecánica y de Fabricación en la ETSIDI, como se ha realizado dicha virtualización, los resultados obtenidos, la implantación docente de dichos laboratorios y los trabajos futuros a desarrollar tras las lecciones aprendidas en esta experiencia.*

Palabras clave: Aprendizaje Activo; Elaboración material docente; Grupos numerosos de estudiantes; Metodología Aprendizaje Orientado a Proyectos; Objetos 3D; Simuladores /Laboratorios virtuales.

1. Introducción

Este proyecto tiene como objetivo la virtualización de dos laboratorios: Laboratorio de Fabricación Mecánica, vinculado al área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación y el Laboratorio de Vibraciones Mecánicas del área Ingeniería Mecánica de la ETSIDI [1,2]

2. Laboratorio de Fabricación Mecánica

Los procesos de mecanizado por arranque de viruta son unos de los temas fundamentales de las asignaturas relacionadas con el área de la Ingeniería de los Procesos de Fabricación. Para la realización de dichos procesos, actualmente se emplean máquinas-herramienta de control numérico (CN), que permiten la ejecución automatizada de los movimientos de mecanizado previa programación de los mismos.

La enseñanza de estos conceptos es eminentemente práctica y requiere una elevada inversión económica (máquinas-herramienta, herramientas de corte, material para mecanizar, ordenadores) y de espacio. Los grupos de prácticas han de ser reducidos para que los alumnos puedan probar sus programas de mecanizado y ver el comportamiento de las máquinas-herramienta. Además, para que los alumnos aprendan con la última tecnología disponible es necesaria la renovación de este tipo de equipos, que, sobre todo debido a los altos costes, resulta compleja.

Existen distintos simuladores comerciales que permiten realizar programas de CN, pero con la desventaja que son generalistas y no tienen en cuenta el entorno (máquina-herramienta que se emplea) [3].

Los entornos CAD/CAM permiten simular con un elevado grado de detalle distintas operaciones de mecanizado. El empleo de estos entornos, consigue, entre otras ventajas: reducir tiempos de programación, evitar impactos en máquina, generar trayectorias de mecanizado de piezas complejas, analizar el comportamiento de la máquina-herramienta empleada, simulación de máquinas-herramienta que físicamente no se disponen en el laboratorio, etc [4].

Para conseguir este elevado grado de detalle, es necesario modelar, previo a un proceso de medición, todos los elementos que intervienen en el mecanizado: pieza, preforma, utillaje y máquina-herramienta y realizar su ensamblaje de manera adecuada en el entorno CAD/CAM. Asimismo, habrá que crear un mecanismo, que simule los movimientos y características de las máquinas-herramienta. La Fig. 1a muestra la fresadora Odisea del y la figura 1b el torno Eclipse, ambos situados en el laboratorio de Fabricación Mecánica. La figura 2a y 2b, muestran los modelos 3D de dichas máquinas-herramienta.



Figura 1. a) Fresadora Real b) Torno Real.

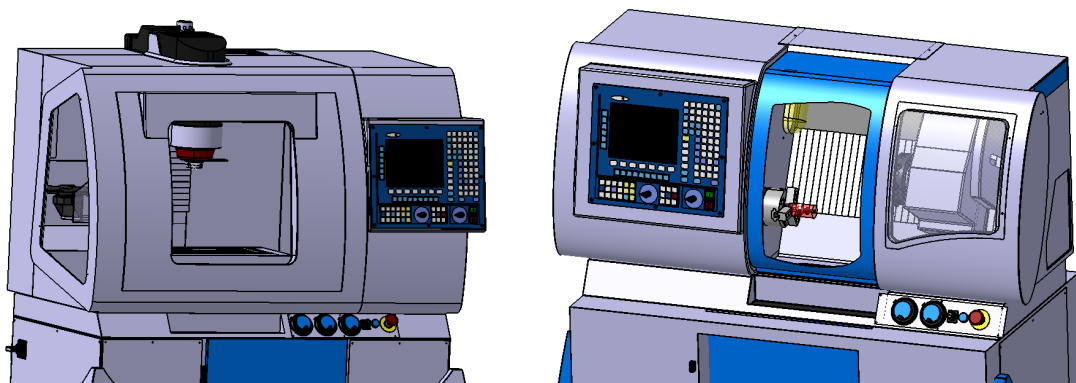


Figura 2. a) Fresadora Modelada b) Torno Modelado.

A partir del modelo 3D de la máquina herramienta, es posible integrar distintos procesos de arranque de viruta y analizar las distintas estrategias de mecanizado, teniendo en cuenta los movimientos de la máquina-herramienta (Fig. 3) y las posibles colisiones que podrían ocurrir. Esto permitirá evitar problemas que surgirían si se realizará el programa de mecanizado de manera directa en la máquina.

Finalmente, se ha desarrollado un manual de uso, que permita a los futuros usuarios de estos entornos CAD/CAM, simular las operaciones típicas de fresado y torneado y su integración con los modelos virtuales desarrollados.

Durante el siguiente semestre, se utilizarán estos modelos y manuales de uso en la docencia de la asignatura Fabricación Asistida por Ordenador, lo que permitirá validarlos y corregirlos.

Actualmente, y tras las lecciones aprendidas, los miembros del GIE están desarrollando modelos virtuales de otras máquinas-herramienta más complejas (y que no se encuentran disponibles físicamente en la Escuela) a partir de planos de la misma (Fig. 4a y 4b).

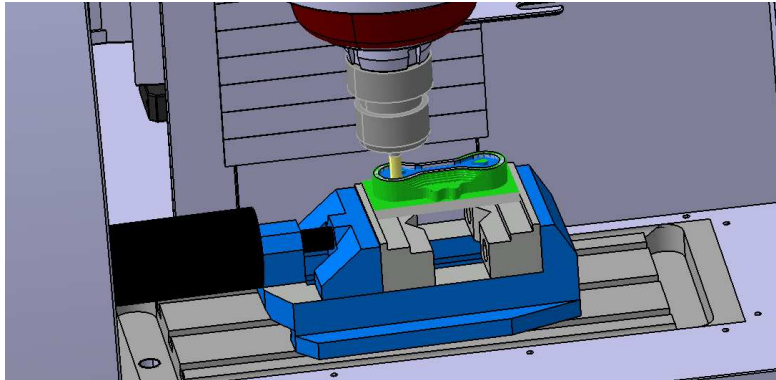


Figura 3. a) Simulación operación de fresado.

3. Laboratorio de Vibraciones Mecánicas

Las vibraciones anómalas suelen ser una primera indicación de una posible falla en las máquinas por lo tanto, su medición y análisis, resultan muy importantes en el mantenimiento predictivo de las mismas. Existen distintas máquinas de laboratorio para medir vibraciones, pero su complejidad y tamaño hacen difícil que los alumnos puedan interactuar el tiempo suficiente con ellas, para aprender y comprender el análisis de las vibraciones. La virtualización del Laboratorio de Vibraciones Mecánicas, además de disminuir drásticamente los costes asociados al instrumental necesario, aumenta la formación de los alumnos que puedan utilizarlo. Esto es posible gracias a la creación de nuevos escenarios basados en situaciones de medida reales, dando la posibilidad a los alumnos de enfrentarse individualmente a diferentes problemas y a su resolución.

El fin de la virtualización del laboratorio, es la implementación de una práctica virtual (en la web) y permitir a cada alumno su realización de manera individual. Para ello ha sido necesario tratar las mediciones de la máquina que se dispone en el laboratorio (Fig. 4). Con la ayuda de acelerómetros y los equipos de medida, se toman muestras y se tratan para mostrar unas gráficas y preguntar al alumno la interpretación de estas.

El trabajo realizado se dividió en varias etapas, la primera de ellas fue una etapa de documentación. En ella se hizo una revisión de antiguos proyectos con el objetivo de ver hasta dónde se había llegado y buscar un posible punto de partida. También se comprobaron los distintos lenguajes de programación y su mayor o menor afinidad con Arduino. En la segunda etapa, se desarrollaron dos programas distintos, el primero para la medición de los acelerómetros, el cual establece la comunicación entre el acelerómetro conectado al Arduino y a Matlab instalado en el PC y el segundo para la realización de la práctica en la web y que enlazara con las aplicaciones desarrolladas en Matlab (Fig. 4).

El programa permite seleccionar distintos archivos que contiene resultados de los acelerómetros que presenta la máquina de vibraciones real (medida en la escala temporal y en la escala de frecuencias), ver Fig. 5a. A partir de estos datos, los alumnos deberán responder a una serie de cuestiones y dar una estimación de la interpretación de los resultados (Fig 5b)

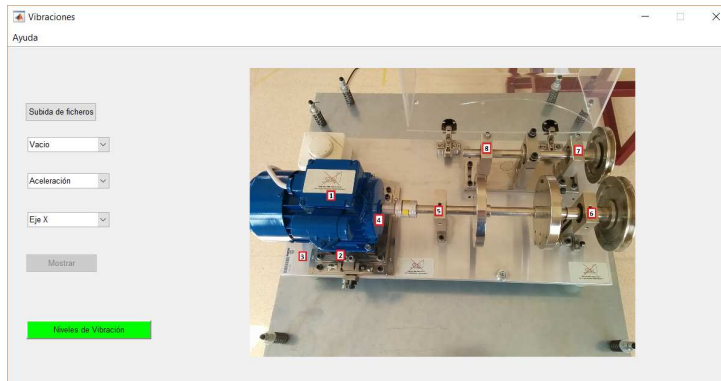


Figura 4. Máquina para medición de vibraciones y .Programa desarrollado en entorno Matlab.

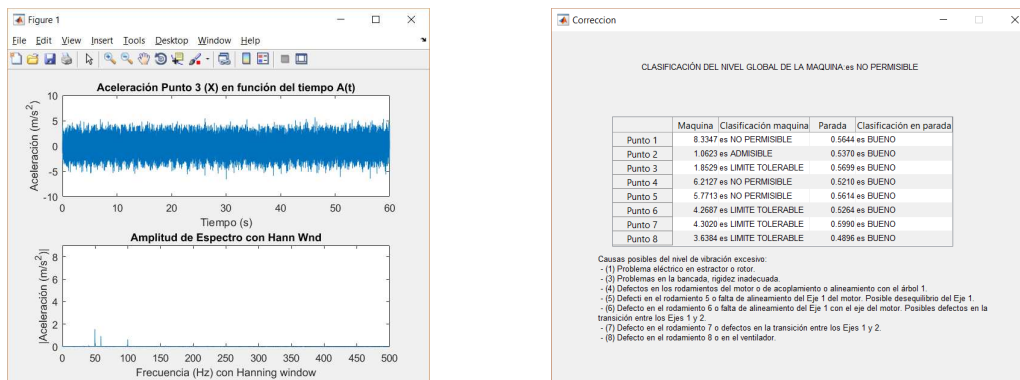


Figura 5. a) Ejemplo de medición b) Interpretación de resultados

4. Conclusiones

La virtualización de ambos laboratorios favorecerá el aprendizaje autónomo y flexible de los alumnos. Los alumnos podrán dedicar el tiempo que consideren oportuno para su proceso de aprendizaje. Mejorará las competencias genéricas de los alumnos, como por ejemplo la creatividad al incorporar las TIC y las tecnologías y herramientas de la Ingeniería Industrial en sus actividades profesionales. Conlleva un ahorro importante de dinero, genera situaciones de trabajo más dirigidas, y fomenta la participación del alumno en la generación de nuevos trabajos.

REFERENCIAS

- [1] B. Balamuralithara and P. C. Woods, "Virtual laboratories in engineering education: The simulation lab and remote lab", *Comput. Appl. Eng. Educ.*, Vol. 17, pp. 108–118, (2009).
- [2] M. Stefanovic et al. "An assessment of distance learning laboratory objectives for control engineering education", *Comput Appl Eng Educ*, Vol. 23, pp. 191–202, (2015).
- [3] Y. Ertekin et al. "Virtual 3-D Laboratory for CNC Machining and Automation Curriculum", 2013 ASEE Annual Conference & Exposition, June 23-26, 2013, Atlanta, Georgia.
- [4] S. Şeker, "Computer - Aided Learning in Engineering Education", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 83, pp. 739 – 742, (2013).