

VENTAJAS COMPETITIVAS EN LA INTEGRACIÓN DE SUBSISTEMAS PARA LA REALIZACIÓN DE PROYECTOS DE FIN DE CARRERA EN INGENIERÍA MECATRÓNICA

COMPETITIVE ADVANTAGES IN THE INTEGRATION OF SUBSYSTEMS FOR THE REALIZATION OF END-GRADE PROJECTS IN MECHATRONICS ENGINEERING

José Antonio Aquino Robles

Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas del IPN.
jaquino@gmail.com

Cecilia Fernández N.

Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas del IPN.
cfernandezn@ipn.mx

Leonel G. Corona R.

Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas del IPN.
lcoronaramirez@hotmail.com

Resumen

En este trabajo se describen una serie de ventajas competitivas que se logra obtener en la integración de subsistemas, en la ejecución de proyectos de fin de carrera en ingeniería mecatrónica. Se parte del hecho de que la ingeniería mecatrónica es una rama que ha tenido una rápida evolución tecnológica. Por tal motivo se busca con ella capacitar a los estudiantes de ingeniería mecatrónica en diversas habilidades de integración. Y también se investigan estrategias de vanguardia para que adquieran los conocimientos que les permitan desarrollar los más completos y complejos diseños Mecatrónicos, de alto desempeño y con una gran eficacia. En consecuencia, se detallarán ejemplos de la integración de subsistemas que hicieron posible la realización de proyectos de fin de carrera que tuvieron un gran desempeño gracias a la adecuada integración de subsistemas con las que se crearon.

Palabra(s) Clave: Integración de subsistemas, control y automatización de máquinas mecatrónicas, ventajas competitivas, alto desempeño.

Abstract

This paper describes a series of competitive advantages that can be obtained in the integration of subsystems, in the execution of end-of-career projects in mechatronic engineering. It is based on the fact that mechatronic engineering is a branch that has had a rapid technological evolution. For this reason it is intended to train the students of mechatronics engineering in various integration skills. And we also investigate avant-garde strategies so that they acquire the knowledge that allows them to develop high-performance mechatronic designs with great efficiency. As a result, examples of the integration of subsystems that made it possible to complete end-of-grade projects will be detailed. Said Projects had a great performance thanks to the adequate integration of subsystems with which they were created.

Keywords: *Subsystem integration, control and automation of mechatronic machines, competitive advantages, high performance.*

1. Introducción

En estos tiempos (2018), la experiencia, los conocimientos tecnológicos, científicos y las habilidades necesarias para que un ingeniero diseñe modele y construya: una máquina, o un componente de ella; como puede ser un dispositivo o todo un proceso productivo automatizado, y además lo llegue a optimizar en algún aspecto. Son muy distintos de los necesarios hace apenas cuarenta y cinco años. Aun cuando los conocimientos científicos fundamentales en la formación de un ingeniero (la matemática, la física, y en su caso la química y la biología) son básicamente los mismos. Sin embargo, estos deberán ya suministrarse de forma transdisciplinar en la enseñanza de la ingeniería mecatrónica (Aquino, Corona Trujillo (2014). La diferencia patente y subyacente respecto a las épocas, es la disponibilidad actual de dispositivos digitales como los ordenadores industriales, los cuales son empleados para controlar grandes máquinas; diseñar y/o controlar procesos automatizados o diseñar y ayudar a construir dispositivos o componentes de estos complicados artefactos.

Una máquina automatizada diseñada hace cuarenta años, tendría complicadas articulaciones y levas las cuales definen la relación de movimiento coordinado entre las diversas estaciones ó etapas de la misma. En la actualidad, esas relaciones se realizan gracias a algún software de control, el cual permite la gestión por medio de hardware, ya sea una computadora o un autómata, o un micro controlador o procesador digital de señales Centinkunt (2007).

Un diseñador de un sistema electromecánico microcontrolado no sólo necesita saber principios apropiados de diseño mecánico, sino también conocer el hardware y el software de control, además de los sensores adecuados a fin de medir variables de interés y también las tecnologías de accionamiento. (Hidráulico, neumático, eléctrico etc.) Asimismo, también manejar las herramientas de diseño asistido por ordenador en todas estas áreas, juntamente con las herramientas de manufactura moderna, las cuales hacen posible que un Ingeniero Mecatrónico pueda diseñar la integración de todas las tecnologías necesarias, hasta el punto que pueda emplearlas eficaz y efectivamente, *Ibíd.*

Por antonomasia un Ingeniero Mecatrónico deberá ser un diseñador en la integración de subsistemas. Ello porque desde el punto de vista productivo. Es muy poco común en ésta era, el caso en el que todos los componentes de un sistema se diseñen desde cero para un proyecto productivo, científico e incluso académico, Aquino, Trujillo (2015). Con mucha frecuencia, y mediante la filosofía del diseño concurrente el Ingeniero Mecatrónico desarrolla la integración adecuada de subsistemas y mecanismos. Además de elegir tanto el hardware como del software según se requiera. A ese respecto es menester señalar que el diseño de dispositivos específicos con tecnología de vanguardia, se desarrolla en líneas de investigación científica o mejor aún de; investigación tecnológica en estudios de nivel graduado (postgrado). Por lo que a nivel pregrado (licenciatura), lo más trascendente desde el punto de vista educativo, en cuanto a la virtud en la habilitación y preparación del Ingeniero Mecatrónico es: la eficiente habilidad que tenga integrando y seleccionando subsistemas, de las más diversas tecnologías para finalmente desarrollar máquinas y sistemas Mecatrónicos Calderón, Forero, Chio (2011).

2. Métodos

El modelo antiguo para el diseño y construcción de un producto electromecánico incluía, ingenieros que diseñaban los componentes mecánicos. Ingenieros que diseñan los componentes eléctricos, como actuadores, sensores, amplificadores, así como el diseño de la lógica y los algoritmos de control. Ingenieros que diseñaban la implementación del hardware y software, para controlar el producto o proceso en tiempo real.

La analogía entre un sistema controlado por un ser humano y un sistema controlado por computadora se muestra en la figura 1 (Centinkunt 2005).

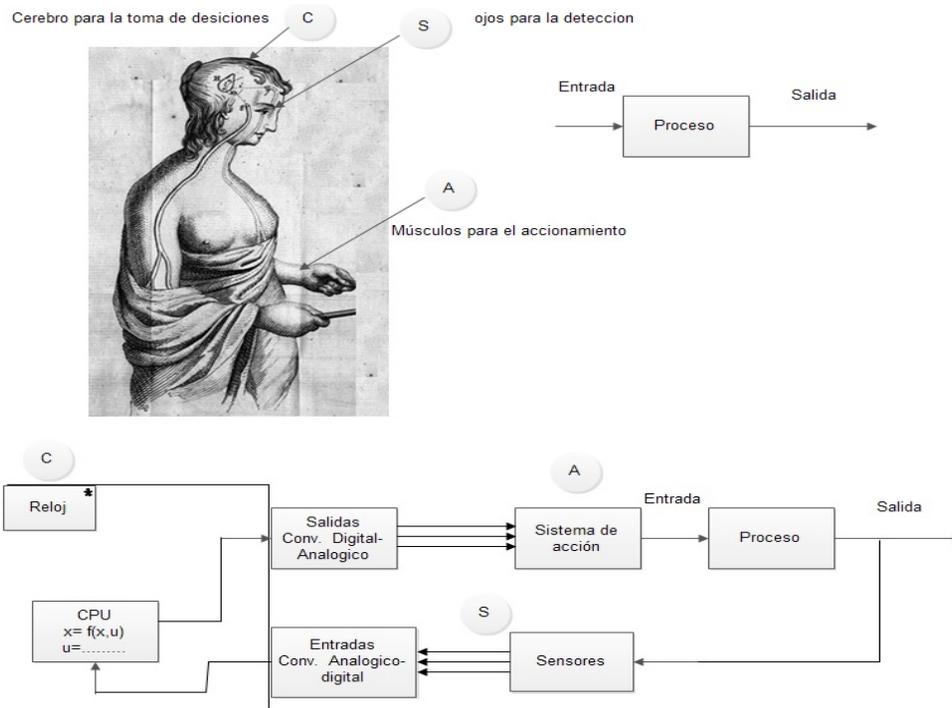


Figura 1 Analogía entre un sistema manual y controlado por computadora.

Si un proceso se controla e impulsa por un operador humano, el operador observa el comportamiento del sistema, toma una decisión respecto a qué acción tomar y después, empleando su potencia muscular, realiza una acción de control. Se podría ver el resultado del proceso de toma de decisiones como un control de baja potencia o señal de decisión, y a la acción de los músculos como la señal del actuador, la cual es la versión amplificada de la señal de control (o decisión),

Centinkunt (2007). Las mismas funcionalidades de un sistema se pueden automatizar mediante el empleo de una computadora digital.

Los sensores reemplazan a los ojos, los actuadores a los músculos y la computadora al cerebro humano. Cada sistema controlado por computadora tiene estos cuatro bloques básicos funcionales:

- Procesos que debe controlar.
- Actuadores.
- Sensores.
- Controlador (computadora, microcontrolador, PLC, microprocesador).

Cada sistema Mecatrónico tiene algún sensor que para medir el estado de las variables del proceso. Los sensores son los ojos de un sistema controlado por computadora (Ibíd.). Los actuadores son los músculos de un sistema controlado por computadora, figura 2.

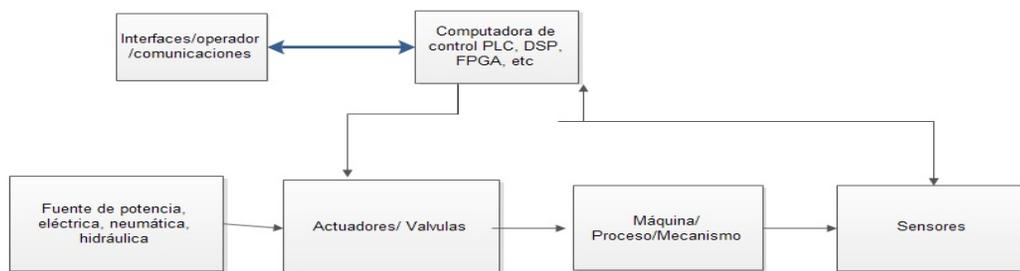


Figura 2. Subsistemas principales de una máquina mecatrónica (Centinkunt 2007).

Ventajas competitivas de la integración

Desde el punto de vista productivo, tecnológico, económico, educativo y de innovación. Es mucho más ventajoso integrar, acondicionar y adaptar diversas tecnologías intrínsecas en la mecatrónica, que crearlo todo desde cero. En la actualidad se ha llegado a tal grado de perfeccionamiento en las tecnologías, de microelectrónica, de micro miniaturización de dispositivos y componentes de estado sólido que ya se tienen de forma embebida, dispositivos de censado de posición y de velocidad en un solo chip, como en el caso de los celulares y de un sinnúmero de dispositivos que han aparecido en las últimas décadas. Aunado a ello se

ha logrado de parte de las tecnologías de prototipado rápido, tener una diversidad amplia de máquinas herramientas, como las máquinas CNC y las impresoras 3D, con las que se logra obtener piezas de una singularidad específica en una cantidad reducida de tiempo. Con lo que los alumnos pueden en estos tiempos realizar mediante la integración de subsistemas, complejos proyectos que aun siendo de naturaleza académica pueden tener ya ciertas características que los pueden llegar a ser competitivos.

Las ventajas que nos proporciona integrar subsistemas de tecnologías maduras en la elaboración de proyectos de fin de carrera en ingeniería mecatrónica son:

- Menor tiempo de realización, teniendo más tiempo para ajustes y pruebas.
- Mayores posibilidades de concretar completamente el PFC.
- Menor desperdicio de material al adquirir subsistemas modulares.
- La posibilidad de realizar proyectos más complejos buscando la mayor parte de subsistemas para ser integrados.
- El tiempo suficiente para maquinar o imprimir las piezas o partes o mecanismos más singulares y conseguir los que se venden estandarizados.
- Concentrarse en la parte nuclear de su profesión como Mecatrónicos, contribuyendo con la gran virtud de su carrera, que es la integración efectiva y eficaz de subsistemas de alta tecnología.

Vale aclarar que en la Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas (UPIITA), los proyectos de fin de carrera (PFC) se han clasificado de acuerdo al tipo de proyectos que pueden realizarse en Mecatrónica teniendo la siguiente lista de ellos, Aquino Fernández, Corona (2017):

- Proyectos de tipo científico experimental.
- Modelado Matemático y Simulación, tanto de Procesos, o de sistemas o de trabajos experimentales.
- Diseño de Máquinas o manipuladores robóticos.
- Desarrollo de software y hardware para el control de sistemas o procesos.
- Puesta en marcha de sistemas, procesos o líneas de producción industriales

- Diseño y construcción de dispositivos o componentes Mecatrónicos.
- Optimización y/o puesta a punto de sistemas, procesos o líneas de producción industrial.
- Diseño y/o construcción y/o programación de sistemas autónomos de navegación terrestre y acuática.
- Diseño y/o construcción y/o control de sistemas aéreos no tripulados.

Lógicamente, cada uno de estos proyectos presenta aspectos diferentes a la hora de enfocar el trabajo y en cierta forma algunos presentan mejores y mayores oportunidades para la integración de subsistemas, *Ibíd.*

3. Resultados

Ejemplos de integración de subsistemas en PFC de Ingeniería Mecatrónica

En el PFC intitulado “Construcción de un prototipo de escáner para digitalización de objetos tridimensionales”. Se realizó la integración de tecnologías que son utilizadas en otros ámbitos para finalmente tener el mencionado prototipo. Este se realizó como una etapa inicial para tener una serie de sistemas que permitan equipar un laboratorio de prototipado rápido. Partiendo del hecho que para realizar como punto final un producto tangible. Se debe tener previo a él; no solo la manera de fabricarlo, sino se debe contar con el modelo dibujado en software CAD, con todas sus especificaciones dimensionales afín de poder llevar esta información hacia el sistema de manufactura que podrá realizarlo. Independientemente si es una máquina de control numérico CNC o en su caso una impresora 3D. El PFC realizado por Carballido, García & Márquez (2015). Quienes integraron las tecnologías:

- Kinect (aprovechando sus cámaras infrarrojas y de profundidad).
- Mecanismo rotacional y de movimiento horizontal (para hacer el escaneo).
- Accionamientos y electrónica de potencia para los movimientos.
- Software del Kinect (Bibliotecas liberalizadas de Microsoft para la adquisición de la imagen).
- Hardware para el control y sincronización de movimientos.

- Software para el procesamiento de imágenes en código fuente abierto (Processing).
- Software para la creación de nubes de puntos y mallado en código fuente abierto Meshlab.
- Hardware de interfaz entre el Kinect y la computadora de procesamiento de imágenes.

La realización exitosa de este proyecto, consistió en la conjunción estratégica de las tecnologías existentes y que se realizó en el instante en el tiempo en el que se dispone actualmente de software código fuente abierto o en su caso también, de la benevolencia de las compañías de software de licencia comercial, que ponen a disposición de la comunidad de desarrolladores de todo el mundo, como en el caso de las bibliotecas de funciones del Kinect a través de la red interconectada. Y sin duda también a la pericia y amplitud de miras que mostraron los alumnos autores de este proyecto de fin de grado, *Ibíd.*

El PFC que lleva como nombre “Prototipo Grabador y Cortador Láser”. Implico el trabajo no solo para diseñar y construir un robot cartesiano que es el que hace el trabajo de grabado o cortado según se programe en la interfaz de usuario que se le implementó. También implico el trabajo con hardware para las diferentes interfaces entre mecanismos y el sistema de control del prototipo. Por otro lado, y como dificultad intrínseca, se requirió del control para la potencia del dispositivo laser, ya que dependiendo de la tarea a realizar (ya sea grabado o cortado) se requería la regulación de la intensidad de salida del láser, el cual es de estado sólido, Chávez. Chávez, Rivera &Roa (2015). Estos estudiantes integraron los siguientes subsistemas para realizar su PFC:

- Láser de estado sólido y su sistema de regulación de potencia eléctrica.
- Mecanismo que da estructura al sistema robótico X, Y, Z.
- Software CAD para el procesamiento de imágenes y diseños.
- Software de control CNC USB (código fuente abierto).
- Accionamiento para los motores a pasos.
- Sistema de extracción de gases.

La ventaja competitiva que resalto de este trabajo fue la existencia de tecnologías maduras y de sencilla adaptación para completar el PFC en tiempo y forma ya que el software de control CNC USB, la placa de accionamiento de los motores a pasos juntamente con los sensores del sistema robótico, fueron adquiridos en paquete, con lo que se facilitó en gran medida el control computarizado del robot, con lo que los estudiantes prestaron mayor tiempo y empeño en caracterizar el láser, maquinar la estructura del robot y en conjuntar todos los subsistemas de este PFC de ingeniería mecatrónica, *Ibíd.*

4. Discusión

En este trabajo se muestran las características propias de las máquinas y procesos de naturaleza mecatrónica y se describen las funciones propias de cada subsistema que lo integran. Así mismo se muestran las ventajas competitivas del diseño Mecatrónico, juntamente con la capacidad actual que permite a los estudiantes de este tiempo, lograr conjuntar diversas tecnologías para realizar PFC cada vez más complejos en menor tiempo. Finalmente se muestran dos ejemplos de PFC que tuvieron una exitosa integración de subsistemas y que lograron que sus prototipos ejecutaran las tareas que se habían planteado originalmente al momento de someter sus protocolos de investigación a revisión.

Se recomienda a los profesores e investigadores que a los estudiantes de nivel licenciatura (pregrado), se les permita la tarea de integrar subsistemas Mecatrónicos que gracias a los fabricantes orientales, están más fácilmente disponibles, considerando que la tarea fundamental en ingenieros de naturaleza interdisciplinaria (Mecatrónicos Biónicos, Telemáticos, de control y automatización, cibernéticos) es precisamente su capacidad de integrar y de adaptar las tecnologías disponibles para el desarrollo de proyectos productivos y eficientes.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la SIP del Instituto Politécnico Nacional por el apoyo recibido para la realización de este trabajo el cual es parte del proyecto de investigación registro SIP No. 2018707.

5. Bibliografía y Referencias

- [1] Aquino R. J.A., Corona R L.G. Trujillo C. J.C. (2014) Tendencia en la enseñanza de la Ingeniería Mecatrónica y su campo disciplinar Revista de la Facultad de ingeniería de la Universidad de Palermo en Argentina: <https://dspace.palermo.edu/ojs/index.php/cyt/article/view/109>.
- [2] Cetinkunt, Sabri, Mechatronics, John Wiley & Sons, Inc, 2007 ISBN 9780471479871
- [3] Aquino Robles, J. A. Trujillo C. J. C.; “Las sinergias que evidencian la evolución de la enseñanza de la Ingeniería Mecatrónica”, Revista de Ciencia e Ingeniería del Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos Año 2, No. 2, enero-diciembre 2015 pp. 30-36. ISSN: 2395-907X.
- [4] Calderón E., Forero G. C.A., Chio N. “ La Enseñanza de la Ingeniería Mecatrónica en la UNAB y su metodología basada en Proyectos Integradores”; 3er Congreso Internacional de Ingeniería Mecatrónica – UNAB Vol 2, No 1 (2011). El código ISSN del evento es 2145-812X.
- [5] Aquino R. J.C., C. Fernández N. C., Corona R. L.G. El proyecto de fin de carrera en ingeniería mecatrónica, tipología, contenidos y sugerencias para su evaluación. Presentado en el XVIII Simposium Internacional: “Aportaciones de la universidad a la docencia, la investigación, la tecnología y el desarrollo, del 13 al 15 de noviembre del 2017 ESIQIE IPN México D.F.
- [6] Chávez T. Chávez U. Rivera F.; Roa T., Prototipo Grabador y Cortador Láser. PFC de ingeniería Mecatrónica UPIITA IPN 2015: <https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/18755>, enero 2018.
- [7] Carballido R. G. A., García S. E. D., Márquez R. M. A. Rodríguez R. R. “Construcción de un prototipo de escáner para digitalización de objetos tridimensionales” PFC de ingeniería Mecatrónica UPIITA IPN 2015: <https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/18755>, enero 2018.