12º Congreso Nacional de Mecatrónica, ISBN 978-607-95347-8-3
Octubre 10 y 11, 2013. León, Guanajuato.

Integración de una Celda de Manufactura Didáctica en Ingeniería Mecatrónica

[1]Cano Corona Ariana, [1]Hernández Zempoaltecatl Rodrigo, [1]Pérez Serrano Froylan, [1]Aguilar Aguilar Alvaro

[1]Carrera de Ingeniería Mecatrónica, Universidad Politécnica de Tlaxcala,
Av. Universidad Politécnica No. 1, San Pedro Xalcatzingo, Tlaxcala
Teléfono: 01 246 46 5 13 00 ext. 2381

Resumen

En este trabajo se presenta una propuesta de integración de los equipos Motoman NX100 HP3 del laboratorio LT1 y el torno CNC EMCO 250 del laboratorio LT2 de la carrera de ingeniería mecatrónica, con el objetivo principal de ser un instrumento de apoyo en la impartición de asignaturas, en el desarrollo de proyectos estudiantiles, así como en proyectos de vinculación industrial para ofertar maquila de piezas según las necesidades regionales.

Los resultados obtenidos serán el diseño, simulación y propuesta de primeras prácticas didácticas; y en una segunda etapa de trabajo se realizará la integración física de los equipos para acercar a los futuros ingenieros a contextos más reales del ámbito profesional.

El impacto y pertinencia de este trabajo se destaca en que el perfil de egreso de mecatrónica promueve la integración sinérgica de elementos mecánicos, electrónicos y de control; con el fin de mejorar tecnologicamente las empresas de la región.

Palabras clave: Celda de manufactura didáctica, Mecatrónica, Robot Motoman, Torno CNC.

1. Introducción

Con el vertiginoso avance tecnológico, la mayoría de las empresas tienden a la automatización de sus procesos y esto puede realizarse a través de celdas de manufactura, lo cual permite incrementar la competitividad mediante la eficiencia en la producción, mejora de la calidad en los productos y la aceleración de los procesos.

De forma general las celdas están integradas por máquinas o centros de maquinado de control numérico, robots semi industriales y otros sistemas mecanizados para el manejo de materiales. Como la mayoría de estos equipos ya son automatizados es importante considerar su diseño y operación para integrarse de forma efectiva, así como la función final para la que se ensamblaran [1].

Los sistemas flexibles de manufactura (FMS), combinan el manejo de materiales con tecnologías automatizadas de máquinas y se clasifican de acuerdo con el número de máquinas y el flujo de material mecanizado [2]:

- Single machine cell (SMC)
- Flexible manufacturing cell (FMC)
- Flexible manufacturing cell (FSM)

De esta forma, los elementos básicos que debe tener un sistema flexible de manufactura son:

- Estaciones de trabajo, compuestas por estaciones de carga, descarga, estaciones de maquinado o algunas otras estaciones de proceso.
- Sistemas de almacenamiento y manejo de materiales, ya sean de movimiento independiente, para manejar una variedad de piezas o temporales.
- Sistemas de control computarizado, que es la interfaz entre las estaciones de trabajo, materiales y los otros componentes.
- Recursos humanos, para mantenimiento, programación de equipos y administración general de la celda.

En el ámbito académico las celdas de manufactura son escasas por su costo y porque la integración de equipos exige manejo específico de tecnologías modernas [3]. Las que actualmente ofertan las empresas son pre-diseñadas y poco acordes con las necesidades de los planes curriculares.

Por lo tanto, las principales ventajas de contar con esta herramienta didáctica serán: la simulación para el proceso de producción y para la distribución de puestos de trabajo y maquinaria, tratando de acercar a los estudiantes a un contexto real de una celda de manufactura. Otra ventaja será la disminución de costos para la adquisición de nuevos equipos, ya que se realizará el ensamble de los equipos con los que ya se cuenta en los laboratorios LT1 y LT2 de la institución, los cuales se enlistan a continuación:

Equipos LT1	Equipos LT2
2 robots semi-industriales Motoman NX-100 HP3	1 Torno semi-industrial CNC EMCO 250
1 Robot industrial Kuka KR-C1	1 Máquina universal de pruebas mecánicas AG-IC 100kN Shimadzu
2 Tableros de Neumática básica -Electroneumática	1 Torno convencional ZMM-Sliven
2 Tableros Hidráulica – Electrohidráulica	1 Fresa convencional Arsenal FV-301
3 PLC Simatic Logo	1 Taladro de banco Metalik PK203
3 PLC Simatic S7200	
3 PLC Simatic S7300	
3 PLC Festo FC34	
Software de Instrumentación virtual National Instruments	
Tarjetas de Adquisición de datos National Instruments	

Tabla 1. Equipos marcados que integrarán la celda de manufactura

2. Diseño de la Celda

Como se mencionó en la introducción, con la inminente presencia de las celdas de manufactura en el sector industrial, es primordial que los egresados de la carrera de Ingeniería Mecatrónica conozcan los principios básicos de funcionamiento, operación y mantenimiento.

Lograr las competencias propuestas en el perfil de egreso, exige ingenieros con desarrollo de capacidades y habilidades con práctica suficiente en contextos cercanos a la realidad, además de promover estrategias de enseñanza pertinentes a las necesidades del sector laboral al interior de la aulas de la Universidad.

La celda de manufactura flexible propuesta para la carrera de Ingeniería Mecatrónica de la UPTx es un arreglo de los equipos Torno CNC EMCO 250, robot Motoman NX100 HP3, banda transportadora de material, almacen y estación de trabajo, este diseño facilita la experiencia práctica para la producción de una familia de productos, ejecutando y reafirmando los conceptos adquiridos en las asignaturas del mapa curricular, como se puede ver en la siguiente Figura:

Figura 1. Asignaturas que serian beneficiadas en la elaboración de prácticas

La integración de la celda didáctica de manufactura tiene como propósitos fundamentales:

- Mejorar el desempeño de los egresados de ingeniería mecatrónica y su pertinencia con las necesidades del mercado laboral
- Capacitación continua de los docentes y a su vez poder ofertar capacitación a las MiPymes de las región

2.1 Elementos que constituyen la Celda de Manufactura

El diseño propuesto de la celda de manufactura didáctica esta compuesto por:

Robot Motoman NX100 HP3

Es un robot semi-industrial (ver Fig. 2) de seis grados de libertad con un controlador de 7 entradas y 6 salidas, carga máxima de 6kg, alcance de 80 cm desde su origen sin heramienta y +10 cm con ella.

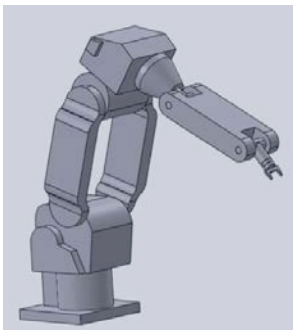


Figura 2. Robot Motoman NX100 HP3, disponible en el edificio LT1 de la UPTx

Torno CNC EMCO 250

Equipo semi-industrial con torreta de 12 herramientas, con diametro máximo de torneado de 85 mm, longitud máxima de torneado de 225 mm e interfaz robótica, aunque no tiene soporte para materia prima, el robot puede tomar y quitar piezas del chuck, como se muestra en la siguiente Figura:

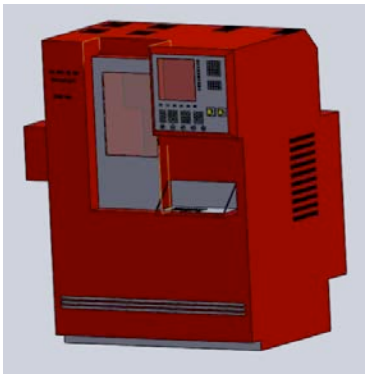


Figura 3. Diseño del Torno CNC EMCO 250, disponible en el edificio LT2 de la UPTx

Banda de trasporte

Constituida por rodillos de 2'' y perfil C200, motor eléctrico de 1Hp y moto reductor clásico de relación 1:10 para controlar la velocidad. Las dimensiones propuestas son de 1mt de largo por 0.20 mts de ancho y 1mt de altura (aunque se pueden hacer ensambles de las dimensiones que se deseen), como se muestra en la Fig. 4.

Almacen

Para surtir la banda trasportadora del material requerido para hacer las piezas de diseño con dimensiones de 3.5 mts de largo por 4.0 mts de ancho.

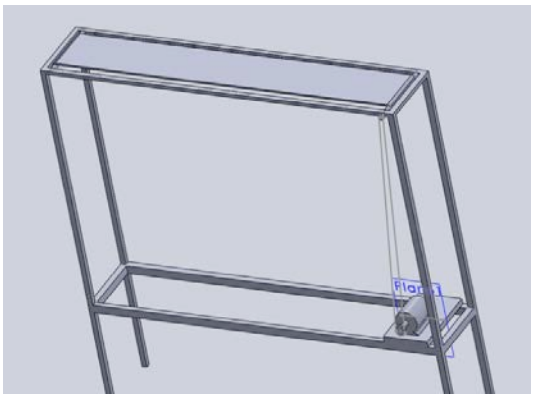


Figura 4. Banda transportadora para la celda de manufactura didáctica

Estación de control computarizado

Para realizar el acoplamiento de las máquinas que intervienen en el proceso de producción (ver Fig. 5), a través de una conexión física con tarjetas de tiempo real y conectores RS232, además de manejar el protocolo de comunicación de los equipos. Las características físicas que debe poseer son 4G de memoria RAM, disco duro de 500G, procesador i7, monitor de 22'', tarjetas de red, teclado y mouse.

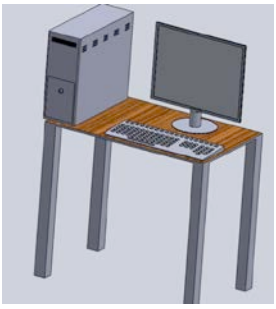


Figura 5. Estación de trabajo computarizada requerida para manipular los equipos de la celda

Para realizar la simulación de integración de la celda se uso el programa SolidWorks, enfatizando que se tienen licencias de este software para realizar prácticas y/o diseños.

Respecto del software para el control de la celda, se realizará a través del STEP 7 de Siemens ya que tambien se tienen en la institución Controladores Lógicos programables de esta marca y licencias del software para su uso sin restricciones.

3. Análisis de resultados

De acuerdo con los equipos que tiene la carrera de Ingeniería en Mecatrónica se muestra a continuación el layout (ver Fig. 6) de la integración de los mismos en una celda de manufactura didáctica que estara instalada en el laboratorio de Mecánica del LT2.

Este resultado es básico para el correcto funcionamiento de la celda ya que la distribución física de los elementos al interior del LT2 ya que nos permitirá asemejar el espacio de un sistema productivo real. Las dimensiones totales quedarián de 4.0 mts de largo por 4.5 de ancho dentro del laboratorio.

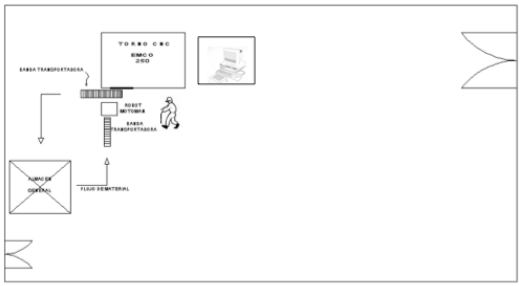


Figura 6. Diseño propuesto de la celda de manufactura didáctica.

La simulación de funcionamiento en 3D Solidworks con dimensiones reales de los equipos se muestra a continuación (ver Figs. 7 y 8):

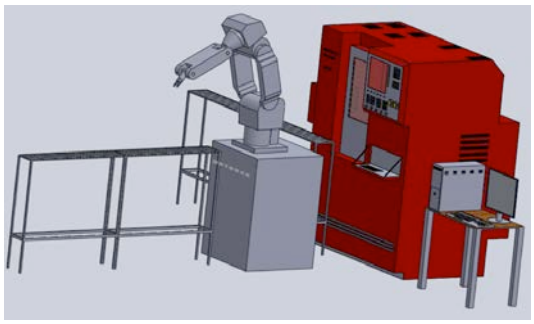


Figura 7. Diseño propuesto de la celda de manufactura didáctica en 3D

El costo aproximado de implementación se detalla en la tabla 2.

El avance que se tiene actualmente es del 40% ya que se tienen los equipos más caros en los laboratorios y se trabajará en la integración de los elementos restantes.

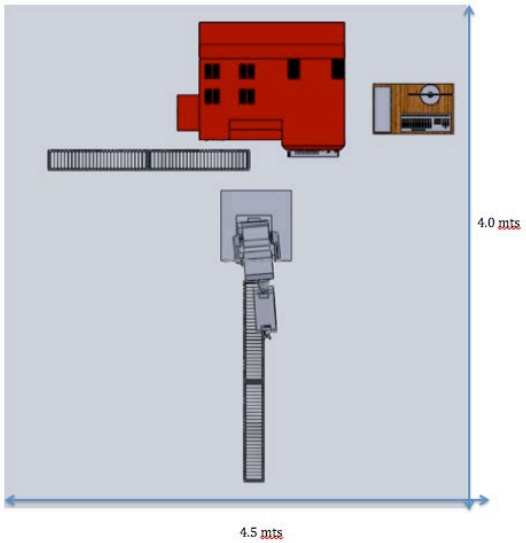


Figura 8. Vista superior del diseño de la celda de manufactura didáctica

Equipos Celda de manufactura	Costo
1 robot semi-industriales Motoman NX-100 HP3	$ 500, 000.00
1 Torno semi-industrial CNC EMCO 250	$ 2, 500, 000.00
Software de Instrumentación virtual National Instruments	$ 200, 000.00
1 PLC Simatic S7300	$ 15, 000.00
Tarjetas de Adquisición de datos National Instruments	$ 100, 000.00
1 Banda transportadora	$ 150, 000.00
Estación de trabajo computarizada	$ 50, 000.00
Total	$ 3, 515, 000.00

Tabla 2. Costo de implementación de la celda de manufactura

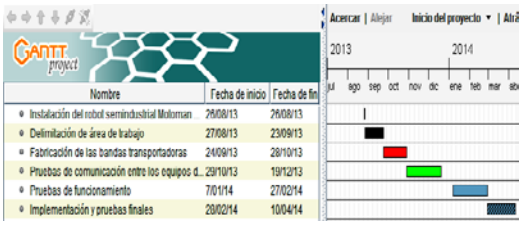


Figura 9. Actividades en gráfica de Gantt para la implementación

Las actividades planeadas para contar con la celda terminada se detallan en gráfica de Gantt anterior (Figura 9). Respecto a la elaboración de prácticas de las asignaturas que involucren el uso de la celda, ya se tiene la primera propuesta de seis prácticas en total, que estan en revisión por los docentes que imparten las asignaturas de procesos de manufactura,

redes industriales e integración de sistemas mecatrónicos, como se observa en la Figura 10.

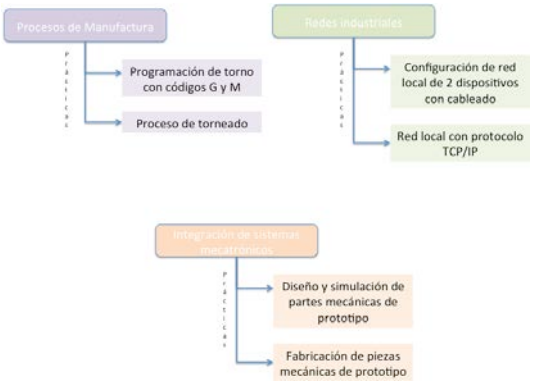
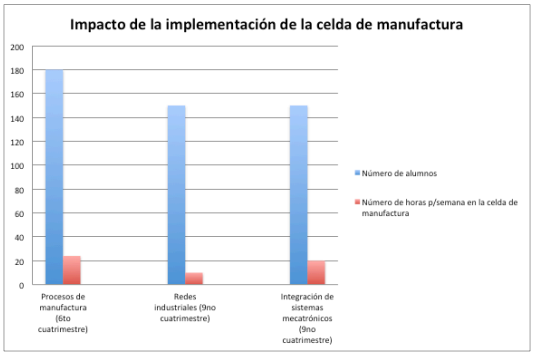


Figura 10. Prácticas didácticas por asignatura en la celda de manufactura

Asignatura	***Prácticas***	***Competencias a desarrollar***
Procesos de manufactura	Programación de torno con códigos G y M	El alumno será competente para generar códigos de maquinado de geometrias complejas
	Proceso de torneado	El alumno sera competente para realizar diferentes tipos de desbastes
Redes industriales	Configuración de red local de 2 dispositivos con cableado	El alumno sera competente para interconectar diferentes dsipositivos de un sistema mecatrónico
	Red local con protocolo TCP/IP	El alumno sera competente para realizar el control de sistemas flexibles de manufactura
I Integración de sistemas mecatrónicos	Diseño y simulación de partes mecánicas de prototipo	El alumno sera competente para desarrollar e integrar proyectos que solucionen problematicas regionales
	Fabricación de piezas mecánicas de prototipo	El alumno sera competente para decidir los mejores materiales de fabricación

Tabla 3. Comparativo de los sistemas de visión

Despues de la movilidad del robot Motoman al LT2 e integrar la celda de manufactura, el impacto educativo directo se observa en la siguiente gráfica:



Gráfica 1. Comparativo de los sistemas de visión

4. Conclusiones

El vínculo entre las instituciones educativas y el sector industrial es fundamental para el desarrollo óptimo y pertinente de los futuros ingenieros.

Respecto a los resultados obtenidos los modelos computarizados son útiles en las actividades de enseñanza-aprendizaje ya que permiten simular el comportamiento de procesos productivos muy similares a las situaciones reales y disponer de equipos semi-industriales que pueden integrarse en las intituciones educativas.

El desarrollo de una celda de manufactura didáctica permitira realizar prácticas que integren dos o más asignaturas y a su vez el desarrollo de competencias específicas de los ingenieros mecatrónicos que requiere actualmente el mercado laboral regional.

Otro beneficio académico, seria el uso de la celda de manufactura por parte de otras ingenierías de la Universidad (ingeniería industrial), así como la oferta de cursos mediante el programa de eduacción continua a empresas e instituciones educativas de la región.

Con estos elementos, será posible fortalecer la vinculación de la UPTlax con las empresas e instituciones de educación media superior y superior de la región, mediante la oferta de capacitación en el funcionamiento,

operación y mantenimiento de las celdas de manufactura al personal o estudiantado que lo requiera.

Reconocimientos

A la Universidad Politécnica de Tlaxcala, por el tiempo y las facilidades otorgadas, para la realización del proyecto

Referencias

[1] Mejía Moncayo C., *"Modelo para definición del layout de una celda de manufactura a través de optimización"*. Bogotá, Colombia, 2012.

[2] Jaramillo N. C., *"Sistemas de Manufactura Flexible, un enfoque estructural"*. Universidad Católica de Pereira. Colombia.

[3] Puga Velázquez E. S. Foyo Valdés S. A., Peñaloza Mejía O., *"Modelado de una celda de manufactura integrada por computadora"*. Conciencia tecnológica, Un. 39 Enero-Junio 2010, pp. 23-30. ITA, México.