

# Perspectivas de la Ingeniería Mecatrónica

Vargas-Soto J.E.<sup>1</sup>, Aceves-Fernández M.A.<sup>1</sup>, Sotomayor-Olmedo A.<sup>2</sup>, Tovar-Arriaga Saúl<sup>1</sup>  
y Rodríguez-Reséndiz J.<sup>2</sup>

Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Informática<sup>1</sup> - Facultad de Ingeniería<sup>2</sup>.  
emilio@mecatronica.net

## Resumen

*El presente trabajo muestra un panorama general sobre la enseñanza de la Ingeniería Mecatrónica en el mundo. Se describe el origen del concepto mecatrónico, así como diferentes corrientes de pensamiento que muestran las principales Universidades dedicadas a la enseñanza e investigación de tecnologías afines a la mecatrónica.*

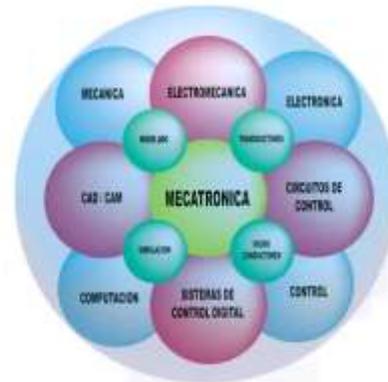
*El artículo describe algunas de las nuevas tendencias que prestigiosas Universidades e Institutos marcan sobre la formación del profesionista mecatrónico, principalmente en Japón, Estados Unidos y Alemania.*

*Finalmente se muestran las conclusiones de este trabajo de investigación documental y las propuestas que sobre enseñanza de la Mecatrónica consideran los autores a fin de propiciar un acercamiento a la requerimientos que muestra el entorno económico y social del profesionista de la Ingeniería Mecatrónica en México.*

**Palabras clave:** Mecatrónica, servicios, perspectiva.

## 1. Introducción

La Ingeniería Mecatrónica surge como una propuesta de integración de conocimientos entre la Ingeniería Mecánica y la Ingeniería Electrónica. El concepto apareció en Japón el 12 de julio de 1969 en un reporte técnico realizado por Testuro Mori y Ko Kikuchi en la empresa del sector eléctrico Yaskawa Co. En dicho reporte se muestra la forma en cómo se aplicó la técnica conocida como *Kaizen*, cuyo término está relacionado con acciones de mejora continua. En enero de 1972 la empresa japonesa Yaskawa Co. obtiene el derecho de marca del concepto de Mecatrónica con número de registro 946594 (Japan Trademark Registration). Sin embargo fue hasta principios de los 80s donde el concepto de mecatrónica se empieza hacer popular en forma mundial, retomado por el sector industrial y las universidades [1].



**Fig. 1** Concepto de Ingeniería Mecatrónica.

La ingeniería mecatrónica ocupa un papel clave y estratégico en los países desarrollados, prácticamente en la mayoría de sus universidades más importantes se ofrece como carrera profesional, y en algunas universidades y centros de investigación incluso como maestría y doctorado. El mismo caso se observa en países en vías de desarrollo.

Mecatrónica es una disciplina de carácter científico y tecnológico, e integra áreas del conocimiento asociadas a la Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica y a los Sistemas Computacionales. Un sistema mecatrónico se refiere a la integración de componentes mecánicos, electrónicos y de programación que incluye principalmente aspectos de control automático, y administración de proyectos para realizar la automatización de productos, procesos o servicios con bajos costos, flexibilidad y características de competitividad.

## 2. Desarrollo de la Mecatrónica.

### 2.1 Mecatrónica en Norteamérica.

En los últimos 30 años se ha desarrollado de forma sistemática una educación universitaria hacia las tecnologías afines a la Ingeniería Mecatrónica. No

es de extrañar que el Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electrónica (IEEE) considerado como la más importante agrupación académica del mundo, se encuentra a cargo de la edición de la revista Transaction on Mechatronics, bajo la supervisión de la prestigiosa Sociedad de Robótica y Automatización (RAS).

Diversas universidades en las ciencias y las tecnologías modernas, como la Universidad de Colorado, Georgia Tech, el MIT, Ohio University, entre otras, realizan importantes programas académicos sobre robótica y mecatrónica, esto como una estrategia para desarrollar mayores conocimientos en tecnología.



**Fig. 2 . Proyecto de detección de fisuras en tubería en el MIT.**

A manera de ejemplo, la Fig. 2 muestra un robot desarrollado en el MIT con el propósito de detectar fisuras en tubería [2], éste tipo de desarrollo permitirá detectar puntos de fuga del material confinado en las tuberías, evitando así daños y pérdidas económicas.

Por otra parte, existe una relevante interacción entre universidades y empresas privadas, que favorecen de forma significativa el desarrollo de nuevos productos y servicios con componentes tecnológicos de vanguardia. De acuerdo con Reed Business Information, se estima que la industria de controladores, una parte de la tecnología mecatrónica, genere unos 200 billones de dólares anualmente en el mercado mundial, dicha estimación se considera en dos partes: administración de procesos y controladores industriales [3].

## 2.2 Mecatrónica en Sudamérica.

La enseñanza de la mecatrónica en Sudamérica tiene su origen en los primeros cursos de especialización y diplomados que se realizaron a finales de los 80s en Cd. de México, entre en la UNAM y la empresa alemana FESTO. En 1992 se crea la primera carrera profesional de Ingeniería

Mecatrónica por la Universidad Anáhuac del Sur. En el año 2000 se funda la Asociación Mexicana de Mecatrónica A.C., cuyo propósito es difundir y promover la Ingeniería Mecatrónica, logrando con ello impulsar la creación de la Asociación Peruana de Mecatrónica en el 2006 y un años después la Asociación Chilena de Mecatrónica.



**Fig.3 Manipulador flexible de accionamiento neumático para limpieza industrial [4].**

Existen diferentes programas académicos a nivel profesional sobre mecatrónica en Perú, Chile, Argentina, Colombia, Costa Rica, Brasil, Ecuador y Cuba, principalmente [5]. Una característica importante por mencionar es la pobre interacción entre los gobiernos y las empresas privadas con las universidades, situación que no ha permitido desarrollos tecnológicos de alto impacto en la sociedad. Sin embargo, algunos gobiernos se encuentran valorando como puede favorecer el desarrollo de programas educativos afines a la mecatrónica para favorecer las condiciones de desarrollo de sus países.

## 2.2 Mecatrónica en Europa.

Hace unos cuarenta años poco se conocía del concepto de mecatrónica, pero ahora es diferente. Desde que la Ingeniería Mecatrónica fue considerada por las más importantes universidades europeas como una alternativa revolucionaria para desarrollar productos e ideas innovadoras, todo ello bajo un soporte tecnológico, la realidad en Europa muestra diversos beneficios en sus sociedades. La Asociación Danesa de Mecatrónica, los grupos de mecatrónica de Finlandia, la Asociación Mecatrónica Húngara, así como diversos institutos de investigación en Italia, Inglaterra, España, Alemania y Suiza realizan una intensa educación sobre áreas del conocimiento afines a la mecatrónica en los 90s. En la actualidad, existe una importante interacción entre las empresas privadas y las universidades y centros de investigación, uno de los más importantes: El Centro Europeo de Mecatrónica, desarrolla proyectos de alto

valor tecnológico con la participación de las más importantes universidades e institutos de Europa.



**Fig. 4 Robot soldador para ambiente rudo. Centro Europeo de Mecatrónica, Aachen.**

Un proyecto educativo de corte internacional denominado: Eumecha-pro, se orienta en obtener el mejor marco educativo que propicie la formación de excelentes ingenieros mecatrónicos para las industrias de la manufactura. Los requerimientos educativos de la mecatrónica así como sus enfoques serán analizados a fin de obtener una visión europea de la forma en como la educación puede ser mejorada y ser más coherente con las necesidades de toda Europa. La alta tecnificación de los procesos de producción requiere de investigación y desarrollo tecnológico, así como innovación en el concepto de nuevos productos y servicios. Los mercados más importantes están en el oeste de Europa, seguidos del mercado de Norteamérica y Asia.

Actualmente, existen importantes programas educativos sobre Mecatrónica en toda Europa, no solamente a niveles de posgrado o profesional, sino también en niveles de primaria, secundaria y bachillerato.

### 2.3 Mecatrónica en Asia.

Una referencia obligada sobre la evolución que ha tenido la Mecatrónica en Asia es Japón. En Japón nace el concepto de mecatrónica y es considerado un país líder en esta área de la ingeniería, dado el relevante impacto que ha tenido en el mundo la tecnología japonesa en productos y procesos con modernos procesos de manufactura. Por lo tanto, el

desarrollo de la mecatrónica será esencial lograr una competitividad sostenida en una economía intensa en los procesos de manufactura, como es típico en muchos países de Asia. En Japón, el gobierno tiene una alta influencia para definir las líneas de investigación donde la robótica y la mecatrónica tiene un papel destacado en productos con alto impacto económico y social tales como medicina, comunicación, rescate de personas, e incluso de entretenimiento. El gobierno japonés ha aprobado diversas leyes que favorece y estimula la colaboración entre las Universidades y la industria, así como la creación de nuevos negocios. MITI por ejemplo, a iniciado trabajos orientados a brindar asesoría a pequeñas empresas bajo un programa denominado “Foundation for Venture Business”, programas similares se llevan a cabo en China, Rusia, Taiwan, Korea, Hong Kong, Irán e Israel principalmente.



**Fig.5 Telesar V, robot japonés capaz de escribir kanjis.**

Mecatrónica es ampliamente utilizada en los sistemas robóticos, aeronáutica, y otros sistemas que requieren sistemas mecánicos inteligentes. Por ejemplo, las investigaciones tradicionales rusas que sobre aeronáutica o defensa se han desarrollado en años anteriores, hoy día exploran con la mecatrónica una combinación de aparatos mecánicos, electrónicos y sistemas de control por computadora para mejorar su desempeño y funcionalidad. Existen diversos programas académicos diseñados para desarrollar habilidades de integración tecnológica en profesionistas y jóvenes científicos, a fin de lograr una formación que favorezca el desarrollo de talento con un sentido de desarrollo tecnológico, involucrando a los participantes en proyectos de investigación científica.

## 2.4 Mecatrónica en África.

En África hay importantes universidades que ofrecen carreras profesionales en ingeniería. La Universidad de Cape Town (UCT) en Sudáfrica define a la mecatrónica como una rama interdisciplinaria de la ingeniería que combina estudios fundamentales de la ingeniería mecánica con elementos de la ingeniería electrónica. Los estudiantes de Ingeniería Mecatrónica en UCT desarrollan elementos fundamentales sobre el entendimiento de fenómenos físicos y matemáticas avanzadas en ingeniería como elementos que soportan el diseño y control de sistemas mecánicos y electro-mecánicos, tecnología de los micro-controladores y diversos principios considerados básicos sobre la administración de proyectos de ingeniería. Adicionalmente, prácticamente todos los programas de Ingeniería Mecatrónica ofrecen en los últimos años de la carrera cursos opcionales sobre estudios especializados como: ingeniería biomédica, electrónica de potencia y administración de máquinas y procesos industriales. Los sectores industriales en los países africanos requieren profesionistas de la ingeniería mecatrónica con una amplia diversidad de habilidades, tales como instrumentación, automatización, robótica, ingeniería biomédica y sistemas de visión.



**Fig.6 Enseñando Sistemas Automáticos neumáticos en la Universidad Tecnológica de Tswane.**

Para la Universidad Tecnológica de Tswane en Cape, la Ingeniería Mecatrónica en Sudáfrica se refiere a una integración de ingeniería electrónica, ingeniería eléctrica, tecnología de las computadoras e ingeniería de control con ingeniería mecánica. Estas áreas del conocimiento aportan un gran valor en las tareas relacionadas con el diseño de máquinas, procesos de manufactura y su automatización, mantenimiento y un amplio rango de productos y procesos. Como una consecuencia asociada a las necesidades en Sudáfrica, los ingenieros

mecatrónicos y los tecnólogos han adoptado una formación interdisciplinaria, lo que les permite habilidades y conocimientos en diversos campos de la ingeniería, se pueden desarrollar profesionalmente y comunicarse en un amplio rango de disciplinas. Sin embargo, desde otra perspectiva los programas de ingeniería mecatrónica procedentes de la Universidad Metropolitana Nelson Mandela es relevante que la mecatrónica tenga un papel destacado en el diseño y desarrollo de procesos de manufactura, así como la operación de maquinaria especializada y su mantenimiento- desde el control y manejo de sistemas de video hasta la supervisión de procesos de manufactura altamente automatizados y robotizados. La reconocida Universidad de Johannesbur incluye ingeniería mecatrónica dentro de la oferta de sus carreras profesionales. El departamento de ciencias de ingeniería mecánica está a cargo de la carrera de mecatrónica, y cuenta con una planta docente sumamente dedicada a la enseñanza, muchos de sus profesores cuentan con una amplia trayectoria en investigación aplicada, Cuatro grupos de investigación se encuentran activos, y desarrollan proyectos, artículos científicos, libros, conferencias e importantes contribuciones científicas. El departamento se encuentra ampliamente equipado con modernos laboratorios y equipos especializados, lo que ha favorecido su interacción con diversas industrias de la manufactura y la aeronáutica. Los programas académicos están reconocidos por la Academia de Ingeniería de Sudáfrica. La carrera de Ingeniería Mecatrónica en la Universidad de Stellenbosch se desarrolla bajo un enfoque de automatización, como la clave para favorecer la productividad en las empresas donde se desarrollarán sus egresados.

## 2.5 Mecatrónica en Oceanía.

La Escuela de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad of Este de Sídney es considerada la primera escuela en Australia que inicio estudios formales de Ingeniería Mecatrónica, su programa académico fue establecido con el propósito de responder a la expansión industrial que ocurre al Este de la región de Sídney, el cual demanda altas habilidades de recursos humanos. El principal objetivo de la carrera de ingeniería mecánica consiste en educar ingenieros capaces de aplicar exitosamente las tecnologías mecánicas, electrónicas y computacionales como líderes de proyectos que diseñen y construyan máquinas inteligentes.

La Universidad de Monash en Sídney ofrece la carrera de Ingeniería mecatrónica desde el 2008. Los ingenieros mecatrónicos son altamente demandados

en la industria, por su destreza en el diseño e innovación de nuevos productos con valor tecnológico en grupos multidisciplinarios, así como su habilidad de tecnificar y modernizar procesos existentes para mejorar su desempeño. Por su parte, la Universidad de Canterbury en Nueva Zelanda desarrolla un programa profesional de ingeniería mecatrónica, el cual busca desarrollar el talento humano a fin de contar con un ingeniero con habilidades para diseñar y desarrollar productos con una alta integración de tecnologías mecánicas, electrónicas y de los sistemas computacionales. Sus egresados son altamente solicitados por países del sur y del este de Asia, en sectores de la nanotecnología, robótica, bioingeniería, entre otros.



Fig.7 Sistemas autónomos de vigilancia forestal.

### 3. Nuevas tendencias en la enseñanza de la mecatrónica.

Las modernas tendencias que presenta la educación del ingeniero mecatrónico no solo está orientada a la formación de personas con excelentes habilidades para resolver problemas de ingeniería bajo un trabajo en un equipo multicultural, o habilidades para formar líderes de proyectos con una alta integración tecnológica [6]. La tendencia muestra una educación para desarrollar un nuevo punto de vista enfocado en la creación de nuevos negocios derivados de los productos obtenidos de las investigaciones aplicadas. Se requieren nuevos ingenieros con una visión integral que responda a los cambios tecnológicos y a las necesidades sociales de nuestros tiempos. Existen pocas universidades en el mundo que definen el liderazgo o las nuevas tendencias de sus programas educativos. Al igual que las empresas más exitosas y competitivas, las universidades líderes en alguna área del conocimiento desarrollan ejercicios serios de prospectiva tecnológica para adelantarse a las necesidades que tendrán sus programas educativos en los siguientes años, y así generar sus líneas de trabajo que les

mantendrá a la vanguardia en el mercado educativo. Existen diversos casos que hacen patente esta nueva forma de educar a profesionistas de la ingeniería mecatrónica en diversas partes del mundo. Destacan entre ellos la Universidad de Tokyo, en Japón, el Instituto Tecnológico de Massachusetts en Estados Unidos de América, y la Universidad de Esslingen en Alemania, entre otras.

### 4. Conclusiones

En este trabajo se ha presentado una breve reseña sobre la enseñanza de la Ingeniería Mecatrónica en el mundo, así como algunos enfoques que tienen diversas Universidades sobre la formación del profesionista en ésta área del conocimiento. No es fácil englobar todas las visiones. Sin embargo, es importante remarcar que tanto en los países desarrollados, como en aquellos en vías de serlo, se considera que los programas académicos con alto contenido tecnológico es la clave para mejorar la eficiencia y productividad en sus empresas, y con ello propiciando una mejor economía.

Aún cuando se distinguen enfoques diferentes sobre la enseñanza de esta disciplina, en todos los casos se hace mención que esta profesión es ampliamente demandada, por lo que a diferencia de hace algunos años, hoy en día la ingeniería mecatrónica es reconocida por muchas empresas, sobre todo aquellas que están cercanas al uso de nuevas tecnologías. No obstante, es indispensable continuar difundiendo las habilidades del profesionista y el valor agregado que brinda a las empresas.

Finalmente las tendencias analizadas muestran una clara intención de las Universidades en dotar al ingeniero mecatrónico de elementos que le lleven a crear e innovar productos, procesos y servicios bajo una clara intención de formar personas emprendedoras.

### Referencias

- [1] Fernando Reyes, Jaime Cid y Emilio Vargas, "*Mecatrónica: Control y Automatización*", Editorial: Alfaomega Grupo Editor S.A. de C.V., 1<sup>o</sup> edición, México, ISBN: 9786077075486, 2013.
- [2] Choi, C., *Robot design for leak detection in water-pipe systems*, (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology). 2013.

- [3] Reed Business Information, <http://controleng.com>, consulta realizada: 12/01/2014.
- [4] J.M. Ramos, E. Gorrostieta, E. Vargas, J.C. Pedraza, R.J. Romero y B. Ramírez, "Pneumatic Fuzzy Controller for a Flexible Arm", 13<sup>th</sup> IEEE/IFAC International Conference on Methods and Models in Automation and Robotics, MMAR2007, ISBN 978-83-751803-2-9, Szczecin, Poland. 27-30 August, 2007.
- [5] Noticias RIBAMEC, No. 1-10/2000, Laboratorio de Mecatrónica, Dr. Roberto Frias, Universidad de Porto, CITED.
- [6] Allen, R. G., Mechatronics Engineering: A critical need for this interdisciplinary approach to engineering education. In Proceedings of the 2006 IJME—INTERTECH conference on synergistic integration of mechanical engineering with electronics, 2006