



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE LOS VALLES

Propuesta para la apertura del programa:

# Maestría en Ingeniería Mecatrónica

**Orientación: Profesionalizante**

**Modalidad: Presencial**

Departamento de Ciencias Computacionales e Ingenierías

División de Estudios Científicos y Tecnológicos

Realizado por el Comité Técnico para la creación del Posgrado en Ingeniería Mecatrónica, con la colaboración de:

M.C. Javier Mauricio Antelis Ortiz.

M.C. Mauricio Yilmer Carmona García.

14/11/2012

**Comité Técnico para la creación del programa  
de Maestría en Ingeniería Mecatrónica.**

Almeida López, Mónica	Rector del Centro Universitario de los Valles.
Domínguez García, Rodolfo Omar	Jefe de Departamento de Ciencias Computacionales e Ingenierías.
Vázquez Topete, Carlos Renato	Profesor Investigador de Tiempo Completo. Jefe del Laboratorio de Mecatrónica.
Rosas Elguera, José Guadalupe	Director de División de Estudios Científicos y Tecnológicos.
Salazar Estrada, Jose Guadalupe	Director de División de Estudios Económicos y Sociales. Coordinador de Investigación y Posgrado.
Ramos Quirarte, José Luis	Jefe de Departamento de Ciencias Naturales y Exactas
Zatarain Duran, Omar Ali	Coordinador de las Carreras en Ingeniería Mecatrónica, e Ingeniería en Electrónica y Computación.
Becerra Fermín, Héctor Manuel	Profesor de Tiempo Completo e Investigador del CIMAT.
Velásquez Ordoñez, Celso	Director del Centro de Investigación en Nanociencias y Nanotecnologías.

<b>Proyecto de Creación de la Maestría en Ingeniería Mecatrónica.</b>	
<b>I. Fundamentos del programa.</b>	4
<b>II. Pertinencia y factibilidad.</b>	7
<b>III. Objetivos del programa.</b>	11
<b>IV. Criterios de selección de alumnos, requisitos de ingreso y permanencia.</b>	11
<b>V. Perfil de ingreso y egreso.</b>	13
<b>VI. Requisitos para la obtención del grado.</b>	14
<b>VII. Tutorías.</b>	14
<b>VIII. Metodología empleada para el diseño curricular.</b>	14
<b>IX. Estructura del plan de estudios.</b>	23
<b>X. Modalidad en que se impartirá.</b>	27
<b>XI. Criterios para su implementación.</b>	29
<b>XII. Duración del programa.</b>	32
<b>XIII. Número de estudiantes.</b>	32
<b>XIV. Costo de la matrícula.</b>	33
<b>XV. Plan de evaluación del programa.</b>	34
<b>XVI. Recursos para implementar el programa.</b>	36
<b>Referencias bibliográficas.</b>	46
<b>Anexo A. Cartas descriptivas de los cursos.</b>	--
<b>Anexo B. Currículo del profesorado.</b>	--
<b>Anexo C. Convenio de colaboración entre la Universidad de Guadalajara y la Universidad de Zaragoza.</b>	--

## **PROYECTO DE CREACIÓN DEL POSGRADO EN INGENIERÍA MECATRÓNICA**

Se propone la creación del posgrado en Ingeniería Mecatrónica adscrito al Departamento de Ciencias Computacionales e Ingenierías de la División de Estudios Científicos y Tecnológicos del Centro Universitario de los Valles (CUValles), bajo el sistema de créditos en la modalidad presencial a partir del ciclo escolar 2013-A.

El posgrado en Ingeniería Mecatrónica estará integrado formalmente por el programa de Maestría en Ingeniería Mecatrónica y cuyo certificado se expedirá como:

### **Maestría en Ingeniería Mecatrónica**

El título y la cédula profesional se expedirán como:

### **Maestro(a) en Ingeniería Mecatrónica**

El programa será presencial (con apoyo de las tecnologías de la información y comunicación), de orientación profesional (enfocada a la aplicación de conocimiento) y tendrá la clasificación de institucional.

## I. Fundamentos del programa

---

México es un país con gran atraso tecnológico. Como ejemplo, de las 11,485 patentes otorgadas en México en el 2011, sólo 245 fueron solicitadas por mexicanos [1]. Dicho de otra forma, en México la innovación en materia tecnológica es incipiente. El rezago tecnológico representa pérdidas de oportunidad de crecimiento, reduciendo la competitividad en la producción de bienes. Más aún, debilita sectores críticos como el campo, la salud, la construcción, la producción de energía, las telecomunicaciones, etc. Por ejemplo, la falta de una política nacional de tecnificación del campo ha dejado como única opción a los agricultores la importación de equipo agroindustrial para realizar el trabajo de forma mecanizada [2].

La importación de maquinaria industrial supone altos costos que resultan prohibitivos para los pequeños productores. Esta situación resulta obvia si se toman en cuenta algunos aspectos: en primer lugar, la tecnología, aunque es una ventaja competitiva, se vende cara; la importación y el transporte suponen altos costos en la adquisición de maquinaria (algunas veces duplicando o triplicando su valor de origen), y finalmente, la maquinaria agroindustrial suele ser diseñada para grandes extensiones de cultivos (comunes en otros países). Es decir, al no desarrollar tecnología propia, se crea la grave situación de tener que importar tecnología con un elevado costo pero que no fue desarrollada para las características particulares existentes en el país.

De igual manera, se puede mencionar el caso en el sector salud, donde los equipos de diagnóstico suelen ser importados a muy altos costos, lo que impide que sean adquiridos en número suficiente para atender a la totalidad de la población que lo necesita. Es decir, la brecha tecnológica repercute directamente en el sistema de salud mexicano.

Dentro de esta realidad de rezago tecnológico, llaman la atención los equipos de producción industrial. Contradictoriamente, existen un gran número de compañías transnacionales en el territorio mexicano, y en particular en la región occidente, que manufacturan productos tecnológicos de alta complejidad para exportación. Destacan la industria automotriz, la industria electrónica y de equipo de cómputo, además de las crecientes industrias de software y aeroespaciales, entre otras. Sin embargo, estas compañías realizan principalmente operaciones de manufactura, la mayoría de las veces sin establecer centros de investigación, desarrollo o diseño (aunque existe una tendencia hacia ello, en la actualidad el I+D+I en tecnología es pobre). Por otro lado, estas industrias requieren de equipos de producción de alta tecnología, que igualmente no son desarrollados en el país, sino importados a muy altos costos (salvo casos muy específicos).

El mismo problema se puede encontrar en industrias más tradicionales, como la minería, metal-mecánica, textil y de calzado, química, farmacéutica, alimenticia, etc., donde una gran cantidad de los equipos de producción utilizados son importados, significando altos costos para los productores. En este sentido, en el diagnóstico del *Programa Sectorial para la Ciencia Tecnología e Innovación del estado de Jalisco* (PSCTI [4]) se reconoce que la tecnología adquirida en el país, tanto en forma explícita como incorporada en los equipos e insumos importados, ha sido utilizada a nivel de operación, pero no necesariamente asimilada ni adaptada a nivel de actividad de ingeniería, diseño e innovación.

Así pues, es clara la necesidad de trabajar en el desarrollo tecnológico del país, con el fin de ganar independencia tecnológica que por un lado reduzca los costos de producción de bienes y por otro lado aborde problemas específicos existentes en nuestro territorio. El gobierno federal reconoce así en el *Programa Especial para Ciencia, Tecnología e Innovación* (PECTI [3]), a la tecnología como esencial para lograr una mayor producción de bienes y servicios en todos los sectores económicos, alertando que México no puede (entendiéndose como no debe) quedar fuera de los procesos globales de innovación. Al mismo tiempo, el desarrollo tecnológico es una actividad económica muy importante por sí misma, que supone una gran ventana de oportunidad para el desarrollo económico, y consecuentemente social.

Específicamente en el caso de las tecnologías industriales, se visualiza la necesidad de desarrollar o adaptar equipos de producción industrial, de acuerdo a las necesidades y características locales, a menores costos que los equipos importados. El diseño de equipos industriales requiere de la aplicación de conocimientos profundos, propios de las ingenierías mecánica, eléctrica, electrónica y en computación, lo que hoy en día se engloba en la ingeniería mecatrónica. Si bien en casos específicos se requieren de conocimientos sobre hidráulica, ingeniería automotriz, aeronáutica, química, de alimentos, etc., dependiendo de la aplicación, estos conocimientos representan una componente adicional, necesaria sólo en casos particulares, adyacentes al núcleo de la ingeniería mecatrónica necesarios para el desarrollo y adaptación de maquinaria industrial.

En este sentido, el PECTI reconoce en la educación formal como la vía principal para el proceso de “socialización” del conocimiento, que lleva a las sociedades a mejorar sus capacidades para generar y utilizar el conocimiento en la transformación de bienes materiales, dándoles mayor valor, lo que conlleva a su vez al desarrollo del país. En particular, entre las estrategias del PECTI se considera el apoyo a la formación de recursos humanos que atiendan las necesidades específicas de los diversos sectores de las entidades federativas y las regiones.

Similarmente, el PECTI menciona que, para generar un círculo virtuoso entre los sectores académicos, los centros públicos de investigación, las dependencias gubernamentales y las empresas del sector productivo, que promuevan la formación de científicos y tecnólogos, la propiciación de investigación aplicada, desarrollo tecnológico, innovación y negocios derivados de los productos de investigación, es necesario partir de una etapa inicial llamada “creación de capacidades”, en la cual se forma capital humano para alcanzar una etapa crítica de despegue.

Con base a esto, se propone con el presente documento la creación de un programa de posgrado en Ingeniería Mecatrónica, con el objetivo de formar recursos humanos calificados para realizar proyectos de automatización y desarrollo de equipo de producción industrial, para atender las necesidades y características específicas de la región occidente del país. El nivel de posgrado obedece a la profundidad y especialización requeridas en los conocimientos de mecánica, electrónica, computación y control para desarrollar las capacidades de desarrollo y diseño de equipo de producción y automatización industrial.

Cabe remarcar que el objetivo propuesto se enmarca dentro de las áreas estratégicas científico-tecnológicas identificadas por el PECTI, en particular con tecnologías industriales de fabricación. Además, de forma indirecta la ingeniería mecatrónica puede incidir en las áreas estratégicas de biotecnología, medicina y energía. Así mismo, las ramas industriales identificadas en el PECTI como estratégicas, y en las cuales la ingeniería mecatrónica puede tener impacto son, la alimentaria y agroindustrial, la aeronáutica, la automotriz y de autopartes, la eléctrica y electrónica, la metalmecánica, entre otras.

De igual forma, dentro de los sectores estratégicos identificados en el PSCTI, la mecatrónica tiene injerencia en la cadena agroalimentaria (en particular en el desarrollo de tecnologías y nuevos equipos para la mecanización y automatización de procesos en los sistemas de producción), en tecnologías de diseño de microelectrónica (con aplicaciones en instrumentación médica, domótica, automatización y control de procesos industriales, vehículos, etc.), en el sector automotriz y de autopartes (diseño de dispositivos, sensores y partes) y sectores asociados a la moda (diseño, adaptación y fabricación de equipos de producción).

Así se identifica la necesidad económico-social que sustenta la presente propuesta del posgrado en Ingeniería Mecatrónica, enfocado al desarrollo y adaptación de equipos de producción y automatización industriales, además de que han sido propuestos en los programas de desarrollo sectoriales sobre ciencia, tecnología e innovación de los gobiernos federal y del estado de Jalisco.

## II. Pertinencia y factibilidad.

---

La visión para el año 2030 de la Universidad de Guadalajara, propuesta en el *Plan de Desarrollo Institucional* (PDI [5]), es el ser una red universitaria de reconocimiento internacional incluyente, flexible, dinámica, líder en las transformaciones de la sociedad a través de formas innovadoras de producción y socialización del conocimiento.

La Universidad de Guadalajara reconoce en el PDI como parte de su misión, la satisfacción de las necesidades educativas, de investigación científica, tecnológica y de extensión para incidir en el desarrollo sustentable e incluyente de la sociedad. Además, se establece que la Universidad debe avanzar en la diversificación de los programas vigentes con calidad, logrando uso pleno de las posibilidades ofrecidas para el desarrollo de las tecnologías de la información, los avances en las modalidades a distancia y los nuevos paradigmas de aprendizaje.

En este sentido, la creación de un nuevo programa de Posgrado en Ingeniería Mecatrónica, que atiende a una necesidad económica-social del estado, cabe dentro de la misión y objetivos de la Universidad de Guadalajara planteados en el PDI.

Por su parte, el CUValles en su *Plan de desarrollo* [6] establece como su misión, lograr una entidad dirigida al desarrollo sustentable al impulsar la investigación básica y aplicada, la formación de recursos humanos en educación, energía, nanociencia, ingeniería mecatrónica, desarrollo de software, así como el impulso al desarrollo empresarial agropecuario y vincular a la Universidad con los sectores sociales y productivos de la región y el territorio.

En particular, la misión de la División de Estudios Científicos y Tecnológicos del CUValles tiene como propósito generar conocimiento y aplicarlo al desarrollo de la región de los Valles, al fortalecerse en las tecnologías antes mencionadas. Así pues, la creación del programa de Maestría en Ingeniería Mecatrónica se ajusta a la propuesta por el *Plan de Desarrollo* del CUValles y de la División de Estudios Científicos y Tecnológicos.

### **Estado actual y capacidades del centro en el área de estudio.**

La División de Estudios Científicos y Tecnológicos del CUValles tiene bajo su cargo al Departamento de Ciencias Computacionales e Ingenierías, que a su vez soporta las carreras de Ingeniería en Electrónica y Computación e Ingeniería Mecatrónica.

La carrera de Ingeniería Mecatrónica se ofrece desde agosto del 2008. Actualmente hay 240 estudiantes inscritos en el programa. El soporte académico del programa de Ingeniería Mecatrónica consiste, principalmente, en el profesorado adscrito al Departamento de Ciencias Naturales y Exactas y el Departamento de Ciencias Computacionales e Ingenierías, este último cuenta con 17 profesores de asignatura y 13 profesores de tiempo completo. El 100% del profesorado tiene grado de maestría, y 3 tienen el grado de doctor.

Dentro de la infraestructura de CUValles se pueden mencionar:

- 56 aulas interactivas.
- Centro de Servicios Académicos.
- 8 laboratorios de cómputo.
- 4 laboratorios de práctica profesional, entre los que se encuentran los laboratorios de Electrónica y Mecatrónica.
- Biblioteca con más de 11,000 títulos y 35,193 volúmenes de acervo bibliográfico.
- Centro de aprendizaje de idiomas.
- Unidad de becas e intercambio.
- Módulo del SIAU.

Esto respalda las capacidades del CUValles, en materia administrativa, académica y de infraestructura, para el desarrollo de programas en el área de la Ingeniería Mecatrónica. Los requerimientos específicos para desarrollar el posgrado de Ingeniería Mecatrónica propuesto son enumerados en el apartado XVII de este documento, en donde se concluye que el centro cuenta ya con la infraestructura y medios necesarios para el buen desarrollo del programa propuesto.

Es importante mencionar que actualmente la Red Universitaria no cuenta con programas de posgrado en Ingeniería Mecatrónica. El posgrado de Maestría en Ciencias en Ingeniería Electrónica y Computación, ofertado en el CUCEI, es el único relativamente cercano al programa propuesto en toda la Red Universitaria. Aun así, tal programa exhibe importantes diferencias con respecto al programa propuesto: no tiene contenidos de ingeniería mecánica, no es de orientación profesional (está orientado a la investigación), y consecuentemente los objetivos y enfoques son claramente distintos. De hecho, actualmente no existe en el estado de Jalisco ningún programa de Maestría en Ingeniería Mecatrónica.

## **Demanda de estudiantes.**

La ingeniería en mecatrónica ha experimentado en México un crecimiento exponencial en cuanto al número de programas y profesionistas, desde la aparición de los primeros programas en ingeniería mecatrónica a mediados de la década de los noventa. Este crecimiento en el número de programas hace difícil conocer con exactitud las estadísticas de la oferta y profesionistas del área, así como sus características particulares. A partir del año 2007, se estimaban más de 100 programas de ingeniería mecatrónica en el país, de los que egresaron más de 2,000 profesionistas por año [7]. Sin embargo, durante el mismo período de tiempo sólo se reportaron 18 programas de Maestría en mecatrónica con capacidad de formar a 144 maestros al año, es decir, hay más de 1,800 egresados en Ingeniería Mecatrónica cada año que no continúan su preparación a nivel posgrado.

Particularizando al estado de Jalisco, existen programas de Ingeniería Mecatrónica ofrecidos por el Centro de Enseñanza Técnica Industrial, el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, la Universidad del Valle de Atemajac, La Universidad del Valle de México, la Universidad Panamericana, la Universidad Politécnica de la Zona Metropolitana de Guadalajara y la Universidad de Guadalajara en sus centros regionales de CULagos (con sede en Lagos de Moreno), CUCSur (con sede en Autlán) y CUValles. Sin embargo, al presente momento ninguna de estas instituciones ofrece posgrados en Ingeniería Mecatrónica.

Además de los egresados de carreras de Ingeniería Mecatrónica, hay que tener en cuenta a los profesionistas de carreras afines como son las ingenierías mecánica, eléctrica, electromecánica, electrónica, instrumentación y control, etc., que pudieran estar interesados en cursar un posgrado con las características del programa propuesto. De acuerdo a datos del observatorio laboral [8], se cuentan 34,000 profesionistas ocupados en el área de ingeniería electromecánica, de los cuales el 28% labora en la industria manufacturera, 120,000 profesionistas en el área de ingeniería electrónica, el 23% labora también en la industria manufacturera, 383,000 en ingeniería en computación, con el 10% laborando en el mismo tipo de industria y 147,000 en ingeniería mecánica, donde el 37% se desenvuelve en dicha industria. Es decir, se estiman cerca de 130,000 profesionistas en ingenierías afines a la mecatrónica que se desarrollan en la industria manufacturera.

Así pues, ante este gran universo de potenciales candidatos al programa, se considera factible la creación de la Maestría en Ingeniería Mecatrónica con respecto a la existencia de una demanda mínima. La factibilidad con respecto a la infraestructura y balance financiero se analiza en los apartados XVII y XVIII.

### **III. Objetivos del Programa.**

---

El objetivo general del programa consiste en contribuir en la innovación y asimilación tecnológica en la industria nacional y local, mediante la formación de recursos humanos especializados que sean capaces de analizar y diseñar equipos mecatrónicos (que integran componentes mecánicos, eléctricos, electrónicos e informáticos) de producción industrial y de consumo, así como sistemas de automatización industrial.

Se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Formar recursos humanos con la capacidad de analizar, diseñar y modificar equipos de producción y automatización industrial.
- Formar personal especializado con los conocimientos y habilidades necesarias para el diseño y desarrollo de dispositivos mecatrónicos de consumo.
- Formar profesionales con la capacidad de realizar, de forma independiente o liderando equipos de trabajo, consultorías y proyectos que involucren a la ingeniería mecatrónica, con beneficio para instituciones privadas o públicas.
- Formar especialistas con las habilidades necesarias para iniciarse en la investigación científica en temas afines a la mecatrónica, para una posterior incorporación a programas doctorales.

### **IV. Criterios de selección de alumnos, requisitos de ingreso y permanencia.**

---

#### **Requisitos de ingreso.**

De acuerdo al Art. 50 del Reglamento General de Posgrados, el candidato al programa de Maestría en Ingeniería Mecatrónica debe cumplir con:

- Título de licenciatura o acta de titulación.
- Promedio mínimo de 80 en sus estudios anteriores con certificado original. En casos excepcionales podrá omitirse este requisito previa aprobación por la Junta Académica, en concordancia con el art. 50 bis del Reglamento General de Posgrados.
- Presentar y aprobar un exámen de lecto-comprensión de un idioma extranjero (inglés en este caso).
- Presentar carta de exposición de motivos.

Adicionalmente:

- Tener el grado de ingeniería en mecatrónica, electrónica, mecánica, eléctrica, mecánica-eléctrica, ciencias computacionales, bioelectrónica o ingenierías afines a la mecatrónica.
- Presentar Curriculum Vitae (CV).
- Aprobar examen de admisión.
- Realizar entrevista con el personal académico.

Se considera la posibilidad de organizar un curso de inducción-propedéutico para los candidatos al programa, previo al examen de admisión, con el propósito de revisar conceptos básicos de matemáticas e informática.

#### **Criterios para la selección de alumnos.**

En concordancia con el art. 51 del Reglamento General de Posgrados, se consideran como criterios para la selección de alumnos los siguientes:

- Capacidad académica del solicitante, de acuerdo al resultado obtenido en el examen de admisión, promedio en estudios de pregrado y CV.
- Expectativas y motivación del estudiante exhibidas durante la entrevista con el personal académico y carta de exposición de motivos.
- Cupo fijado por la Junta Académica, de acuerdo con el número máximo de estudiantes admisibles al programa.

#### **Convalidación de créditos de otros estudios de posgrado.**

De acuerdo al art. 59 del Reglamento General de Posgrados, el alumno admitido al programa podrá solicitar a la Junta Académica la acreditación, equivalencia o revalidación, según corresponda, de unidades de enseñanza-aprendizaje o materias cursadas en otros programas de posgrado. Para esto, la Junta Académica tendrá en cuenta la coincidencia de los contenidos y horas dedicadas de los cursos en cuestión.

#### **Requisitos de permanencia en el posgrado para nivel maestría.**

Son requisitos de permanencia en el programa de Maestría en Ingeniería Mecatrónica, además de los señalados en la normatividad universitaria vigente, los siguientes:

- Obtener el número mínimo de créditos correspondientes a cada materia en su correspondiente nivel y secuencia a más tardar en dos años consecutivos.
- Aprobar cada asignatura cursada con una calificación mínima de setenta.
- Mantener un promedio general mayor de ochenta.
- Cumplir cabalmente con los avances semestrales de los trabajos de investigación y proyectos que así lo ameriten, hecha la revisión y aprobación por el comité responsable, incluidos los trabajos para obtener el grado.

## V. Perfil de ingreso y egreso.

---

### Perfil de ingreso.

- La Maestría en Ingeniería Mecatrónica está dirigida a profesionistas con grados en ingeniería mecatrónica, mecánica, eléctrica, electrónica, instrumentación, ciencias computacionales o afines.
- Al tratarse de un programa de posgrado en ingeniería, es necesario que el aspirante tenga buenos fundamentos en temas de física y matemáticas, además de mostrar habilidades de razonamiento lógico-matemático.
- El aspirante debe ser capaz de abordar la resolución de problemas en ingeniería de forma metodológica.
- Es también necesario un adecuado uso del lenguaje, mostrando habilidades para expresión y comprensión oral y escrita, aunado a la capacidad de lectura de textos técnicos en lengua inglesa.
- Es importante que el aspirante sea autogestivo y tenga aptitudes para el autoaprendizaje y la automotivación.
- El aspirante debe contar con habilidades básicas en el uso de tecnologías de la información, tales como procesadores de texto, búsqueda de información específica en internet, gestión de archivos, mensajería, instalación de software, etc.
- Al ser el programa de orientación profesionalizante, el aspirante debe mostrar interés por la aplicación de los conocimientos adquiridos en el estudio y desarrollo de dispositivos tecnológicos. En este sentido, cobra especial relevancia la experiencia laboral del aspirante en proyectos científicos-tecnológicos, así como en la industria o empresa, desempeñando labores relativas a las ingenierías antes descritas.

## **Perfil de egreso.**

Los egresados del programa podrán ser capaces de proponer y desarrollar soluciones, de forma metodológica, para problemas tecnológicos relacionados con la mecatrónica, en instituciones públicas o privadas, utilizando técnicas modernas de análisis que incluyen el uso de software especializado. En particular, los egresados podrán realizar tareas como:

- Diseñar nuevos dispositivos mecatrónicos.
- Realizar proyectos de automatización industrial.
- Adaptar maquinaria o mecanismos a diferentes procesos productivos.
- Dirigir a equipos de ingenieros en tareas de mejora de equipo industrial.
- Involucrarse en proyectos de investigación científica y desarrollo tecnológico relativos a su especialidad, incluyendo la posibilidad de continuar su formación en estudios doctorales.

## **Habilidades a desarrollar en el programa (competencias).**

De acuerdo al plan de estudios del programa, los egresados desarrollarán las siguientes habilidades:

### *Habilidades referentes a instrumentación y control (Tronco común):*

- Interpretar características y especificaciones de diversos sensores, analizando su comportamiento y aplicando técnicas para su caracterización en caso requerido.
- Obtener modelos matemáticos de diferentes procesos y motores eléctricos, y diseñar leyes de control y algoritmos de estimación de estado en base a dichos modelos.
- Seleccionar actuadores y sensores para la automatización de un trabajo industrial.
- Integrar sensores y actuadores electroneumáticos para la realización de tareas de producción industrial automatizadas, de acuerdo a especificaciones de comportamiento lógico-secuencial previamente definidas, utilizando técnicas formales de supervisión y control de sistemas eventos discretos que pueden ser implementados en Controladores Lógico-Programables (PLC).
- Implementar algoritmos de control y monitoreo de procesos y dispositivos mecatrónicos utilizando microcontroladores, aplicando conceptos básicos para la gestión de multitareas en tiempo real, y desarrollando circuitos de electrónica de potencia necesarios para el control de actuadores.
- Implementar algoritmos de monitoreo y control en computadoras personales por medio de programas desarrollados en C.
- Desarrollar interfaces gráficas en computadoras personales para el monitoreo y control de equipos de procesos, ya sea utilizando el lenguaje C++ o mediante un entorno de desarrollo rápido.

*Habilidades referentes a ingeniería mecánica (Orientación Sistemas Electromecánicos):*

- Diseñar piezas mecánicas determinando materiales, dimensiones y cargas máximas admisibles, aplicando teorías de falla y auxiliándose de herramientas computacionales de CAD/CAE.
- Especificar componentes mecánicos tales como rodamientos, poleas, bandas, ruedas dentadas, cadenas, ejes, etc., sujetos a cargas y condiciones de trabajo específicas.
- Aplicar los conocimientos y habilidades adquiridas para el diseño metodológico de máquinas industriales.

*Habilidades referentes a robótica y visión (Orientación Automatización):*

- Programar y simular diferentes estrategias de control de robots manipuladores para el desempeño de diferentes tareas como regulación y seguimiento de trayectorias.
- Implementar algoritmos de generación de trayectorias tanto para robots manipuladores como para robots móviles.
- Resolver problemas de la localización y construcción simultánea de mapas de robots móviles.
- Generar imágenes sintéticas a partir de modelos de proyección de cámaras convencionales y omnidireccionales.
- Implementar diferentes técnicas de procesamiento de imágenes, tales como filtrado de ruidos, búsqueda de patrones por correlación, segmentación y detección de formas en imágenes reales.

## **VI. Requisitos para la obtención de grado.**

---

Los requisitos para obtener el grado del programa de Maestría en Ingeniería Mecatrónica, además de los establecidos por la normatividad universitaria (Art. 75 del Reglamento general de posgrado), son los siguientes:

- Obtener el 100% de los créditos señalados en el plan de estudios.
- Realizar una estancia en empresa de 6 meses o realizar un proyecto tecnológico en conjunto con una empresa o entidad pública.
- Presentar memoria de proyecto tecnológico o tesis y aprobar el examen respectivo de acuerdo al procedimiento que establezca la Junta Académica del Posgrado en concordancia con la normatividad universitaria.

## VII. Tutorías.

---

Al ingresar el estudiante al programa, se le asignará un tutor que tendrá como responsabilidad dar seguimiento al desarrollo académico del estudiante, así como orientarlo en cuestiones académicas y administrativas. El tutor, en ningún caso, podrá tomar atribuciones académicas o administrativas que correspondan a la Junta Académica u otras instancias universitarias, tales como asignación de calificaciones, extensiones de plazos de entrega de proyectos, designación de temas de proyectos o tesis, etc.

A partir del segundo semestre, el estudiante podrá solicitar a la Junta Académica la aprobación de un proyecto de ingeniería o tema de tesis, que puede ser sugerido por profesores del programa o bien surgir por interés del propio estudiante. La solicitud deberá ser aprobada por la Junta Académica que, en caso de aprobación, asignará un nuevo tutor (o tutores) al estudiante que fungirá como *Director de proyecto o tesis*, en concordancia con los criterios señalados por la normatividad universitaria.

## VIII. Metodología empleada para el diseño curricular.

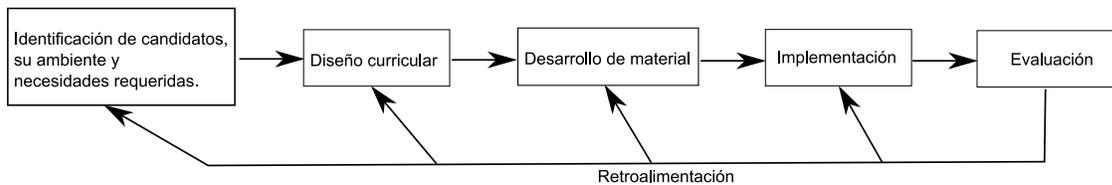
---

Existen diversos modelos para el diseño curricular, los cuales pueden clasificarse en modelos de corte técnico (tradicionales), de corte deliberativo (flexibles) y de corte crítico [9]. Además, se puede considerar una cuarta clase de modelos, denominados sistémicos, que han tenido un auge reciente en programas de modalidad a distancia [12, 13]. El diseño curricular del presente programa se ha realizado como una mezcla de modelos técnicos, deliberativos y sistémicos.

A modo de breve introducción, los modelos técnicos son aquellos que se entienden como una aplicación tecnológica de las teorías educativas [9,11], en las que el diseño es realizado de forma rigurosamente metodológica y cerrada, es decir, el profesor juega un papel de usuario del programa curricular diseñado por expertos. En este enfoque, el diseño curricular tiene como base la proposición de objetivos y métodos de evaluación, con una inspiración marcada en los métodos de producción masiva (una visión “taylorista” de producción de bienes aplicada a la educación), que llevan a la estandarización del proceso y actores educativos.

En contraposición, los modelos deliberativos son abiertos y menos estructurados. El diseño curricular en estos modelos tiene como base un enfoque práctico para la resolución de problemas educativos. La herramienta esencial para el diseño curricular en estos modelos es la deliberación de los actores educativos, i.e., incluyendo a los profesores, que determinan lo que es conveniente estudiar y la forma de hacerlo, dando así origen a programas con características particulares y no estandarizados.

Los modelos sistémicos parten de una visión sistémica del proceso educativo. Estos modelos son usualmente utilizados en el diseño curricular de programas de educación a distancia [12, 13]. En esta visión, los actores y recursos del proceso educativo forman elementos o unidades interrelacionadas entre sí. Esto parte de la inspiración en las teorías de sistemas. Se identifica la entrada al sistema como el estudiante que ingresa al programa con sus características, capacidades y deseos, mientras que la salida del sistema es el egresado del mismo con sus características, capacidades y nivel de satisfacción. Existen otras entradas al sistema a considerar, como el ambiente en el que se desarrollan los estudiantes y los demás actores educativos que se consideran factores externos (perturbaciones al sistema). Es fundamental en esta visión sistémica un mecanismo de regulación (o como los autores lo llaman en [9], cibernética o autoregulación), mediante el cual, el programa evalúa las capacidades del egresado y utiliza esa información para realizar modificaciones pertinentes al proceso de enseñanza, incluyendo el diseño curricular.



Estos diferentes modelos han tenido un desarrollo histórico en el que han sido aplicados con resultados diversos (los más empleados son los modelos técnicos mientras que los más recientes son los modelos sistémicos), exhibiendo ventajas y deficiencias. El programa de Maestría en Ingeniería Mecatrónica ha sido diseñado como una mezcla de modelos de corte técnico, deliberativo y sistémico, con el fin de heredar las fortalezas asociadas a cada uno de ellos.

El enfoque técnico aporta un sentido pragmático y estructura al diseño curricular, que abona a la claridad del plan de estudios y facilita, hasta cierto punto, su implementación. El enfoque deliberativo aporta flexibilidad al programa, permitiendo su adecuación a las realidades y situaciones particulares que se encuentren durante la implementación del programa. Finalmente, el enfoque sistémico permite concebir el plan curricular con una visión estructuralista, según la cual, el conocimiento se presenta en diferentes entidades (aquí, unidades de aprendizaje) desde diversos frentes que van formando la estructura del conocimiento a partir del descubrimiento de su interrelación y contraposición.

El proceso seguido durante el desarrollo curricular consta de las siguientes etapas:

- Propuesta de objetivos del programa y perfiles de ingreso y egreso.
- Propuesta de orientaciones.
- Propuesta de plan curricular (estructura y cursos).
- Desarrollo de contenidos de los cursos, propuestas de evaluación y listado de material de apoyo.
- Revisión del diseño curricular.

El proceso propuesto no es lineal sino recursivo, en el sentido de que tanto el plan curricular como el desarrollo de los contenidos y propuestas de evaluación son modificados de forma iterativa de acuerdo a la discusión interna y comentarios de revisores externos.

El enfoque deliberativo se hace presente durante todas las etapas, en el sentido de que el proceso ha sido realizado por los mismos profesores que impartirán los cursos, en constante colaboración con el comité técnico que incluye directivos y jefes de departamento del centro universitario donde se llevará a cabo el programa, es decir, mediante deliberación de los actores educativos. El enfoque sistémico aparece,

principalmente, en la propuesta del plan curricular y plan de evaluación del programa. En este sentido, los cursos son vistos como entidades del sistema, permitiendo tanta flexibilidad como sea posible. Además, se establecen mecanismos de evaluación, actualización y evaluación del programa curricular con base a la retroalimentación obtenida de la observación de las capacidades adquiridas por los egresados y su nivel de satisfacción. Este mecanismo se explica en el apartado XV.

### **Propuesta de objetivos del programa y perfiles de ingreso y egreso.**

El presente programa de ingeniería surge de identificar la necesidad, en el aparato productivo de la región, de formar profesionales con la capacidad de llevar a cabo proyectos de ingeniería en automatización y diseño de equipo industrial, y de reconocer la pertinencia del Centro Universitario de los Valles para abordar esta problemática (expuesto en los apartados I y II). Como propuesta de solución, se considera la creación de un programa avanzado de estudios de ingeniería, específicamente ingeniería mecatrónica, ya que el perfil del profesional requerido debe contar con conocimientos y habilidades que involucran temas propios de la ingeniería eléctrica, electrónica, computación y mecánica pero vistas desde un enfoque integrador y orientados hacia aplicaciones específicas de automatización y diseño de equipo industrial.

A partir de este razonamiento, el objetivo del programa es formar recursos humanos con los conocimientos técnicos y habilidades necesarias para el desarrollo de proyectos de automatización industrial, análisis, diseño de sistemas y dispositivos mecatrónicos, lo que permitirá una mejor asimilación y generación tecnológica en la industria regional. Este objetivo determina el enfoque profesionalizante del posgrado.

El objetivo determina a su vez el perfil del egresado. A grandes rasgos, los egresados deberán ser capaces de diseñar nuevos dispositivos mecatrónicos, de realizar proyectos de automatización industrial, de adaptar maquinaria a diferentes procesos, de dirigir a equipos de ingenieros en tareas de mejora de equipo industrial, entre otros. Se ha deliberado la pertinencia de dar herramientas al estudiante para continuar una preparación científica, en consecuencia, se incluye en el perfil del egresado la posibilidad de continuar su formación en estudios doctorales.

El perfil de ingreso se obtiene, de forma lógica, a partir de considerar a profesionistas que en su práctica se encuentren con la necesidad de obtener las herramientas a desarrollar en el programa. Es decir, ingenieros de distintas ramas con experiencia profesional que requieren de más capacidades para realizar tareas de automatización industrial y diseño o adaptación de equipo de producción industrial, como pueden

ser ingenieros mecánicos, industriales, mecánico-eléctricos, electrónicos, etc. El perfil de ingreso considera a ingenieros preferentemente con experiencia laboral en ámbitos industriales.

### **Orientaciones o especialidades.**

El enfoque técnico para el diseño de programas de estudio nace de los objetivos y perfiles de ingreso y egreso [9,10]. Dicho de otra forma, a partir de las capacidades de los estudiantes que recién se incorporan al programa, se diseña el plan curricular tendiendo como objetivo las capacidades que se desean de los egresados del programa. Así, se diseña un plan, con cursos y líneas especializantes, y se fijan objetivos específicos para cada curso propuesto.

Sin embargo, este planteamiento “tradicional” puede presentar problemas en su implementación si no se tienen en cuenta los recursos del centro o institución donde se desarrollará el programa. En particular, el CONACYT establece que las orientaciones deben estar acordes a las líneas de generación y aplicación del conocimiento (LGAC) del personal docente del programa, es decir, que las orientaciones (y el plan de estudios en general) sean acordes a la planta docente.

Así pues, el diseño curricular debe considerar tres aspectos fundamentales desde su propuesta:

- Objetivos del programa.
- Experiencia y conocimientos de la planta docente (LGAC).
- Recursos del Centro Universitario.

En principio, dado el núcleo académico para el programa propuesto (apartado XVI), se identifican dos LGAC: Automática (esto es, teorías, tecnologías y técnicas para el funcionamiento automático de dispositivos diversos) y Sistemas electromecánicos (análisis y diseño de sistemas principalmente compuestos por elementos mecánicos, eléctricos, neumáticos, hidráulicos, etc.).

Bajo este planteamiento, se propone un bosquejo del plan curricular con dos orientaciones. En principio, se plantea un tronco común con cursos de electrónica, computación, mecánica y control, que tienen como objetivo el proveer al estudiante conocimientos en las distintas áreas torales de la mecatrónica. A partir de este punto, se proponen dos líneas específicas, las cuales cubren el perfil de egreso y pertenecen al área de competencia de la planta docente. A saber, una orientación en Automatización y otra en Sistemas

electromecánicos. Nótese que estas orientaciones son congruentes con los objetivos del programa anteriormente planteados.

### **Desarrollo del plan de estudios.**

Definidos los objetivos del programa, perfiles de ingreso y egreso, y las orientaciones, el siguiente punto es elaborar una propuesta del plan de estudios. Esta tarea se aborda en tres pasos: seleccionar contenidos apropiados para el programa dentro de las diversas áreas de estudio, derivar objetivos particulares y estructurar los cursos dentro del plan [10].

La ingeniería mecatrónica abarca un gran abanico de teorías y técnicas. Aún en las orientaciones: de automática y sistemas electromecánicos; existen una gran cantidad de contenidos que podrían considerarse para el plan en cuestión. La selección de los cursos surge de un largo proceso deliberativo que tiene como base tres premisas:

- Se considera fundamental incluir cursos de las áreas torales de la ingeniería mecatrónica: electrónica, computación, mecánica y control; que a su vez tienen objetivos particulares de aplicación en proyectos de automatización comunes en la industria. Por ejemplo, para un proyecto de control automático de un proceso químico, el ingeniero en mecatrónica requiere de conocimientos de computación y electrónica aplicados al control de procesos, de instrumentación y de teoría de control. Para esto, se han propuesto los cursos de *Informática industrial, Sistemas embebidos en electrónica industrial, Instrumentación industrial y Control de motores eléctricos y procesos*.
- Los contenidos de los cursos comunes deben de considerar a su vez el conocimiento y las habilidades que el estudiante debe haber adquirido antes de abordar los cursos de especialidad. Por ejemplo, para el curso *Robots manipuladores y móviles* de la orientación en *Automática* se requieren conocimientos previos de control de motores eléctricos, temática que se incluye en el curso *Control de motores eléctricos y procesos*. A su vez, para este curso se requieren bases de teoría de control en espacio de estados, que son considerados en el curso *Sistemas lineales de control*. Dicho de otra forma, la temática de los cursos iniciales deben considerar los contenidos de los cursos avanzados.
- Debido al amplio perfil de ingreso, existirán estudiantes que tengan conocimientos avanzados en ciertos temas de estudio pero también aquellos que no tengan conocimientos básicos en lo mismos. Esto se resuelve, en cierta medida, con el enfoque sistémico del programa. De acuerdo a este, se plantean unidades curriculares (en forma de material instruccional) que tienen como fin la

nivelación de los estudiantes que así lo requieran en temas que se consideran críticos pero sobre los que muchos de los estudiantes tendrán conocimientos previos.

Una vez diseñada una propuesta del plan de estudios (cursos y estructura), con un bosquejo de los objetivos de cada curso, se procede al desarrollo de los contenidos específicos, comenzando por los cursos avanzados hasta llegar a los cursos básicos.

### **Desarrollo de contenidos de los cursos.**

El desarrollo de los contenidos de cada curso surge de la propuesta de objetivos específicos, derivados de los objetivos generales del programa. Estos contenidos específicos se refieren a tres aspectos: conocimientos (lo que el estudiante debe saber), aptitudes (habilidades que el estudiante debe desarrollar) y actitudes (aspectos cualitativos en cuanto a la forma de trabajar del estudiante). Los contenidos de los cursos se determinan al tomar en cuenta los objetivos de conocimientos, mientras que los objetivos de aptitudes y actitudes determinan los trabajos, prácticas y proyectos que se proponen a realizar a lo largo del curso, así como aspectos en su evaluación.

Como resultado de un proceso de deliberación, se desarrollaron los contenidos de los cursos atendiendo a los siguientes criterios:

- **Planes de estudios similares.** Algunas propuestas corresponden a cursos bien establecidos en el estudio de la ingeniería. En tal caso, se considera importante mantener cierta coherencia con otros programas de estudio, en medida de lo conveniente, para aprovechar la sinergia existente. Esta filosofía se puede resumir en el ámbito ingenieril como: “No se debe reinventar la rueda, sino adecuarla a nuestra necesidad”. Las ventajas más importantes de este enfoque son la utilización de materiales de apoyo ya existentes para estos cursos “clásicos”, pueden ser bibliografía que ha sido continuamente revisada y corregida, software didáctico para los cursos en cuestión, etc.
- **Perfil de ingreso heterogéneo de los estudiantes.** Como se ha mencionado con anterioridad, el perfil de ingreso incluye candidatos con formación en distintas ingenierías. Esto supone un reto al momento de diseñar los contenidos de los distintos cursos, debido a que podrían atender estudiantes con conocimientos avanzados en el curso en cuestión como estudiantes que desconozcan por completo los temas a tratar. En los cursos en los que se prevé esta situación, se considera una solución de dos componentes. Por un lado, se plantea que en los contenidos de los cursos se incluya una unidad de introducción, aún cuando el curso se enfoque a los conocimientos y habilidades propuestos en los objetivos a un nivel de especialización correspondiente al grado de

maestría. Por el otro lado, con el fin de dar herramientas a los estudiantes que no tengan antecedentes adecuados para atender estos cursos, se consiera poner a disposición del alumnado material instruccional (en línea) para que de forma autodidacta, pero siempre con el apoyo de la planta docente, el estudiante que así lo requiera pueda asimilar los fundamentos necesarios para atender el curso en cuestión, esto en tiempo anterior al inicio del curso (en concordancia a sugerencias [13]).

- **Estado del arte y actualización.** La ingeniería se encuentra en permanente evolución. Continuamente surgen nuevas técnicas de análisis de problemas de ingeniería, nuevas herramientas y nuevo conocimiento teórico-científico que suponen ventajas para el ingeniero practicante que se encuentra actualizado. Por el contrario, un ingeniero que no actualiza sus conocimientos y técnicas cae en desventaja competitiva. Por esto, es muy importante incluir en los contenidos temas actualizados. Para este punto juega un rol importante el contar en la planta docente investigadores conducentes en las líneas de especialización planteadas en el programa. Así mismo, se incluyen en los cursos el uso de software actualizado y especializado que le permita al estudiante desarrollar habilidades de resolución rápida y eficiente de problemas de ingeniería.
- **Valor agregado.** En diferentes cursos se consideran temas que aportan un valor particular al curso y al programa en general. Este valor agregado reside en la identificación de un tema que es particularmente ventajoso en la actividad profesional y que frecuentemente no es considerado en otros programas de estudio similares. Por citar ejemplos, el uso de métodos formales para el desarrollo de controladores en el curso *Supervisión en sistemas electroneumáticos* (temas abordados en programas de orientación científica pero no en profesionalizantes), el método de elementos finitos como parte del curso *Mecánica de materiales* (temas que si bien se consideran en otros programas similares, se abordan desde el punto de vista de un usuario de paquetes informáticos), el tema de tolerancias geométricas en el curso *Elementos de máquinas* (que usualmente no se considera en cursos similares), o la aplicación de los contenidos cubiertos en los cursos iniciales en temas de *Ingeniería biomédica* (área de estudio que actualmente está generando interesantes expectativas de desarrollo).
- **Recursos.** Como se mencionó anteriormente, es importante tener en cuenta la disponibilidad tanto de los recursos del Centro Universitario como de los recursos propios del estudiante, en su lugar de estudio. Para esto, para cada curso propuesto debe realizarse un análisis sobre los recursos necesarios para su desarrollo, en términos de bibliografía existente en biblioteca, laboratorios, licencias de software, etc. Además, obedeciendo a la creciente tendencia en el uso de software de simulación en la ingeniería práctica y el desarrollo de laboratorios virtuales y material instruccional para el aprendizaje, se consideran opciones como laboratorios virtuales, videos, simuladores,

software de uso libre o remoto, documentos de uso libre y paquetes didácticos de bajo costo que el estudiante puede adquirir y utilizar en su lugar de estudio.

- **Medios de evaluación.** Siguiendo un enfoque deliberativo, se proponen diferentes medios de evaluación a modo de sugerencia, siendo el profesor a cargo quien determine el método mas apropiado. Los medios sugeridos están enfocados en la consecución de los objetivos particulares. Como método sugerido predominan los trabajos y prácticas, con sentido práctico del programa (y que implican competencias de comunicación, dominio de la lengua inglesa, uso de tecnologías de la información y razonamiento lógico-matemático), y sólo en algunos casos se sugiere la aplicación de exámenes.
- **Prerrequisitos.** Se establecen prerrequisitos para cada uno de los cursos en dos aspectos: haber cursado previa o simultáneamente algunos cursos del programa, y el requerimiento de ciertos conocimientos previos para abordar el curso en cuestión y que, por considerarse básicos en ciertas carreras de ingeniería, no son revisados en los cursos del programa. Para estos últimos prerrequisitos, se debe proveer material de apoyo instruccional para el estudiante que así lo requiera.

Considerando todos estos aspectos, se elaboraron propuestas para los contenidos de los diferentes cursos del programa, incluyendo propuestas de prácticas y proyectos a realizar por los estudiantes durante la duración de los cursos. Además, se elaboró un listado de recursos iniciales, necesarios para la implementación de los cursos: bibliografía, laboratorio, programas informáticos, simuladores y demás material de apoyo.

El contenido de los cursos debe mantener coherencia dentro del mismo curso como dentro del programa global. Esta coherencia debe guardarse en la pertinencia, objetivos, tiempo, orden y recursos. Para asegurar este aspecto, se ha encontrado necesario realizar, de forma iterativa, revisiones de las propuestas de contenidos por parte de la planta de profesores y revisores externos.

### **Proyecto final o tesis.**

Los objetivos del programa señalan tres aspectos (mencionados aquí en función del egresado): que el egresado sea capaz de analizar, diseñar y modificar equipos y sistemas de automatización industrial, que el egresado haya desarrollado habilidades para el diseño y desarrollo de dispositivos mecatrónicos, y que el egresado haya desarrollado habilidades básicas necesarias para la iniciación en la investigación científica.

En este sentido, se considera que la evaluación del egresado, con respecto al alcance de los objetivos del programa, requiere del desarrollo de un proyecto o tesis en los que el estudiante demuestre capacidades suficientes en alguno de estos tres aspectos. La propuesta de tales trabajos o tesis, así como su evaluación, quedará a consideración de la Junta Académica.

Además, se considera relevante la realización de estancias en empresa, en las que el estudiante podrá poner en práctica los conocimientos y habilidades adquiridos en su formación. En este sentido, se establece como requisito de obtención de grado la realización de una estancia de seis meses en la empresa o la realización de un proyecto tecnológico en conjunto con la empresa o entidad pública.

#### **Revisión del diseño curricular.**

Una vez concluido un primer borrador del programa de maestría, éste se somete a revisiones internas (dentro del mismo centro) y externas (con académicos e investigadores de otras instituciones así como profesionistas), i.e., evaluaciones formativas [10]. Los comentarios así recolectados permiten realizar reajustes tanto al plan del programa como a los contenidos específicos de los cursos.

Además, es importante considerar futuras revisiones y modificaciones. Estas tareas serán realizadas por deliberación de la Junta Académica (administración del programa) de acuerdo a los lineamientos señalados en el Plan de Evaluación (apartado XV), y completar así la visión sistémica del programa propuesto.



industrial.				
-------------	--	--	--	--

#### Área de Formación Básica Particular Obligatoria

Asignatura	Tipo	Horas totales	Créditos	Pre-requisito
Sistemas embebidos en electrónica industrial.	C	96	6	Concurrente Informática industrial.
Informática industrial.	C	96	6	Concurrente Sistemas embebidos en electrónica industrial.
Control de motores eléctricos y procesos.	C	96	6	Sistemas lineales de control.
Supervisión en sistemas electroneumáticos.	C	96	6	Ninguno

#### Área de Formación Especializante

##### Orientación en Robótica y Visión artificial.

Asignatura	Tipo	Horas totales	Créditos	Pre-requisito
Robots manipuladores y móviles.	C	96	6	Instrumentación industrial. Concurrente Control de motores y procesos.
Visión por computador.	C	96	6	Ninguno

##### Orientación en Automatización y Diseño.

Asignatura	Tipo	Horas totales	Créditos	Pre-requisito
Mecánica de Materiales.	C	96	6	Ninguno
Elementos de Máquinas.	C	96	6	Mecánica de Materiales.

#### Área de Formación Optativa Abierta

Asignatura	Tipo	Horas totales	Créditos	Pre-requisito
Tópicos de ingeniería biomédica.	C	96	6	Ninguno
Navegación de robots.	C	96	6	Instrumentación industrial. Sistemas lineales de control.
Tópicos avanzados en ingeniería mecánica.	C	96	6	Dep. (Elementos de máquinas, Mecánica de materiales)

#### Contenido de los cursos, propuestas de evaluación y materiales de apoyo.

En el Anexo A pueden encontrarse las cartas descriptivas de los cursos, que detallan los objetivos específicos, contenidos, propuesta de evaluación y requerimientos de material de apoyo y bibliografía.

**Mapa curricular.**

Con el fin de eficientar recursos y mantener flexibilidad en el plan de estudios, se propone un esquema de mapa curricular diferenciado, mediante el cual los cursos son dictados sólo una vez por año y se hace un reparto homogéneo de los mismos durante las dos anualidades del programa. Así, se obtienen dos posibles itinerarios para los estudiantes, según el calendario de ingreso, para cada una de las orientaciones.

Orientación en Automatización.		
Semestre	Ingreso en calendario A	Ingreso en calendario B
1	Sistemas lineales de control. Instrumentación industrial. Tópicos en ingeniería biomédica.	Sistemas embebidos en electrónica industrial. Informática industrial. Visión por computadora.
2	Sistemas embebidos en electrónica industrial. Informática industrial. Visión por computadora.	Sistemas lineales de control. Instrumentación industrial. Tópicos en ingeniería biomédica.
3	Control de motores eléctricos y procesos. Supervisión en sistemas electroneumáticos.	Robots manipuladores y móviles. Navegación de robots.
4	Robots manipuladores y móviles. Navegación de robots.	Control de motores eléctricos y procesos. Supervisión en sistemas electroneumáticos.

Orientación en Sistemas Electromecánicos.		
Semestre	Inicio en calendario A	Inicio en calendario B
1	Sistemas lineales de control. Instrumentación industrial. Tópicos en ingeniería biomédica.	Sistemas embebidos en electrónica industrial. Informática industrial. Mecánica de materiales.
2	Sistemas embebidos en electrónica industrial. Informática industrial. Mecánica de materiales.	Sistemas lineales de control. Instrumentación industrial. Tópicos en ingeniería biomédica.

3	Control de motores eléctricos y procesos. Supervisión en sistemas electroneumáticos.	Elementos de máquinas. Tópicos avanzados en ingeniería mecánica.
4	Elementos de máquinas. Tópicos avanzados en ingeniería mecánica.	Control de motores eléctricos y procesos. Supervisión en sistemas electroneumáticos.

Desde el punto de vista administrativo, los cursos se dictarán de acuerdo al siguiente calendario:

Calendario	Cursos a dictar.
A	Sistemas lineales de control. Instrumentación industrial. Tópicos en ingeniería biomédica. Control de motores eléctricos y procesos. Supervisión en sistemas electroneumáticos.
B	Sistemas embebidos en electrónica industrial. Informática industrial. Mecánica de materiales. Visión por computadora. Elementos de máquinas. Tópicos avanzados en ingeniería mecánica. Robots manipuladores y móviles. Navegación de robots.

## X. Modalidad en que se impartirá.

---

La Maestría en Ingeniería Mecatrónica se ofrecerá en modalidad presencial, reforzada con el uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC).

En este sentido, el Centro Universitario de los Valles ha venido trabajado con base a una metodología en la que el estudiante gestiona su propio aprendizaje, por un lado atendiendo a cursos presenciales, y por otro lado apoyándose en material instruccional en línea, el cual es planificado específicamente para el curso en cuestión.

El uso de las TIC en la enseñanza otorga flexibilidad, permitiendo a los estudiantes revisar material sobre el curso en el tiempo y espacio que le sea más conveniente. Además de material bibliográfico, las TIC permite el uso de nuevas tecnologías didácticas como aplicaciones de software remoto, laboratorios virtuales, laboratorios remotos, seminarios a distancia, etc.

## **XI. Criterios para su implementación.**

---

Para la creación y operación de la Maestría en Ingeniería Mecatrónica, se consideran diversos criterios de calidad adoptados por la Universidad, y los necesarios para pertenecer al *Padrón Nacional de Posgrados de Calidad* (PNPC). Bajo estos lineamientos que se deberán aplicar a la postre, se establecen los siguientes criterios para la implementación del posgrado:

- a) Número de alumnos. Uno de los criterios más importantes y evaluados por CONACYT al momento de ingresar al PNPC es el número de alumnos dirigidos en tesis o proyecto, que es de hasta 6 estudiantes dirigidos por docente. En concordancia, para el núcleo académico inicial, se establece un límite máximo de 18 estudiantes que pueden ser atendidos en cada semestre. Este número podrá ser mayor en función de la planta docente, y por acuerdo de la Junta Académica.
- b) Características del núcleo académico básico del posgrado. La Junta Académica propondrá el ingreso y permanencia del personal académico, al cuidar que se cumplan los índices de calidad requeridos por la Universidad de Guadalajara, la Secretaría de Educación Pública (PROMEP) y el CONACYT.
- c) Perfil de profesor, tutor, director de tesis, codirector de tesis, lector de tesis y jurado de tesis. Es necesario que los académicos tengan el perfil adecuado a juicio de la Junta Académica y que cumplan con lo establecido en el reglamento general de posgrado de la Universidad de Guadalajara, considerando además los criterios de calidad establecidos por el CONACYT. Actualmente se cuenta con una planta académica adecuada para ofertar el posgrado, la cual se describe en el apartado XVI.
- d) Para abrir una línea de generación y aplicación del conocimiento (LGAC) u orientación es necesario que existan por lo menos tres profesores de tiempo completo, en el entendido de que un profesor sólo podrá participar en dos orientaciones y en dos LGCA. Los objetivos o contenidos académicos de la nueva LGAC u orientación deben ser aprobados por la Junta Académica. Adicionalmente, se tendrá que adquirir el material de apoyo necesario, tales como bibliografía, software, equipo de laboratorio, etc .
- e) Para apoyo en el desarrollo y aplicación del programa se requiere el siguiente grupo de cuerpos colegiados:

### **Junta Académica.**

La Junta Académica del posgrado se instalará al ser aprobado el dictamen de posgrado, bajo los lineamientos establecidos en el *Reglamento General de Posgrado* de la Universidad de Guadalajara. Las atribuciones de la Junta Académica del posgrado se describen en el art. 12 del mencionado reglamento. Como apoyo al desarrollo de las actividades del posgrado, se integrarán los siguientes comités a propuesta del Coordinador del Posgrado y aprobados por la Junta Académica:

#### Comité de Admisión.

El Comité de Admisión estará conformado por al menos 3 profesores del posgrado, uno de los cuales deberá ser el Coordinador del posgrado. Las responsabilidades y atribuciones del Comité de Admisión serán las siguientes:

- Corroborar el cumplimiento de los criterios de admisión.
- Revisar el currículum de los aspirantes.
- Entrevistar a los aspirantes al posgrado.
- Diseñar, aplicar y evaluar los exámenes de admisión y diagnóstico, así como los cursos propedéuticos.
- Sugerir a la Junta Académica sobre la admisión de los aspirantes.
- Otras atribuciones que delegue la Junta Académica y que competan a la admisión de los aspirantes.

#### Comité Tutorial.

El Comité Tutorial de cada estudiante estará formado por un profesor y en su caso el director de tesis. Los tutores serán elegidos por la Junta Académica de entre los miembros de la planta docente al ingreso del estudiante al posgrado. Los tutores se asignarán conforme a su perfil, que éste coincida con los intereses del estudiante. La Junta Académica podrá hacer una reasignación de tutores cuando el estudiante seleccione una orientación (al iniciar el segundo año) diferente a la de sus tutores iniciales. La duración en funciones del comité terminará con la titulación del estudiante o con su baja administrativa. Podrá ser solicitada la sustitución de algún miembro del Comité Tutorial, mediante escrito del estudiante y/o el propio miembro, dirigida al Coordinador del Posgrado, que decidirá sobre la solicitud en un periodo no mayor a dos semanas a partir de la solicitud. En caso de inconformidad con el veredicto por parte del solicitante, éste dispondrá de 15 días para solicitar por escrito que el caso sea decidido por la Junta Académica, en tal caso, el Coordinador del Posgrado deberá realizar las acciones

pertinentes a fin de que sea emitida la resolución definitiva en un plazo máximo de un mes a partir de la fecha de la inconformidad. Las responsabilidades del Comité Tutorial serán las siguientes:

- Asesorar al alumno, en su caso en conjunto con su Director de Tesis, en la elección de las materias a cursar por el estudiante en cada período semestral.
- Emitir un escrito semestral al Coordinador del Posgrado para informar del avance del estudiante.
- Informar por escrito al Coordinador del Posgrado de cualquier irregularidad en el desempeño académico del estudiante.
- Todas las demás que le sean conferidas por la Junta Académica

#### Comité de Titulación.

El Comité de Titulación estará formado por dos cuerpos académicos denominados: Comité Revisor y Jurado de Tesis; las siguientes figuras académicas forman parte del Comité de Titulación: Director de Tesis, Codirector de Tesis, Asesor de Tesis, Lector de Tesis y Miembro del Jurado. Los requisitos, atribuciones y obligaciones de estas figuras se sujetarán a lo establecido por los artículos 42, 43, 44, 45, 46, 48 y 78 del *Reglamento General de Posgrado* de la Universidad de Guadalajara.

El Director de Tesis, o un codirector, o un asesor deberán ser profesores del programa de posgrado, pudiéndose asignar un máximo de dos asesores a un trabajo de investigación o proyecto. Para ser director, codirector, asesor o lector de tesis sin ser profesor del programa, se deberán cumplir los requisitos establecidos en el artículo 43 del *Reglamento General de Posgrado* de la Universidad de Guadalajara. El Comité Revisor estará integrado por el director de tesis, codirector, asesor(es) y dos lectores de tesis, que serán profesores del posgrado relacionados con el área de especialidad.

Las funciones e integración del Jurado de Tesis se encuentran establecidas en el art. 78 del *Reglamento General de Posgrado* de la Universidad de Guadalajara. Adicionalmente se establecen los siguientes requisitos:

- En caso de tenerlos, un miembro del Jurado podrá ser el Codirector o el Asesor del estudiante, o uno de ellos si son varios.
- Los lectores del trabajo recepcional del estudiante en cuestión deberán ser invitados a participar como parte del Jurado.
- Por lo menos uno de los miembros del Jurado deberá ser un profesor del posgrado que no haya participado en la dirección, codirección o asesoría de la tesis del estudiante.

- Los miembros del jurado que sean externos al posgrado o a la Universidad, deberán cumplir con los requisitos enunciados en el art. 43 del *Reglamento General de Posgrado* de la Universidad de Guadalajara.

## **XII. Duración del programa.**

---

El programa de Maestría en Ingeniería Mecatrónica tendrá una duración normal de 4 semestres para cubrir los cursos y 1 semestre extra para la defensa de la tesis o memoria de proyecto.

A solicitud del alumno y por causa justificada, la Junta Académica podrá otorgar una extensión del plazo para obtener el grado, teniendo como máximo lo establecido en el art. 71 del *Reglamento General de Posgrado* de la Universidad de Guadalajara que es de doce meses a partir de que concluyan el tiempo de duración del programa establecido en el dictamen. Consecuentemente, el plazo total máximo de permanencia en ningún caso excederá los 42 meses.

## **XIII. Número de estudiantes.**

---

Uno de los criterios más importantes y evaluados por CONACYT al momento de ingresar al PNPC es el número de alumnos dirigidos en tesis o proyecto por investigador, que es de hasta 6 estudiantes por PTC. En concordancia, dada la planta académica propuesta, se establece un número máximo sugerido de 18 estudiantes por generación al inicio del programa (6 PTC x 6 estudiantes / 2 generaciones dirigidas simultáneamente). Eventualmente, la Junta Académica podrá modificar este número máximo en función de la planta docente existente, y en concordancia con los criterios de calidad mencionados.

## **XIV. Costo de matrícula.**

---

El costo de la matrícula se obtiene a partir de un ponderador de 0.25 salarios mínimos mensuales vigentes por crédito. Así, de acuerdo al salario mínimo actual, cada crédito tiene un costo de  $\$59.08 \times 30.4 \times 0.25 = \$499$ . Cada curso de 6 créditos tiene entonces un costo de  $\$2,694$ , que se ajustará de acuerdo al costo del salario mínimo vigente.

El costo de inscripción para el estudiante, teniendo en cuenta un seguimiento regular, se describe a continuación:

Semestre	Cursos	Créditos	Costo
Primero	3	18	\$8,082
Segundo	3	18	\$8,082
Tercero	2	12	\$5,388
Cuarto	2	12	\$5,388
Total	10	60	\$26,940

## XV. Plan de evaluación del programa.

---

Los resultados del posgrado se evaluarán cada semestre por medio de la Junta Académica y, en medida de lo posible, con el apoyo de académicos externos al programa.

Se consideran como criterios de evaluación los mencionados en el art. 19 del *Reglamento General de Posgrado*, sobre creación y modificación de programas de posgrado, y en el marco de referencia para la evaluación y seguimiento de programas de posgrado del PNPC del CONACYT. Con base a esto se considerarán los siguientes:

- La eficiencia terminal por cohorte generacional en términos de la relación graduados-ingreso. La eficiencia terminal deberá ser del 50% como mínimo, en concordancia con los criterios del PNPC del CONACYT.
- El tiempo promedio para la obtención del grado, considerando como normal hasta 2.5 años para la Maestría.
- Impacto del programa en el ámbito socio-económico, entendiéndose como proyectos de ingeniería realizados por los profesores y estudiantes del programa, en realización conjunta con la industria, entidades gubernamentales y organizaciones sociales, que tengan un impacto positivo en el entorno socio-económico regional. Realización de prácticas profesionales por parte de los estudiantes.
- Los productos de investigación del posgrado. Esto es, la producción científica de los profesores del programa que se refiere a publicaciones en revistas con arbitraje internacional, asistencia a congresos internacionales y nacionales pertinentes al área, la participación de alumnos del posgrado en las publicaciones y congresos, la participación en redes académicas nacionales e internacionales, la obtención de patentes, etc.
- Actualización de la planta académica, entendiéndose como la acreditación y certificación de habilidades y conocimientos de los profesores del programa en temas relacionados con el mismo, como la asistencia a cursos técnicos, diplomados y la obtención de grados. Entre estos se consideran especialmente importantes las incorporaciones y actualizaciones de los profesores en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y del perfil PROMEP.
- Mejoramiento de la infraestructura y de material de apoyo que incide directamente en el mejor desarrollo del posgrado, desde espacio físico para el personal, equipos y paquetes informáticos de especial interés para el programa, conectividad, equipos de prácticas y material de laboratorio, adquisición de libros y servicios de bibliotecas en red, etc.

- Estabilidad de los recursos financieros. Se considera de vital importancia mantener un adecuado balance entre ingresos y egresos financieros del programa, aspirando a ser autofinanciable. Los conceptos a considerar se detallan en el apartado XVIII.
- Estabilidad operativa del programa, evaluando el desarrollo operativo y administrativo del programa, identificando problemas de esta índole que pueden poner en riesgo el buen funcionamiento del posgrado y haciendo propuestas de solución.
- Alcance de los objetivos del programa, que se determina a partir del seguimiento de la trayectoria de los egresados (integración a la industria realizando trabajos relacionados con las capacidades desarrolladas en el programa, mejoramiento en sus condiciones laborales, seguimiento en estudios doctorales, desarrollo de proyectos de ingeniería, etc.).
- Certificaciones de la calidad del programa y reconocimientos recibidos tanto por el programa en sí como por los profesores y estudiantes en referencia a productos desarrollados durante el programa.
- Desempeño académico de los estudiantes. La junta académica revisará la evolución académica de los estudiantes, tanto desde el aspecto cuantitativo (calificaciones) como cualitativo (motivación y actitudes).
- Vinculación con empresas, para realización de prácticas profesionales o desarrollo de proyectos, y cooperación académica y de investigación con otros centros e instituciones educativas. Difusión en el sector empresarial, social y académico de las actividades realizadas en el posgrado.

Como se mencionó con anterioridad, el plan curricular ha sido diseñado bajo enfoques deliberativos y sistémicos. En este sentido, la evaluación del programa con base a los criterios enlistados, y particularmente el impacto que el programa tiene en el desarrollo profesional de los egresados, debe utilizarse para hacer adecuaciones pertinentes al programa. Las correcciones a aplicarse deben surgir de un proceso deliberativo de la Junta Académica. Estas acciones propuestas deben seguir los principios de pertinencia, eficacia, factibilidad, rapidez, eficiencia y ser verificables. El principal objetivo de este mecanismo de retroalimentación (evaluación-corrección) es asegurar la congruencia del programa como satisfactor de necesidades específicas en el entorno socio-económico regional.

Como resultado de esta evaluación, se debe elaborar un documento con la descripción de los aspectos mencionados referentes a los distintos criterios de evaluación, y un segundo documento en el que se describan las acciones a emprender para la corrección de los problemas encontrados y el mejoramiento del programa, indicando tiempos de ejecución y responsables de aplicación. Este último documento constituirá el *Plan de Mejora*, que será actualizado conforme a las evaluaciones periódicas del programa.

## XVI. Planta académica.

El núcleo académico, al inicio del posgrado, se conforma de 3 doctores y 5 maestros de la Universidad de Guadalajara (7 docentes del CUValles y 1 docente del CUCSur). Adicionalmente, en el programa participan como profesores externos un doctor adscrito al Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT , Guanajuato) y dos maestros en ciencias en proceso de culminar sus estudios doctorales en la Universidad de Zaragoza (España). Los profesores externos son especialistas en temas de robótica, mecánica y bioingeniería. Cada uno participará en el apoyo de un curso del posgrado (por medio de tecnologías de la información). Es importante mencionar que los profesores externos han participado activamente en diseño curricular del programa.

Tabla 1.- Datos de adscripción de la planta académica para el posgrado.

Apellido Paterno	Apellido Materno	Nombre	Código UdeG	Nombramiento	CU de Adscripción del Profesor	Depto. de Adscripción del Profesor	Nivel SNI	Perfil PROMEP
Vázquez	Topete	Carlos Renato	2949485	Profesor Huésped	CUValles	Ciencias Computacionales e Ingenierías	Candidato	-
De la Torre	Gómora	Miguel Angel	2604809	Profesor de Tiempo Completo Asociado A	CUValles	Ciencias Computacionales e Ingenierías	-	Becario
Zatarain	Duran	Omar Alí	2226634	Profesor de Tiempo Completo Asociado A	CUValles	Ciencias Computacionales e Ingenierías	-	Sí
Huerta	Avila	Hector	2950151	Profesor Docente Asociado C	CUValles	Ciencias Computacionales e Ingenierías	Candidato	-
Ramírez	Mora	Emilio Leonardo	9322507	Profesor de Tiempo Completo Titular A	CUValles	Ciencias Naturales y Exactas	-	Sí
Ramos	Quirarte	José Luis	9221425	Profesor de Tiempo Completo Titular C	CUValles	Ciencias Naturales y Exactas	-	Sí
Domínguez	García	Rodolfo Omar	2210584	Profesor de Tiempo Completo Titular B	CUValles	Ciencias Computacionales e Ingenierías	-	Sí
Becerra	Fermín	Hector Manuel	2949312	Profesor CIMAT	CIMAT	-	Candidato	-
Antelis	Ortiz	Javier Mauricio	-	Investigador Universidad de Zaragoza, España	Universidad de Zaragoza, España	-	-	-

Carmona	García	Mauricio Yilmes	-	Investigador Universidad de Zaragoza, España	Universidad de Zaragoza, España	-	-	-
---------	--------	-----------------	---	--	---------------------------------	---	---	---

Tabla 2.- Datos de especialidad de la planta académica para el posgrado.

Apellido Paterno	Apellido Materno	Nombres	Tiempo de Dedicación a posgrado	Grados	Institución donde obtuvo el último grado	LGAC	Asignatura (s) que impartirá en el posgrado
Vázquez	Topete	Carlos Renato	Tiempo completo	Dr. Ing. de Sistemas e Informática. M.C. Ing. Eléctrica – esp. Control Automático.	Universidad de Zaragoza, España.	Automática (Modelado y control de sistemas híbridos).	Supervisión en Electro-neumática.
De la Torre	Gómora	Miguel Angel	Tiempo completo	Candidato a Dr. Ingeniería aplicada. M.C. Ing. Eléctrica – esp. Computación.	CINVESTAV, GDL.	Automática (Visión artificial).	Visión por computadora.
Zatarain	Duran	Omar Alí	Tiempo completo	M.C. Ing. Eléctrica-esp. Computación. Ing. Computación.	CINVESTAV, GDL.	Automática (Sistemas de Eventos Discretos, Inteligencia artificial).	Informática Industrial.
Huerta	Avila	Hector	Tiempo completo	Dr. Ing. Eléctrica – esp. Control. M.C. Ing. Eléctrica – esp. Control.	CINVESTAV, GDL.	Automática. Sistemas Electromecánicos (Control de sistemas electromecánicos).	Control de motores eléctricos y procesos.
Ramírez	Mora	Emilio Leonardo	Tiempo completo	Candidato a Dr. Ciencias Físico-Matemáticas. M. Enseñanza de las matemáticas. Ing. Mecánica Industrial.	CUCEI-UdG.	Sistemas Electromecánicos (Instrumentación, equipos de generación de vapor).	Instrumentación Industrial. Tópicos en ingeniería mecánica.
Ramos	Quirarte	José Luis	Tiempo completo	Dr. Tecnologías de alta frecuencia. M.C. Ing. Eléctrica.	Universidad de Chalmers, Suecia.	--	Sistemas lineales de control.
Domínguez	García	Rodolfo Omar	Tiempo parcial	Candidato a Dr. Investigación e Innovación en educación. M. Tecnologías para el Aprendizaje. Ing. Electrónica.	CUCEA-UOC.	--	Sistemas Embebidos en electrónica industrial.
Becerra	Fermín	Hector Manuel	Tiempo parcial	Dr. Ingeniería de Sistemas e Informática. M.C. Ingeniería Eléctrica- esp. Control Automático.	Universidad de Zaragoza, España.	Automática (Robótica).	Robots manipuladores y móviles. Navegación de robots.

Antelis	Ortiz	Javier Mauricio	Tiempo parcial	Candidato a Dr. en Ing. Biomédica. M. C. Sistemas electrónicos.	ITESM, Campus Toluca.	Automática (Ingeniería Biomédica, Sistemas Electrónicos).	Tópicos en Ing. Biomédica.
Carmona	García	Mauricio Yilmes	Tiempo parcial	Candidato a Dr. Energías renovables. M. C. Ing. Automotriz.	ITESM, Campus Toluca	Sistemas Electromecánicos (Simulación de fluidos y mecánica de sólidos, Ingeniería automotriz).	Mecánica de Materiales.

En el Anexo B se muestran los CV de la planta docente.

La planta docente propuesta cumple con los requisitos planteados en el *Reglamento General de Posgrado* de la Universidad de Guadalajara, que establece como mínimo una planta académica de 6 profesores de tiempo completo con grado de maestría para programas de maestría profesionalizantes. Similarmente, se cumple con el requerimiento mínimo de grados establecido por CONACYT para ingresar al PNPC como maestría profesionalizante, que es de un académico con grado de doctor y cinco con grado de maestros como PTC del posgrado.

De acuerdo al Marco de Referencia para la evaluación de programas de posgrado del CONACYT, la calidad de la planta docente se evalúa considerando diversos criterios<sup>1</sup>. Al particularizar estos a la planta académica del posgrado propuesto, se tienen las siguientes consideraciones:

- Los PTC Dr. Huerta Ávila y M.C. Ramírez Mora contribuyen a la LGAC en Sistemas Electromecánicos, mientras que los PTC Dr. Vázquez Topete, Dr. Huerta Ávila, M.C. Zatarain Durán y M.C. de la Torre Gómora contribuyen a la LGAC de Automática (el Dr. Huerta Ávila realiza investigación y proyectos de ingeniería en control de sistemas electromecánicos, por ello colabora en ambas líneas). De esta forma, se cumple con el requisito del CONACYT de contar con al menos 3 PTC en cada LGAC.
- Los PTP Dr. Becerra Fermín, M.C. Carmona García y M.C. Antelís Ortíz laboran sobre las LGCA, en particular, el Dr. Becerra Fermín realiza investigación sobre Robótica (LGCA de Automática), el M.C. Antelís Ortíz realiza investigación y proyectos sobre reconocimiento de patrones de pensamiento para aplicaciones de rehabilitación, monitoreo y control (LGCA de Automática), mientras que el M.C. Carmona García ha realizado proyectos de ingeniería automotriz y

<sup>1</sup> Para la evaluación de programas de posgrado, el CONACYT hace una distinción entre los docentes según el tiempo de dedicación al programa, como tiempo completo (PTC) o tiempo parcial (PTP). En este apartado se adopta esta distinción.

actualmente realiza investigación en simulación de procesos de fundición (LGCA de Sistemas electromecánicos).

- El docente M.C. Ramírez Mora cuenta con una trayectoria de más de dos décadas en el sector industrial. Varios de los docentes han realizado proyectos de ingeniería aplicada en conjunto con empresas.
- De la planta docente propuesta, tres doctores pertenecen al SNI como candidatos (2 PTC y 1 PTP). El resto de la planta docente que labora en México cuenta con perfil PROMEP.
- De la planta académica total (PTC y PTP), hay tres con grado de doctor que cuentan con trabajos de investigación en líneas asociadas al posgrado. El resto de la planta docente cuenta con grado de maestría y cinco de ellos están realizando estudios doctorales. Cabe destacar que tres de los maestros en ciencias están realizando su tesis doctoral en programas internacionales y cuentan ya con trabajos publicados en temas afines las LGCA. En este sentido, la planta académica cuenta con experiencia en investigación de las especialidades propuestas.
- Del total de la planta docente, sólo dos PTC han realizado sus estudios de posgrado en la Universidad de Guadalajara cumpliendo con el requisito de que más del 50% de los PTC deben haber obtenido sus grados más altos en otras instituciones.
- En cuanto a superación académica, es importante señalar que la mayoría de los maestros en ciencias de la planta académica están realizando estudios de doctorado. Además, en el esquema financiero se considera un fondo para la capacitación continua de la planta docente, por medio de cursos técnicos asociados a las líneas de especialidad del programa.
- Finalmente, en los criterios de evaluación del programa, expuestos en el apartado XV, se considera la evaluación al personal docente. En particular, se mencionan criterios de calidad relacionados con los planteados por CONACYT, como pertenencia al SNI y perfil PROMEP, producción académica, actualización y grados obtenidos, etc. Esta evaluación será realizada por la Junta Académica.

Por otro lado, con el fin de fortalecer la planta académica, se sugieren las diversas acciones:

- Incorporar a dos profesores en el programa: al menos un especialista en robótica industrial y otro en diseño mecánico; con experiencia profesional en desarrollo de proyectos tecnológicos con el fin de mejorar las capacidades de desarrollo tecnológico del posgrado y cumplir además con el requisito establecido por el CONACYT de que al menos el 30% de los PTC cuenten con reconocida trayectoria profesional.
- Participar en cursos de actualización en temas específicos-técnicos asociados al programa, tales como sistemas embebidos con *FPGA*, redes industriales, robots industriales, normativa en ingeniería, etc. Para esto, en el esquema financiero se considera una bolsa para la participación en cursos.

- Participar en proyectos con la industria que involucren tareas relacionadas con las LGAC del posgrado.
- Participar en asociaciones de profesionistas.

#### **Vinculación con instituciones de educación superior y centros de investigación.**

Se ha establecido un acuerdo entre el CUValles y el Centro Universitario de la Costa Sur (CUCSur) en materia de apoyo académico para el programa propuesto. El CUCSur ofrece la carrera de Ingeniería Mecatrónica, para lo cual cuenta con una planta docente con características que permiten su involucramiento activo en el programa propuesto, mediante la impartición de seminarios, cursos, co-tutorías, etc. Además, el CUCSur cuenta con laboratorios de automatización y talleres de máquinas-herramienta que permiten la fabricación de prototipos mecánicos. Se anexan a este documento cartas compromiso de profesores del CUCSur con quienes se ha establecido un convenio de colaboración.

Por otro lado, en la planta docente del programa propuesto se cuenta con cinco profesores que han realizado sus estudios de maestría o doctorado en el CINVESTAV-Unidad GDL. Algunos de ellos siguen realizando investigación en colaboración con investigadores de ese centro.

Además, los docentes Dr. Vázquez Topete y Dr. Becerra Fermín han realizado sus estudios doctorales en la Universidad de Zaragoza, España. Así mismo, los PTP M.C. Antelís Ortíz y M.C. Carmona García están realizando sus estudios doctorales en la Universidad de Zaragoza. Esto lleva a una colaboración natural en materia de investigación y docencia entre investigadores del programa propuesto e investigadores de la Universidad de Zaragoza. En este sentido, se ha recibido apoyo de la Asociación Universitaria Iberoamericana de Postgrado (AUIP) para la realización de una Misión Técnica en la que el M.C. Carmona García ha visitado las instalaciones del CUValles, con el fin de trabajar en la planeación del programa académico de la maestría en Mecatrónica.

Así pues, se considera factible y deseable mantener e incrementar la colaboración entre la planta docente del posgrado, el CINVESTAV-GDL y la Universidad de Zaragoza, en materia de investigación y docencia. En particular, existe un convenio general de cooperación entre la Universidad de Guadalajara y la Universidad de Zaragoza (Anexo C), que involucra cuestiones sobre cooperación científica y movilidad tanto estudiantil como de profesores. En el presente, se está valorando la pertinencia y necesidad de elaborar un convenio específico con esta institución.

## **XVII. Infraestructura.**

---

Entre la infraestructura del Centro Universitario de los Valles se puede enumerar:

- 54 aulas interactivas.
- 2 auditorios de usos múltiples con equipo para realizar videoconferencias.
- Conexión a internet inalámbrica en todo el centro.
- Biblioteca central que incluye una adecuada colección de textos de ingeniería, cubriendo temas de ingeniería mecatrónica, mecánica, eléctrica, electrónica, control, matemáticas, entre otros.
- Acceso a publicaciones especializadas en temas afines a la mecatrónica, como los *IEEE Transactions* que involucran a las publicaciones de más prestigio en especialidades de electrónica, eléctrica, control, automatización, etc.
- Centro de tecnologías de la información, que se encarga de gestionar los servicios informáticos del centro, como conectividad, servicio de correos, instalación de software y gestión de licencias, etc.
- Centro de tecnologías para el aprendizaje.
- Plataforma informática *Moodle*, para el desarrollo de programas educativos a distancia o mixtos.
- 3 laboratorios afines al programa descrito: Laboratorio de Ciencias Básicas, Laboratorio de Mecatrónica y Laboratorio de Electrónica, con equipos que van desde tableros didácticos para electroneumática, sensores, robótica, programación de microcontroladores, osciloscopios, fuentes, etc.
- Laboratorios de Informática, los cuales cuentan con software en temas relacionados a la mecatrónica, como *AutoCAD*, *Solidworks*, *MatLab*, *Labview*, *MathCAD*, etc.

Cabe mencionar que los recursos mencionados sirven también a las carreras de Ingeniería Mecatrónica e Ingeniería en Electrónica y Computación, que actualmente se ofrecen en el centro. Estas carreras cuentan con una planta docente adscrita al Departamento de Ciencias Computacionales e Ingeniería y al Departamento de Ciencias Naturales y Exactas, dependientes de la División de Estudios Científicos y Tecnológicos. Esta planta docente (todos con posgrado) y estructura administrativa representan un respaldo al programa de posgrado propuesto.

### **Requerimientos de infraestructura particulares para el posgrado.**

Para el programa de Maestría en Ingeniería Mecatrónica se han identificado los siguientes requerimientos particulares:

- 2 Aulas para cursos con capacidad para 30 estudiantes cada una.
- Cubículos para estudiantes.
- Espacio físico, equipo de cómputo, material de oficina y herramientas para el personal administrativo del programa.
- Un asistente administrativo que auxilie a los estudiantes en la gestión de trámites frente a control escolar, que auxilie en la realización de documentos relativos al programa y lleve control de los recursos del programa. Un auxiliar técnico para la administración y actualización del servidor, página web y plataforma *Moodle*.
- Material bibliográfico para los cursos del programa (que aparece en las cartas descriptivas de los cursos en el Anexo A).
- Suscripción a revistas de investigación y tecnología pertinentes. Se consideran básicas revistas de las asociaciones: IEEE y ASME.
- Servidor para red. Debe contar con capacidad para atender a 60 usuarios en videoconferencia. Disco duro de capacidad suficiente para alojar los paquetes de software, documentación del programa, materiales de apoyo de los cursos, etc.
- Conectividad a Internet de banda ancha. Dado el número potencial de estudiantes, se considera un ancho de banda mínimo de 5 Mbs.
- Software con licencia y laboratorios virtuales. La siguiente tabla enlista software que se ha identificado como básico necesario para el desarrollo de los cursos:

Nombre	Licencia	Descripción	Cursos
<i>Office (Word, Excel, PowerPoint)</i>	Privado.	Ofimática.	General.
<i>Adobe acrobat.</i>	Privado.	Documentación en formato pdf.	General.
<i>Moodle.</i>	Libre.	Plataforma de enseña en web.	General.
<i>MatLab – Simulink.</i>	Privado.	Cálculo matemático y simulación.	Sistemas lineales de control, Control de motores eléctricos y procesos, Informática industrial, Tópicos en ingeniería biomédica, Visión por computadora.
<i>Laboratorios virtuales de control de procesos.</i>	Desarrollo de CUValles.	Simulación de sistemas de control de procesos.	Sistemas lineales, control de motores eléctricos y procesos.
<i>C+</i>	Libre.	Lenguaje de programación.	Informática industrial.
<i>Solidworks.</i>	Privado.	Dibujo técnico y	Mecánica de materiales.

		simulación mecánica.	
<i>Labview.</i>	Privado.	Proyectos de control automático.	Informática industrial, Control de motores eléctricos y procesos.
<i>MDesign.</i>	Profesional privado, versión de estudiante libre.	Análisis de elementos mecánicos.	Elementos de máquinas.
<i>DESTool – Flexfact.</i>	Libre.	Autómatas y simulación de sistemas de manufactura.	Supervisión en sistemas electroneumáticos.
<i>FluidSim.</i>	Profesional privado, versión de prueba libre.	Simulación de sistemas electro-neumáticos.	Supervisión en sistemas electroneumáticos.
<i>Laboratorio virtual de control de robots manipuladores.</i>	Desarrollo de CUValles.	Simulación de robots manipuladores.	Robots manipuladores y móviles.
<i>Laboratorios virtuales de resistencia de materiales.</i>	Libre.	Pruebas virtuales de resistencia de materiales.	Mecánica de materiales.

La siguiente tabla enlista software adicional que se ha identificado como deseable (no básico):

Nombre	Licencia	Descripción	Cursos
<i>Ansys Multiphysics.</i>	Privado.	Análisis de elementos finitos.	Mecánica de materiales.
<i>Webots.</i>	Privado.	Simulación de robots.	Robots manipuladores y móviles, Navegación de robots.
<i>LMS Virtual lab.</i>	Privado.	Análisis y simulación en ingeniería mecánica.	Elementos de máquinas.

Es importante mencionar que los paquetes han sido identificados a modo de referencia y pueden ser substituidos por otros paquetes de características similares.

- Equipo para prácticas de laboratorio.

Nombre	Descripción	Cursos
Equipo y herramientas para prácticas de electrónica.	Osciloscopios, multímetros, fuentes, herramientas manuales, etc.	Sistemas embebidos en electrónica industrial.
Kits de desarrollo de	Microcontroladores y tarjeta	Sistemas embebidos en electrónica

microcontroladores.	para programación desde PC y conexión de entradas y salidas.	industrial.
Planta de programación de Controladores Lógico-Programables (PLC).	PLCs conectados a actuadores y sensores.	Supervisión en sistemas electroneumáticos.
Equipo electroneumático.	Actuadores neumáticos, sensores de proximidad electrónicos y dispositivos eléctricos para control secuencial (relevadores, temporizadores, etc.).	Supervisión en sistemas electroneumáticos.
Celda de manufactura.	Celda de manufactura controlada por PLCs.	Supervisión en sistemas electroneumáticos.
Planta de control de nivel.	Equipo de tanques con líquido e instrumentación para control.	Sistemas lineales de control, Control de motores eléctricos y procesos, Instrumentación industrial.
Planta de control de motor eléctrico.	Motor eléctrico de inducción con instrumentación para control.	Sistemas lineales de control, Control de motores eléctricos y procesos, Instrumentación industrial.
Planta de control de temperatura.	Horno con calefacción eléctrica regulable e instrumentación para control.	Sistemas lineales de control, Control de motores eléctricos y procesos, Instrumentación industrial.
Equipo de visión por computadora.	Cámara conectada a computadora.	Visión por computadora.
Robot manipulador.	Robot manipulador.	Robots manipuladores y móviles.

- Adicionalmente, se requiere acceso a un Taller de torno con equipo y herramientas suficientes para la fabricación de componentes mecánicos y equipos electromecánicos.

#### **Infraestructura y material existente al arranque del programa.**

De los requerimientos en infraestructura y material de apoyo identificados, actualmente se cuenta con los que se consideran básicos:

- Aulas interactivas para cursos.
- Espacio físico y herramientas de oficina para coordinación y personal auxiliar.
- Servidor de la marca *Dell*, modelo "Power edge 2950", con 2 procesadores "Intel Xeon E5405" a 2.0 GHz (4 núcleos por procesador), con 4 GB de RAM, 4 discos duros de 278 GB c/u. Este equipo tiene una capacidad más que suficiente para cumplir con los requerimientos del programa y aquellos establecidos por CONACYT.

- La conectividad del centro está en proceso de mejora, incrementándose hasta 40 Mbps, de tal forma que se cubrirá con el requerimiento señalado al tiempo de arranque del programa.
- Bibliografía completa para los cursos del posgrado, en proceso de adquisición.
- Acceso a revistas de la IEEE.
- Licencias de paquetes informáticos identificados como básicos. La mayoría con licencias corporativas (número de accesos simultáneos ilimitados) y *Solidworks* con 100 accesos simultáneos, suficientes para cubrir la demanda máxima del programa. Además, en el centro universitario se están desarrollando los laboratorios virtuales de control de robots manipuladores y control de procesos, con ayuda de estudiantes de pregrado de ingenierías del centro.
- Equipo de laboratorio:
  - Herramientas para prácticas de electrónica,
  - Kits de desarrollo de microcontroladores,
  - PLCs de diferentes fabricantes,
  - 2 bancos didácticos para electroneumática FESTO,
  - 2 Módulos de celda de fabricación FESTO,
  - 2 robots manipuladores didácticos LabVolt,
  - Planta para control de nivel de líquidos en tanques y flujo FESTO,
  - Planta para control de motor eléctrico de inducción (en desarrollo).
- Actualmente está en desarrollo un proyecto de creación de un Taller de Fabricación de componentes mecánicos y equipos electromecánicos que consistirá en: un Torno paralelo, una Fresadora Universal, equipo para soldadura eléctrica, equipo de soldadura autógena y corte con oxiacetileno, equipo para trabajo de lámina, herramienta eléctrica y manual para corte, pulido, roscado, etc., y herramientas manuales varias para trabajo mecánico y eléctrico.

De esta forma, se concluye que la infraestructura existente y la que se encuentra en proceso de adquisición permite el arranque del programa.

## XVIII. Recursos financieros.

---

En la siguiente tabla se visualizan los costos imputables al posgrado propuesto:

Concepto	Costo anual
Honorarios a profesores externos.	\$72,000 (tres cursos a \$250 por hr.)
Sueldo coordinador	\$106,800 (a \$8,900 mensuales por 12 meses)
Sueldo de auxiliar técnico.	\$72,000 (a \$6,000 mensuales por 12 meses)
Pago de licencias de software.	\$60,000 (con base a licencia anual de LMS virtual.lab)
Subscripción a revistas y compra de material bibliográfico.	\$15,000
Material de laboratorio y fondo de desarrollo de equipo.	\$100,000 (costo por equipo a desarrollar \$60,000, mas \$40,000 para material vario)
Fondo para actualización del personal docente en temas pertinentes al programa.	\$50,000
<b>Anual total a cubrir directamente por el posgrado</b>	<b>\$475,800</b>

Se obtiene así un costo operativo a cubrir por el programa de \$475,800 anuales, que incluye fondos para la actualización del personal docente, equipamiento de laboratorios, licencias de software y material bibliográfico, que se incorporará a la infraestructura del centro y reforzará además a los programas de pregrado en ingeniería existentes.

### Recaudación por matrícula.

Para obtener un adecuado balance financiero, los ingresos esperados por matrícula deben cubrir en su totalidad a los costos derivados del programa, enlistados anteriormente.

En operación normal, en cada semestre hay cuatro generaciones simultáneas. Los estudiantes de dos generaciones cursan 3 asignaturas, mientras que los estudiantes de las otras dos generaciones cursan 2 asignaturas, de acuerdo al plan mostrado en la sección IX.

Con base a generaciones de 15 estudiantes (número admisible al inicio del posgrado), en cada semestre habrá 30 estudiantes cursando 3 asignaturas y 30 estudiantes cursando 2 asignaturas. Así pues, en total se inscriben 300 asignaturas al año. Por otro lado, cada asignatura consta de 6 créditos. Con un factor de costo de 0.25 de salario mínimo por crédito, se obtiene  $\$59.08 \times 30.4 \times 0.25 \times 6 = \$2,694$  el costo por

asignatura. Así pues, se estima un ingreso de \$808,200 anuales por matrícula. Este ingreso supera el costo de operación del programa.

Por otro lado, visto desde la perspectiva financiera del programa, el costo operativo imputable al programa (\$475,800 anuales) representa aproximadamente el 58% del ingreso por matrícula completa (\$808,200 anuales).

Por lo tanto, el programa con las características descritas se considera financieramente viable.

## Referencias bibliográficas.

---

- [1] Instituto Mexicano de la Protección Industrial. IMPI en cifras 2012.  
[http://www.impi.gob.mx/wb/IMPI/impi\\_en\\_cifras2](http://www.impi.gob.mx/wb/IMPI/impi_en_cifras2)
- [2] Negrete, Jaime C., "Políticas de mecanización agrícola en México". *Revista Iberoamericana CTS*, 2011.  
[http://www.revistacts.net/files/Portafolio/Negrete\\_EDITADO.pdf](http://www.revistacts.net/files/Portafolio/Negrete_EDITADO.pdf)
- [3] Gobierno Federal, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2008-2012. <http://www.siiicyt.gob.mx/siiicyt/docs/contenido/PECiTI.pdf>
- [4] . Gobierno del estado de Jalisco, Comité de planeación para el desarrollo del estado (COPLADE), Consejo estatal de ciencia y tecnología (COECYTJAL). Programa Sectorial de Ciencia, Tecnología e Innovación para el estado de Jalisco 2007-2013. <http://www.prosoft.economia.gob.mx/docop/ESTRATEGIAJALISCO2012.pdf>
- [5] Universidad de Guadalajara, Coordinación General de Planeación y Desarrollo Institucional. *Plan de Desarrollo Institucional – Visión 2030*. [http://www.copladi.udg.mx/sites/default/files/Universidad de Guadalajara-Plan de Desarrollo Institucional – Visión 2030.pdf](http://www.copladi.udg.mx/sites/default/files/Universidad%20de%20Guadalajara-Plan%20de%20Desarrollo%20Institucional%20-%20Visi3n%202030.pdf)
- [6] CUValles, Coordinación de Planeación. *Plan de Desarrollo del Centro Universitario de los Valles 2030*.  
[http://www.web.valles.udg.mx/sites/default/files/Plan CUValles Actualizado\\_VERSION20FINAL20DICIEMBRE\\_VoBo.pdf](http://www.web.valles.udg.mx/sites/default/files/Plan%20CUValles%20Actualizado_VERSION20FINAL20DICIEMBRE_VoBo.pdf)
- [7] Secretaria de Economía, Centro de Investigación en Materiales Avanzados S.C., FUNTEC. Diagnóstico y perspectiva de la Mecatrónica en México.  
[http://www.economia.gob.mx/files/comunidad\\_negocios/industria\\_comercio/Estudios/Diagnostico\\_Prospectiva\\_Mecatronica\\_Mexico.PDF](http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/Estudios/Diagnostico_Prospectiva_Mecatronica_Mexico.PDF)
- [8] Observatorio Laboral. <http://www.observatoriolaboral.gob.mx>
- [9] Juan M. Escudero (Ed.), Manuel Area, Antonio Bolívar, Ma. Teresa González, Amador Guarro, Juan M. Moreno, Pablo Santana. *Diseño, desarrollo e innovación del currículum*. Síntesis Educación. España, 1999.
- [10] José A. Arnaz. *La planeación curricular*, 2da Edición. Trillas. México, 2001.
- [11] S. Kemmis. *El currículum: más allá de la teoría de la reproducción*, Tercera edición. Morata, 1998.

[12] Michael Moore, Greg Kearsley. *Distance education, a systems view*, Second edition. Wadsworth, Cengage learning. USA, 2005.

[13] Börje Holmberg. *Theory and practice of distance education*, Second edition. Routledge Taylor and Francis group, 1995 (reprinted 2001).

[14] Cecilia Chan, Wilton Fok. "Evaluating learning experiences in virtual laboratory training through student perceptions: a case study in electrical and electronic engineering at the University of Hong Kong". *Engineering Education*, vol. 4 (2), pp. 70-75, 2009.

Anexo A.

**CARTAS DESCRIPTIVAS  
DE LOS CURSOS.**

## Sistemas lineales de control.

### Presentación.

Sistemas lineales consiste en la teoría matemática desarrollada para analizar sistemas dinámicos que cumplen con las propiedades de superposición y homotecia. Los sistemas lineales son útiles para el modelado y síntesis de controladores de una gran cantidad de sistemas y fenómenos físicos que se presentan en la ingeniería, desde circuitos eléctricos, motores eléctricos de corriente continua, dinámicas térmicas e hidráulicas en equipos de proceso, etc. En este curso, se presentan conceptos básicos de la teoría de sistemas lineales, útiles para el modelado, análisis de estabilidad y síntesis de controladores y observadores.

### Objetivo general.

Como objetivo general se pretende que el estudiante conozca y desarrolle habilidades de aplicación de los conceptos básicos de la teoría de control moderna, que serán útiles en los cursos subsecuentes de control de motores y procesos y robótica.

### Objetivos particulares.

**Conocimientos.** El estudiante deberá adquirir los conocimientos para:

- Identificar las características generales de un sistema lineal.
- Aplicar los conceptos básicos de controlabilidad, observabilidad y estabilidad de un sistema lineal.
- Aplicar las técnicas básicas para el control de sistemas lineales y diseño de observadores.

**Aptitudes.** El estudiante deberá ser capaz de:

- Modelar sistemas físicos como modelos lineales.
- Verificar las propiedades de controlabilidad, observabilidad y estabilidad de un sistema lineal.
- Diseñar leyes de control por retroalimentación lineal del estado y PID para sistemas lineales.
- Diseñar observadores lineales y filtros de Kalman para sistemas lineales.

**Actitudes.** El estudiante deberá ser:

- Proactivo al realizar investigación de la temática del curso.
- Crítico al determinar que técnica o método es el más adecuado para el control de sistemas particulares.

### Prerrequisitos.

No se requiere haber cursado previamente otras asignaturas del programa.

Sobre conocimientos previos, el estudiante deberá conocer conceptos básicos de álgebra lineal, ecuaciones diferenciales ordinarias y transformadas de Laplace, a nivel de cursos de licenciatura.

### Metodología.

El presente curso tiene una orientación teórica. Los contenidos se desarrollan con la revisión de la bibliografía y material de apoyo (presentaciones, video, simulaciones, etc.). Se incluyen actividades de simulación en laboratorios virtuales y MatLab con un doble fin: por un lado, que el estudiante visualice el significado de los conceptos que se revisan; y por otro lado, como motivación del curso, i.e., la asimilación de los conceptos básicos necesarios para el control de dispositivos y procesos.

## Temario.

1. Conceptos preliminares sobre algebra lineal.
  - Producto punto, norma, distancia.
  - Espacios, subespacios y variedades lineales.
  - Base, dimensión y rango.
  - Ortogonalidad y proyecciones.
  - Representación matricial de una transformación lineal.
  - Kernel e imagen de una transformación lineal.
  - Imagen inversa.
  - Práctica: Resolución de ejercicios de transformaciones lineales a mano y utilizando MatLab.
2. Introducción a sistemas lineales de control.
  - Sistemas dinámicos.
  - Causalidad, superposición, homotecia, linealidad, invariancia en el tiempo, determinismo.
  - Lazo abierto y lazo cerrado (ganancia, estabilidad, sensibilidad, robustez).
  - Práctica: Simulación, identificación de propiedades de sistemas en lazo cerrado.
3. Modelado de sistemas.
  - Modelado de sistemas eléctricos.
  - Modelado de sistemas mecánicos.
  - Modelado de sistemas térmicos.
  - Modelado de sistemas hidráulicos.
  - Práctica: Ejercicios de modelado y simulación de sistemas.
4. Representación en espacio de estados.
  - Ecuación de estado.
  - Solución de la ecuación de estado.
  - Ecuación característica, valores propios y vectores propios.
  - Transformación de similitud y formas canónicas.
  - Ejemplos de modelos.
  - Linearización por series de Taylor.
  - Práctica: Cálculo de la ecuación de estado de un sistema físico, cálculo de los valores y vectores propios (*MatLab*).
5. Controlabilidad y observabilidad.
  - Concepto y criterio de controlabilidad.
  - Concepto y criterio de observabilidad.
  - Relación entre controlabilidad, observabilidad y funciones de transferencia.
  - Efectos de transformación de similitud.
  - Práctica: Determinación de las propiedades de controlabilidad y observabilidad de una series de modelos (*MatLab*).
6. Estabilidad.
  - Conceptos de estabilidad.
  - Valores propios.
  - Criterio de Routh-Hurwitz.
  - Estabilidad de Lyapunov en sistemas lineales.
  - Práctica: Determinación de estabilidad de una serie de modelos (*MatLab*).
7. Funciones de transferencia.
  - Respuesta al impulso.
  - Función de transferencia.
  - Polos dominantes.
  - Diagrama de bloques.
  - Funciones de transferencia-ecuación de estado.
  - Práctica: Simulación de un modelo en diagrama de bloques (*MatLab*).
8. Síntesis de controladores.
  - Retroalimentación lineal del estado.

Fórmulas de Ackerman y Bass-Gura.

Respuesta transitoria al escalón.

Efectos de adición de polos y ceros.

Lugar de las raíces.

Control PID.

Práctica: Laboratorio virtual. Diseño de control de nivel, por retro lineal de estados y PID, de un sistema de tanques de agua interconectados y simulación. Discusión sobre los métodos de control utilizados.

#### 10. Síntesis de observadores.

Observador de Luemberg.

Sistemas con perturbaciones.

Filtro de Kalman.

Práctica: Diseño de un observador y filtro de Kalman para un sistema lineal (MatLab). Discusión sobre los métodos utilizados.

#### **Propuesta de evaluación.**

Las actividades a realizar requieren de la asimilación y aplicación de los conocimientos, aptitudes y actitudes planteados en los objetivos particulares. Por tanto, el curso se evaluará con el cumplimiento y calidad de dichas actividades propuestas. Adicionalmente, se plantea un examen sobre los conceptos básicos del curso (enlistados como conocimientos en los objetivos particulares), de los cuales se desea el estudiante tenga dominio.

#### **Software.**

*MatLab.*

#### **Laboratorio.**

Corto plazo: laboratorios virtuales.

Mediano plazo: laboratorio remoto, control de nivel de tanques de agua, control de un motor eléctrico.

#### **Bibliografía.**

- Chen, Chi-Tsong, *Linear systems theory and design*, Oxford University Press, 3rd edition, 1999.
- Dorf, Richard C., *Modern control systems*, 9th edition, Prentice Hall, 2001.

# Instrumentación industrial.

## Presentación.

Todos los sistemas mecatrónicos y los procesos industriales requieren la medición, interpretación y análisis de diferentes variables físicas para garantizar el correcto funcionamiento, para monitorear la calidad y para lograr el control de los mismos. Para esto se utilizan sensores e instrumentos de medición que permiten la obtención y el registro de las magnitudes de interés. En el área de la instrumentación industrial se busca adquirir las herramientas y habilidades para medir e interpretar variables físicas de cualquier sistema mecatronico o de cualquier proceso industrial.

## Objetivo general.

Adquirir los conocimientos y habilidades necesarias para el manejo de sensores, transductores y actuadores físicos y virtuales, así como la instrumentación de procesos industriales. Conocer las definiciones, tipos y propiedades de las variables eléctricas y mecánicas de uso común en sistemas mecatrónicos. Entender los principios de funcionamiento y parámetros de medición de las principales variables a nivel industrial.

## Objetivos particulares.

**Conocimientos.** El estudiante deberá adquirir los conocimientos para:

- Diseñar y aplicar elementos de instrumentación y medición en sistemas mecatronicos y procesos industriales-
- Analizar y extraer información de diferentes variables físicas medidas.
- Seleccionar sensores y transductores para diferentes aplicaciones mecatronicas o procesos.
- Realizar análisis estadísticos de las mediciones.
- Seleccionar actuadores y aplicar técnicas de caracterización de tipos de actuadores para ser utilizados en la instrumentación de procesos industriales.
- Aplicar sistemas de instrumentación virtual.

**Aptitudes.** El estudiante deberá ser capaz de:

- Interpretar características y especificaciones de los sensores.
- Analizar el comportamiento de los sensores.
- Aplicar técnicas de caracterización de sensores.

**Actitudes.** El estudiante deberá:

- Desarrollar un criterio para la selección de instrumentos y dispositivos de medición y actuación.
- Desarrollar la habilidades para diseñar y utilizar correctamente herramientas de instrumentación industrial.

## Prerrequisitos.

No se requiere haber cursado otras asignaturas del programa.

## Metodología.

Desarrollo teórico del cometido y temas del curso. Se complementaran todos los temas con casos reales. Una vez desarrollados todos los temas y previo al final del curso se desarrollará un proyecto en el cual se analizarán y estudiarán los sistemas de instrumentación de un proceso industrial.

## **Temario.**

- 1- Introducción a la instrumentación.
  - Tipos de instrumentación y tipos de instrumentos de medida.
  - Componentes de un sistema de medida.
- 2- Análisis de la medición de magnitudes y variables físicas.
  - Magnitudes y variables mecánicas, químicas, térmicas, hidráulicas y neumáticas.
  - Análisis dimensional.
  - Constantes universales, simbología y sistemas de unidades.
  - Fiabilidad y precisión de las medidas.
  - Calibración e intervalo de tolerancia.
  - Sensibilidad, rapidez, tiempo de respuesta y resolución.
  - Características estáticas.
- 3- Tratamiento estadístico de las medidas.
  - Análisis de la información experimental.
  - Errores de experimentación: causas y tipos.
  - Análisis estadístico de datos experimentales.
  - Análisis de errores, variabilidad estadística.
- 4- Sensores y transductores.
  - Definiciones y características generales.
  - Clasificación.
  - Principios de funcionamiento resistivo, capacitivo, inductivo, etc.
  - Medición de: masa, fuerza, presión, flujo, nivel, temperatura, movimientos y vibraciones, sonido y otras magnitudes comunes.
  - Criterios para la selección de un sensor.
- 5- Acondicionadores de señal.
  - Amplificadores.
  - Muestreo y retención.
  - Convertidores análogo/digital y digital analógico.
  - Relación señal-ruido.
  - Linearización.
- 6- Actuadores.
  - Tipos: eléctricos, neumáticos e hidráulicos.
  - Motores eléctricos.
  - Válvulas de control.
  - Actuadores neumáticos e hidráulicos.
  - Criterios para la Selección de actuadores.
- 7- Instrumentación Virtual.
  - Componentes de un sistema de instrumentación virtual.
  - Monitoreo y evaluación de señales.
  - Aplicaciones.
- 8- Proyecto: Estudio y análisis de la instrumentación de un proceso industrial.

## **Propuesta de evaluación.**

Como evaluación, se propone la realización de cuestionarios para verificar la adquisición de los conocimientos descritos en los objetivos particulares. Además, se considera significativamente la realización y calidad del proyecto final.

## **Software.**

*MatLab.*

**Laboratorio.**

Ninguno.

**Bibliografía.**

- Antonio Creus Sole, *Instrumentación Industrial*, Ed. Alfaomega Marcombo.
- Pallas Areny R., *Sensores y acondicionadores de señal*, Ed. Marcombo.
- Peter Hauptmann, *Sensor: principles and applications*, Ed. Prentice Hall .

# Sistemas embebidos en electrónica industrial.

## Introducción.

El desarrollo de la electrónica industrial ha llevado a la implementación eficiente de sistemas completos de supervisión y control en componentes electrónicos cada vez más potentes, denominados sistemas embebidos. Entre las ventajas que suponen estos dispositivos se encuentra la confiabilidad de los sistemas y la posibilidad de realizar procesamiento en tiempo real. En este curso, se revisan diferentes conceptos básicos sobre el desarrollo e implementación de sistemas embebidos para aplicaciones en la supervisión y control de equipos industriales.

## Objetivo general.

El objetivo general de este curso consiste en que el estudiante desarrolle habilidades básicas que le permitan implementar algoritmos de supervisión y control de equipos industriales en sistemas embebidos confiables.

## Objetivos específicos.

**Conocimientos.** El estudiante deberá adquirir los conocimientos para:

- Enlistar las clases y familias de sistemas embebidos y sus aplicaciones en la industria.
- Describir la arquitectura de un microcontrolador.
- Aplicar los conceptos básicos para la gestión de multitareas en tiempo real.
- Desarrollar circuitos de electrónica de potencia utilizados en el control industrial.

**Aptitudes.** El estudiante deberá ser capaz de:

- Programar un microcontrolador para desarrollar tareas de supervisión y control de equipo industrial.
- Diseñar circuitos de potencia comandados por un microcontrolador para el control de potencia de motores eléctricos.

**Actitudes.** El estudiante deberá ser:

- Metódico al abordar problemas de implementación de algoritmos de control en sistemas embebidos.

## Prerrequisitos.

Simultaneo con Informática industrial. El estudiante deberá conocer conceptos básicos de programación estructurada y electrónica digital.

## Metodología.

El presente curso tiene una importante carga práctica. Se propone la revisión de conceptos básicos y teóricos para la comprensión del objeto de estudio, sin embargo, el mayor tiempo de dedicación al curso es conducido por la realización de prácticas con la asesoría del profesor. Para esto, se considera la adquisición, por parte del estudiante, de un kit de programación de un microcontrolador específico.

## Temario.

- 1- Introducción a sistemas embebidos.  
Descripción de un sistema embebido.  
Aplicaciones industriales.

- Clases y familias.
- 2- Arquitectura y programación de microcontrolador.  
Arquitectura de microcontroladores.  
Programación modular y estructurada.  
Práctica: Programación de un microcontrolador para realizar una secuencia de disparos.
- 3- Aplicaciones en tiempo real.  
Introducción al tiempo real.  
La programación de multitareas en aplicaciones de tiempo real.  
Instrucciones para gestión de multitareas.  
Práctica: Simulación de ejecución de varias tareas en tiempo real.
- 4- Protocolos de comunicación.  
Introducción a la comunicación en sistemas embebidos.  
Protocolo CAN.
- 5- Aplicaciones de electrónica de potencia.  
Variadores y arrancadores de potencia.  
Convertidores de energía eléctrica.  
Circuitos de disparo.  
Práctica: Implementación de un regulador de voltaje efectivo por PWM controlado por un microcontrolador.

**Propuesta de evaluación.**

El curso se evaluará con base al cumplimiento y calidad de las prácticas propuestas.

**Software.**

C.  
Propio del microcontrolador.

**Laboratorios.**

Ninguno.

**Material de apoyo.**

Kit de programación de microcontrolador.

**Bibliografía.**

- Todd D. Morton. *Embedded Microcontrollers*. Prentice Hall.
- Muhammad H. Rashid. *Electrónica de potencia*. Pearson Educación.
- Hojas de fabricante de microcontrolador.

# Informática industrial.

## Introducción.

La implementación de algoritmos de supervisión y el control automático de equipos y sistemas industriales requieren de dispositivos electrónicos y/o informáticos. En la actualidad, existe una gran variedad de soluciones a esta problemática, con diferentes características de confiabilidad, flexibilidad y costo. En este curso se hace una revisión sobre distintos tipos de implementación de supervisores y controladores en base informática, incluyendo la programación en lenguaje C combinado con microcontroladores para la adquisición de datos y los entornos de desarrollo rápidos con uso de dispositivos DAQ.

## Objetivo general.

El objetivo general de este curso consiste en que el estudiante adquiera conocimientos básicos sobre la informática industrial y desarrolle habilidades técnicas que le permitan implementar algoritmos de supervisión y control de equipos industriales en sistemas informáticos.

## Objetivos específicos.

**Conocimientos.** El estudiante deberá adquirir los conocimientos para:

- Evaluar las diferentes opciones de implementación de algoritmos de control y monitoreo de equipo industrial.
- Aplicar los conceptos básicos para la programación en C y C++ en problemas de supervisión y control.
- Aplicar conceptos básicos sobre adquisición de datos por medio de dispositivos DAQ en problemas de supervisión y control.

**Aptitudes.** El estudiante deberá ser capaz de:

- Implementar algoritmos de monitoreo y control por medio de programas desarrollados en C.
- Desarrollar interfases gráficas para el monitoreo y control de equipos de procesos.

**Actitudes.** El estudiante deberá ser:

- Metódico al abordar problemas de implementación de algoritmos de control y monitoreo de equipos industriales en medios informáticos industriales.
- Crítico al valorar diferentes opciones para la implementación de algoritmos de control y monitoreo de equipos industriales.

## Prerrequisitos.

Simultaneo con el curso de sistemas embebidos en electrónica industrial. El estudiante deberá conocer conceptos básicos de programación estructurada y electrónica digital.

## Metodología.

El presente curso tiene una componente teórica, que se abordará por medio de la revisión de material documental, pero su enfoque principal es práctico. Para esto, se realizarán prácticas de programación en C y C++. Además, se contempla una práctica de adquisición de datos por medio utilizando un kit de programación de un microcontrolador específico.

## Temario.

1- Introducción a la informática industrial.

Conceptos básicos.

- Tipos de procesos.
- Control continuo y control de eventos.
- Opciones de implementación de algoritmos de control y monitoreo.
- 2- Programación en C para control.
  - Direcciones de memoria. Punteros.
  - Manejo de estructuras.
  - Funciones.
  - Ficheros.
  - Gestión del tiempo.
  - Estructuras de control.
  - Máquinas de estados.
  - Gestión de puertos para adquisición de datos.
  - Práctica: Desarrollo de programa para adquisición de datos, entrada y salida, por medio de microcontrolador.
- 3- Desarrollo de interfaces gráficas con C++.
  - Introducción a la programación orientada a objetos.
  - Tipos de datos, operadores y expresiones.
  - Funciones.
  - Variables dinámicas.
  - Clases.
  - Templates.
  - Entrada y salida.
  - Práctica: Desarrollo de una interfase gráfica para monitoreo de un proceso.
- 4- Adquisición de datos por medio de dispositivos DAQ.
  - Tarjetas de adquisición de datos (DAQ).
  - Funcionamiento de DAQ.
  - Entornos de desarrollo rápido.
  - Desarrollo de una interfase para monitoreo de procesos.
  - Práctica: Desarrollo de una interfase para monitoreo y control de un proceso en un ambiente de desarrollo rápido.
- 5- Introducción a sistemas SCADA.
  - Arquitectura de un sistema SCADA.
  - Elementos principales de un sistema SCADA.
  - Implementación en un sistema SCADA.
  - Guía para el diseño de interfaz de supervisión.

### **Propuesta de evaluación.**

El curso se evaluará con base al cumplimiento y calidad de las prácticas propuestas. Adicionalmente, puede considerarse la elaboración de un cuestionario sobre conceptos generales del curso, particularmente sobre opciones de implementación de algoritmos de supervisión y control y sistemas SCADA.

### **Software.**

C.  
C++.  
Labview.  
Propio del microcontrolador.

### **Laboratorios.**

Deseable, laboratorio remoto de adquisición de datos.

### **Material de apoyo.**

Kit de programación de microcontrolador.

**Bibliografía.**

- Ernesto Peñaloza Romero. *Fundamentos de programación C/C++*. 4ta edición. Alfaomega, 2004.
- Jo Ann Smith. *C++ Desarrollo de proyectos*. Thompson learnings, 2001.
- Mike P. Groover. *Automation, Production systems and computer-integrated manufacturing*. Prentice Hall, 2007.
  - National instruments Co. Labview, *Tutorial Manual*. Disponible en: [www.ni.com](http://www.ni.com)

# Mecánica de Materiales.

## Presentación.

El estudio de los materiales ha sido tradicionalmente una disciplina de la ingeniería mecánica ó ingeniería civil, basada en el estudio de los cuerpos deformables. Sin embargo, con el desarrollo de la tecnología, este tema ha cobrado cada vez más importancia en todas las ramas de la ingeniería y otras áreas de estudio como la medicina, arquitectura, entre otras; a tal punto de convertirse en uno de los campos de mayor importancia en los desarrollos industriales y académicos. En esta asignatura se pretende estudiar los diferentes materiales utilizados frecuentemente en dispositivos mecatrónicos, analizando la respuesta de las piezas cuando son sometidas a diferentes condiciones de carga. Para esto se analizarán desde modelos simplificados, pasando por los métodos de la ciencia de la resistencia de materiales y teorías de falla, hasta realizar diseños mecánicos de elementos complicados utilizando métodos numéricos con ayuda computacional.

## Objetivo general.

Conocer las definiciones, tipos y procesos de los materiales más utilizados en dispositivos mecatrónicos. Entender conceptos, variables y ecuaciones involucradas en el estudio de resistencia y falla de materiales, adquiriendo la capacidad de utilizar e interpretar herramientas computacionales actuales de ayuda al diseño. El alumno podrá determinar los materiales adecuados de una pieza, analizar y realizar pruebas de su comportamiento mecánico, y finalmente, hacer cambios en el diseño utilizando un programa computacional CAD/CAE.

## Objetivos particulares.

**Conocimientos.** El estudiante deberá adquirir conocimientos para:

- Identificar los materiales utilizados frecuentemente en dispositivos mecatrónicos, así como sus procesos de producción y terminado.
- Describir los tipos de esfuerzos a los que son sometidas las piezas mecánicas y los principios mecánicos que los determinan.
- Analizar los conceptos, ecuaciones y variables que rigen la falla de los materiales.
- Aplicar los principios teóricos de métodos numéricos de diseño como el Método de Elementos Finitos (FEM).

**Aptitudes.** El estudiante deberá ser capaz de:

- Determinar los materiales, dimensiones y cargas máximas de los elementos de máquinas.
- Hallar los puntos críticos de las piezas y sus estados de esfuerzo.
- Aplicar teorías de falla en el diseño de piezas mecánicas.
- Utilizar e interpretar herramientas computacionales de CAD/CAE para el diseño de elementos.

**Actitudes.** El estudiante deberá ser:

- Crítico al seleccionar materiales para diferentes solicitaciones.
- Metódico en el estudio de resistencia de los materiales en aplicaciones mecánicas.
- Hábil en la utilización correcta de herramientas computacionales existentes, validando los modelos e interpretando adecuadamente los resultados.

## Prerrequisitos.

No se requiere haber cursado previamente otras asignaturas del programa. Sobre conocimientos previos, el estudiante deberá conocer conceptos de mecánica clásica (estática y dinámica) a nivel licenciatura.

## **Metodología.**

El curso está soportado en una base teórica fuerte, pero considerando la aplicación práctica de los conceptos presentados. Las actividades realizadas tendrán en cuenta las tecnologías actuales de aprendizaje como las plataformas y laboratorios virtuales y el estudio de problemas de ingeniería con ayuda computacional. El contenido programático se desarrolla a partir de revisión bibliográfica y haciendo uso de material de apoyo como presentaciones, videos, notas, sitios web, etc. Para afianzar y poner en práctica el conocimiento adquirido, los estudiantes desarrollarán diferentes actividades relativas a los temas incluidos en el curso, asociadas a problemas reales de diseño mecánico.

## **Temario.**

### 1. Introducción a la mecánica de los materiales.

- Definiciones generales.
- Propiedades mecánicas de materiales.
- Conceptos básicos de mecánica de materiales.
- Diagrama de esfuerzo-deformación.
- Materiales frecuentes en dispositivos mecánicos y electromecánicos.

### 2. Materiales.

- Tipos y clasificación de materiales.
- Metales y aleaciones: Aceros, fundiciones, aluminio.
- Obtención.
- Características.
- Tratamientos térmicos.
- Procesos mecánicos para obtención de piezas.
- Polímeros.
- Introducción a la inyección de polímeros y moldes.
- Presentación: Nuevos materiales en el diseño mecatrónico.
- Práctica: Determinación de materiales y procesos mecánicos adecuados para una pieza sujeta a esfuerzos determinados.

### 3. Resistencia de materiales.

- Cargas axiales: tensión y compresión.
- Torsión y relación de la torsión con la transmisión de potencia rotacional.
- Flexión.
- Concentradores de esfuerzos.
- Cargas estáticas combinadas.
- Principio de superposición.

### 4. Transformación de esfuerzo y teorías de fallas.

- Transformación del esfuerzo plano.
- Esfuerzos principales y esfuerzo cortante máximo en el plano.
- Círculo de Mohr.
- Esfuerzo cortante máximo absoluto.
- Formulaciones en dos dimensiones.
- Esfuerzos planos.
- Deformaciones planas.
- Condición de axisimetría.
- Teorías de falla para materiales dúctiles.
- Criterio de fluencia en materiales dúctiles para casos axiales.
- Teoría del esfuerzo cortante máximo o criterio de Tresca.
- Teoría de la energía máxima de distorsión o criterio de Von Mises.
- Teorías de falla para materiales frágiles.
- Criterio de fractura para materiales frágiles para casos axiales.
- Teoría del esfuerzo normal máximo.

Criterio de falla de Mohr.

Práctica: Cálculo de esfuerzos y deformaciones sobre piezas mecánicas.

5. Métodos numéricos de cálculo en mecánica de materiales.

Introducción teórica al Método de Elementos Finitos (FEM).

Diseño mecánico por medio de FEM y ayuda computacional.

Práctica: Simulación numérica del diseño mecánico de piezas por medio de FEM.

6. Proyecto final: Diseño de una pieza mecánica.

Requerimientos del diseño.

Selección de material.

Análisis simplificados de esfuerzos y deformaciones.

Diseño por el método de elementos finitos.

Comparación con bibliografía, modelos analíticos ó datos experimentales.

Consideraciones finales de diseño.

Proyecto final: Comunicación al grupo e informe escrito.

**Propuesta de evaluación.**

La evaluación se basará en el cumplimiento y calidad de los trabajos y presentaciones. Los trabajos sólo se calificarán cuando hayan cumplido con los lineamientos básicos de calidad que se especifiquen. No se considera otro recurso de evaluación debido a que, para el desarrollo de las prácticas y trabajo final, es necesario que el estudiante haya asimilado los conocimientos y desarrollado las aptitudes y actitudes que se plantean en los objetivos particulares. El proyecto final integrador tendrá un peso de por lo menos 60% en la calificación definitiva.

**Software.**

*Solidworks.*

*Deseable, ANSYS Multiphysics.*

**Laboratorio.**

Demostración en laboratorios de resistencias de materiales virtuales (libre) o pertenecientes a otras universidades o centros de investigación

**Bibliografía.**

- Russell C. Hibbeler, *Mechanics of Materials*, 8/E, Prentice Hall, 2011.
- Richard Budynas and Keith Nisbett, *Shigley's Mechanical Engineering Design*, Mcgraw-Hill, January 29 2010.
- Saeed Moaveni, *Finite Element Analysis: Theory and Applications with ANSYS*, 3rd Edition, April 6, 2007.

# Control de motores eléctricos y procesos.

## Introducción.

La identificación y control de sistemas es una parte importante en el diseño y desarrollo de sistemas mecatrónicos. Un modelo matemático adecuado siempre coadyuvará a obtener un mejor desempeño del sistemas de control. El curso de control de motores eléctricos y procesos es una asignatura integradora de los conceptos de la teoría de control, en el cual se estudian y se practican los aspectos más importantes del diseño de sistemas de control.

## Objetivo general.

El alumno comprenderá y pondrá en práctica una metodología integral para el diseño e implementación de sistemas de control tanto en tiempo continuo como en tiempo discreto, a partir de la obtención de un modelo matemático adecuado y con la aplicación de herramientas de control de sistemas lineales y no lineales sobre ejemplos concretos como motores eléctricos y otros sistemas.

## Objetivos específicos.

**Conocimientos.** El estudiante deberá adquirir conocimientos para:

- Identificar los diferentes métodos de identificación de sistemas.
- Describir el comportamiento de diferentes motores eléctricos.
- Valorar diferentes técnicas de control no lineal.
- Aplicar el ciclo completo de diseño de sistemas de control.

**Aptitudes.** El estudiante deberá ser capaz de:

- Obtener modelos matemáticos de diferentes procesos a controlar.
- Aplicar los diferentes métodos de identificación de sistemas mediante el uso de software especializado.
- Realizar simulaciones de modelos de motores eléctricos, y proponer diferentes estrategias de control para los mismos.
- Poner en práctica el ciclo completo de diseño de sistemas de control, bajo una metodología adecuada.

**Actitudes.** El estudiante deberá ser:

- Crítico para la evaluación de métodos de identificación y control.

## Prerrequisitos.

Haber cursado "Sistemas lineales de control". El estudiante deberá conocer ciertos conceptos básicos de ingeniería de control, como transformada de Laplace, transformada Z y funcionamiento básico de máquinas eléctricas; además de contar con habilidades para simulación de sistemas de control.

## Metodología.

El curso está enfocado al desarrollo de la capacidad de aplicación de los conceptos que el alumno ha adquirido previamente sobre temas de ingeniería de control, de la misma forma que aplicará nuevos conocimientos que le permitirán contar con diferentes herramientas al momento de enfrentarse a un problema de control y desarrollar el ciclo completo de diseño de sistemas de control. Para esto se han preparado una serie de actividades al final de cada unidad que le permitirán al alumno aplicar los conceptos estudiados mediante el uso de software de simulación como Matlab y sistemas virtuales.

## Temario.

- 1- Introducción al control de motores eléctricos y procesos.
  - Importancia del modelado y control de procesos avanzados.
  - El ciclo de diseño de sistemas de control.
  - Contexto matemático del modelado de sistemas en tiempo continuo.
  - Función de transferencia.
  - Representación en variables de estado.
  - Errores de modelado, validación de modelos y análisis de sensibilidad.
  - Actividad: Simulación de sistemas en tiempo continuo dadas funciones de transferencia y representaciones en variables de estado para la evaluación de errores, validación de modelos y análisis de sensibilidad.
- 2- Sistemas en tiempo discreto.
  - Importancia del control en tiempo discreto.
  - Transformada Z y ecuaciones de diferencias.
  - Funciones de transferencia pulso.
  - Proceso de muestreo y retención.
  - Estabilidad de sistemas en tiempo discreto.
  - Diseño de controladores en tiempo discreto.
  - Discretización de modelos y leyes de control.
  - Actividad: Diseño e implementación en simulación de un control y filtro en tiempo discreto.
- 3- Identificación de sistemas.
  - Métodos de identificación clásicos.
  - Identificación de parámetros por respuesta temporal.
  - Identificación de parámetros por respuesta frecuencial.
  - Identificación por métodos de correlación.
  - Identificación por métodos de optimización.
  - Función de coste para optimización y aplicación de mínimos cuadrados.
  - Mínimos cuadrados recursivos.
  - El método ARX.
  - El método ARMAX.
  - Actividad: Ejercicios de identificación de sistemas por diferentes métodos.
- 4- Modelado y control de motores eléctricos.
  - Modelado de motores.
  - Modelado de motores de CD.
  - Modelado de motores de CA.
  - Control de motores.
  - Control de motores de CD.
  - Control PID, PID autoajustable y realimentación del estado.
  - Control de motores de CA.
  - Control robusto de motores.
  - Actividad: Comparación del comportamiento de diferentes modelos y controladores para un motor de CD.
- 5- Introducción al control no lineal.
  - Comportamiento de los sistemas no lineales.
  - Plano de fase.
  - Punto de equilibrio.
  - Concepto de grado relativo.
  - Linealización exacta de entrada-salida.
  - Actividad: Diseño y simulación del control de un péndulo invertido.
- 6- Control de procesos.
  - Control de temperatura en un intercambiador de calor.
  - Control de concentraciones en un reactor químico.
  - Control de nivel y flujo en tanques interconectados.

Actividad: Los estudiantes, bajo la supervisión del profesor, desarrollarán esta unidad desde el modelado hasta el diseño de controladores para los diferentes sistemas.

**Propuesta de evaluación.**

El curso se evaluará con base al cumplimiento y calidad de las actividades propuestas. Se dará una ponderación importante a la actividad de la unidad 6. Note que las actividades a realizar, y en particular la actividad de la unidad 6, requieren de la asimilación y aplicación de los conocimientos, aptitudes y actitudes planteados en los objetivos particulares.

**Software.**

*MatLab-Simulink.*

**Laboratorio.**

Deseable, laboratorios remotos para control de motores eléctricos, control de nivel, flujo, presión y temperatura.

**Bibliografía.**

- Dorf, Richard C., *Modern control systems*, 9th Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ , 2001.
- Phillips, Charles L., Nagle, H. Troy, *Digital Control System Analysis and Design*, 3rd Edition, Prentice Hall, 1994.
- Slotine, J.J., Li, W., *Applied Nonlinear Control*, Prentice Hall, 1991

# Elementos de máquinas.

## Presentación.

El curso de Elementos de Máquinas parte de una visión jerarquizada en el proceso de diseño de máquinas. En detalle, a partir del comportamiento de componentes básicos (poleas, cadenas, rodamientos, eslabones), se puede deducir el comportamiento de arreglos, ensambles o mecanismos (subsistemas), y a su vez, el comportamiento global de la máquina. Este enfoque se puede aplicar en las diferentes etapas del proceso de diseño de maquinaria (análisis, síntesis u optimización). Así pues, el presente curso es una revisión del comportamiento cinemático y dinámico de distintos componentes que frecuentemente se encuentran presentes en máquinas industriales. El conocimiento adquirido en el desarrollo del curso permitirá al alumno la integración de diseños mecánicos en sistemas mecatrónicos.

## Objetivo general.

El objetivo general consiste en conocer los principios básicos del comportamiento de diversos elementos de máquinas, con el fin de desarrollar la capacidad de especificación, selección y diseño de los mismos; lo que representa un punto de partida para el proceso de diseño de máquinas.

## Objetivos particulares.

**Conocimientos.** El estudiante deberá adquirir los conocimientos para:

- Distinguir los diferentes tipos de una variedad de componentes mecánicos tales como poleas, bandas, cadenas, sprockets, engranes, ejes, rodamientos, etc., así como los parámetros que los determinan.
- Describir los tipos de esfuerzos a los que son sujetos los componentes mencionados, y los principios mecánicos para el cálculo y diseño de los mismos.

**Aptitudes.** El estudiante deberá ser capaz de:

- Seleccionar o diseñar los componentes mecánicos mencionados, sujetos a cargas y condiciones de trabajo especificadas.
- Aplicar los conocimientos y habilidades adquiridas para el análisis y diseño metodológico de máquinas industriales.

**Actitudes.** El estudiante deberá ser:

- Metódico en el diseño de máquinas.
- Crítico y creativo en la resolución de problemas específicos que involucren el diseño mecánico.
- Hábil en la comunicación de ideas y mensajes en el ámbito profesional utilizando técnicas formales.

## Prerrequisitos.

Haber cursado Mecánica de Materiales. Sobre conocimientos previos, el estudiante deberá contar con habilidades de dibujo en *CAD*.

## Metodología.

El curso tiene un gran componente teórico, pero siempre enfocado en la aplicación práctica de los conceptos que se presentan. Los contenidos se desarrollan a partir de la revisión bibliográfica y material de apoyo (presentaciones, videos, notas, sitios web, etc.). Con el fin de lograr un mejor entendimiento de algunos conceptos, se incluyen prácticas con simuladores y laboratorios virtuales. Además, se presentan una serie de trabajos donde el estudiante debe de poner en práctica los conocimientos adquiridos para lograr una adecuada especificación, selección y diseño de diversos componentes mecánicos.

## Temario.

### 1. Introducción.

- El proceso del diseño mecánico.
- Habilidades requeridas en el diseño mecánico.
- Ejemplos de máquinas y dispositivos mecánicos.
- Metodología Bottom-Up para el análisis y diseño de máquinas.
- CAD.
- Práctica: Dibujo CAD de una máquina ensamblada.

### 2. Transmisión por banda y cadena.

- Relación potencia, velocidad angular y torque.
- Práctica: Laboratorio virtual. Relación entre potencia, velocidad y torque en una transmisión sujeta a carga.
- Tipos de transmisión por banda.
- Bandas planas.
- Bandas tipo V.
- Diseño de transmisión por banda.
- Transmisión por cadena.
- Cadenas de rodillos
- Cadenas silenciosas
- Sprockets
- Diseño de transmisión por cadena.
- Práctica: Diseño de una transmisión por banda y cadena. Elaboración de reporte con memoria de cálculos. Comparación con MDesign.

### 3. Diseño de engranes rectos.

- Tipos de engranes.
- Geometría de engranes rectos.
- Tasa de velocidad y trenes de engranes.
- Fuerzas, torque y potencia en engranajes.
- Manufactura y materiales para engranes.
- Esfuerzo en dientes.
- Diseño de engranes rectos.
- Capacidad de transmisión de carga.
- Práctica final: Especificación de engranes sujetos a cargas especificadas. Elaboración de reporte con memoria de cálculos.

### 4. Rodamientos.

- Tipos de rodamientos.
- Montaje de rodamientos.
- Relación carga/duración.
- Selección de rodamientos.
- Montaje de rodamientos.
- Práctica final: Selección de rodamientos.

### 5. Ajustes y Tolerancias.

- Tolerancias básicas.
- Ajustes con huelgos y aprietes.
- Tolerancias dimensionales.
- Tolerancias geométricas de forma.
- Tolerancias geométricas de orientación.
- Tolerancias geométricas de perfil.
- Tolerancias geométricas de localización.
- Tolerancias geométricas de variación u oscilación.
- Práctica: Plano CAD de componentes de máquinas utilizando la teoría de dimensionamiento y tolerancias geométricas.

## 6. Diseño de ejes.

Fuerzas ejercidas sobre un eje.

Concentración de esfuerzos.

Ejes en torsión y flexión.

Práctica: Simulación. Esfuerzos desarrollados en un eje sujeto a cargas.

Ejemplo de diseño de un eje.

Diámetros recomendados.

Práctica final: Diseño de un eje sobre sujeto a condiciones de carga especificadas. Elaboración de reporte con memoria de cálculos y dibujos técnicos.

## 7. Eslabonamientos y mecanismos.

Mecanismos clásicos.

Análisis cinemático.

Análisis dinámico.

Esfuerzos aplicados sobre eslabones.

Práctica: Análisis de un mecanismo.

## 8. Integración de un diseño.

Presentación del problema de diseño de una transmisión.

Requerimientos del diseño.

Pre-evaluación de soluciones posibles.

Especificación de componentes.

Diseño y selección de los componentes.

Integración del diseño de transmisión.

Consideraciones sobre diseño de estructuras.

Proyecto final: Diseño de un sistema de transmisión mecánica, reutilizando las prácticas anteriormente realizadas.

### **Propuesta de evaluación.**

La evaluación se basará en el cumplimiento y calidad de los trabajos. Los trabajos sólo se calificarán cuando hayan cumplido con los lineamientos básicos de calidad que se especifiquen. No se considera otro recurso de evaluación debido a que, para el desarrollo de las prácticas, es necesario que el estudiante haya asimilado los conocimientos y desarrollado las aptitudes y actitudes que se plantean en los objetivos particulares.

### **Software.**

*Solidworks, Interactive Physics ó Working model, MDesign.*

### **Laboratorio.**

Laboratorios virtuales. Simulaciones del comportamiento de componentes de transmisiones bajo carga.

### **Bibliografía.**

- Richard Budynas and Keith Nisbett, *Shigley's Mechanical Engineering Design*, Mcgraw-Hill, January 29 2010.
- Robert L. Norton, *Design of Machinery: An Introduction to the Synthesis and Analysis of Mechanisms and Machines*, McGraw Hill, April 28 2003.
- *Dimensioning and Tolerancing*, ASME Y14.5-2009, ASME, 2009.

## Supervisión en sistemas electroneumáticos.

### Presentación.

La automatización industrial comprende el uso de dispositivos actuadores, sensores y de procesamiento de señales que, funcionando coordinadamente, realizan tareas de un proceso de manufactura industrial de forma autónoma, en cumplimiento con especificaciones previamente definidas. Una aplicación particular de la automatización industrial es la supervisión (monitoreo y control) de sistemas electroneumáticos, que puede abordarse desde una perspectiva formal mediante la teoría de Control-Supervisor.

El presente curso de supervisión en equipos electroneumáticos comprende tres partes:

- Aspectos de automatización en un dispositivo o máquina utilizando la técnica de electroneumática, tanto de la selección de actuadores, sensores, válvulas, etc., como en el desarrollo de controladores secuenciales clásicos con base a diagramas de escalera.
- Aspectos básicos del control "global" de dispositivos o máquinas integradas en un sistema de manufactura flexible (FMS).
- Introducción a métodos formales para el análisis, diseño de supervisores y simulación de sistemas automatizados de gran escala.

### Objetivo general.

Como objetivo del curso, el estudiante debe ser capaz de liderar proyectos de automatización industrial, abordando tareas que involucran el diseño de máquinas para realizar tareas automáticas y la integración de éstas en sistemas de manufactura flexible.

### Objetivos particulares.

**Conocimientos.** El estudiante deberá adquirir los conocimientos para:

- Distinguir los dispositivos que componen un sistema de automatización industrial.
- Utilizar técnicas para desarrollar algoritmos de automatización, tanto formales como heurísticos.

**Aptitudes.** El estudiante deberá ser capaz de:

- Seleccionar los dispositivos para automatizar un trabajo industrial.
- Integrar los distintos dispositivos en un funcionamiento lógico de acuerdo a especificaciones previamente definidas.
- Abordar problemas de diseño de controladores para sistemas de manufactura de gran escala.

**Actitudes.** El estudiante deberá ser:

- Metódico en el desarrollo de sistemas automatizados.
- Proactivo para investigar por sí solo técnicas más avanzadas para la resolución de problemas complejos.

### Prerrequisitos.

No hay prerrequisitos con respecto a otros cursos del programa.

### Metodología.

El curso tiene una orientación teórico-práctica. Los contenidos teóricos se cubren con la revisión de material bibliográfico y material de apoyo (presentaciones, videos, etc.). El contenido práctico se desarrolla con actividades de simulación y síntesis de controladores, utilizando software diseñado específicamente para tales tareas (FluiSim, DESTool, Flexfact). Se considera un proyecto final donde el estudiante debe aplicar los conocimientos y habilidades adquiridas durante todo el curso.

## **Temario.**

1. Introducción a sistemas automatizados.
2. Sistemas de eventos discretos.
  - Control discreto vs control continuo.
  - Eventos, estados, secuencias de eventos.
  - Modelos FSA y RdP.
  - Práctica: Modelado de una máquina envasadora.
3. Sistemas electro-neumáticos.
  - Actuadores neumáticos.
  - Válvulas de mando neumáticas.
  - Dispositivos eléctricos usados en electro-neumática.
  - Práctica: Selección de dispositivos para la automatización de una tarea.
4. Control secuencial en un dispositivo o máquina.
  - Simulación de sistemas electro-neumáticos. FluidSim.
  - Casos de ejecución de diagramas de escalera.
  - Eliminación de interferencias (temporización, cambio de circuito).
  - Programación de PLC.
  - Práctica: Síntesis de un diagrama de escalera para el control secuencial de un dispositivo industrial.
5. Introducción a sistemas de manufactura flexible (FMS).
  - Dispositivos comunes en un FMS.
  - Problemas de control, observación, diagnóstico, tiempo real y evaluación de prestaciones.
  - Ejemplo de control bloqueante.
  - Práctica: Propuestas empíricas para la eliminación de bloqueos.
6. Introducción a la teoría de control supervisor (SC).
  - Modelo de planta.
  - Modelo de especificación.
  - Síntesis de SC. DESTool.
  - Generador.
  - Casos de ejecución de SC en un FMS. Flexfact.
  - Práctica: Síntesis de un controlador para un FMS y simulación en lazo cerrado.
7. Implementación de controladores en sistemas de gran escala.
  - Redes industriales.
  - Estructuras de control descentralizado.
  - Práctica: Propuesta de implementación de un control descentralizado a partir de un controlador centralizado.
8. Proyecto de automatización final.

## **Propuesta de evaluación.**

Tanto las actividades a realizar, como el proyecto final, requieren de la asimilación y aplicación de los conocimientos, aptitudes y actitudes planteados en los objetivos particulares. Por tanto, el curso se evaluará con base al cumplimiento y calidad de dichas actividades propuestas.

## **Software.**

*FluidSim* (versión de prueba libre), simulación de sistemas electro-neumáticos.

*DESTool* (libre), análisis y síntesis en SED con base a FSA.

*Flexfact* (libre), simulación de sistemas de manufactura flexible.

## **Laboratorio.**

Deseable, laboratorio remoto de automatización. A mediano plazo, laboratorio remoto para programación de PLC e integración de redes industriales.

**Bibliografía.**

- Mike P. Groover. *Automation, Production systems and computer-integrated manufacturing*, Prentice Hall, 2007.
- MengChu Zhou, Kurapati Venkatesh. *Modeling, Simulation, And Control Of Flexible Manufacturing Systems: A Petri Net Approach (Series in Intelligent Control and Intelligent Automation)*, World Scientific publishing, 1999.
- Javier Almandoz Berrondo, Belen Mongelos Oquiñena, Idoia Pellejero Salaberria. *Sistemas neumáticos y oleohidráulicos*, Universidad del País Vasco.
- W. M. Wonham. *Supervisory control of discrete event systems*, University of Toronto.

# Robots manipuladores y móviles.

## Introducción.

La robótica es un área del conocimiento que está dedicada a la integración de sistemas mecánicos y eléctricos controlados mediante la programación de elementos electrónicos. De esta manera, la robótica es un campo multidisciplinar de gran interés como aplicación de la mecatrónica y cuyo interés ha crecido significativamente debido al sin número de aplicaciones de los sistemas robóticos: robótica industrial, robótica de servicio, robótica médica, robótica en agricultura, etc. En este curso se revisarán diferentes conceptos y técnicas utilizadas en el diseño y control de robots manipuladores, ampliamente utilizados en la industria, y robots móviles.

## Objetivo general.

El estudiante será capaz de analizar y comprender el funcionamiento de diferentes tipos de robots, así como modelar y simular su comportamiento cinemático, dinámico e implementar en simulación diferentes estrategias de control, con lo que el alumno comprobará los aspectos teóricos.

## Objetivos específicos.

**Conocimientos.** El estudiante deberá adquirir los conocimientos para:

- Identificar los elementos básicos que conforman un sistema robótico, así como sus diversas clasificaciones y aplicaciones.

**Aptitudes.** El estudiante deberá ser capaz de:

- Realizar simulaciones del comportamiento cinemático y dinámico de diferentes tipos de robots.
- Programar diferentes estrategias de control de robots para el desempeño de diferentes tareas como regulación y seguimiento de trayectorias.

**Actitudes.** El estudiante deberá ser:

- Proactivo al investigar por cuenta propia conceptos avanzados de la robótica.

## Prerrequisitos.

Haber cursado Instrumentación industrial, "Sistemas lineales de control". Concurrente con Control de motores y procesos. El estudiante deberá contar con habilidades de programación y uso de software de simulación para control.

## Metodología.

El curso está enfocado tanto a la revisión de conceptos teóricos como a la aplicación de los mismos en problemas de control de robots. Para esto, se han preparado una serie de actividades al final de cada unidad a ser resueltas mediante el uso de software de simulación.

## Temario.

1- Panorama general de la robótica.

Arquitectura de sistemas robóticos.

Clasificación de robots.

Aplicaciones de robots.

Sensado y percepción.

Actividad: Investigación de ejemplos de robots donde el alumno explicará sus características básicas, tipos de sensores usados, tipos de actuadores, aplicaciones, etc.

- 2- Herramientas matemáticas.
- Representación de la posición y orientación en el plano.
  - Representación de la posición y orientación en el espacio.
  - Matrices de transformación homogéneas.
  - Transformación inversa.
  - Transformaciones compuestas.
  - Actividad: Ejercicios sobre la obtención de matrices de transformación.
- 3- Modelado y análisis cinemático de robots manipuladores.
- Relaciones entre sistemas de referencia.
  - Cinemática directa.
  - Parámetros Denavit-Hartenberg
  - Cinemática inversa.
  - Relaciones de velocidad.
  - Velocidades lineales.
  - Velocidades angulares.
  - Jacobiano.
  - Actividad: Ejercicios sobre la obtención de parámetros DH de diferentes manipuladores, cálculo de la cinemática inversa y Jacobianos mediante el uso de código de Matlab y mediante el Robotics toolbox.
- 4- Modelado y análisis dinámico de robots manipuladores.
- Aspectos dinámicos en una articulación simple.
  - Generalización del modelo dinámico de robots manipuladores.
  - Formulación de Euler-Lagrange.
  - Formulación de Newton-Euler.
  - Obtención de trayectorias articulares.
  - Actividad: Ejercicios de obtención del modelo dinámico de diferentes manipuladores y simulación de la obtención de trayectorias articulares mediante el uso de código de Matlab.
- 5- Control de robots manipuladores.
- Estrategias de control de articulaciones.
  - Control desacoplado de articulaciones.
  - Control dinámico de manipuladores.
  - Control cinemático de manipuladores.
  - Actividad: Ejercicios en simulación del control cinemático y dinámico de manipuladores mediante Matlab/Simulink.
- 6- Modelado y análisis cinemático de robots móviles.
- Locomoción de robots móviles con ruedas.
  - Restricciones cinemáticas.
  - Modelo Jacobiano.
  - Tipos de locomoción y modelado.
  - Estimación de la posición y orientación.
  - Actividad: Implementación en simulación de los diferentes modelos de locomoción de robots móviles con ruedas usando Matlab/Simulink.
- 7- Modelado y análisis dinámico de robots móviles.
- Modelo dinámico de vehículos robóticos con ruedas.
  - Actividad: Implementación en simulación del modelo dinámico de un robot móvil con ruedas y análisis del efecto de variación de parámetros y software complementario.
- 8- Control de robots móviles.
- Control dinámico de robots móviles.
  - Control cinemático de robots móviles.
  - Problema de seguimiento de camino.
  - Problema de seguimiento de trayectoria.
  - Actividad: Ejercicios en simulación del control cinemático y dinámico de manipuladores mediante Matlab/Simulink y software complementario.

**Propuesta de evaluación.**

El curso se evaluará con base al cumplimiento y calidad de las actividades propuestas, que implican la asimilación de los conceptos y desarrollo de habilidades señalados en los objetivos particulares.

**Software.**

*MatLab-Simulink*

**Laboratorio.**

Laboratorio virtual de robots manipuladores.

**Bibliografía.**

- Ollero Baturone, Anibal, *Robótica – Manipuladores y Robots Móviles*, Alfaomega-Marcombo, 2007.
- Mittal, R. K., Nagrath, I. J., *Robotics and Control*, Mc Graw Hill, 2003.
- Saha, S. K., *Introducción a la Robótica*, Mc Graw Hill, 2010.
- Choset, H., Lynch, K. M., Hutchinson, S., Kantor, G., Burgard, W., Kavraki, L. E. and Thrun, S., *Principles of Robot Motion: Theory, Algorithms, and Implementations*, MIT Press, Boston, 2005.

# Visión por computadora.

## Introducción.

En la actualidad, la visión por computador es una técnica cada vez mas utilizada en distintos ámbitos, como en la verificación de calidad de producción en sistemas de altamente automatizados, clasificación de productos en el sector agroindustrial, reconocimiento y seguimiento de personas en aplicaciones de seguridad, etc. En este curso se revisarán principios y conceptos teóricos que permitirán al estudiante abordar el desarrollo de algoritmos para diferentes problemas de la visión por computador.

## Objetivo general.

El estudiante conocerá el funcionamiento de diferentes sistemas de visión y los modelos matemáticos que los representan, así como los fundamentos de procesamiento de imágenes y el cálculo de restricciones geométricas, todo esto como herramientas para el desarrollo de aplicaciones como inspección de productos en la industria o estimación de posición de un objeto en una secuencia de imágenes.

## Objetivos específicos.

**Conocimientos.** El estudiante deberá adquirir los conocimientos para:

- Modelar un sistema de visión monocular e interpretar la geometría implícita en el funcionamiento de los diferentes sistemas de visión: monocular, binocular y omnidireccional.
- Realizar el procesamiento de imágenes en aspectos de mejora de la imagen, filtrado de ruidos, búsqueda de patrones, segmentación y detección de formas.

**Aptitudes.** El estudiante deberá ser capaz de:

- Comprender los modelos de proyección de camaras convencionales y omnidireccionales y generar imágenes sintéticas a partir de estos modelos.
- Implementar diferentes técnicas de procesamiento de imágenes, tales como filtrado de ruidos, búsqueda de patrones por correlación, segmentación y detección de formas en imágenes reales.
- Analizar la relación de movimiento entre cámaras mediante el uso de correspondencias visuales entre imágenes y sus restricciones geométricas.

**Actitudes.** El estudiante deberá ser:

- Analítico y metódico para la comprensión de geometrías no convencionales como es la geometría proyectiva.
- Proactivo en el análisis de las diferentes técnicas de procesamiento de imágenes y algoritmos geométricos.
- Hábil en la implementación de los algoritmos requeridos para el análisis geométrico entre imágenes.

## Prerrequisitos.

No se requiere haber cursado otras asignaturas del programa. El estudiante deberá contar con habilidades de programación y conceptos básicos de álgebra lineal.

## Metodología.

El curso está enfocado tanto a la revisión de conceptos teóricos como a la aplicación de los mismos, que pueden incidir en aplicaciones tales como inspección de piezas y material automática y seguimiento de personas. Se han preparado una serie de actividades al final de cada unidad a ser resueltas mediante el uso

de software. Finalmente, se plantea la realización de un proyecto final de aplicación, donde se pondrá en aplicación los conceptos y habilidades desarrollados a lo largo del curso.

### Temario.

- 1- Introducción a sistemas de visión.
  - La cámara oscura.
  - Lentes.
  - Aberración y distorsión.
  - Sensores para captura de imágenes: CCD/CMOS.
  - Funcionamiento del ojo humano.
- 2- Procesamiento básico de imágenes.
  - Definición de contraste y brillo.
  - Umbralización.
  - Histograma y ecualización.
  - Ruidos de imagen.
  - Filtros lineales.
  - Convolución.
  - Filtros de media, binomiales, Gaussianos, no lineales y de mediana.
  - Correlación
  - Extracción de contornos.
  - Segmentación de contornos.
  - Detección y ajuste de líneas.
  - Transformada de Hough en líneas y círculos.
  - Actividad: Programación en Matlab de diferentes filtros para ruido en imágenes, implementación de la búsqueda de patrones por correlación e implementación del ajuste robusto de círculos.
- 3- Geometría proyectiva y Euclidiana.
  - Representación de puntos y líneas.
  - Tipos de proyecciones
  - Coordenadas homogéneas.
  - Transformaciones proyectivas.
  - Geometría Euclidiana.
- 4- El modelo de cámara oscura.
  - El modelo de proyección perspectiva.
  - Parámetros intrínsecos.
  - Parámetros extrínsecos.
  - Matriz de proyección perspectiva.
  - Distorsión radial.
  - Calibración de cámaras.
  - Calibración con objetos.
  - Autocalibración.
  - Actividad: Generación de imágenes sintéticas a partir del modelo estudiado utilizando Matlab.
- 5- Restricciones geométricas multivistas.
  - Correspondencia de características o puntos de interés.
  - Geometría de dos vistas de una escena plana.
  - El modelo de homografía.
  - Transformación de imágenes con homografías.
  - Calculo de homografías a partir de correspondencias.
  - Geometría de dos vistas de una escena genérica.
  - Matriz fundamental y sus propiedades.
  - Epipolos.
  - Matriz esencial y sus propiedades.
  - Cálculo de la matriz fundamental a partir de correspondencias.

Geometría de tres vistas y el tensor trifocal.

Actividad: Implementación del cálculo de homografías y geometría epipolar en Matlab para imágenes dadas, así como el análisis de movimiento mediante dichas restricciones geométricas.

#### 6- Visión omnidireccional.

El modelo de cámara genérico.

Tipos de cámaras omnidireccionales

Proyección a la esfera unitaria.

Proyección al plano de la imagen.

Cálculo de restricciones geométricas en imágenes omnidireccionales.

Actividad: Generación de imágenes sintéticas a partir del modelo genérico de cámara utilizando Matlab y análisis de movimiento a partir del cálculo de restricciones geométricas entre imágenes.

#### 7- Visión estéreo.

Triangulación

Rectificación.

Reconstrucción

Proyecto final:

1) inspección de un producto o,

2) seguimiento de una persona en una secuencia de imágenes.

#### **Propuesta de evaluación.**

El curso se evaluará con base al cumplimiento y calidad de las actividades propuestas. En particular, el proyecto final tendrá un ponderador significativo en la nota final, en concordancia con el objetivo general del curso.

#### **Software.**

*MatLab-Simulink*

#### **Laboratorio.**

No es necesario.

#### **Bibliografía.**

- Forsyth, D., Ponce, J., *Computer Vision, a modern approach*. Prentice Hall, 2011.
- Image processing Matlab Toolbox User's Guide.
- Shah, Mubarak, *Fundamentals of Computer Vision*, disponible en: <http://www.cs.ucf.edu/courses/cap6411/book.pdf>
- Szeliski, R., *Computer vision, Algorithms and Applications*, disponible en: [http://szeliski.org/Book/drafts/SzeliskiBook\\_20100903\\_draft.pdf](http://szeliski.org/Book/drafts/SzeliskiBook_20100903_draft.pdf)
- Hartley, R., Zissermann, D., *Multiple view geometry in Computer Vision*, Second Edition, Cambridge, 2004.

# Introducción a la Ingeniería Biomédica.

## Introducción.

La Ingeniería biomédica es el área del conocimiento que usa los métodos y herramientas de las ciencias exactas y de la ciencias aplicadas para restablecer y mejorar la salud y la calidad de vida tanto de los seres humanos como de todo ser vivo en general. Por lo tanto se trata de un área altamente multidisciplinar en la que convergen conocimientos de la ingeniería, informática y desde luego de la medicina y la biología. El objetivo de la Ingeniería Biomédica es dar solución a problemas de Ingeniería que se plantea en el ámbito de la biología y medicina.

## Objetivo general.

El objetivo de este curso es que el estudiante aprenda los fundamentos de la Ingeniería Biomédica con aplicación en señales bioeléctricas e imágenes médicas. El estudiante deberá dominar técnicas avanzadas de procesamiento de señales y de reconocimiento de patrones y aplicarlas a problemas reales de la Biomédica.

## Objetivos particulares.

**Conocimientos.** El estudiante deberá adquirir los conocimientos para:

- Entender y comprender las áreas de aplicación de los métodos y herramientas mecatronicos en la ingeniera biomédica.
- Aplicar técnicas avanzadas de procesamiento de señales en cualquier problema de la mecatronica.
- Analizar y proponer soluciones a problemas de la ingeniería biomédica que involucren señales bioelectricas.

**Aptitudes.** El estudiante deberá ser capaz de:

- Comprender las características de las señales bioeléctricas.
- Aplicar técnicas de procesamiento de señales.
- Aplicar técnicas de reconocimiento de patrones.

**Actitudes.** El estudiante deberá:

- Desarrollar un habilidades para seleccionar, implementar y validar técnicas de procesamiento se señales o de reconocimiento de patrones.

## Prerrequisitos.

No se requiere haber cursado otras asignaturas del programa.

## Metodología del curso.

El curso tiene una orientación teórico-práctica, de modo que los métodos y técnicas que se estudien se ilustrarán con casos reales. Así mismo, para el desarrollo de cada tema del curso (excepto el primero) los alumnos realizarán una práctica para resolver o analizar un problema real de la Ingeniería Biomédica que incluye las técnicas expuestas en las clases de teoría. Para el desarrollo de las prácticas se usara el programa *MatLab*.

## Temario.

- 1- Introducción a la Ingeniería Biomédica.  
Fundamentos de la Ingeniería Biomédica.  
Fundamentos básicos de los sistemas fisiológicos.
- 2- Fundamentos de procesamiento de señales.

- Sistemas de amplificación.  
Convertidores A/D y D/A  
Técnicas de filtrado y estimación.  
Técnicas y análisis espectral. Transformada de Fourier. Modelos autoregresivos.  
Práctica: generación de señales sintéticas, diseño y aplicación de filtros, análisis espectral.
- 3- Adquisición y procesamiento de señales biológicas  
Instrumentación y adquisición de señales biológicas.  
Señales musculares: Electromiografía (EMG)  
Señales del corazón: Electrocardiograma (ECG)  
Señales del cerebro: Electroencefalografía (EEG)  
Otras bioseñales: Electrooculogramas (EOG), Conductividad de la piel (SC)  
Práctica: (a) Detección de la activación muscular. (b) Medición del ritmo cardiaco y del complejo QRS. (c) Identificación de las ondas alfa del cerebro y de la actividad del corteza motora
- 4- Biometría  
Fundamentos del reconocimiento de patrones.  
Modelado y reconocimiento de señales biométricas.  
Métodos de reconocimiento de voz.  
Métodos de reconocimiento de expresión facial.  
Métodos de reconocimiento de huella dactilares.  
Métodos de reconocimiento de personas.  
Práctica: Implementación de un sistema de reconocimiento de rostros.
- 5- Imagen médica.  
Fundamentos de imagen médica.  
Imagen por Resonancia Magnética (MRI).  
Tomografía computarizada de rayos X (CT).  
Imagen por ultrasonidos (Ecografía).  
Otras técnicas topográficas (PET, SPECT).  
Práctica: Visualización y estudio de la anatomía del cerebro con MRI.
- 6- Robótica medica.  
Robótica de rehabilitación.  
Robótica ortopédica.  
Exoesqueletos.  
Prótesis y órtesis robotizadas.  
Práctica: Trabajo de exploración.

### **Propuesta de evaluación.**

El curso se evaluará con base al cumplimiento y calidad de las prácticas propuestas.

### **Software.**

*MatLab*

### **Laboratorios.**

Ninguno.

### **Bibliografía.**

- J.G. Proakis, D. G. Manolakis. *Tratamiento digital de señales. Principios, algoritmos y aplicaciones*, 3ª Ed. Prentice Hall, 1998.
- L. Sörnmo, P. Laguna. *Bioelectrical Signal Processing in cardiac and neurological applications*, Elsevier, 2005
- Duda, Richard O., HART, Peter E., STORK, David. *Pattern Classification*, Ed. Wiley-Interscience. 2001.

## **Tópicos avanzados en ingeniería mecánica.**

### **Introducción.**

El curso de tópicos avanzados en ingeniería mecánica tiene como objetivo el revisar conceptos y desarrollar habilidades en temas específicos de la ingeniería mecánica diversos, dependiendo del interés del estudiantado y disponibilidad del profesorado. A modo ilustrativo, se pueden considerar contenidos como: vibraciones mecánicas, análisis dinámico y simulación de mecanismos y máquinas, simulación de termofluidos, enfriamiento en dispositivos electrónicos, seminario de estudio de máquinas, etc.

**Objetivos, temario, propuesta de evaluación, requerimientos de software, laboratorios y bibliografía según la definición del curso.**

# Navegación de robots.

## Introducción.

La robótica es un área de conocimiento que ha avanzado significativamente en los últimos años. Así pues, resulta importante conocer estos avances con el fin de contar con aplicaciones adecuadas en mecatrónica. En este curso, se revisarán algunas técnicas avanzadas para la resolución de problemas en la navegación de robots móviles.

## Objetivo general.

El estudiante analizará y comprenderá diferentes técnicas avanzadas para el desarrollo de sistemas de navegación de robots, así como la programación de estas técnicas mediante algoritmos adecuados.

## Objetivos específicos.

**Conocimientos.** El estudiante deberá adquirir los conocimientos para:

- Aplicar diferentes técnicas de planificación de caminos.
- Describir el problema de la localización y construcción simultánea de mapas.
- Describir el modelo de proyección genérico de cámaras y métodos de aplicación de sistemas de visión para el control de robots.

**Aptitudes.** El estudiante deberá ser capaz de:

- Implementar algoritmos de generación de trayectorias tanto para robots manipuladores como robots móviles.
- Resolver problemas de la localización y construcción simultánea de mapas.

**Actitudes.** El estudiante deberá ser:

- Crítico al evaluar y comparar las distintas técnicas analizadas para resolver problemas de planificación de caminos y evitación de obstáculos.

## Prerrequisitos.

Haber cursado Instrumentación industrial, Sistemas lineales de control. El estudiante deberá contar con habilidades de programación de computadoras y uso de software de simulación para control.

## Metodología.

El curso tiene una orientación teórico-práctica. Para el desarrollo de cada tema del curso, los estudiantes realizarán una actividad práctica consistente en simular o resolver un problema de navegación de robots por medio de las técnicas expuestas en las clases teóricas.

## Temario.

### 1- Introducción a la navegación de robots.

- El problema de navegación.
- Esquema general de navegación.
- Sensores para navegación.

### 2- Planificación de caminos.

- Diferencia entre camino y trayectoria.
- Definición de espacio de configuraciones.
- Métodos de planificación de caminos
- Grafo de visibilidad.
- Diagramas de Voronoi.
- Descomposición exacta y aproximada en celdas.

- Campos de potencial.
- Actividad: Simulación de diferentes métodos de planificación de caminos usando Matlab y/o Webots.
- 3- Generación de trayectorias.
  - Definición paramétrica de curvas.
  - Técnicas de interpolación
  - Generación de caminos en el espacio cartesiano.
  - Generación de trayectorias para manipuladores.
  - Trayectorias articulares para manipuladores robóticos.
  - Empleo de polinomios cúbicos y con puntos de paso.
  - Empleo de polinomios de orden superior.
  - Empleo de funciones lineales con enlace parabólico.
  - Actividad: Programación en Matlab de funciones que desarrollen la tarea de generación de trayectorias tanto para robots manipuladores como para robots móviles.
- 4- Evitación de obstáculos.
  - El problema de evitación de obstáculos.
  - Métodos básicos.
  - Métodos de BUG.
  - Campos de potencial.
  - Métodos con reducción a un subconjunto de comandos.
  - Histograma de campo de vectores (VFH)
  - Ventana dinámica
  - Métodos con información de alto nivel
  - Nearness Diagram Navigation (ND)
  - Actividad: Simulación de dos métodos básicos de evitación de obstáculos para robots móviles, como son el BUG y VFH usando Matlab y/o Webots.
- 5- Localización y construcción simultánea de mapas (SLAM).
  - Métodos de localización.
  - Odometría.
  - Scan-matching.
  - Construcción de mapas.
  - El problema de SLAM.
  - El problema de asociación de datos.
  - EKF-SLAM.
  - Actividad: Resolución en Matlab del problema de localización en el plano cartesiano utilizando información de los barridos proporcionados por un sensor laser.
- 6- Control de robots usando visión.
  - Introducción a los tipos de control visual.
  - Concepto de matriz de interacción.
  - Métodos de control visual.
  - Control visual clásico basado en imagen.
  - Control visual basado en posición.
  - Control mediante restricciones geométricas.
  - Actividad: Simulación de un sistema de control clásico basado en imagen de un robot manipulador y de un sistema de control basado en imagen usando geometría epipolar para un robot móvil.
- 7- Navegación visual.
  - Navegación basada en seguimiento de una línea.
  - Navegación basada en reconocimiento de líneas.
  - Navegación basada en segmentación.
  - Navegación basada en una memoria visual.

**Propuesta de evaluación.**

El curso se evaluará con base al cumplimiento y calidad de las actividades propuestas. Adicionalmente, se contempla la resolución de un cuestionario sobre conceptos generales del curso, y en particular sobre la temática de navegación visual.

**Software.**

*MatLab*

Deseable: *Webots*

**Laboratorios.**

Ninguno.

**Bibliografía.**

- Choset, H., Lynch, K. M., Hutchinson, S., Kantor, G., Burgard, W., Kavraki, L. E. and Thrun, S., *Principles of Robot Motion: Theory, Algorithms, and Implementations*, MIT Press, Boston, 2005.
- Laumond, Jean-Paul, *Robot Motion Planning and Control*, Springer, 1998.
- Siciliano, B., Khatib, O., *Springer Handbook of Robotics*, Springer, 2008.

# Anexo B.

## Currículo del profesorado.

## Carlos Renato Vázquez

### Education.

---

- **Ph.D. in Systems Engineering and Informatics**, Universidad de Zaragoza, Spain, 2011. Thesis: "On fluidization, controllability and control of timed continuous Petri nets".
- **Advance Studies Diploma** (DEA, Master degree level), at the Depto. de Ingeniería de Sistemas e Informática, Universidad de Zaragoza, Spain, 2008.
- **Science Master in Electrical Engineering, Specialty on Automatic Control**, CINVESTAV, Guadalajara, Mexico, 2006.
- **Mechanical-Electrical Engineering**, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Mexico, 2004.

### Projects participation.

---

- *Research Project*. Distributed Supervisory Control of Large Plants" (DISC), Founded by the European Union, FP7-ICT2007-2. PhD student participant. Zaragoza, Spain. 2008-2011.
- *Research Project*. Técnicas formales de análisis y diseño de sistemas de eventos discretos. Aplicación a sistemas de logística y tiempo real (Formal techniques for analysis and design of discrete event systems, application to logistics and real-time). Ministerio de Educación y Ciencia, España (Ministry of education and science), DPI2006-1539. Investigador en formación. Zaragoza, Spain. 2006-2009.
- *Engineering Project*. Control de motores eléctricos para vehículos autónomos en un sistema de transporte LINT (Control of electrical motors in autonomous vehicles, for a lean intelligent network transportation system, LINT), MODUTRAM – CINVESTAV GDL. Guadalajara, Mexico. Consultant. September 2011- February 2012.
- *Engineering Projects*. Design and construction of electromechanical equipments. Wood chopping machine, automatic paper elevator for a printing company, automatic paint canning system and *guayabate* (fruit sweet) molding machine. MAYKORP, mechanical design enterprise. Guadalajara, Mexico. 2002-2003.

### Research stays.

---

- CWI, Amsterdam, The Netherlands, March-June, 2010, under the supervision of Profr. Jan van Schuppen. The research performed deals with the application of PWA control techniques for the control of continuous Petri nets, adopting both a centralized and a modular-coordinated control schemes.
- SYSTEMS group, Ghent University, Belgium, February-May, 2009, under the supervision of Profr. René Boél. The research performed deals with the application of hybrid Petri nets for modelling urban traffic systems.

### Profesional experience.

---

- *Professor* at the CUValles, Universidad de Guadalajara, Mexico, 2012. Courses:
  - Diseño de elementos de máquinas (Elements in mechanical design).
  - Electroneumática (Electroneumatics).
  - Solidworks.

- *Lecturer*- CINVESTAV-GDL, Guadalajara, Mexico, September-December 2011. Master course: Probabilidad y procesos estocásticos (Probability and stochastic processes).
- *Consultant*- CINVESTAV-GDL, Guadalajara, Mexico, September 2011- February 2012, consultant in the project: Control of electrical motors in autonomous vehicles, for a lean intelligent network transportation system (LINT). Final client: MODUTRAM.
- *Research*- Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas of the Universidad de Zaragoza, Spain, July 2009- June 2011, as part of the project “Técnicas formales de análisis y diseño de sistemas de eventos discretos. Aplicación a sistemas de logística y tiempo real”.
- *Industry*- Válvulas Urea, Guadalajara, Mexico. November 2003- May 2004. Maintenance supervisor. Corrective and preemptive maintenance supervision: induction furnaces, sand molders, conveyors, electrical substation.
- *Industry*- Flow-Mexa, Guadalajara, Mexico. August-November 2003. Quoter - Drawer. Analysis of rack distribution in warehouses, drawing constructive details, selection of mechanical components, quotation.

#### *Publications.*

---

##### *Journals-*

- C.R. Vázquez & M. Silva, Stochastic continuous Petri nets: an approximation of Markovian net models, IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics Part A, vol. 42 (3), pp. 641-653, 2012.
- C.R. Vázquez & M. Silva, Timing and liveness in continuous Petri nets, Automatica, vol. 47(2), pp. 283-290, 2011.
- M. Silva, J. Júlvez, C. Mahulea & C.R. Vázquez, On fluidization of discrete event models: observation and control of continuous Petri nets, Journal of Discrete Event Dynamic Systems, vol. 21(4), pp. 427-497, 2011.
- J. Júlvez, C. Mahulea & C.R. Vázquez, SimHPN: a MATLAB Toolbox for simulation, analysis and design with hybrid Petri nets, Nonlinear Analysis: Hybrid Systems, vol. 6(2), pp. 806-817, 2012.
- C.R. Vázquez, A. Ramírez, L. Recalde & M. Silva. On Controllability of Timed Continuous Petri Nets. In M. Egerstedt and B. Mishra (Eds.), Hybrid Systems: Computation and Control, Lectures Notes in Computer Science, vol. 4981, Springer, pp. 528--541, 2008.

##### *Book chapters-*

- C.R. Vázquez, C. Mahulea, J. Júlvez & M. Silva, “Introduction to fluid Petri nets”, Chapter 18, In Carla Seatzu, Manuel Silva & Jan H. van Schuppen Eds.: Control of Discrete-Event Systems: Automata and Petri net perspectives, Lecture Notes in Control and Information Sciences, vol. 433, pp. 365-386, ISBN978-1-4471-4275-1, Springer, 2012.
- C. Mahulea, J. Júlvez, C.R. Vázquez & M. Silva, “Continuous Petri nets: observability and diagnosis”, Chapter 19, In Carla Seatzu, Manuel Silva & Jan H. van Schuppen Eds.: Control of Discrete-Event Systems: Automata and Petri net perspectives, Lecture Notes in Control and Information Sciences, vol. 433, pp. 387-406, ISBN978-1-4471-4275-1, Springer, 2012.
- J. Júlvez, C.R. Vázquez, C. Mahulea & M. Silva, “Continuous Petri nets: controllability and control”, Chapter 20, In Carla Seatzu, Manuel Silva & Jan H. van Schuppen Eds.: Control of Discrete-Event Systems: Automata and Petri net perspectives, Lecture Notes in Control and Information Sciences, vol. 433, pp. 407-428, ISBN978-1-4471-4275-1, Springer, 2012.

*Last conference papers-*

- C.R. Vázquez & A. Ramírez, Structural and generic conditions for controllability of timed continuous Petri nets, to be presented in the 11th International Workshop on Discrete Event Systems (WODES), Guadalajara, Mexico, 2012.
- J. Júlvez, C. Mahulea & C.R. Vázquez, Analysis and simulation of manufacturing systems using SimHPN toolbox, In 7th IEEE Conference on Automation Science and Engineering, Trieste, Italy, 2011.
- C.R. Vázquez, J. van Schuppen, & M. Silva. A modular-coordinated control for continuous Petri nets. In 18th IFAC World Congress, Milano, Italy, 2011.
- C.R. Vázquez, H.Y. Sutarto, R. Boel & M. Silva. Hybrid Petri net model of a traffic intersection in an urban network. In IEEE Multi-Conference on Systems and Control, Yokohama, Japan, 2010.
- C.R. Vázquez & M. Silva. Timing-dependent boundedness and liveness in continuous Petri nets. In 10th International Workshop on Discrete Event Systems (WODES), Berlin, Germany, 2010.
- C.R. Vázquez & M. Silva. Piecewise Linear Constrained Control for Timed Continuous Petri Nets. In 48th IEEE CDC, Shanghai, China, 2009.
- C.R. Vázquez & M. Silva. Hybrid Petri nets as an approximation to Markovian PN. In 3rd IFAC Conference ADHS, Zaragoza, Spain, 2009.
- C.R. Vázquez & M. Silva. Performance Control of Markovian Petri Nets via Fluid Models: A Stock-Level Control Example. In 5th IEEE Conference on Automation Science and Engineering, Bangalore, India, 2009.

*Technical courses.*

-----  
*SMC INTERNATIONAL (Guadalajara, Mexico, 2004)*

- Applied pneumatics.
- Applied electro-pneumatics.

*CAST – CONALEP (Guadalajara, Mexico, 2002)*

- PLC (Siemens 214, Allen Bradley).
- Power hydraulics.
- Control of electrical motors.
- Control and instrumentation.

## **Héctor Huerta**

### *Education.*

---

- **Ph.D. in Electrical Engineering, specialty on Automatic Control.** CINVESTAV-Guadalajara, Mexico, 2008.
- **Science Master in Electrical Engineering, specialty on Automatic Control.** CINVESTAV-Guadalajara, Mexico, 2005.
- **Communications and Electronics Engineering.** Universidad de Guadalajara, Mexico, 2003.

### *Projects participation.*

---

- Design, simulation and implementation of nonlinear robust controllers for electric power systems, CINVESTAV, Unidad Guadalajara, May 2005-October 2008.
- Synchronous generators controllers: design and implementation, CINVESTAV, Unidad Guadalajara, March 2006 - January 2008.
- Design of optimal controllers for induction motors, ITESM, Campus Guadalajara, January 2009 - August 2009.
- Design and control of power converters for electro-mechanical systems, ITESM, Campus Guadalajara, January 2010 - September 2010.
- Design of controllers for continuous microalgae cultivation process, ITESM, Campus Guadalajara, July 2011 – July 2012.

### *Professional experience.*

---

- Mechatronics and electronics professor. Universidad de Guadalajara. Since August 2012.
- Mechatronics and electronics professor. ITESM, Campus Guadalajara. Since September 2008.
- Mathematics and physics teacher. UNITEC, Campus Zapopan. January-July 2008.
- Courses taught:
  - Matemáticas para ingeniería (Calculus, differential equations, complex variables).
  - Matemáticas para ingeniería con Matlab.
  - Matlab y simulink.
  - Programación con Matlab.
  - Circuitos eléctricos (Electrical circuits).
  - Laboratorio de instrumentación y mediciones (Measurements and instruments lab).
  - Laboratorio de diseño de sistemas lógicos (Digital systems lab).
  - Ingeniería de control (Control engineering).
  - Control digital (Control in discrete time).
  - Laboratorio de control automático (Automatic control lab).
  - Automatismos lógicos (PLC, electropneumatics and digital systems).
  - Actuadores (Actuators).
  - Análisis de circuitos y redes (Circuits analysis).
  - Servoactuadores (Servo-actuators).

- Control difuso (Fuzzy control).
- Diseño electrónico analógico (Advance electronic design).
- Inteligencia artificial avanzada (Advance artificial intelligence).

### *Publications.*

---

#### *Journals-*

- H. Huerta, Alexander G. Loukianov, and Jose M. Cañedo, "Robust multimachine power systems control via high order sliding modes", *Electric Power Systems Research* 81 (2011), pp. 1602-1609
- H. Huerta, Alexander G. Loukianov, and Jose M. Cañedo, "Decentralized sliding mode block control of multimachine power systems", *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, Volume 32, Issue 1, January 2010, Pages 1-11, doi:10.1016/j.ijepes.2009.06.016.
- H. Huerta, A. G. Loukianov, and J. M. Cañedo, "Multimachine power systems control: Integral SM approach.", *IEEE Transactions on Industrial Electronics* 56 (6), pp. 2229-2236, November, 2009.

#### *Book chapter-*

- H. Huerta, A. G. Loukianov, and J. M. Cañedo, Integral Sliding Modes with Block Control and of Multimachine Electric Power Systems, Chapter of book: *System, Structure & Control*, In-The, Croatia, August, 2008, pp. 83-110.

#### *Conference papers-*

- Alexander G. Loukianov, Héctor Huerta, Victor Utkin and Jose M. Canedo, "Nonlinear Passivity Robust Decentralized Controller for Large Scale Power System", Aceptado para su publicación en 13th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing, INCOM '09, Moscow, Rusia, Junio de 2009.
- H. Huerta, A. G. Loukianov, and J. M. Cañedo, "Passivity-based sliding mode control of power systems." *IEEE 10th International Workshop on Variable Structure Systems*, VSS'08, art. no. 4570732, pp. 343-348.
- H. Huerta-Avila, A. G. Loukianov, and J. M. Cañedo, "Nested integral sliding modes of large scale power system." *Proc. of CDC07*, New Orleans, U.S.A., December, 2007.
- H. Huerta-Avila, A. G. Loukianov, and J. M. Cañedo, "Nested Integral Sliding Mode Control of Multimachine Power Sytems", *Proc. of IFAC SSSC07*, Iguazu, Brazil, October, 2007.
- Héctor Huerta A., Alexander G. Loukianov and José M. Cañedo , "Nested integral sliding modes control for multimachine power systems." *Proc. of AMCA06*, D. F., México, October, 2006.
- Héctor Huerta A., José M. Cañedo, and A. G. Loukianov. "Observed-Based Nested Integral Sliding Modes of Electric Power Systems." *Proc. of FIE*, Santiago, Cuba, 2006.
- G. Loukianov, José M. Cañedo, and Héctor H. Avila "Decentralized Sliding Mode Block Control of Power System" *Proc. of IEEE PES General Meeting*, Montréal, Quebec, Canada, June, 2006.

### *Other skills*

---

- Simulation of dynamics systems.
- Design of electronic prototypes.
- Design of control strategies.
- Implementation of control strategies.
- Automate systems.

## ***Miguel Angel de la Torre Gómora***

### *Education.*

---

- **Ph.D. candidate in Applied Engineering**, École de Technologie Supérieure, Canada. In course.
- **Science Master in Electrical Engineering, specialty on Computer Science**. CINVESTAV-Guadalajara, Mexico, 2005.
- **Computer Engineer**. Universidad de Guadalajara, Mexico, 2001.

### *Projects participation.*

---

- *Research Project*. Modelo y sistema de interacción para el desarrollo de las habilidades del pensamiento (Modelling and interaction system for the development of thinking skills). Participant. April 2007 - april 2008.
- *Research Project*. Detección y Monitoreo de Grietas usando Imágenes Satelitales (Detection and monitoring of ground cracks by using satellite images). Leader. April 2007 - april 2009.
- *Research Project*. Análisis, diseño e implementación de un sistema para el desarrollo de las habilidades del pensamiento (Aalysis, desing and implementation of a system for the development of thinking skills). Participant. May 2006 – may 2007.
- *Research Project*. Diseño e instrumentación de un Sistema de Información Geográfica para la evaluación de riesgos por hundimiento en la ciudad de Ameca, Jalisco (Desing and instrumentation of a geographyc informatic system for the risk evaluation caused the ground cracks in the city of Ameca Jalisco ). Participant. May 2006 - May 2007.

### *Profesional Experience.*

---

- Professor- Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Mexico. February-June 2006.
- Professor- Universidad Guadalajara Lamar, Guadalajara, Mexico. May-December 2005.
- Courses taught:
  - Taller de Programación Estructurada (Structured programming).
  - Estructura de Archivos (Data structures).
  - Taller de Ingeniería de Software II (UML).
  - Tópicos Selectos de Computación I (Open software).
  - Organización de Computadoras II.
  - Simulación de Sistemas Digitales (Digital system simulation).
  - Arquitectura de computadoras Avanzada (Computer architecture).
  - Electrónica Analógica (Analog electronics).
  - Sistemas de Identificación Automáticos (Automatic identification systems).

## Publications.

---

### -Conference papers-

- De la Torre, M., Granger, E., Radtke, P. V. W., Sabourin, R. and Gorodnichy, D., A Comparison of Adaptive Matchers for Screening of Faces in Video Surveillance, 2012 IEEE Symposium on Computational Intelligence for Security and Defence Applications (CISDA), Ottawa, Canada, pp 11-13, July 2012.
- De la Torre, M., Granger, E., Radtke, P. V. W., Sabourin, R. and Gorodnichy, D.,
- "Incremental Update of Biometric Models in Face-Based Video Surveillance", International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN), 2012.
- Eduardo Bayro-Corrochano, Miguel Angel de la Torre Gomora: "Image Processing Using the Quaternion Wavelet Transform". CIARP, pp 613-620, 2004.

### Books-

- Miguel Angel de la Torre Gomora, María de los Ángeles Ancona Valdez, Omar Alí Zatarain Durán, Omar Domínguez García. "Manual de Prácticas de C, Programación estructurada en Lenguaje C". AMATEditorial isbn: 978-970-764-409-0.
- Miguel Angel de la Torre Gomora, Omar Alí Zatarain Durán, Omar Domínguez García. "Wavelets: Una implementación en Hardware". AMATEditorial, isbn: 978-970-764-287-4.

## Attendance to Courses

---

- Systèmes biométriques (Biometric systems). 2010.
- Migración de los cursos de WebCT a moodle. 2007.
- Lenguaje XML. 2007.
- Análisis y Redefinición de Proyectos de Investigación CUValles. 2007.
- Convención Nacional de Geografía 2007.
- Tecnología de los Sistemas de Información Geográfica y los GPS-Mapa Móvil. 2006.
- Identidad Institucional en Equipo, CUValles. 2006.
- La Tutoría Académica y la Calidad de la Educación. 2006.
- El Asesor-Tutor, Actor central en el modelo CUValles. 2006.
- International Symposium on Advanced Distributed Systems. 2006.
- Techniques of Identification and Tracking of Objects and Humans in Mobile Robots.2004.

## ***Omar Alí Zatarain Durán***

### *Education.*

---

- **Science Master in Electrical Engineering, specialty on Computer Science.** CINVESTAV-Guadalajara, Mexico, 2005.
- **Computer Engineering.** Universidad de Guadalajara, Mexico, 2001.

### *Projects participation.*

---

- *Research Project.* Modelo y sistema de interacción para el desarrollo de las habilidades del pensamiento (Model and interaction system for the development of thinking skills). Participant. April 2007 - april 2008.
- *Research Project.* Detección y Monitoreo de Grietas usando Imágenes Satelitales (Detection and monitoring of ground cracks by using satellite images). Leader. April 2007 - april 2009.
- *Research Project.* Análisis, diseño e implementación de un sistema para el desarrollo de las habilidades del pensamiento (Aalysis, desing and implementation of a system for the development of thinking skills). Participant. May 2006 – may 2007.
- *Research Project.* Diseño e instrumentación de un Sistema de Información Geográfica para la evaluación de riesgos por hundimiento en la ciudad de Ameca, Jalisco (Desing and instrumentation of a geographyc informatic system for the risk evaluation caused the ground cracks in the city of Ameca Jalisco ). Participant. May 2006 - May 2007.
- *Research Project.* Parallelization of an algorithm for texture classification. Participant. 2009-.
- *Software development.* “Simulador de Automatas de Estado finito” (Finite state automa simulator). Registered at INDAUTOR (Mexico): 03-2010-010711322200-01.

### *Profesional experience.*

---

- Professor at the department of Computer Science. Universidad de Guadalajara. 2002 until the present.
  - Head of the Academy of Engineering at the Department of Computer Science and Engineering, CUValles-U. de G., 2008-2009.
  - Head of the Geomatic academic group, CUValles-U. de G., 2009 - until the present.
  - Responsible of the Software Development Lab. CUValles-U. de G., 2010 - until the present.
- Teacher at the Universidad Marista (Lasalle), Guadalajara, Mexico. 2005-2006.
- Courses taught:
  - Logic and Functional Programming.
  - Linux
  - Programación de sistemas (Systems Programming).
  - Sistemas Operativos (Operative systems).
  - Teoría de la computación (Computation theory).
  - Programacion orientada a objetos (Object oriented programming).
  - Seguridad Informatica (Informatis security).

### *Publications.*

---

#### *International Conference-*

- Arturo Sanchez, Omar Zatarain, A. Blanco, A. Morales, Alejandro Rodriguez: "Synthesis of a Class of Event Discrete Controllers for Large Scale Process Systems, A Case Study ". ENPROMER, Rio de Janeiro, Brazil, 2005.

#### *Books and books chapters-*

- Arturo Sanchez, Omar Zatarain, A. Blanco, A. Morales, A. Rodriguez: "FORMAL SYNTHESIS OF PROCEDURAL CONTROLLERS FOR CRUDE OIL TRANSFER OPERATIONS". ISA EXPO 2005, Chicago, Illinois, USA.
- Miguel Angel de la Torre Gomora, Omar Alí Zatarain Durán y Omar Domínguez García, "Wavelets: Una Implementación en Hardware", AMATEditorial, ISBN: 978-970-764-287-4.
- Miguel Angel de la Torre Gomora, María de los Ángeles Ancona Valdez, Omar Alí Zatarain Durán y Omar Domínguez García, "Manual de Prácticas de C, Programación estructurada en Lenguaje C", AMATEditorial ISBN: 978-970-764-409-0.
- Omar Alí Zatarain Durán, Omar Domínguez García y Miguel Angel de la Torre Gomora, "Programación de Sistemas Un Enfoque Evolutivo", AMATEditorial ISBN: 978-970-764-456-4.

### *Technical courses and other skills.*

---

- International Symposium on Advance Distributed Systems. Guadalajara, Mexico, 2002.
- XML language. CUValles, Jalisco, Mexico, 2007. Parallel programming. Intel corporation-Iteso, Guadalajara, Mexico, 2008.
- Parallelization technologies: OpenMP, POSIX Threads.
- Programming languages: C, C++, Java, Prolog, Lisp, SQL, MatLab, Pascal, GTK+, UML.

### *Students.*

---

- Thesis director of a master student.
- Thesis advisor of 3 master students.
- Thesis director of an undergraduated student.

## **Emilio Leonardo Ramírez Mora**

### *Education.*

---

- **phD candidate in Mathematical and Physical Sciences, specialty on Mathematics.** CUValles - Universidad de Guadalajara, Mexico.
- **Science Master in Mathematics Education.** CUCEI - Universidad de Guadalajara, Mexico, 2006.
- **Industrial -Mechanical Engineer.** Instituto Tecnológico de ciudad Guzmán, Mexico, 2001.
- **Machine Tool Technician Certificated.** Instituto Tecnológico de ciudad Guzman, Mexico, 1977.

### *Profesional experience.*

---

#### *Industry-*

- Auxiliar of mechanic technician. Maintenance of industrial equipment. Consorcio Minero Peña Colorada. January 1978 - december 1988. Minatitlán, Jal.
- Auxiliar of machinery head. Production chief in turn. Chief in the steam-boiler area. Auxiliar of the general head. Ingenio La Purísima, S.A. December 1982 - april 1989. Tecalitlán, Jal.
- Leader quality auditor. Head in the steam-boiler and instrumentation area. Fomento Azucarero del Centro (Ingenio San Francisco). March 1989 - september 2001. Ameca, Jal.

#### *Eduation-*

- Teacher. Preparatoria de Tecalitlán – U de G. 1985-1988.
- Teacher. Preparatoria Regional de Ameca – U de G. 1994-1999.
- Lecturer. Centro Universitario de los Valles – U de G. 2003- 2008.
- Professor. Centro Universitario de los Valles – U de G. 2008- until the present.

#### *Technical courses provided in industry:*

- Operación de Calderas (Steam-boiler operation). Ingenio la Purísima, 1987.
- Operación y Mantenimiento de Generadores de Vapor (operation and maintenance in steam generators). Ingenio San Francisco, 1990.
- Seminario – Taller 5 S's. Ingenio San Francisco, 2000.
- Trabajo en equipo (Team work). Ingenio San Francisco, 2001.
- Sistema de calidad (ISO 9000). Ingenio San Francisco, 2001.

### *Technical courses.*

---

- El Papel del Supervisor en la Organización (The role of the supervisor in the organization). Instituto Tecnológico de Cd. Guzmán. 1983.
- Control de Contaminantes en agua y aire (Air and water pollution control ). Instituto Tecnológico de Cd. Guzmán. 1983.
- Actualización sobre uso de energía térmica (About the use termical energy). Azúcar S.A. de C.V. 1985.
- Principios Básicos de Instrumentación Industrial (Basic principles in industrial instruments). Ingeniería y Desarrollo Tenológico Industrial. 1991.
- Liderazgo de Calidad (Leadership in quality). Dentro de Desarrollo Industrial (CEDEI). 1994.
- Técnico en Supervisión de Producción (Technician un production supervisor, TSP) Generación 46. Instituto de capacitación de mandos intermedios (ICAMI). 1994-1995.
- Desarrollo de capacidades de Mando (Managment skills, DSM) Generación 195. Instituto de capacitación de mandos intermedios (ICAMI). 1997-1998.
- Desarrollo Humano Integral. Grupo Beta San Miguel. 1998.
- Formación de auditores internos ISO 9000 (Internal auditors ISO 9000). Ingenio San Francisco. 1999.
- Seminario Taller “Manufactura de Clase Mundial” (Workshop: Worldclass manufacturing). Productivity de Mexico, Querétaro. 1999.
- Curso-Taller ACTUALIZACIÓN ISO 9001:94 – ISO 9001:2000. Bureau Veritas S.A. de C.V. 2000.
- Seminario-Taller 5 S’s. Productivity de Mexico. 2000.
- “Interpretación de la norma y taller de documentación ISO 9001 : 2000. Negotegia, Grupo Beta San Miguel. 2001.
- Project 2000 Intermedia. Excustrain 2001.
- Curso de WebCT. CUValles. 2003.
- Curso Taller P3E – Web. Guadalajara. 2003.

### *Technical talks.*

---

- El Lavado de Humos un Sistema Anticontaminante Eficiente (Washing smoke: an efficient antipolluting system). Tezonapa, Veracruz. 1994.
- Balance de Energía de una Bateria de Calderas (Energy balance for a steam-boiler cluster). Tezonapa, Veracruz. 1995.
- El Uso de la Instrumentación en el Control de Niveles de COLCHÓN de bagazo (Use of instruments for the level control of “bagazo”). Tezonapa, Veracruz. 1996.
- Cálculos de Eficiencia en las Turbinas de Vapor (Computing efficiency in steam turbines). Quesería, Colima. 1996.
- La Utilidad de los Sistemas de Control en la Operación de Calderas (Utility of the control systems in the steam-boiler operation). Quesería, Colima. 1997.
- Como Aumentar la Potencia en una Turbina de Vapor (Increasing the power in a steam turbine). Celaya, Guanajuato. 1998.
- El uso y no abuso del agua (Use of water). PROFEPA. 1999.

## **José Luis Ramos Quirarte**

### *Education.*

---

- **Ph.D. in High Frequencies Engineering.** Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden, 1992.
- **Science Master in Electrical Engineering, specialty on Telecommunications.** CINVESTAV-IPN, D.F., Mexico, 1985.
- **Communications and Electronics Engineer.** Universidad de Guadalajara, Mexico, 1980.

### *Other research activities.*

---

- Member of the Mexican Researchers National System (SNI, candidato), 1993-1996.
- Profile PROMEP : 1997-2000, 2000-2003, 2003-2006.
- Responsible of several research projects in the Electronic Department at the Universidad de Guadalajara.
- Leader of the Academic group “Electrónica de Alta Frecuencia”.
- Reviewer member for CONACYT de 1994 a 1998.
- Invited reviewer in numerous scientific journals and conference papers.

### *Academic achievements at the Universidad de Guadalajara, Mexico.*

---

- Coordinator of the Science Master program in Electronics Engineering at the Department of Electronic Engineering, CUCEI - U. de G., September 1993 – June 2004.
- Coordinator of the program Biomedical Engineering, CUCEI-U.de G., July 2003 – April 2004.
- Director of Division of Electronic and Computer Science, CUCEI – U. de G., May 1998 – April 2001.
- Member of the Electronic Department Council, Department of Electronic Engineering - CUCEI - U. de G., September 1994 – June 2004, September 2006-June 2008.
- Member of the Advisory Committee of the program in Communications and Electronic Engineering, Department of Electronic engineering - CUCEI - U. de G., April 2001 – 2004.
- Member of the Academic Committee of the post-grade program in electronic engineering, Department of Electronic engineering - CUCEI - U. de G., March 2002 – June 2004.
- Member of the Committee for the curricular design of the program of Communications and Electronic Engineering, Department of Electronic engineering - CUCEI - U. de G., 2003.
- Member of the Committee for the curricular design of the program of Biomedical Engineering, Department of Electronic engineering - CUCEI - U. de G., 2003.
- Member of the Colegio de Ingenieros en Electrónica del Estado de Jalisco (Electronic Engineering Association of the state of Jalisco), 2002-2004.
- Member of the Institutional Committee for the scholarships PROMEP, U. de G., 2003-2004.
- Member of the Academic Board of the Science Master program in Electronic Engineering, U. de G., September 2004-May 2008.
- Member of the Consejo Universitario de División, de Centro y General (Division, Campus and University Council) in several ocasiones.
- Head of the Department of Natural and Exact Sciences, CUValles – U.de G., June 2011.

- Courses taught:

#### Undergraduated-

- Teoría de la Información (Information theory),
- Sistemas de Comunicaciones (Communications systems),
- Procesamiento Digital de Señales (Digital signals processing),
- Líneas de Transmisión (Transmission lines),
- Antenas (Antennas),
- Enlaces Satelitales (Satellite connections).

#### Master-

- Investigación de Operaciones (Operation research),
- Ingeniería de Comunicaciones (Communications engineering),
- Ingeniería Electromagnética Avanzada (Advance electromagnetic engineering),
- Circuitos de Microondas (Microwaves circuits),
- Fundamentos de Microondas (Fundamentals of microwaves),
- Teoría de Antenas (Antenna theory),
- Técnicas de Medición de Microondas (Measurement techniques in microwaves),
- Circuitos pasivos de Microondas (Microwave passive circuits),
- Circuitos Activos de Microondas (Microwave active circuits),
- Modelado de Circuitos en Microondas (Microwave circuit modeling),
- Teoría Geométrica de la Difracción (Geometrical theory of diffraction),
- Ecuaciones Integrales y el Método de Momentos (Integral equations and moment methods),
- Diseño de Circuitos con Líneas Planas.

#### *Publications.*

---

#### *Journals-*

- Jose Luis Ramos Quirarte, "A Method for Designing Microwave Broadband Amplifiers by Using Chebyshev Filter Theory to Design the Matching Networks", MICROWAVE AND OPTICAL TECHNOLOGY LETTERS, Vol. 4, No3, pp. 117-123, 1991.
- J. L. Ramos Quirarte and J. P. Starski, "Synthesis of Schiffman Phase Shifters", IEEE TRANS. ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, Vol. 39, pp. 1885-1889, 1991.
- Jose Luis Ramos Quirarte and Piotr Starski, "Novel Schiffman Phase Shifters", IEEE TRANS. ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, Vol. 49, pp. 9-14, 1993.
- Dr. José Luis Ramos Quirarte, "Grupo de Liderazgo Académico: Ingeniería Electrónica", Científica: Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Vol. 1, pp. 46-49, 2000.
- José Luis Ramos Q., Martín J. Martínez S., Gustavo A. Vega, M. Susana Ruíz P., "Software for Calculating Radiation Patterns for Linear Antenna Arrays", WSEAS Transactions on Systems, Issue 2, ISSN 1109-2777, Vol. 1, pp. 238-243, 2002.
- José Luis Ramos Q., Martín J. Martínez S., M. Susana Ruíz P., "Software for Synthesis of Radiation Patterns by Linear Antenna Arrays", Advances in Communications and Software Technologies, Electrical and Computer Engineering Series, ISBN: 960-8052-71-8, pp. 89-94, 2002.

*Proceedings- 28 papers in international and national conferences, among others:*

- José Luis Ramos Quirarte and J. Piotr Starski, "Novel Schiffman Phase Shifters and Their Application", "ANTENN 91", FARO 12-16 Augusti, pp. 389-398, Sweden, 1991.
- J. L. Ramos Quirarte och J. Piotr Starski, "Direkt Syntes av Schiffman Fasvridare (Shintesis of Schiffman Phase Shifters)", GIGAHERTZ 1992, COLLEGIUM, MJARDEVI LINKOPING, pp. P1E-1-P1E-8, Sweden, 1992.
- J. L. Ramos Quirarte och J. Piotr Starski, "Nya Konfigurationer av Schiffman Fasvridare (Novel Schiffman Phase Shifters)", GIGAHERTZ 1992, COLLEGIUM, MJARDEVI LINKOPING, pp. P2D-1-P2D-9, Sweden, 1992.
- J. Piotr Starski, J. L. Ramos Quirarte; Sven Hagelin, Ulf Dahlgren, Hans Johansson, Borje Carlegrim, Lars Pettersson, "Circuits and Components for Active Antenna Arrays", WORKSHOP - COST 223, Holland, pp. S1-S13, 1992.
- José Luis Ramos Q., Martín J. Martínez S., Gustavo A. Vega G., M. Susana Ruíz P., "Software for Calculating Radiation Patterns for Linear Antenna Arrays", WSEAS INTERNATIONAL CONFERENCES: IMCCAS'02, ISA'02, SOSM'02, MCP'02 AND MEM'02, pp. 238-243, Cancún, México, 2002.
- José Luis Ramos Q., Martín J. Martínez S., M. Susana Ruíz P., "Software for Synthesis of Radiation Patterns by Linear Antenna Arrays", WSEAS INTERNATIONAL CONFERENCES: ICONEMC 2002, ICOSMO 2002, ICOSSIP 2002, ICOMIV 2002 ICRODIC 2002, pp. 2381-2386, Skiathos, Grecia, 2002.
- M. S. Ruíz Palcios, M.J. Martínez Silva y J. L. Ramos Quirarte, "Antenas Inteligentes en Telefonía Celular", Congreso Internacional IEEE, Chiclayo, Perú, Agosto, 2004.
- J. L. Ramos Quirarte, M. J. Martínez Silva, y M. S. Ruíz Palacios; "Software for Analysis and Design of Rectangular Planar Arrays", International Conference on Electrical and Electronics Engineering, Acapulco, Guerrero, México, Septiembre, 2004.
- J. L. Ramos Quirarte, N. Ramírez Hernández, J. Dávalos Guzmán, S. Gómez Ochoa, "A Novel Technique to design Phase Arrays (Scanning)", 1st International Congress on Instrumentation and Applied Sciences, Cancún, Q.R, México, Octubre, 2010.
- Marisol Angulo Romero, José Luis Ramos Quirarte, "Microstrip Antenna with Modified Radiation Pattern (Sloping)", 1st International Congress on Instrumentation and Applied Sciences, Cancún, Q.R, México, Octubre, 2010.
- José Luis Ramos Quirarte, Marisol Angulo Romero, "Comparative Study of the Performance of the Microstrip Antenna for different Substrates and Geometries", 1st International Congress on Instrumentation and Applied Sciences, Cancún, Q.R, Octubre, México, 2010.
- Norma Ramírez Hernández, José Luis Ramos Quirarte, "Estimación Espectral de Potencia de Señales E E G con Métodos No Paramétricos", VII Semana nacional de Ingeniería Electrónica, Tapachula, Chiapas, México, Octubre, 2011.

#### *Students.*

---

- Thesis director of more than 10 undergraduated students.
- Thesis director of 6 master students.
- Thesis director of 2 PhD students.

## **Rodolfo Omar Domínguez García**

### *Education.*

---

- **Ph.D. candidate in Reseach and Innovation in Education.** Universidad de Málaga, Spain.
- **Science Master in Technologies for learning.** Universidad de Guadalajara, Mexico, 2007.
- **Courses of the master program of Electrical Engineering, specialty in Computer science.** CINVESTAV, Mexico, 1989.
- **Diploma.** Tecnología e Información para el aprendizaje autogestivo (Technology and information for self-managment learning).
- **Diploma.** Desarrollo de cursos en línea con diseño instruccional (Development of on-line courses with instructional desing).
- **Communications and Electronics Engineer.** Universidad de Guadalajara, Mexico, 1986.

### *Professional experience & Positions at the Universidad de Guadalajara.*

---

- Electrical and electronic maintenance engineer. Novacell, Celanese. Guadalajara, Mexico. May1986 – August 1987.
- Coordinator of technical support. Dirección de Cómputo Administrativo, Universidad de Guadalajara, Mexico. 1993.
- Head of the informatis area. Coordinación Ejecutiva de Ciencias Económicas Administrativas, Campus los Belenes (CUCEA), Universidad de Guadalajara, Mexico. 1993.
- Chief of the computing area of the Tribunal Federal Electoral, 4ta. Circunscripción Plurinominal. Guadalajara, Mexico. February 1994 – September 1997.
- Lecturer. Facultad de Informática y Computación, Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Mexico. March 1992 – March 1994. Departamento de Sistemas de Información, CUCEA, Universidad de Guadalajara, Mexico. March 2001 – February 2002.
- Department de Computación, CUValles, Universidad de Guadalajara, Mexico. September 2002 – September 2007.
- Chief of the computing area. Coordinación de Tecnologías para el Aprendizaje, CUValles, Universidad de Guadalajara, Mexico. 2004-2005.
- Coordinator of the program in Informatics. CUValles, Universidad de Guadalajara, Mexico. 2005 – 2008.
- Coordinator of the engineering programs: Informatics, Informatic Systems, Electronics & Computer Science, and Mechatronics. CUValles, Universidad de Guadalajara, Mexico. 2008 – 2010.
- Head of the department of Computer Science and Engineerings. CUValles, Universidad de Guadalajara, Mexico. 2010 – until the present.

## *Publications.*

---

### *-Books-*

- Miguel Angel de la Torre Gomora, María de los Ángeles Ancona Valdez, Omar Alí Zatarain Durán, Omar Domínguez García. “*Manual de Prácticas de C, Programación estructurada en Lenguaje C*”. AMATEditorial isbn: 978-970-764-409-0.
- Miguel Angel de la Torre Gomora, Omar Alí Zatarain Durán, Omar Domínguez García. “*Wavelets: Una implementación en Hardware*”. AMATEditorial, isbn: 978-970-764-287-4.

### *Technical talks-*

- “*Distribución y entrega de los equipos de cómputo en la Universidad de Guadalajara*”. Foro de la Problemática y Tendencias de la Informática y Computación en la Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jal. 20 de septiembre de 1990.
- “*Pasado, presente y futuro de los archivos históricos de la Universidad de Guadalajara*”. Primer Encuentro Nacional de Administradores de Documentos y Archivistas de Instituciones de Educación Superior. Instituto Politécnico Nacional, México, D.F. 1993.
- “*Sistemas en redes*”. Sociedad Médica de Informática Médica. Guadalajara, Mexico. 1993.

### *Tehcnical difussion-*

- “*Conectividad entre redes (Interoperabilidad)*”. Periódico El Occidental, Guadalajara, Mexico. 1991.
- Rodríguez-Armenta, C.E., Rodolfo Omar Domínguez García, Cruz Ledezma. O.A.: “*Tu salud y las computadoras*”. Revista CompUdG, Año 2, No 4, Diciembre de 1992.
- Colaboración y revisión técnica de la revista CompUdg. 1992, 1993.

## *Academic and administrative work.*

---

- Member of the Geomatica Academic group. Proyect “*Detección y Monitoreo de Grietas Usando Imágenes Satelitales*” (Detection and monitoring of ground cracks by using satellite images).
- Reviewer of the project “*Determinación precisa de la altura geoidal de la altura ortométrica de puntos*”, for PROFAPI-2012.
- Participant during the design process of the programs Computer Science Engineering and Informatics at the Facultad de Informática y Computación, Universidad de Guadalajara, Mexico. 1991.
- Professor and reviewer of a Diploma program on Computer networks, Dirección de Cómputo Administrativo – CEDUCA, Universidad de Guadalajara, Mexico. 1993 – 1995.
- Coordinator of the reviewing process of the Informatics program, provided by the CIEES, Centro Universitario de los Valles, Universidad de Guadalajara, Mexico, 2005.
- Direction of several educational material productions: “*Diseño del curso en línea de Administración Estratégica*”, 2005, “*Curso en Línea de la Asignatura de Metodología de la Investigación*”, 2005, “*Diseño de Curso en Línea de Sistemas Operativos*”, 2005, “*Diseño de Curso en Línea de Programación de Sistemas*”, 2007, “*Material Instruccional en Línea para la Asignatura Impuestos IV*”, 2008, “*Desarrollo del Diplomado: Tecnologías y Gestión Digital de la Información*” 2011.
- Head of the tutoring and grading committees of the program on Informatics, Centro Universitario de los Valles, Universidad de Guadalajara, Mexico, 2005-2010.

*Technical courses.*

---

- Programación de microprocesadores 8086/88 y sus interfaces en lenguaje C y ensamblador (Programming microprocessors 8086/88). CINVESTAV, Mexico. 1988.
- Sistema operativo UNIX. CINVESTAV, Mexico. 1988.
- Curso de formadores de información bibliográfica automatizada. UNAM, Mexico. 1989.
- Seminario sobre tecnología informática LATINET. Guadalajara, Mexico. 1991.
- Curso/taller de sistemas de educación a distancia (Distance education systems). Guadalajara, Mexico. 1993.
- Curso laboratorio de Infomix ISQL. Trife, Mexico. 1994.
- Programación en Java 2.0. Diseño y desarrollo de tecnología S.A. de C.V. Guadalajara, Mexico. 2000.

*Attendace to congress and meetings.*

---

- IV Coloquio Internacional de automatización de bibliotecas. UNAM, Mexico. 1989.
- Visita a la Universidad de sur de California Irvine, para obtener conocimientos acerca de redes de computadoras y conexiones.
- Asistencia a las XV, XVI y XVII Reunión nacional de directores de escuela y facultades de informática y computación. 2006, 2007 y 2008, respectivamente.
- Asistencia a la III Conferencia Internacional de Barcelona sobre Educación Superior, "Acreditación de para la garantía de la calidad ¿Qué está en juego? ". Barcelona, Spain. 2006.
- Asistencia al III y IV Festival de software libre en Puerto Vallarta, Mexico. 2008 y 2009, respectivamente.

## **Héctor M. Becerra**

### *Education.*

---

- **Ph.D. in Systems Engineering and Informatics.** Universidad de Zaragoza, Spain. September 2011. Thesis: “Unifying vision and control for mobile robots”.
- **Master in Systems Engineering and Informatics.** Universidad de Zaragoza, Spain. August 2008.
- **Master of Science in electrical engineering, specialty on Automatic Control.** Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV), Guadalajara, Mexico. 2005.
- **Engineering in Electronics,** specialty in Instrumentation and Automatic Control. Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán, Mexico. 2003.
- **Technician in Electronics.** CBTis 226, Ciudad Guzmán, Mexico. 1998.

### *Projects participation.*

---

- *Research Project.* TESSEO (TEams of robots for Service and SEcurity missiOns). Funded by Ministerio de Educación y Ciencia of Spain. Institution: Universidad de Zaragoza. Jan 2010 – Dic 2011.
- *Research Project.* NERO (NEtworked RObots). Networked mobile robots for service and intervention tasks. Funded by Ministerio de Educación y Ciencia of Spain. Institution: Universidad de Zaragoza. Oct 2007 – Dec 2009.
- *Research Project.* COLIBRI – Design, implementation and testing of a control system and navigation for a mini-helicopter robot. Oct 2004 – Oct 2005. Funded by Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (Colciencias). Institutions: Universidad EAFIT and Cinvestav Guadalajara.

### *Academic and research stays.*

---

- *Research stay* at LASMEA (Laboratoire des Sciences et Matériaux pour l’Electronique et d’Automatique) of the Univesité Blaise Pascal / CNRS, Clermont-Ferrand, France. Supervised by Dr. Youcef Mezouar. Research on visual navigation of mobile robots employing the epipolar geometry. April-June, 2009.
- *Academic stay* at Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI), Querétaro, Mexico. Third Summer School of Engineering, organized by Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos. July-August 2002.

### *Professional Experience.*

---

- *Part-time researcher*- Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas of the Universidad de Zaragoza as part of the project TEams of robots for Service and SEcurity missions (TESSEO). 05/2011-07/2011.
- *Teaching*- Engineering in Mechatronics at Tecnológico de Monterrey, Guadalajara Campus, 01/2006-04/2007. Subjects:
  - Automatic Control Lab.
  - Industrial Electronics Lab.
  - Instrumentation and Measurements Lab.
  - Electric Actuators and Robotics.
- *Consultant*- Engaged by ASCI Company in order to perform hardware tests in beta units of the robot Pleo. Solutions to overcome electrical and mechanical issues were proposed. 06/2007-08/2007.
- *Founder member*- Laboratorio de Invenciones in Guadalajara. This company promoted the use of Pedagogical Robotics by representing two trademarks in the region: Lego Education and Fischertechnik. We started the annual Mini-Robotics Regional Competition in Jalisco, Mexico, in 2005. 2005-2007.

### *Publications.*

---

#### *Journal papers:*

- H. M. Becerra, G. Lopez-Nicolas and C. Sagues, "A Sliding Mode Control Law for Mobile Robots based on Epipolar Visual Servoing from Three Views", IEEE Transactions on Robotics, Vol. 27, No. 1, pages 175- 183, February 2011.
- H. M. Becerra, G. Lopez-Nicolas and C. Sagues, "Omnidirectional Visual Control of Mobile Robots based on the 1D Trifocal Tensor", Robotics and Autonomous Systems, Vol. 58, Issue 6, pages 796-808, June 2010.
- E. Sánchez, H. M. Becerra, C. M. Vélez, "Combining fuzzy, PID and regulation control for an autonomous mini-helicopter", Information Sciences, Vol. 177, Issue 10, pages 1999-2022, May 2007.

#### *Book chapters and collaborations:*

- H. M. Becerra and C. Sagues, "Sliding Mode Control for Visual Servoing of Mobile Robots using a generic Camera", Chapter 12, Sliding Mode Control, A. Bartoszewicz (Ed.), ISBN: 978-953-307-370-5, INTECH, pp. 221-236, April 2011.
- Comité Español de Automática, collaboration in "Libro Blanco del Control Automático", Ministerio de Ciencia e Innovación, Gobierno de España, June 2010.

#### *Conference papers:*

- H. M. Becerra and C. Sagues, "Dynamic Pose-Estimation from the Epipolar Geometry for Visual Servoing of Mobile Robots", International Conference on Robotics and Automation, pages 417-422, Shanghai, China, May 2011.
- H. M. Becerra, J. Courbon, Y. Mezouar and C. Sagues, "Wheeled Mobile Robots Navigation from a Visual Memory using Wide Field of View Cameras", IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pages 5693-5699, Taipei, Taiwan, October 2010.

- H. M. Becerra and C. Sagues, "Pose-Estimation-Based Visual Servoing for Differential-Drive Robots using the 1D Trifocal Tensor", IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pages 5942-5947, St. Louis, MO, USA, October 2009.
- H. M. Becerra and C. Sagues, "A Novel 1D Trifocal Tensor-Based Control for Differential-Drive Robots", International Conference on Robotics and Automation, pages 1104-1109, Kobe, Japan, May 2009.
- H. M. Becerra and C. Sagues, "A Sliding Mode Control Law for Epipolar Visual Servoing of Differential- Drive Robots", IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pages 3058-3063, Nice, France, September 2008.
- E. Sánchez, H. M. Becerra and C. M. Vélez, "Combining fuzzy, PID and regulation control for an unmanned helicopter", International Seminar on Computational Intelligence, pages 18-31, Mexico City, Mexico, October 2005.
- E. Sánchez, H. M. Becerra and C. M. Vélez, "Combining fuzzy and PID control for an unmanned helicopter", North American Fuzzy Information Processing Society Annual Conference, pages 235-240, Ann Arbor, MI, USA, June 2005.

## **Javier Mauricio Antelis**

### *Education.*

---

- **Ph.D. candidate in Biomedical Engineering**, University of Zaragoza. Zaragoza, Spain. November 2012 (estimated).
- **Master degree in Biomedical Engineering**, University of Zaragoza. Zaragoza, Spain. February 2009.
- **Master Sciences in electronics systems**, Instituto Tecnológico de Monterrey Campus Toluca (ITESM TOL). Toluca, México. July 2005.
- **Electronic Engineering**, Francisco de Paula Santander University. Cúcuta, Colombia. December 2001.

### *Projects participation.*

---

- *Research Project.* Hybrid Neuroprosthetic and Neurorobotic Devices for Functional Compensation and Rehabilitation of Motor Disorders. Participant. Funded by the Spanish council of science and technology. January 2010 – Present, Spain.
- *Research Project.* Neuro-Control Cognitivo de Prótesis Robóticas y de Miembros Humanos por Estimulación Eléctrica Funcional Para Aplicaciones de Rehabilitación. Participant. Funded by the Spanish council of science and technology. January 2010 – Present, Spain.
- *Research Project.* Biomedical Evaluation of assistance robot for movility. Participant. Funded by the Spanish council of science and technology. July 2008 - December 2009, Spain.
- *Engineering Projects.* “Diseño de moldes para la formación de listelos” and “Distribución y organización de los procesos de producción” for the enterprise Decora y Construye S.A. de C.V. Responsible. Consulting projects. January 2007 – September 2007, México.

### *Research stays and collaborations.*

---

- *Research collaboration.* Hospital Nacional de Paraplégicos de Toledo (HNPT). Analysis of the EEG activity during upper limb motor imagery and motor attempt in patients with spinal cord injury to develop brain-machine interfaces. Toledo, Spain. January 2012 – Present.
- *Research collaboration.* Institute for Bioengineering of Catalonia (IBEC). Study of the brain activity in healthy subjects during execution of robot-assisted passive movements of the upper limb. Barcelona, Spain. January 2012 – May 2012.
- *Research stay.* Eberhard Karls Universität Tübingen. Study of brain activity in stroke patients during the execution of upper limb reaching motor tasks. Tübingen, Germany. July 2010 – December 2010.

### *Professional Experience.*

---

- *Researcher*- Aragón Institute of Engineering Research (I3A), University of Zaragoza. Zaragoza, Spain. October 2007 – Present.
- *Professor*- Department of Mechatronics Engineering, Tecnológico de Monterrey Guadalajara (ITESM GDL). Guadalajara, México. August 2005 – September 2007.
- *Research assistance*- Mechatronic Automotive Research Center (CIMA), Tecnológico de Monterrey Toluca (ITESM TOL). Toluca, México. August 2003 – July 2005.
- *Support engineer*- SICTEL - Sistemas Integrales de Cómputo y Telecomunicaciones S.A. de C.V. México D.F., México. August 2002 – July 2003.
- *Teaching*- Department of Electronics Engineering, Francisco de Paula Santander University. Cúcuta, Colombia. January 2002 – July 2002.

### *Publications.*

---

#### *Journals-*

- C. Escolano, J. M. Antelis, and J. Minguez, A telepresence mobile robot controlled with a non-invasive braincomputer interface. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part B: Cybernetics, 2011.
- Iturrate, I., Antelis, J. M., Kübler, A., and Minguez, J. A noninvasive brain-actuated wheelchair based on a P300 neurophysiological protocol and automated navigation. Transaction on Robotics. Especial issue on rehabilitation robotics. 25, 3, (Jun. 2009), 614-627.
- Antelis J. and Huertas J. (2007) "Using neural networks to identify annoying noises in vehicles", Int. J. Vehicle Noise and Vibration, Vol. 2, No. 3, pp.177–190.

#### *Conference papers-*

- J. M. Antelis, L. Montesano, A. Ramos-Murguialday, N. Birbaumer, J. Minguez. Continuous decoding of intention to move from contralesional hemisphere brain oscillations in severely affected chronic stroke patients. International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. USA. 2012.
- J. M. Antelis, L. Montesano, J. Minguez. Movements with attention and distraction to the motor task during robot-assisted passive movements of the upper limb. International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. USA. 2012.
- J.M. Antelis, J. Minguez. DYNAMO: Dynamic Multi-Model Source Localization Method for EEG and/or MEG, International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Argentina. 2010.

### *Other skills*

---

- Advanced knowledge in instrumentation, signal processing and pattern recognition techniques.
- Experience in designing and development of engineering projects.
- Matlab/Simulink, LabView, C and statistical data analysis.

## **Mauricio Yilmer Carmona**

### *Education.*

---

- **Ph.D. candidate in Renewable Energies and Energy Efficiency.** Universidad de Zaragoza. Zaragoza, Spain. In course.
- **Advance Studies Diploma (DEA).** Universidad de Zaragoza. Zaragoza, Spain. September 2010.
- **Master in Sciences in Automotive engineering.** Instituto Tecnológico de Monterrey Campus Toluca (ITESM TOL). Toluca, Mexico. May 2006.
- **Mechanical engineering.** Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, Colombia. October 2003.

### *Projects participation.*

---

- *European Project EDEFU:* New designs of ecological furnaces, Seventh Framework Programme. “Computer models of aluminum melting furnaces”.
- *European Project NIWE:* New Induction Wireless Manufacturing Efficient Process for Energy Intensive Industries, Seventh Framework Programme. “Design of induction systems through simulations”.
- *Engineering project* for the company Comisión Federal de Electricidad (CFE). “Desarrollo y aplicación de un modelo numérico de dispersión de emisiones atmosféricas producidas por centrales termoeléctricas pertenecientes a la CFE” (Development and application of a numerical model for the dispersion of atmospheric emissions produced in thermoelectric power plants).
- *Engineering Project* for the company Hewlett-Packard. “Diseño y construcción de un dinamómetro de chasis para evaluación de vehículos Minibaja y Gokart en laboratorios virtuales” (Design and construction of a dynamometer for the performance evaluation of vehicles of type minibaja and gokart, in virtual labs).
- *Academic project:* “Diseño y construcción de un túnel de viento para el laboratorio de fluidos” (Design and construction of a wind tunnel for a fluid academic lab).
- *Academic project:* “Diseño y construcción de un banco de pruebas de bomba centrífuga” (Design and construction of a centrifugal pump station for an academic lab).

### *Professional experience.*

---

- *Research-* Centro de Investigación de Recursos y Consumos Energéticos – CIRCE. Universidad de Zaragoza, Spain. Since February 2011.
- *Professor-* ITESM, División de Ingeniería y Arquitectura, Campus Guadalajara, México, 2006-2008.
- *Courses taught:*
  - Transferencia de energía (Energy transfer).
  - Principios de ingeniería automotriz (Principles in automotive engineering).

- Sistemas CAD –CAE.
- Mecanismos (Mechanisms).
- Mecánica.
- Diseño automotriz (Automotive design).
- Director de 5 PFC.
- *Consulting* in private sector.
- *Research assistance*- Centro de Investigación en Mecatrónica Automotriz – CIMA. ITESM, Campus Toluca, México 2004 – 2006.
- *Mechanical engineering*- Company “Racores y partes”, Pereira, Colombia. Febrero 2004 – Julio 2004.

#### *Publications.*

---

- Mauricio Carmona, Cristóbal Cortés and Antonio Ramirez. “A numerical study of the flow in a cyclone separator using the  $k - \epsilon$  realizable turbulence model”, proceedings V European Conference on Computational Fluid Dynamics, ECCOMAS CFD. Lisboa, Portugal. 2010.
- Huertas José.I., Carmona Mauricio.Y., Moreno Diego. “Model to estimate mass emissions of atmospheric pollutants in thermal power plants”, proceedings of the ASME POWER Conference. San Antonio, Texas, USA. 2007.
- Huertas José.I., Carmona Mauricio.Y., Moreno Diego. “Air dispersion model to forecast pollutant concentration around thermal power plants”, proceedings of the ASME POWER Conference. Atlanta, Georgia, USA. 2006.
- Tibaquirá J.E. Carmona M.Y. y Acosta A. “Diseño y construcción de un quemador experimental de combustible diesel de alta presión tipo cañón”, Scientia et Technica, Volumen 22, Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia, 2003. ISSN 0122-1701.
- Mauricio Carmona, Mauricio Antelis, Israel López, José Mercado, Raziél Maldonado. “Diseño de un sistema de moldes para la formación de listelos para la empresa Decora y Construye S.A de C.V”, Actas del 38° Congreso de Investigación y Desarrollo del Tecnológico de Monterrey: Ecosistemas para el desarrollo emprendedor, económico y social. 2008 .
- Mauricio Carmona, Mauricio Antelis, David Gómez, Francisco Lasa. “Distribución y organización de los procesos de la empresa Decora y Construye S.A de C.V”, Actas del 38° Congreso de Investigación y Desarrollo del Tecnológico de Monterrey: Ecosistemas para el desarrollo emprendedor, económico y social. 2008.

#### *Technical courses and skills.*

---

- Formación experta en tecnologías del hidrógeno orientadas a la creación de empleo emergente, Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de la Rioja, Logroño, España. Julio 2011.
- Certificación energética de edificios, Fundación CIRCE Zaragoza, España. Julio 2010.

- Regímenes deslizantes en sistemas conmutados y sus aplicaciones en control de dispositivos de electrónica de potencia, ITESM Guadalajara, México, Julio 2007.
- Identificación y Estimación algebraica de sistemas dinámicos, ITESM Guadalajara, México, Julio 2008.
- Tecnología Henkel – Loctite aplicada en: Diseño, reparación, ensamble, manufactura y mantenimiento profesional en el campo automotriz e industrial. Henkel Colombiana S.A. Mayo de 2004.
- Computer skills: Office. Auto CAD 2D and 3D, Solid- Works, Visual Nastran, Algor, Unigraphics, Altair Hypermesh y. Optistruct, ANSYS, COMSOL y FLUENT (CFD), Tecplot. Motor CAD. C++, Matlab, Mupat, Latex.
- Other technical skills: Knowledge on lab practices regarding termofluids, pneumatics, mechanics of materials and vehicle performance. Control implementation in electronic circuits. Instrumentation. Neumatic and oleohydraulic systems.

# Anexo C.

Convenio de colaboración  
entre la Universidad de  
Guadalajara y la Universidad  
de Zaragoza.



UNIVERSIDAD de ZARAGOZA



CONVENIO DE COOPERACIÓN  
ENTRE  
LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA  
(ESPAÑA)  
Y  
LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
(MÉXICO)

De una parte, D<sup>a</sup> M<sup>a</sup> **Pilar Zaragoza Fernández**, Vicerrectora de Relaciones Institucionales y Comunicación de la Universidad de Zaragoza (España) quien actúa en nombre y representación de la misma en virtud de delegación conferida por Resolución rectoral de 10 de junio de 2008 (BOA n<sup>o</sup> 86 de 23 de junio), con domicilio social en C/ Pedro Cerbuna, n<sup>o</sup> 12 de (50009) Zaragoza (España)

Y, de otra., D. **Marco Antonio Cortés Guardado** Rector General de la Universidad de Guadalajara (México) quien actúa en nombre y representación de la misma de acuerdo a lo establecido en el artículo 32 de su Ley Orgánica, con domicilio en Avenida Juárez número 975, colonia Centro, en Guadalajara, Jalisco (México).

**CONSIDERANDO**

Que ambas Instituciones se encuentran unidas por una comunidad de intereses y objetivos en el campo académico y cultural,

Que ambas Instituciones desean incrementar su propio desarrollo, para lo cual la colaboración internacional resulta muy eficaz, y

Que es deseable establecer un mecanismo coordinador para concretar actuaciones y canalizar las soluciones administrativas y financieras exigidas por la cooperación.

#### DECLARAN

Que, con intención de colaborar en el desarrollo docente e investigador de su profesorado y aumentar la calidad de los servicios formativos que prestan a sus respectivas comunidades, ambas Instituciones consideran conveniente acrecentar su vinculación académica y establecer y desarrollar sus relaciones dentro de un espíritu de cooperación y buen entendimiento, con el propósito de ofrecer a sus miembros, profesores y estudiantes, los beneficios de un intercambio cultural, y por ello

#### ACUERDAN

Establecer un Convenio institucional de cooperación de acuerdo con las siguientes cláusulas:

**Artículo primero.** El presente Convenio va destinado a facilitar la cooperación interuniversitaria en los campos de la enseñanza superior y la investigación.

**Artículo segundo.** En aras de esta cooperación las partes firmantes establecen como objetivos a alcanzar:

- 1) Comunicar los resultados de sus experiencias pedagógicas (cursos, seminarios, etc.).
- 2) Informar a la otra parte de los congresos, coloquios, reuniones científicas y seminarios que cada una organice e intercambiar las publicaciones y documentos resultantes de estas actividades.
- 3) Favorecer, dentro de los reglamentos propios de cada país, la participación del personal docente de la otra institución en cursos, coloquios, seminarios o congresos organizados según lo previsto en los programas anuales de colaboración.
- 4) Apoyar, dentro de sus posibilidades, los intercambios de profesores durante un cierto tiempo, ya sea con fines docentes o de investigación.
- 5) Intercambiar estudiantes con la otra institución, de acuerdo con los programas anuales previstos en el artículo tercero, siempre que éstos cumplan con los requisitos vigentes en la que los recibe. En lo que se refiere a la seguridad social, los estudiantes se someterán a los reglamentos en vigor en la institución que los reciba.
- 6) Dar la máxima difusión posible al Convenio en sus respectivas Instituciones a fin de favorecer y extender la cooperación a nuevos ámbitos.

**Artículo tercero.** Las actividades concretas de cooperación se incorporarán como anexo al presente Convenio. Por parte de la Universidad de Zaragoza se faculta a los Decanos o Directores de los Centros o Departamentos afectados para que firmen los mencionados anexos en nombre del Rector, tras haberle dado previamente cuenta de ello y por parte de la Universidad de Guadalajara únicamente el Rector General podrá firmar los mencionados anexos.

**Artículo cuarto:** Cada anexo al presente Convenio deberá incluir un mecanismo que permita realizar un adecuado seguimiento de su aplicación efectiva.

**Artículo quinto.** Será responsabilidad de la Institución de origen articular el sistema para asegurar que, cada uno de los participantes en acciones de movilidad, dispongan de la correspondiente póliza de seguros con la cobertura adecuada para el lugar de acogida, actividad a realizar y periodo de estancia. En todo caso incluirá un seguro de accidentes, y atención sanitaria.

**Artículo sexto.** Ambas Universidades procurarán conseguir la financiación necesaria para el desarrollo de los intercambios mencionados con cargo a programas desarrollados por instituciones u organismos locales, regionales, nacionales e internacionales.

**Artículo séptimo.** El presente Convenio entra en vigor a partir del momento de ser aprobado por los órganos de gobierno de cada institución y firmado por sus respectivos responsables.

**Artículo octavo.** Este Convenio tendrá una duración de cuatro años, pudiendo prorrogarse por tácita reconducción.

**Artículo noveno.** Este Convenio podrá denunciarse en cualquier momento por una de las partes, con un preaviso de tres meses, lo cual no impedirá la culminación de las acciones concretas ya iniciadas.

**Artículo décimo.** El presente Convenio podrá ser modificado por común acuerdo entre las partes.

**Artículo undécimo.** Los Directores de las unidades de formación e investigación, Facultades, Escuelas, Departamentos, Institutos, Centros, Laboratorios y Servicios a los que conciernen, quedan encargados, cada uno en lo que le atañe, de la puesta en funcionamiento del presente Convenio.

**Artículo duodécimo.** Queda excluido cualquier proceso de reclamación judicial.

Y, en prueba de conformidad con lo estipulado, se suscribe el presente acuerdo de cooperación en el lugar y fecha indicados.

En Zaragoza a 22 de enero de 2010  
PD/

LA VICERECTORA DE RELACIONES  
INSTITUCIONALES Y COMUNICACIÓN DE LA  
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA  
(Resolución Rectoral de 10-06-08 BOA de 23-06)



M<sup>a</sup> Pilar ZARAGOZA FERNÁNDEZ

En Guadalajara a 19 de Abril de 2010  
EL RECTOR GENERAL DE LA UNIVERSIDAD  
DE GUADALAJARA

Marco Antonio CORTÉS GUARDADO



UNIVERSIDAD de ZARAGOZA



ANEXO I  
AL  
CONVENIO DE COOPERACIÓN  
ENTRE LA  
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA  
(ESPAÑA)  
Y LA  
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
(MÉXICO)

De una parte, **D. José María Gimeno Feliu**, Decano de la Facultad de Derecho de la Universidad de Zaragoza (España),

Y, de otra, **D. Marco Antonio Cortés Guardado**, Rector General de la Universidad de Guadalajara (México) quien actúa en nombre y representación de la misma de acuerdo a lo establecido en el artículo 32 de su Ley Orgánica, con domicilio en Avenida Juárez número 975, colonia Centro, en Guadalajara, Jalisco (México).

Visto el convenio de cooperación interuniversitaria firmado entre la Universidad de Zaragoza y la Universidad de Guadalajara, y guiados por el deseo de fortalecer las relaciones académicas existentes y de establecer nuevas relaciones, acuerdan:

**Primero.** Desarrollar acciones de cooperación en las áreas de Ingeniería, Economía y Derecho (en adelante "los Programas").

**Segundo.** Desarrollar trabajos de investigación. Estos trabajos podrán dar lugar a publicaciones científicas conjuntas acordes con los Programas. Los resultados obtenidos en los trabajos de investigación conjuntos podrán ser objeto de seminarios científicos y su eventual publicación se derivará del acuerdo de los participantes en la investigación.

- Tercero.** Recibir a profesores e investigadores y personal administrativo por el tiempo y condiciones que establezcan ambas partes, en función de sus respectivas disponibilidades.
- Cuarto.** Ambas partes consideran de particular importancia, la realización de acciones conjuntas en programas de maestría y doctorado, con la modalidad que en cada caso se establezca y en relación con los Programas.
- Quinto:** Contribuir a la formación teórica y práctica de estudiantes procedentes de la Universidad contraparte, favoreciendo la realización de periodos de prácticas en sus instalaciones o Centros concertados para ello, de acuerdo con los objetivos de enseñanza fijados por los Departamentos y/o Centros de los Programas.
- Sexto:** Con la finalidad de obtener el óptimo desarrollo y seguimiento del presente anexo, cada Universidad designará a sus respectivos responsables, quienes tendrán la misión de preparar las programaciones que sean convenientes y actuar como Comisión de seguimiento. En todo caso, esta Comisión asumirá como funciones las siguientes:
- La puesta en marcha del presente convenio, así como velar por el cumplimiento del mismo y su correcto desarrollo, de mutuo acuerdo.
  - Proponer, con la debida antelación, los objetivos y actividades anuales, docentes y de investigación, derivados del presente acuerdo, así como sus posibles actualizaciones que deberán ser aprobados por las partes en el Convenio de Colaboración.
  - Proponer las condiciones generales y particulares para llevar a cabo los periodos de formación teórica y/o prácticas de estudiantes a realizar en la otra Universidad, número de alumnos a recibir, selección de los mismos, duración de la estancia, condiciones de tutorización y cuantas otras cuestiones surjan o sean necesarias para garantizar la correcta formación de los alumnos.
  - Proponer las condiciones, generales y particulares en las que se realizarán el intercambio de personal docente e investigador.
  - Efectuar la evaluación anual de las actividades desarrolladas en el marco del presente Convenio e informar de ello a la autoridad competente, cada uno en la Institución a la que pertenezca.
  - Analizar los asuntos no contenidos en el presente acuerdo y proponer las oportunas modificaciones, actualizaciones o adendas al mismo, conducentes a la obtención de su mayor eficacia.
  - Dar la máxima difusión posible al Acuerdo en sus respectivas Instituciones a fin de favorecer y extender la cooperación a nuevos ámbitos.
  - Tratar y resolver cuantas otras cuestiones puedan surgir y que afecten al desarrollo y ejecución de este acuerdo.
- Séptimo.** La Comisión de seguimiento deberá constituirse en el plazo de un mes a partir de la entrada en vigor del Anexo.
- Octavo.** En cumplimiento del artículo quinto del Convenio General, la Institución de Origen se responsabilizará de que cada uno de sus participantes en acciones de movilidad, lo haga con el debido seguro de accidentes y de atención sanitaria, siendo este obligatorio. El coste del mismo podrá ser asumido bien por la Institución de procedencia o bien por el propio participante. A menos que se acuerde por escrito lo contrario y nunca de manera general, la Universidad de Zaragoza no correrá con los costes del seguro de los participantes que recibe, pudiendo exigir la acreditación del mismo a la llegada de los participantes.

**Noveno:** Ambas Instituciones procurarán conseguir la financiación necesaria para el desarrollo de las acciones e intercambios mencionados, con cargo a programas desarrollados por instituciones u organismos locales, regionales, nacionales e internacionales.

**Décimo:** Tal y como se establece en el artículo tercero de cooperación entre las dos Universidades, los firmantes del presente Anexo han dado previamente cuenta de su contenido a los Rectores respectivos y quedan encargados de la eventual renovación o cancelación del mismo.

**Undécimo:** Este Anexo tendrá una duración de 4 años, pudiendo prorrogarse por tácita reconducción, estando en todo momento supeditado a la vigencia del Convenio General en el que se enmarca esta colaboración.

**Duodécimo:** Tras haber informado previamente al Rector respectivo, los responsables designados de cualquiera de las partes, podrán instar a los firmantes del presente documento, la denuncia del mismo, con un preaviso de 3 meses, lo cual no impedirá la culminación de las acciones concretas ya iniciadas.

Y, en prueba de conformidad con lo estipulado, se firma por duplicado el presente anexo al Acuerdo de Cooperación en el lugar y fecha indicados.

En Zaragoza, a 26 de 01 de 2010

EL DECANO DE LA FACULTAD DE DERECHO  
DE LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

En Guadalajara, Jalisco, a 19 de Abril de  
2010

RECTOR GENERAL DE LA UNIVERSIDAD DE  
GUADALAJARA



José María GIMENO FELIU



Marco Antonio CORTÉS GUARDADO

## PROGRAMA AMERICAMPUS

### ANEXO AL ACUERDO BILATERAL DE MOVILIDAD DE ESTUDIANTES A PARTIR DEL CURSO ACADÉMICO 2009-2010

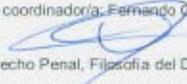
<b>ENTRE</b>	UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA (ESPAÑA)		
<b>Representante institucional</b>	Nombre: D. Manuel José López Pérez (Rector)		
	Teléfono: +34 976 76 20 52	Fax: +34 976 76 23 20	Correo-e: relint@unizar.es
	Página web: <a href="http://www.unizar.es">http://www.unizar.es</a>		

<b>Y</b>	UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA (MÉXICO)		
<b>Representante institucional</b>	Nombre: D. Marco Antonio Cortes Guardado (Rector)		
	Teléfono: +52 33 31341678	Fax: +52 33 38261340	Correo-e: marco.cortes@redudg.udg.mx
	Página web: <a href="http://www.udg.mx/">http://www.udg.mx/</a>		

Estudios/ Áreas	Grado	Master	Doctorado	País salida	País destino	Nº estudiantes	Duración en meses
Derecho	X	X	X	España	México	2	Semestral
Derecho	X	X	X	México	España	2	Semestral

**Firma de los tutores y representantes autorizados de ambas instituciones:**

Nombre de la Institución: Universidad de Zaragoza (España)

Nombre y firma del coordinador/a:  Fernando Galindo Ayuda

Departamento: Derecho Penal, Filosofía del Derecho e Historia del Derecho

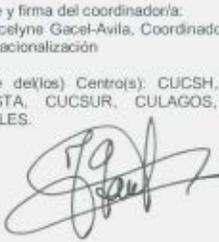
Nombre del Centro: Facultad de Derecho

Nombre y firma del coordinador/a institucional:  José María Gimeno Felio

Firma: 

Fecha: 26/04/2010

Nombre de la Institución: Universidad de Guadalajara, (México)

Nombre y firma del coordinador/a:  Dra. Jocelyne Gacel-Avila, Coordinadora General de Cooperación e Internacionalización

Nombre del(los) Centro(s): CUCSH, CUALTOS, CUCIENEGA, CUCOSTA, CUCSUR, CULAGOS, CUNORTE, CUSUR y CUVALLES.

Firma:

Fecha:

Nombre y firma del coordinador/a institucional:  Dra. Jocelyne Gacel-Avila, Coordinadora General de Cooperación e Internacionalización

Firma:

Fecha:

La vigencia de este acuerdo se extenderá por periodos anuales prorrogable tácitamente por periodos iguales de tiempo mientras cualquiera de las partes firmantes no proceda a su renuncia.

# Anexo D.

Misión Técnica: Asistencia  
Técnica y Consultoría  
Internacional de Apoyo a las  
Instituciones Asociadas a la  
AUIP



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE LOS VALLES

CONSEJO DE CENTRO

CV/CC/III/407/2012

CV/CC/III/407/2012

## H. CONSEJO DE CENTRO UNIVERSITARIO DE LOS VALLES P R E S E N T E.

A estas Comisiones Conjuntas de Educación y Hacienda, ha sido turnado por la División de Estudios Científicos y Tecnológicos del Centro Universitario de los Valles, un documento donde se propone la creación del posgrado Maestría en Ingeniería Mecatrónica, bajo el sistema de créditos en la modalidad a distancia (no escolarizada), profesionalizante a partir del ciclo escolar 2013-A. en virtud de la siguiente:

### Justificación

1. El rezago del campo tecnológico, la falta de políticas nacional de tecnificación del campo, los altos costos de importación, el gran número de compañías trasnacionales de manufactura en territorio mexicano, la gran cantidad de equipos utilizados en el campo, y la medicina que son de importación; son argumentos que justifican la clara necesidad de trabajar en el desarrollo tecnológico del país, con el fin de ganar independencia tecnológica que por un lado reduzca los costos de producción de bienes y por otro lado aborde problemas específicos existentes en nuestro territorio.
2. El gobierno federal reconoce, en el Programa Especial para Ciencia, Tecnología e Innovación (PECTI [3]), a la tecnología como esencial para lograr una mayor producción de bienes y servicios en todos los sectores económicos, alertando que México no puede (entendiéndose como no debe) quedar fuera de los procesos globales de innovación. Al mismo tiempo, el desarrollo tecnológico es una actividad económica muy importante per se, que supone una gran ventana de oportunidad para el desarrollo económico, y consecuentemente social, como lo han demostrado naciones como Japón o Corea del sur.
3. Programa Especial para Ciencia, Tecnología e Innovación (PECTIPECTI reconoce a la educación formal como la vía principal para el proceso de "socialización" del conocimiento, que lleva a las sociedades a mejorar sus capacidades para generar y utilizar el conocimiento en la transformación de bienes materiales, dándoles mayor valor, lo que conlleva a su vez al desarrollo del país. En particular, entre las estrategias del PECTI se considera el apoyo a la formación de recursos humanos que atiendan las necesidades específicas de los diversos sectores de las entidades federativas y las regiones.
4. La Universidad de Guadalajara reconoce en el PDI como parte de su misión la satisfacción de las necesidades educativas, de investigación científica y tecnológica y de extensión para incidir en el desarrollo sustentable e incluyente de la sociedad. Además, se establece que la Universidad debe avanzar en la diversificación de los programas vigentes con calidad, logrando un uso pleno de las posibilidades ofrecidas por el desarrollo de las tecnologías de la información, los avances en las modalidades a distancia y los nuevos paradigmas de aprendizaje. En particular, entre los objetivos específicos en formación y docencia, se menciona la ampliación de la cobertura educativa a través



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

## CENTRO UNIVERSITARIO DE LOS VALLES

CONSEJO DE CENTRO

CV/CC/III/407/2012

de modalidades no convencionales, considerando las dimensiones de: internacionalización, calidad, innovación, evaluación, flexibilidad, entre otros.

5. El CUValles establece en su Plan de desarrollo su misión como una entidad dirigida al desarrollo sustentable a través del impulso de la investigación básica y aplicada, la formación de recursos humanos en educación, energía, nanociencia, ingeniería mecatrónica, desarrollo de software, así como el impulso al desarrollo empresarial agropecuario vinculando a la Universidad con los sectores sociales y productivos de la región y el territorio.
6. En particular la misión de la División de Estudios Científicos y Tecnológicos del CUValles tiene como propósito generar conocimiento y aplicarlo en el desarrollo de la región de los valles, a través de su fortaleza en la nanociencia, mecatrónica y desarrollo de software.
7. La creación de un nuevo programa de Posgrado en Ingeniería Mecatrónica, atiende a una necesidad económica-social del estado, cabe dentro de la misión y objetivos de la Universidad de Guadalajara planteados en el PDI. Más aún, la modalidad a distancia propuesta, en base al uso de tecnologías de la información, está considerada dentro de los mismos objetivos. Se propone la creación del posgrado en Ingeniería Mecatrónica, con el objetivo de formar recursos humanos calificados para realizar proyectos de automatización y desarrollo de equipo de producción industrial, para atender las necesidades y características específicas de la región y del país. El nivel de posgrado obedece a la profundidad y especialización requeridas en los conocimientos de mecánica, electrónica, computación y control para desarrollar las capacidades de desarrollo y diseño de equipo de producción y automatización industrial
8. El Comité técnico que elaboró la propuesta de apertura de la Maestría en Mecatrónica tomaron en consideración el buen aprovechamiento de la estructura física y material de apoyo, la planta académica, la demanda de los egresados, bibliografía sugerida, así como el hecho de que actualmente no existe en el estado de Jalisco ningún programa de Maestría en Ingeniería Mecatrónica.
9. En cumplimiento con lo estipulado en la misión de la Universidad de Guadalajara, se propone ofrecer un programa de estudios de calidad, difusión de investigación científica de reconocida calidad y relevancia nacional e internacional, aplicar el conocimiento generado, guiar a los estudiantes y hacer un seguimiento de los egresados.
10. El objetivo general del programa consiste en contribuir en la innovación y asimilación tecnológica en la industria nacional y local, mediante la formación de recursos humanos especializados que sean capaces de analizar y diseñar equipos mecatrónicos (que integran componentes mecánicos, eléctricos, electrónicos e informáticos) de producción industrial y de consumo, así como sistemas de automatización industrial.



#### 11. Objetivos específicos:

- Formar recursos humanos con la capacidad de analizar, diseñar y modificar equipos de producción y automatización industrial.
- Formar personal especializado con los conocimientos y habilidades necesarias para el diseño y desarrollo de dispositivos mecatrónicos de consumo.
- Formar profesionales con la capacidad de realizar, de forma independiente o liderando equipos de trabajo, consultorías y proyectos que involucren a la ingeniería mecatrónica, con beneficio para instituciones privadas o públicas.
- Formar especialistas con las habilidades necesarias para iniciarse en la investigación científica en temas afines a la mecatrónica, para una posterior incorporación a programas doctorales.

#### 12. El aspirante a ingresar al posgrado en Ingeniería Mecatrónica deberá cumplir con el siguiente Perfil de ingreso:

- Contar con grados en ingeniería mecatrónica, mecánica, eléctrica, electrónica, instrumentación, ciencias computacionales o afines.
- Que el aspirante tenga buenos fundamentos en temas de física y matemáticas, además de mostrar habilidades de razonamiento lógico-matemático.
- El aspirante debe ser capaz de abordar la resolución de problemas en ingeniería de forma metodológica.
- Adecuado uso del lenguaje, mostrando habilidades para expresión y comprensión oral y escrita, aunado a la capacidad de lectura de textos técnicos en lengua inglesa.
- Que el aspirante sea autogestivo y tenga aptitudes para el autoaprendizaje y la automotivación.
- El aspirante debe mostrar interés por la aplicación de los conocimientos adquiridos en el estudio y desarrollo de dispositivos tecnológicos. En este sentido, cobra especial relevancia la experiencia laboral del aspirante en proyectos científicos-tecnológicos, así como en la industria o empresa, desempeñando labores relativas a las ingenierías antes descritas.

#### 13. El egresado del programa de posgrado en Ingeniería Mecatrónica podrán ser capaces de proponer y desarrollar soluciones, de forma metodológica, para problemas tecnológicos relacionados con la mecatrónica, en instituciones públicas o privadas, utilizando técnicas modernas de análisis que incluyen el uso de software especializado. En particular, los egresados podrán realizar tareas como:

- Diseñar nuevos dispositivos mecatrónicos.
- Realizar proyectos de automatización industrial.
- Adaptar maquinaria o mecanismos a diferentes procesos.
- Dirigir a equipos de ingenieros en tareas de mejora de equipo industrial.
- Involucrarse en proyectos de investigación científica y desarrollo tecnológico relativo a su especialidad, incluyendo la posibilidad de continuar su formación en estudios doctorales.



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

## CENTRO UNIVERSITARIO DE LOS VALLES

CONSEJO DE CENTRO

CV/CC/III/407/2012

14. La planta docente propuesta cumple con los requisitos planteados en el Reglamento General de Posgrado de la Universidad de Guadalajara, que establece como mínimo una planta académica de 6 PTC con grado de maestría para programas de maestría profesionalizantes. Similarmente, se cumple con el requerimiento mínimo establecido por CONACYT para ingresar al PNPC como maestría profesionalizante, que es de un académico con grado de doctor y cinco con grado de maestros.
15. La bibliografía sugerida se encuentra descrita en cada uno de los programas de estudio que forman parte de la curricula del programa.

En virtud de los resultados antes expuestos, estas Comisiones Conjuntas de Educación y Hacienda, encuentran elementos justificativos que acreditan la existencia de las necesidades referidas y

### Considerando

- I. Que la Universidad de Guadalajara, es una institución de educación superior reconocida oficialmente por el Gobierno de la República, habiendo sido creada en virtud del Decreto No. 2721 del H. Congreso del Estado de Jalisco, de fecha 07 de septiembre de 1925, lo que permitió la promulgación de la Primera Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara, el día 25 del mismo mes y año.
- II. Que la Universidad de Guadalajara es un organismo descentralizado del Gobierno del Estado, con autonomía, personalidad jurídica y patrimonio propio, de conformidad con lo dispuesto en el Artículo 1° de su Ley Orgánica, promulgada por el ejecutivo local el día 15 de enero de 1994, en ejecución del Decreto No. 15319 del H. Congreso del Estado de Jalisco.
- III. Que como lo señalan las fracciones I, II y IV del artículo 5° de la Ley Orgánica de la Universidad, en vigor, son fines de esta Casa de Estudios, la formación y actualización de los técnicos, bachilleres, técnicos profesionales, profesionistas, graduados y demás recursos humanos que requiere el desarrollo socioeconómico del Estado; organizar, realizar, fomentar y difundir la investigación científica, tecnológica y humanística; y coadyuvar con las autoridades educativas competentes en la orientación y promoción de la educación superior, así como en el desarrollo de la ciencia y la tecnología.
- IV. Que es atribución de la Universidad, realizar programas de docencia, investigación y difusión de la cultura, de acuerdo con los principios y orientaciones previstos en el Artículo 3° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, así como la de establecer las aportaciones de cooperación y recuperación por los servicios que presta, tal y como se estipula en las fracciones III y XII del artículo 6° de la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara.



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

## CENTRO UNIVERSITARIO DE LOS VALLES

CONSEJO DE CENTRO

CV/CC/III/407/2012

- V. Que conforme lo dispone la fracción VII del artículo 21° de la Ley Orgánica citada, es obligación de los alumnos cooperar mediante sus aportaciones económicas, al mejoramiento de la Universidad, para que ésta pueda cumplir con mayor amplitud su misión.
- VI. Que en la fracción III del artículo 52 del ordenamiento antes citado, es atribución del Consejo de Centro proponer al Consejo General Universitario la creación, modificación, o supresión de dependencias y programas del Centro, de acuerdo con los lineamientos generales aplicables.
- VII. Que es atribución del Consejo de Centro como lo estipula la fracción IV del artículo 52 de la Ley Orgánica aprobar los planes de estudio y programas de docencia, investigación, difusión y servicio social del Centro, de acuerdo con los lineamientos generales aplicables.
- VIII. Que el Consejo de Centro funciona en pleno o por comisiones, las que pueden ser permanentes o especiales, como lo señala el artículo 27 del ordenamiento antes citado; por lo que es competencia de la Comisión de Educación y Hacienda determinar la pertinencia y viabilidad de las propuestas para la creación, modificación o supresión de carreras de técnico superior universitario, licenciaturas y programas de posgrado, lo anterior con fundamento en la fracción I del artículo 10 del Estatuto Orgánico del Centro Universitario de los Valles.
- IX. Que es atribución del Rector de Centro promover todo lo que tienda al mejoramiento técnico, académico y patrimonial del Centro Universitario, según lo estipula la fracción V del artículo 54 de la Ley Orgánica.
- X. Que de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento General de Posgrado en sus artículos 1, 3, 7, 8, 10, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 y 28 le compete a dicho reglamento normar la presentación, aprobación y modificación de los planes de estudio así como sus disposiciones generales.

Por lo anteriormente expuesto y con fundamento en los artículos 1, 5 fracciones I y II, 6 fracción III y XII, 21 fracción VII y último párrafo, 27, 31 fracción VI y 35 fracciones I y X de la Ley Orgánica, 39 fracción II, IV, 84 fracción I, II, 85 fracción I, IV, V y 86 fracción IV del Estatuto General de la Universidad de Guadalajara, nos permitimos proponer las siguientes:

### RESOLUTIVOS

**PRIMERO.** Se aprueba el proyecto de creación del posgrado de Maestría en Mecatrónica, a operar bajo el sistema de créditos, en la modalidad a distancia, bajo la orientación profesionalizante, para ser ofertado por el Centro Universitario de los Valles a través de la División de Estudios Científicos y Tecnológicos a partir de su aprobación por el Consejo General Universitario.



**SEGUNDO.** Se aprueba la estructura del plan de estudios presentada:

AREAS DE FORMACIÓN	CRÉDITOS	%
Área de Formación Básica Común Obligatoria	12	15
Área de Formación Básica Particular Obligatoria	24	30
Área de Formación Especializante Selectiva	12	15
Área de Formación Optativa Abierta	12	15
Tesis de Maestría	20	25
Número mínimo de créditos para obtener el grado	80	100

**TERCERO.** La lista de asignaturas correspondiente a cada área se describe a continuación:

#### Área de Formación Básica Común Obligatoria

Asignatura	Tipo	Horas totales	Créditos	Pre-requisito
Sistemas lineales de control.	C	96	6	Ninguno
Instrumentación industrial.	C	96	6	Ninguno

#### Área de Formación Básica Particular Obligatoria

Asignatura	Tipo	Horas totales	Créditos	Pre-requisito
Sistemas embebidos en electrónica industrial.	C	96	6	Concurrente Informática industrial.
Informática industrial.	C	96	6	Concurrente Sistemas embebidos en electrónica industrial.
Control de motores y procesos.	C	96	6	Sistemas lineales de control.
Mecánica de materiales.	C	96	6	Ninguno

#### Área de Formación Especializante

##### Orientación en Robótica y Visión artificial.

Asignatura	Tipo	Horas totales	Créditos	Pre-requisito
Robots manipuladores y móviles.	C	96	6	Instrumentación industrial. Concurrente Control de motores y procesos.
Visión por computador.	C	96	6	Ninguno

##### Orientación en Automatización y Diseño.

Asignatura	Tipo	Horas totales	Créditos	Pre-requisito
Elementos de Máquinas.	C	96	6	Mecánica de materiales.
Automatización industrial.	C	96	6	Ninguno

#### Área de Formación Optativa Abierta

Asignatura	Tipo	Horas totales	Créditos	Pre-requisito
Tópicos de ingeniería biomédica.	C	96	6	Ninguno



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE LOS VALLES

CONSEJO DE CENTRO

CV/CC/III/407/2012

Robótica avanzada.	C	96	6	Instrumentación industrial. Sistemas lineales de control.
Tópicos avanzados en ingeniería mecánica.	C	96	6	Dep. (Elementos de máquinas, Mecánica de materiales)

**CUARTO.** Al ingresar el estudiante al programa, se le asignará un tutor que tendrá como responsabilidad dar seguimiento al desarrollo académico del estudiante, así como orientarlo en cuestiones académicas y administrativas.

**QUINTO.** El programa de posgrado cuenta con un mapa curricular diferenciado, en donde los cursos son dictados sólo una vez por año y se hace un reparto homogéneo de los mismos durante las dos anualidades del programa. Así, se obtienen dos posibles itinerarios para los estudiantes, según el calendario de ingreso, para cada una de las orientaciones.

Orientación en robótica y visión.		
Semestre	Ingreso en calendario A	Ingreso en calendario B
1	Sistemas lineales de control. Instrumentación industrial. Mecánica de materiales.	Sistemas embebidos en electrónica industrial. Informática industrial. Tópicos en ingeniería biomédica.
2	Sistemas embebidos en electrónica industrial. Informática industrial. Tópicos en ingeniería biomédica.	Sistemas lineales de control. Instrumentación industrial. Mecánica de materiales.
3	Control de motores y procesos. Robots manipuladores y móviles.	Visión por computadora. Robótica avanzada.
4	Visión por computadora. Robótica avanzada.	Control de motores y procesos. Robots manipuladores y móviles.

Orientación en automatización y diseño.		
Semestre	Inicio en calendario A	Inicio en calendario B
1	Sistemas lineales de control. Instrumentación industrial. Mecánica de materiales.	Sistemas embebidos en electrónica industrial. Informática industrial. Tópicos en ingeniería biomédica.
2	Sistemas embebidos en electrónica industrial. Informática industrial. Tópicos en ingeniería biomédica.	Sistemas lineales de control. Instrumentación industrial. Mecánica de materiales.
3	Control de motores y procesos. Automatización industrial.	Elementos de máquinas. Tópicos avanzados en ingeniería mecánica.
4	Elementos de máquinas. Tópicos avanzados en ingeniería mecánica.	Control de motores y procesos. Automatización industrial.

**SEXTO.** Los requisitos de ingreso y egreso al programa Maestría en Mecatrónica son los establecidos en el artículo 50 del Reglamento General de Posgrados además de los siguientes:

- Tener el grado de ingeniería en mecatrónica, electrónica, mecánica, eléctrica, mecánica-eléctrica, ciencias computacionales, bioelectrónica o ingenierías afines a la mecatrónica.
- Presentar Currículum Vitae.
- Aprobar examen de admisión.
- Realizar entrevista con el personal académico.



**SÉPTIMO.** Los criterios utilizados para la selección de aspirantes en complemento al artículo 51 del reglamento correspondiente son:

- Capacidad académica del solicitante, de acuerdo al resultado obtenido en el examen de admisión, promedio en estudios de pregrado y Curriculum Vitae.
- Expectativas y motivación del estudiante exhibidas durante la entrevista con el personal académico y carta de exposición de motivos.

**OCTAVO.** Son requisitos de permanencia en el programa de Maestría en Ingeniería Mecatrónica, además de los señalados en la normatividad universitaria vigente, los siguientes:

- Obtener el número mínimo de créditos correspondientes a cada materia en su correspondiente nivel y secuencia a más tardar en dos años consecutivos.
- Aprobar cada asignatura cursada con una calificación mínima de setenta.
- Mantener un promedio general mayor de ochenta.
- Cumplir cabalmente con los avances semestrales de los trabajos de investigación y proyectos que así lo ameriten, hecha la revisión y aprobación por el comité responsable, incluidos los trabajos para obtener el grado.
- El trabajo de tesis deberá ser presentado por el estudiante de la maestría en un plazo que no deberá de exceder doce meses, a partir de que concluyan el total de créditos de las unidades de aprendizaje (consecuentemente, el plazo total máximo de permanencia en el programa es de 36 meses).

**NOVENO.** El programa de Maestría en Ingeniería Mecatrónica tendrá una duración de 4 semestres y 1 semestre para la defensa de la tesis o memoria de proyecto. A solicitud del alumno y por causa justificada, la Junta Académica podrá otorgar una extensión del plazo para obtener el grado teniendo como máximo lo establecido en el art. 71 del *Reglamento General de Posgrado* de la Universidad de Guadalajara.

**DÉCIMO.** El posgrado Maestría en Mecatrónica tendrá un límite máximo de 15 estudiantes, por generación y un mínimo de 10 estudiantes.

**DÉCIMO PRIMERO.** Los requisitos para la obtención del grado además de los establecidos en la norma son:

- Obtener el 100% de los créditos señalados en el plan de estudios.
- Presentar memoria de proyecto tecnológico o tesis y aprobar el examen respectivo de acuerdo al procedimiento que establezca la Junta Académica del Posgrado en concordancia con la normatividad universitaria.

**DÉCIMO SEGUNDO.** El posgrado en Ingeniería Mecatrónica estará integrado formalmente por el programa de Maestría en Ingeniería Mecatrónica y cuyo certificado se expedirá como: **Maestría en Ingeniería Mecatrónica**, El título y la cédula profesional se expedirán como: **Maestro(a) en Ingeniería Mecatrónica**



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE LOS VALLES

CONSEJO DE CENTRO

CV/CC/III/407/2012

**DÉCIMO TERCERO.** El costo del posgrado será de 0.25 salarios mínimos mensuales vigentes en la zona metropolitana de Guadalajara por crédito, además de las cantidades que resulten vigentes por los conceptos de matrícula por nivel de posgrado, credencia, holograma, de acuerdo a la normatividad universitaria.

**DÉCIMO CUARTO.** El costo de operación e implementación del programa de posgrado resulta autofinanciable por lo que no implica un incremento al techo presupuestal actual del Cervalles.

**DÉCIMO QUINTO.** Túrnese el presente dictamen al H. Consejo General Universitario de la Universidad de Guadalajara para su valoración y en su caso aprobación de conformidad con el artículo 31 fracción VI de la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara.

**DÉCIMO SEXTO.** Facúltese la Rectora de Centro Universitario de los Valles para que ejecute el presente dictamen, de conformidad con el artículo 54 fracción III de la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara.

Atentamente

“Piensa y Trabaja”

Ameca, Jalisco, a 09 de octubre de 2012

Las Comisiones conjuntas de Educación y Hacienda

Mtra. Mónica Almeida López

Presidente

Comisión de Educación	Comisión de Hacienda
Dr. José Guadalupe Salazar Estrada	Mtra. Juana Margarita Hernández Pérez
Dr. Juan Jorge Rodríguez Bautista	Dr. José Guadalupe Rosas Elguera
Dr. José Luis Ramos Quirarte	Mtro. José Alejandro Juárez González
Mtro. Francisco Javier Torres Aguayo	Mtra. Eréndira Álvarez Tostado Martínez
C. Hugo Adán Estrada Ruiz	Dr. José Luis Santana Medina Secretario



I/2013/124

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

VICERRECTORÍA EJECUTIVA/COORDINACIÓN GENERAL ACADÉMICA  
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

SECCIÓN: Unidad de Posgrado  
EXPEDIENTE: Comisión de Educación  
NÚMERO: CGA/CIP/UP/005/2013

**Lic. José Alfredo Peña Ramos**  
**Secretario General**

**At'n. Comisión de Educación del**  
**H. Consejo General Universitario**

**Presente**

Por este medio envío a Usted, la ficha informativa correspondiente a la solicitud que presenta el Centro Universitario de los Valles, para la creación del siguiente programa académico:

- Maestría en Ingeniería Mecatrónica

Lo anterior para consideración de la Comisión de Educación.

Hago propicia la ocasión para reiterarle la seguridad de mi consideración atenta.

**Atentamente**  
**"Piensa y Trabaja"**

Guadalajara, Jalisco, 14 de Enero de 2013

**Dr. Víctor González Álvarez**  
Coordinador de Investigación y Posgrado



COORDINACION GENERAL  
ACADEMICA  
COORDINACION DE  
INVESTIGACION  
Y POSGRADO

c.c.p. Dr. Miguel Ángel Navarro Navarro. Vicerrector Ejecutivo  
c.c.p. Dr. Héctor Raúl Solís Gadea. Coordinador General Académico  
c.c.p. Archivo  
VGA/smd\*

409  
13 JAN 15 14:00  
Dulce  
CIBI  
NGO



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

VICERRECTORÍA EJECUTIVA/COORDINACIÓN GENERAL ACADÉMICA  
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

SECCIÓN: Unidad de Posgrado  
EXPEDIENTE: Comisión de Educación  
NÚMERO: CGA/CIP/UP/011/2013

**Lic. José Alfredo Peña Ramos**  
**Secretario General**

**At'n. Comisión de Educación del  
H. Consejo General Universitario**

Presente

Por este medio envío a Usted, el proyecto de dictamen correspondiente a la solicitud que presenta el Centro Universitario de los Valles, para la creación del siguiente programa académico:

- Maestría en Ingeniería Mecatrónica.

Lo anterior para consideración de la Comisión de Educación.

Hago propicia la ocasión para reiterarle la seguridad de mi consideración atenta.

Atentamente  
"Piensa y Trabaja"

Guadalajara, Jalisco, 05 de febrero de 2013

*[Signature]*  
**Dr. Víctor González Álvarez**  
Coordinador de Investigación y Posgrado

COORDINACIÓN GENERAL  
ACADÉMICA  
COORDINACIÓN DE  
INVESTIGACIÓN  
Y POSGRADO

c.c.p. Dr. Miguel Ángel Navarro Navarro. Vicarrector Ejecutivo  
c.c.p. Dr. Héctor Raúl Solís Gadea. Coordinador General Académico  
c.c.p. Archivo  
VGA/smd\*

1138  
13 FEB - 14:20  
COPIA Rosy Mercado

ROSM



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

VICERRECTORÍA EJECUTIVA/COORDINACIÓN GENERAL ACADÉMICA  
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

*ya  
se han  
cubierto  
las observaciones*

## FICHA INFORMATIVA

**ASUNTO:** Observaciones y comentarios al expediente del Programa de Maestría en Ingeniería Mecatrónica que presenta el Centro Universitario de Los Valles.  
**ELABORO:** Coordinación de Investigación y Posgrado.  
**FECHA:** 14 de enero de 2013

### RESUMEN DE LA PROPUESTA:

- Se propone la creación de un programa de la Maestría en Ingeniería Mecatrónica en la modalidad a distancia
- Ciclo escolar propuesto para iniciar: 2013-A

### OBSERVACIONES:

#### I. ESTRUCTURA DEL PLAN DE ESTUDIOS Y ORGANIZACIÓN CURRICULAR

No se indican las Líneas de Generación Aplicación del Conocimiento (LGAC) que se desarrollaran en el programa.

En la estructura del plan de estudios se le otorgan créditos al proyecto final o tesis de maestría, sin embargo estos créditos deben ser parte de un área de formación por lo que quedaría de la siguiente manera:

#### PLAN DE ESTUDIOS

ÁREAS	CRÉDITOS	%
Área de Formación Básica Común Obligatoria	12	15
Área de Formación Básica Particular Obligatoria	24	30
Área de Formación Especializante Selectiva	12	15
Área de Formación Especializante Obligatoria	20	25
Área de Formación Optativa Abierta	12	15
<b>Créditos:</b>	<b>80</b>	<b>100%</b>

#### ÁREA DE FORMACIÓN ESPECIALIZANTE OBLIGATORIA

Unidad de Aprendizaje	Créditos
Proyecto final o tesis de maestría	20
<b>Total</b>	<b>20</b>

Esta área contempla los créditos establecidos en el resolutivo.... del presente dictamen.



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

VICERRECTORÍA EJECUTIVA/COORDINACIÓN GENERAL ACADÉMICA  
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

.... El Proyecto final o tesis de maestría consiste en..... El registro de los créditos correspondientes será realizado por el Coordinador del Programa, con la aprobación de la Junta Académica.

## II. RECURSOS PARA IMPLEMENTAR EL PROGRAMA

### ***Planta académica y perfil de los profesores incluyendo las líneas de investigación en las que participan;***

Se presenta una planta académica de 10 académicos con las siguientes características:

- 6 PTC con adscripción al C.U. de los Valles y nombramientos temporales.
- 1 PTC con adscripción al CUCEI.
- 1 PTC con licencia con goce de sueldo hasta el 30 de noviembre de 2013.
- 3 académicos de otras instituciones.
- 3 miembros del S.N.I.

En virtud de lo anterior solamente 5 académicos están en posibilidad de ser parte de la planta académica:

1. Omar Alí Zarataín Durán
2. Héctor Huerta Ávila
3. Emilio Leonardo Ramírez Mora
4. José Luis Ramos Quitarte
5. Rodolfo Omar Domínguez García

Ya que el académico Carlos Renato Vázquez Topete es profesor huésped. Asimismo Miguel Ángel de la Torre Gomorra cuenta con licencia con goce sueldo. Y Mauricio Yilmes Carmona García, Héctor Manuel Becerra Fermín y Javier Mauricio Antelis Ortiz son académicos de otras instituciones.

De acuerdo al artículo 20 del Reglamento General de Posgrado se requiere contar con al menos 6 profesores de tiempo completo, adscritos a la Universidad de Guadalajara que garanticen la operación del posgrado y la atención a los estudiantes.

No se anexan las cartas compromiso de los profesores donde se asegura su dedicación de tiempo completo al programa.



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

VICERRECTORÍA EJECUTIVA/COORDINACIÓN GENERAL ACADÉMICA  
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

Es necesario entregar la siguiente información de la planta académica.

## DATOS DEL PROFESOR

Apellido Paterno	Apellido Materno	Nombre(s)	Código UdeG	Nombremiento	Tiempo de Dedicación	Grado (E,M,D)	Nombre completo del último grado académico	Institución donde obtuvo el grado	Nivel SNI	Perfil Promep	CU de Adscripción del Profesor	Depto. de Adscripción del Profesor	LGAC en el posgrado	Asignatur (s) que impartirá en el posgrado

### **ANEXOS:**

**En la propuesta faltan los siguientes anexos.**

- Cartas compromiso de los profesores de tiempo completo.