



**UADY**  
FACULTAD DE  
INGENIERÍA

# **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

**LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

### ***PLAN DE DESARROLLO DEL PROGRAMA EDUCATIVO***

- M.C. BRAULIO CRUZ JIMÉNEZ
- M.I. RICARDO PEÓN ESCALANTE
- M.I. RENÁN QUIJANO CETINA
- I.M. MIRTHA MONTAÑEZ RUFINO

**Enero 2013**

## 1) Introducción

La Universidad Autónoma de Yucatán, tiene como propósito en la última década mejorar significativamente los estándares de desempeño para responder con mayor calidad y oportunidad a las variadas y complejas demandas del desarrollo social y económico del Estado de Yucatán.

La comunidad de la UADY aspira a seguir siendo un referente de trabajo responsable y de calidad en el cumplimiento de los fines institucionales. Reconoce la importancia de que se fortalezca el liderazgo para el impulso de la educación superior y establece cinco líneas de trabajo fundamentales para el desarrollo: formación integral de los alumnos, desarrollo de programas académicos, organización y desarrollo de los académicos, servicios de apoyo al desarrollo académico y planeación, gestión y evaluación institucional.

Sin embargo, los retos que actualmente enfrenta la Universidad son de tal complejidad que demandan un gran esfuerzo de creatividad e innovación por parte de la comunidad Universitaria.

Basados en la metodología propuesta por la Universidad, la Facultad de Ingeniería se dio a la tarea de enfrentar los retos con creatividad e inteligencia, mediante una planeación estratégica de un Plan de Desarrollo que guiará las acciones coherente y articuladas de la comunidad académica los próximos diez años para lograr alcanzar las metas y aspiraciones establecidas en la Visión 2020 y de este modo, asegurar la calidad de la educación que en ella se imparte

El Plan de Desarrollo 2011-2020 que se presenta en este documento, resultado de una detallada investigación y un participativo proceso de planeación estratégica en el que se analizan de modo cuantitativo y cualitativo diferentes aspectos que se consideran importantes para realizar un Plan con la calidad que éste requiere. Para su realización se involucraron profesores de diferentes áreas de trabajo así como de diferentes niveles, para de este modo tener una perspectiva más amplia.

El Plan de Desarrollo de la Ingeniería en Mecatrónica 2011-2020 de la Facultad de Ingeniería de la UADY, tiene los siguientes propósitos.

- Investigar y conocer los avances que ha tenido la disciplina a nivel internacional, nacional y local, así como también analizar los planes de estudio que compiten en el mismo mercado, para de este modo por tomar las decisiones pertinentes y realizar las acciones necesarias para la continua actualización y mejora del programa.
- Identificar y reconocer el estado actual de la disciplina en la Facultad, estableciendo las fortalezas, las debilidades, áreas de oportunidad y amenazas para de este modo implementar el proceso de mejora continua.
- Describe el plan de estudios que privilegia más el desarrollo de la creatividad y el trabajo independiente, pero sin descuidar el trabajo en equipo entre los estudiantes; esto con el fin de formar ingenieros capaces de innovar, que se mantengan actualizados, y que además les permita trabajar con profesionistas de su propia o diferentes disciplinas y áreas del conocimiento.

- Contribuir y promover la formación integral de los alumnos como parte importante de su desarrollo como seres humanos y profesionistas. De igual modo, impulsar en la formación; el conocimiento y la educación ambiental para promover el desarrollo sustentable y la visión a un futuro verde con menor contaminación para que esto se vea reflejado en próximas generaciones.
- Identificar al personal que influye de manera directa e indirecta con el plan de estudios de la Licenciatura. Posteriormente evaluar el personal académico; que si bien, cuenta con profesores altamente calificados y con gran conocimiento del área que imparten, necesitan reconocer las áreas de oportunidad de cada uno de ellos para poder cumplir con la visión 2020.
- Describir los diferentes programas que ofrece la Licenciatura para la movilidad estudiantil, como son: las estancias cortas, la cooperación académica y los intercambios nacionales e internacionales, para profesores y alumnos. Con esto se busca demostrar las ventajas sobre otros programas y que los alumnos y profesores tengan una visión más completa.
- Analizar cuantitativamente a los alumnos que egresaron de la Licenciatura, tanto titulados como los que únicamente cumplieron con el total de créditos. De igual manera se realizó una comparación porcentual entre las diferentes maneras de titulación.
- Describir los laboratorios y aulas destinadas para los estudiantes de la Licenciatura, anidado a esto, se realiza un análisis del material y equipo que se utiliza en el programa y que se encuentra en cada uno de los laboratorios o en el almacén.

Para que el Plan de Desarrollo mantenga su vigencia y pertinencia es necesario proceder de manera periódica a su actualización, sobre todo cuando es evidentemente el surgimiento de nuevos retos y paradigmas para la educación superior.

Una de la ventaja que tiene el programa de la Licenciatura en Ingeniería en Mecatrónica de la Universidad Autónoma de Yucatán sobre las demás es la calidad de la educación que imparte. El Plan que se presenta, proporciona la guía que se necesita para no bajar por ninguna circunstancia dicha calidad y por el contrario, obliga a crecer, desarrollarse y mejorar junto con el avance tecnológico y las necesidades del medio.

## 2) Contexto interno y externo del PE

### **a) Contribución del PE con la Visión UADY, Visión del Campus y Visión de la Facultad.**

El PE de la licenciatura en Ingeniería Mecatrónica, en concordancia con la Visión UADY 2020 y el nuevo Modelo Educativo para la Formación Integral (MEFI), tiene como ejes principales a la educación basada en el aprendizaje, la flexibilidad del programa, el énfasis en promover el sentido de responsabilidad social entre los estudiantes, el impulso a la innovación y desarrollo tecnológico,

la vinculación con el sector empresarial y productivo de la región, así como la proyección internacional para desarrollar competencias necesarias a nivel global.

Para lograr la formación de profesionales altamente competentes, el PE promueve la equidad, la movilidad, el uso de tecnologías innovadoras, la formación integral y el desarrollo sustentable, propiciando el liderazgo responsable, así como un comprometido sentido de trascendencia en el desarrollo científico, económico y social de Yucatán y de la región sur-sureste de México.

El objetivo fundamental del PE de la Licenciatura en Mecatrónica será formar recursos humanos de calidad con las capacidades, conocimientos y habilidades, para ser exitosos en el campo profesional de diversos ámbitos de la ingeniería que se han determinado como prioritarios para el desarrollo de la región y del país, mostrando siempre un gran sentido de responsabilidad humanística, cultural y de respeto al medio ambiente, para afrontar los cambios y retos científicos y tecnológicos del siglo XXI.

## **b) Diagnóstico de las necesidades sociales, económicas y políticas en el ámbito local, regional, nacional e internacional para determinar la pertinencia del PE**

### **Internacional**

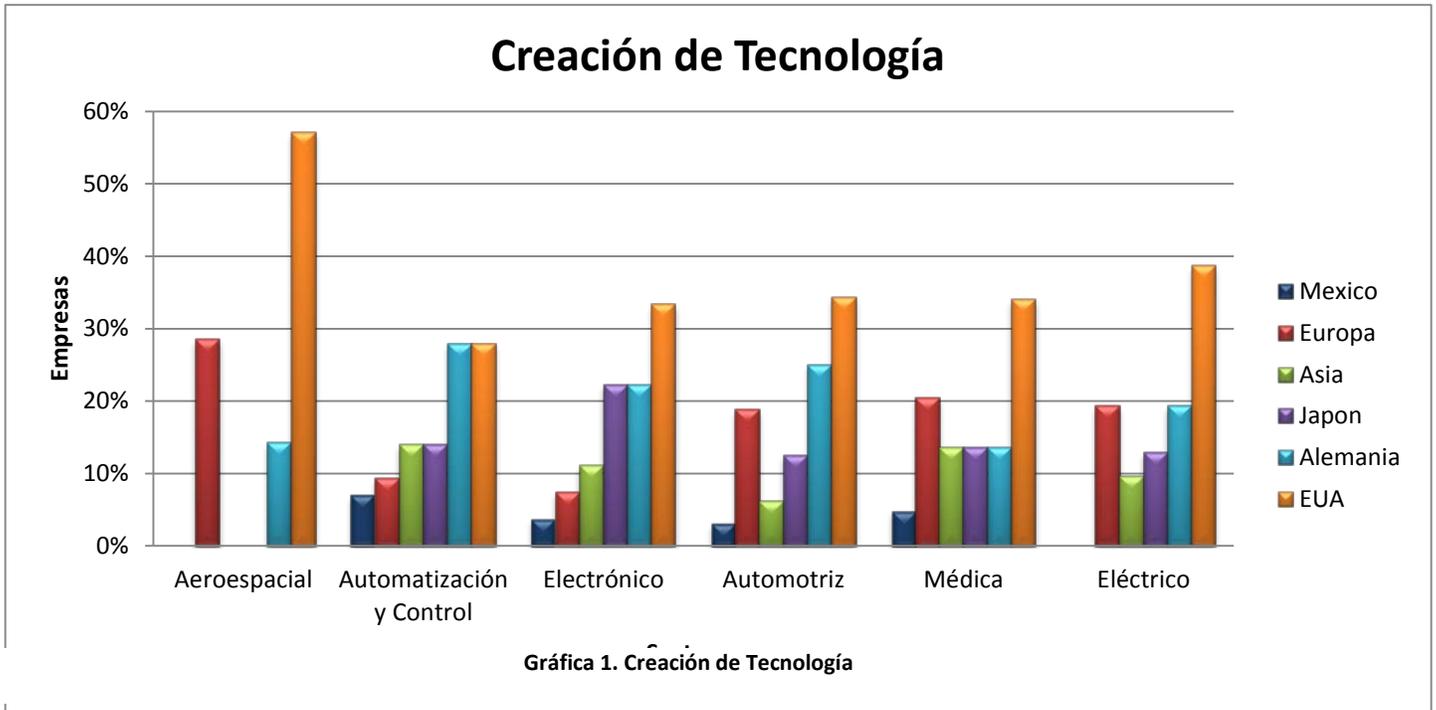
El desarrollo de la mecatrónica es una necesidad para las empresas manufactureras que reciben presiones tanto de su competencia como de sus clientes para incluir elementos de electrónica y software en sus productos.

Los nuevos procesos industriales que requieren a diario de la implementación de nuevas tecnologías, la necesidad de agilizar la producción en general, bajo los estándares de uniformidad y calidad, así como la optimización de los recursos tanto físicos como humanos, ha permitido que la ingeniería mecatrónica gane cada vez más espacios y adeptos.

La nueva era mecatrónica ha logrado generar mediante la fusión acertada de los principios que la rigen, máquinas herramientas computarizadas, sistemas flexibles de producción y robots aptos para intervenir en los diferentes procesos productivos industrializados. Los principales aportes y adelantos en automatización y robótica han permitido que los procesos de fabricación industrial alcancen diferentes niveles y grados. De hecho los robots son buenos ejemplos del aporte de la mecatrónica a la industria, ya que gracias a su integración en varias áreas se agilizan los procesos y se desarrolla una más eficiente producción en serie.

La aplicación de tecnología ha evolucionado de un modo incontrolable debido a las necesidades de los diferentes sectores industriales.

A continuación en la Gráfica 1, se presenta una gráfica de las empresas de diferentes países que crean tecnología en los diferentes sectores. Ésta información va cambiando constantemente debido al crecimiento de cada uno de los países, así como también la necesidad de implementar tecnología para convertirse en empresas más competitivas, con producciones que no les causen mayores costos que ingresos.



## Nacional

La demanda sectorial en México se presenta en la Ilustración 1:



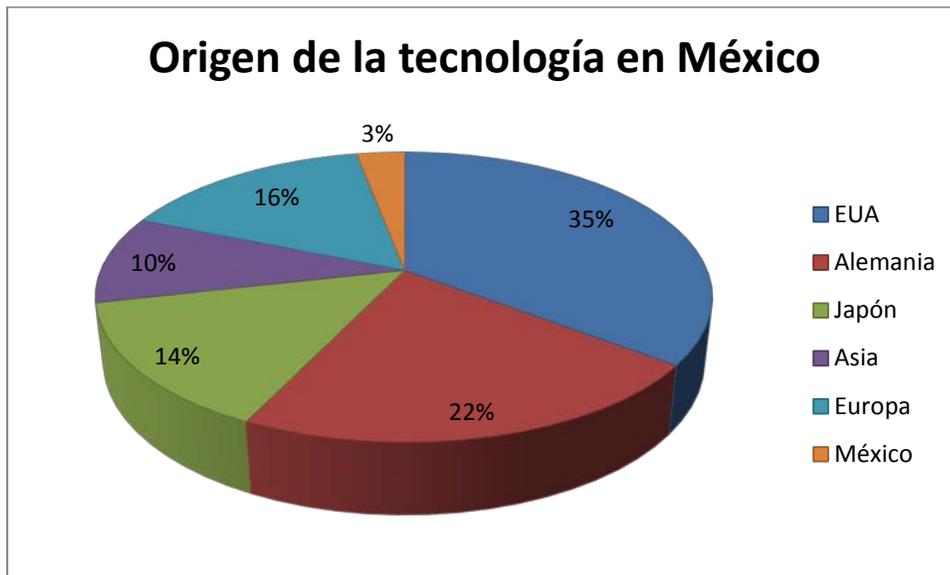
**Ilustración 1 Demanda Sectorial en México**

La mayor presencia de equipo mecatrónico integrado desarrollado por mexicanos se da en el sector de automatización y control, esto debido a que son la mayoría mexicanos los que laboran en las pocas compañías que suministran dispositivos de esta naturaleza.

Otro aspecto a resaltar es que en el sector automotriz se detectaron las mayores demandas de soluciones a sistemas mecatrónicos de parte de las empresas, así como la apertura para contratar tecnologías mexicanas vía proveedores o comercializadores locales que les brinden soluciones integrales.

Empresas maquiladoras piden a sus áreas de ingeniería y diseño o de investigación y desarrollo que den soluciones que hagan más eficientes sus procesos productivos.

Los países de los que cuales México importa tecnología se presentan en la Gráfica 2:



Gráfica 2 Origen de la Tecnología en México

De las empresas visitadas en la muestra, se desprende el origen de las tecnologías que utilizan para sus procesos productos según los países donde son adquiridas.

Como se menciona en este estudio, los nichos de oportunidad para desarrollar tecnología mexicana se encuentra en los procesos simples y repetitivos en los que las empresas no visualizan como positiva la relación costo beneficio al adquirir maquinaria compleja que vendrá a tener capacidades no utilizadas.

### Regional y Local

En la región sureste de la República Mexicana el concepto de automatización y junto él, el de la mecatrónica se ha ido expandiendo con el paso del tiempo. Estos conceptos han sido de gran ayuda para los empresarios que necesitan implementar tecnología para hacer de sus empresas unas más flexibles, competitivas y rentables.

En Yucatán existe un gran número de empresas que le han apostado a la automatización y a la implementación de alta tecnología para desarrollarse con mayor rapidez y al mismo tiempo porque necesitan de ella para satisfacer las necesidades del mercado que cada día se vuelve más exigente. Sin embargo, existe un número superior de empresas que no cuentan con la tecnología que hoy en día se requiere para considerarse empresas competitivas y desarrolladas.

En el estado de Yucatán los sectores productivos, enumerados según la cantidad de automatización y tecnología implementada, son los siguientes:

1. **Industria Embotelladora:** las empresas de este sector tienen los procesos más automatizados debido al volumen de producción que se tiene en la región, por lo que cuentan con la tecnología más avanzada y precisamente son las empresas que más tienen y requieren personal técnico capacitado. Es por eso que invierten mucho dinero en capacitación técnica; además, estas compañías manejan equipos industriales con tecnología de punta y con las mejores marcas.
2. **Industria Alimenticia:** En este ramo están incluidas todas las industrias relacionadas con los alimentos, tales como: galletas, pollo procesado, harinas, frituras, aceites, panificación, etc. La maquinaria para estos procesos se ha vuelto cada vez más sofisticada, ya que las marcas necesitan responder a la demanda de sus clientes y han apostado a la automatización en sus procesos, tanto de producción como de empaque. Inclusive aquellas empresas que no son tan grandes y que no cuentan con el capital para adquirir maquinaria automatizada, han optado por automatizar algunos de sus procesos, a fin de ser más eficientes, y con ello ser más competitivas.
3. **Industria De Plásticos:** Este sector comprende a todas las empresas que trabajan o producen artículos plásticos, tales como: bolsas, envases, tuberías, cajas, PET, etc. Debido al crecimiento que ha tenido esta industria, y ante la rentabilidad que obtiene, este sector no solamente se ha ido automatizando sino que además ha ido innovando sus procesos a fin de ser más productivo. Esto aunado a que los plásticos cada vez tienen más aplicaciones prácticas
4. **Maquiladoras e industria textil:** En este giro se agrupa a las empresas que se han ido instalando de manera creciente en el medio. Las maquiladoras son compañías que han llegado a nuestra región ya con procesos y maquinaria automatizados. Estas compañías, al menos las más grandes, envían a su personal técnico a sus filiales en otras regiones para capacitarlo, pero gradualmente han dado oportunidad a que el personal de la región automatice sus procesos. Cada vez más, el personal adquiere nuevas experiencias en esta industria y sus compañías apuestan a la automatización local a fin de reducir costos para obtener los mismos o mejores resultados.
5. **Industria de la construcción:** Comprende empresas tales como: bloqueras, cementeras, trituradoras, premezcladoras, etc. En este giro la automatización juega un papel muy importante debido a la naturaleza de sus procesos de producción los cuales son muy pesados. Al principio la maquinaria de esta industria era electromecánica, pero por cuestiones de mantenimiento, se ha vuelto más rentable automatizarla con equipos más sofisticados que requieren menos mantenimiento.
6. **Integradores y fabricantes de maquinaria:** En este sector están las compañías que se dedican a dar servicio a las industrias y las compañías que fabrican maquinaria, tales como: etiquetadoras, envasadoras, etc. Éste es uno de los giros más importantes, ya que en él únicamente sobresalen los más preparados o los que tengan la mejor propuesta. Estas compañías han ido creciendo, se han fortalecido y han estado satisfaciendo las necesidades de automatización que las empresas de la región requieren, al grado de que algunos integrantes de este sector han estado exportando sus maquinarias y servicios.
7. **Generadores de energía:** Este sector se ha ido automatizando cada vez más, pero no al ritmo que requiere el desarrollo del país, pues parte de los equipos que tiene son antiguos y

de tecnología extranjera; por lo que debido a la situación económica actual y a las necesidades del país se tendrá que ser más eficiente y a un menor costo.

8. **Otros.** Este grupo incluye empresas tales como: cartoneras, autotransportes de combustible, lavaderos, madereras y algunas industrias pequeñas que contienen una semi-automatización. En la actualidad, este grupo representa una parte complementaria de la industria, sin embargo paulatinamente algunas empresas han ido creciendo y con esto han buscado hacer más eficientes sus procesos, automatizándolos. También hay otros giros nuevos en la región, que han tenido dificultad para encontrar en el medio personal capacitado, por lo que se han visto en la necesidad de invertir grandes sumas de dinero trayendo de otras regiones recurso humano que si lo está.

Por la importancia que la Mecatrónica tiene en casi todas las aplicaciones industriales, actualmente existe una gran demanda de profesionales de esta área.

### **c) Tendencias de la educación superior relacionadas con la disciplina y la profesión**

La dirección de Redes Temáticas CONACYT de investigación aprobó la creación de la **Red de Robótica y Mecatrónica** en la correspondiente convocatoria 2009 con la intención de la promoción de un mayor apoyo directo a la investigación en ciencia y tecnología, que permite un valor elevado de nuevas ideas en un entorno propicio para generar el crecimiento de la productividad nacional; de igual manera, establece la creación de vínculos entre los sectores público, académico y empresarial que facilita el financiamiento de las actividades de ciencia, innovación y tecnología.

La Robótica y la Mecatrónica son campos multidisciplinarios que están relacionados con la Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ciencias Computacionales, Inteligencia Artificial, Control Automático, la Informática, Sistemas de Control, Cibernética e incluso con la Psicología, la Sociología y las neurociencias. Estos dos campos son también áreas científicas y tecnológicas estratégicas, con enorme crecimiento e impacto, tanto en la actualidad como en el futuro. La Red de Robótica y Mecatrónica está conformada por investigadores comprometidos con el avance de la ciencia y la tecnología y su aplicación en las áreas estratégicas para el desarrollo del país. Debido a la importancia dentro del plan de desarrollo de esta área actualmente se encuentra disponible una convocatoria de integración a dicha red por parte del **CONACYT**.

Esta convocatoria tiene el propósito de impulsar la colaboración entre los diversos sectores de la sociedad para el desarrollo de la Robótica y Mecatrónica en México, incluyendo investigación, educación, desarrollo tecnológico e innovación, así como la creación y el fortalecimiento de empresas, en:

1. **Robots de servicio y humanoides:** Robots móviles que facilitarán la vida diaria y se localizarán en el ambiente urbano y habitacional del humano. Esta clase de robots están teniendo un desarrollo acelerado en los últimos años por sus múltiples aplicaciones como son ayudantes en hospitales, atención a adultos mayores, apoyo en labores domésticas, entre otras. Los robots humanoides son aquellos con estructura similar a la de una persona, incluyendo los robots bípedos, los robots móviles con brazos y cabeza, entre otras variantes. Este tipo de robots son de particular interés como robots de servicio por su atractivo natural para los usuarios, y además porque pueden integrarse más fácilmente a los entornos humanos.

2. **Robótica y Mecatrónica de campo (Field Robotics):** Se estudiarán los robots que actúan en ambientes de exterior, con alta dinámica, y espacios sin estructura. Se incluyen aquí los llamados Vehículos Autónomos terrestres, aéreos, acuáticos, y eventualmente anfibios. Estos robots fueron inicialmente diseñados para realizar una tarea de alto desempeño, bajo conducción humana, y se han modificado para realizar la tarea de forma autónoma, en colaboración con otros vehículos autónomos y con humanos. También se contempla la innovación de maquinaria y equipo que incrementen la productividad del campo y la industria.
3. **Robótica y Mecatrónica de manipulación:** Los robots manipuladores, que dieron origen a la Robótica, son muy importantes en diversas industrias y otras aplicaciones. Algunas de las aplicaciones a desarrollar son máquinas herramienta, manipuladores industriales de bajo costo y modernización de máquinas y herramientas. Cabe mencionar que los robots manipuladores industriales también son utilizados en aplicaciones médicas, tal como cirugías asistidas, entre otras.
4. **MEMbots: Micro robots y Micro sensores:** Los micro robots y micro sensores construidos con tecnología MEM (Micro-electromechanical device), tienen diversas aplicaciones que van desde el acceso no intrusivo en el cuerpo humano, hasta el ensamble de micro-dispositivos de utilización industrial (escáneres de alta precisión, filtros microscópicos anti-polución, etc.)

Es posible consultar información acerca de la red temática de Robótica y Mecatrónica en: <http://robmec.org/>

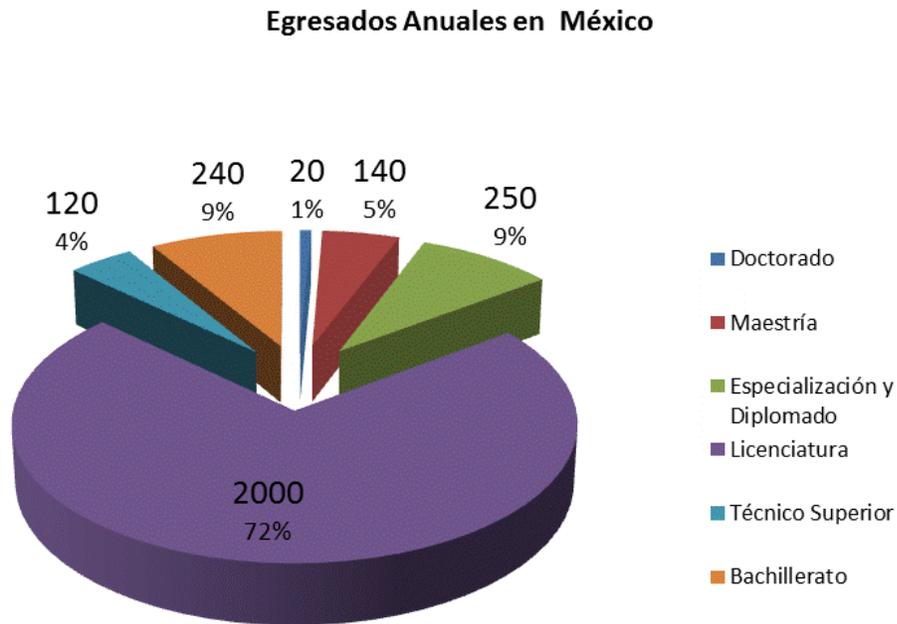
#### **d) Comparación con PE similares que se ofrecen en otras IES**

Son varias las instituciones que manejan una formación profesional en el área de la mecatrónica y aunque cada una de ellas establece los requisitos para iniciar esta formación, en términos generales el perfil del aspirante al nivel de ingeniería indica que además de haber cursado el Área de las Ciencias Físico- Matemáticas en el Bachillerato, cuente con conocimientos sólidos de Física, Matemáticas y Química, debe manejar el idioma inglés a nivel de traducción ya que la mayor parte de la literatura actualizada sobre el tema está en ese idioma.

Al término de su preparación profesional, el egresado de ingeniería mecatrónica cuenta con una sólida formación y conocimientos en las ciencias básicas, así como en las áreas de diseño mecatrónico, sistemas de control, electrónica industrial, manufactura y materiales, que le permiten desempeñarse eficientemente durante su vida profesional y sirven de base para especializarse, emprender estudios de posgrado y mantenerse actualizado respecto a los constantes avances en las técnicas y las tecnologías de la Ingeniería Mecatrónica.

Actualmente se presume conservadoramente que cada año egresan de las más de 150 escuelas, en todos los niveles, más de 2,770 estudiantes graduados (cifra que fácilmente puede ser mayor, debido a que solo se están considerando menos de 9 egresados por semestre por institución).

Así entonces, el universo muy conservador de los egresados se presenta en la Gráfica 3:



Gráfica 3 Egresados Anuales en México

De los cuales, según datos preliminares indican que ni siquiera el 1% de los egresados está ejerciendo esta profesión en la industria, sino que están siendo empleados en ramas afines.

Por un lado tenemos una gran cantidad de egresados de ingenieros y especialistas en Mecatrónica (aunque algunos egresados salen con nivel bajo) de la oferta de instituciones académicas en México, pero por otro lado tenemos muy pocos investigadores activos en Mecatrónica en el país y también muy pocos que aunque no declaren que hacen mecatrónica, si hacen ciertos componentes de sistemas mecatrónicos, como los que hacen sistemas embebidos, diseño de máquinas especiales, servomecanismos.

Es claro que la Mecatrónica en México ha tenido un desarrollo y crecimiento de modo exponencial en los últimos años, sin embargo, el crecimiento no ha sido proporcional con la industria.

En la Tabla 1 se presenta una comparación de las diferentes universidades que imparten la carrera de Ingeniería en Mecatrónica con la respectiva duración de sus programas en los diferentes Estados de la República Mexicana.

| Estado                | Institución  | Duración del programa | CACEI |
|-----------------------|--|-----------------------|-------|
| Aguascalientes        | ITESM Aguascalientes                                   | 9 semestres           | NO    |
|                       | Universidad Panamericana Bonaterra                     | 8 semestres           | SI    |
|                       | Universidad Politécnica de Aguascalientes              | 10 cuatrimestres      | SI    |
|                       | Universidad Tecnológica de Aguascalientes              | 5 cuatrimestres       | NO    |
|                       | UVM Aguascalientes                                     | 9 semestres           | NO    |
| Baja California Norte | Instituto Tecnológico de Mexicali                      | 9 semestres           | NO    |
|                       | Centro de Enseñanza Técnica y Superior, CETYS Mexicali | 8 semestres           | NO    |

|                  |   |                  |    |
|------------------|---|------------------|----|
|                  | Universidad Politécnica de Baja California Norte                      | 10 cuatrimestres | NO |
|                  | Universidad Autónoma de Baja California                               | 10 semestres     | SI |
|                  | UVM-Baja California-Mexicali  | 9 semestres      | NO |
| Campeche         | Centro de Estudios Superiores Isla del Carmen                         | 10 semestres     | NO |
|                  | Instituto Tecnológico de Lerma  | 9 semestres      | NO |
|                  | Instituto Tecnológico Superior de Calkiní                             | 9 semestres      | NO |
| Chiapas          | ITESM Chiapas   | 9 semestres      | NO |
|                  | Universidad Politécnica de Chiapas                                    | 10 cuatrimestres | NO |
|                  | UVM Tuxtla  | 9 semestres      | NO |
| Chihuahua        | ITESM Chihuahua   | 9 semestres      | SI |
|                  | Instituto Tecnológico de Ciudad Cuauhtémoc                            | 9 semestres      | SI |
|                  | Universidad La Salle Chihuahua  | 9 semestres      | NO |
|                  | ITESM-Cd Juárez   | 9 semestres      | SI |
|                  | Universidad Autónoma de Ciudad Juárez                                 | 9 semestres      | SI |
|                  | Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez                              | 11 cuatrimestres | NO |
| Coahuila         | Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de la Región Carbonífera | 9 semestres      | SI |
|                  | Instituto Tecnológico de Saltillo                                     | 9 semestres      | SI |
|                  | Instituto Tecnológico de la Laguna                                    | 9 semestres      | SI |
|                  | ITESM-Saltillo  | 9 semestres      | SI |
|                  | UVM-Saltillo  | 9 semestres      | NO |
|                  | ITESM-Laguna  | 9 semestres      | SI |
|                  | Universidad Tecnológica de Torreón                                    | 11 cuatrimestres | NO |
|                  | Universidad Tecnológica del Norte de Coahuila                         | 9 semestres      | NO |
|                  | UVM-Torreón   | 9 semestres      | NO |
|                  | Universidad La Salle, Campus Saltillo                                 | 9 semestres      | NO |
| Colima           | ITESM-Colima  | 9 semestres      | NO |
|                  | Instituto Tecnológico de Colima                                       | 9.5 semestres    | NO |
| Distrito Federal | Instituto Politécnico Nacional  | 10 semestres     | SI |
|                  | ITESM- Santa Fe   | 9 semestres      | NO |
|                  | ITESM-Cd México   | 9 semestres      | SI |
|                  | Universidad Anáhuac-Sur   | 8 semestres      | NO |
|                  | Universidad Panamericana  | 10 semestres     | SI |
|                  | Universidad ICEL Campus: Zaragoza                                     | 9 cuatrimestres  | NO |
|                  | Universidad La Salle (ULSA)   | 9 semestres      | NO |
|                  | Universidad Marista   | 9 semestres      | NO |
|                  | Universidad Nacional Autónoma de México                               | 10 semestres     | SI |
|                  | UNITEC-DF   | 9 cuatrimestres  | NO |
|                  | Universidad de la República Mexicana                                  | 9 cuatrimestres  | NO |
|                  | UVM Tlalpan   | 9 semestres      | NO |
|                  | Universidad La Salle, Campus Benjamín Franklin                        | 9 semestres      | NO |
|                  | Universidad Victoria  | 10 cuatrimestres | NO |
| Durango          | Instituto Tecnológico de Durango                                      | 9 semestres      | SI |

|  |   |                                 |             |
|--|---|---------------------------------|-------------|
|  | Instituto Tecnológico Superior de la Región de los Llano              | 8 semestres                     | NO          |
| Estado de México   | ITESM-CEM   | 9 semestres                     | NO          |
|  | Instituto Tecnológico de Tlalnepantla                                 | 9 semestres                     | NO          |
|  | Instituto Tecnológico de Toluca                                       | 9 semestres                     | SI          |
|  | ITESM- Estado de México   | 9 semestres                     | SI          |
|  | Tecnológico de Estudios Superiores de Chimalhuacán                    | 9 semestres                     | NO          |
|  | Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco                        | 9 semestres                     | SI          |
|  | Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec                        | 9 semestres                     | SI          |
|  | Tecnológico de Estudios Superiores de Jilotepec                       | 9 semestres                     | NO          |
|  | Tecnológico de Estudios Superiores de Jicotitlán                      | 9 semestres                     | NO          |
|  | Universidad Anáhuac, Campus: Norte                                    | 8 semestres                     | SI          |
|  | UVM- Toluca   | 9 semestres                     | NO          |
|  | Universidad ICEL, Campus: Lomas Verdes                                | 9 cuatrimestres                 | SI          |
|  | Universidad Politécnica del Valle de Toluca, Campus: Mecatrónica      | 10 cuatrimestres                | NO          |
|  | Universidad Tecnológica de México                                     | 8 cuatrimestres                 | NO          |
|  | UVM- Hispano  | 9 semestres                     | NO          |
|  | UVM-Lomas Verdes  | 9 semestres                     | NO          |
|  | Universidad Tecnológica del Sur del Estado de México                  | 11 cuatrimestres                | NO          |
|  | Guanajuato  | Instituto Tecnológico de Celaya | 9 semestres |
| Instituto Tecnológico Superior de Irapuato                 |   | 9 semestres                     | SI          |
| ITESM-Irapuato   |   | 9 semestres                     | NO          |
| ITESM-León   |   | 9 semestres                     | NO          |
| Universidad de Guanajuato, Campus: Facultad de Ingenierías |   | 14 trimestres                   | NO          |
| Universidad Iberoamericana, Campus: León                   |   | 9 semestres                     | NO          |
| Universidad La Salle, Campus: Bajío (especialidad)         |   | 3 cuatrimestres                 | NO          |
| Hidalgo  | Instituto Tecnológico Superior de Huichapan                           | 9 semestres                     | NO          |
|  | Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo      | 9 semestres                     | NO          |
|  | ITESM- Hidalgo  | 9 semestres                     | NO          |
|  | Universidad Politécnico de Pachuca                                    | 10 cuatrimestres                | SI          |
| Jalisco  | Centro de Enseñanza Técnica Industrial                                | 10 semestres                    | SI          |
|  | ITESM-Guadalajara   | 9 semestres                     | SI          |
|  | Universidad Autónoma de Guadalajara                                   | 10 cuatrimestres                | NO          |
|  | Universidad de Guadalajara, Campus: Centro Universitario de los Lagos | 9 semestres                     | NO          |
|  | Universidad del Valle de Atemajac                                     | 10 cuatrimestres                | NO          |
|  | UVM- Guadalajara  | 9 semestres                     | NO          |
|  | Universidad Panamericana, Campus Guadalajara                          | 10 semestres                    | NO          |
|  | Universidad Politécnica de Jalisco                                    | 9 cuatrimestres                 | NO          |
|  | UNITEC  | 9 cuatrimestres                 | NO          |
|  | Universidad Politécnica de la Zona Metropolitana de Guadalajara       | 10 cuatrimestres                | NO          |
| Michoacán  | ITESM-Morelia   | 9 semestres                     | NO          |
|  | Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Hidalgo                      | 9 semestres                     | NO          |

|                 |   |                  |    |
|-----------------|---|------------------|----|
|                 | Instituto Tecnológico Superior de Uruapan         | 9 semestres      | NO |
| Morelos         | Instituto Tecnológico de Cuautla                  | 9 semestres      | NO |
|                 | Universidad La Salle ULSA-Cuernavaca              | 9 semestres      | NO |
|                 | UVM-Cuernavaca                                    | 9 semestres      | NO |
|                 | ITESM-Cuernavaca                                  | 9 semestres      | SI |
|                 | Universidad del Sol                               | 8 semestres      | NO |
| Nuevo León      | ITESM   | 9 semestres      | SI |
|                 | Universidad Autónoma de Nuevo León                | 10 semestres     | SI |
|                 | Universidad de Monterrey                          | 10 semestres     | NO |
|                 | UNITEC  | 9 cuatrimestres  | NO |
|                 | Universidad Regiomontana                          | 10 cuatrimestres | NO |
| Oaxaca          | Universidad de Papaloapan                         | 10 semestres     | NO |
|                 | Universidad Tecnológica de la Mixteca             | 10 semestres     | NO |
| Puebla          | Benemérita Universidad Autónoma de Puebla         | 12 cuatrimestres | NO |
|                 | Instituto Tecnológico de Tehuacán                 | 9 semestres      | NO |
|                 | Instituto Tecnológico Superior de Atlixco         | 9 semestres      | NO |
|                 | Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango    | 9 semestres      | NO |
|                 | Instituto Tecnológico Superior de Teziután        | 9 semestres      | NO |
|                 | Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla     | 8 semestres      | NO |
|                 | ITESM-Puebla                                      | 9 semestres      | NO |
|                 | Universidad Anáhuac, Campus Puebla                | 8 semestres      | NO |
|                 | Universidad de las Américas                       | 9 semestres      | SI |
|                 | UVM-Puebla  | 9 semestres      | NO |
|                 | Universidad Iberoamericana, Campus Puebla         | 8 semestres      | NO |
|                 | Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla | 9 semestres      | SI |
| Querétaro       | Instituto Tecnológico de Querétaro                | 9 semestres      | NO |
|                 | ITESM- Querétaro                                  | 9 semestres      | SI |
|                 | UVM- Querétaro                                    | 9 semestres      | NO |
|                 | Universidad Politécnica de Querétaro              | 10 cuatrimestres | NO |
| San Luis Potosí | Instituto Tecnológico de San Luis Potosí          | 9 semestres      | NO |
|                 | ITESM- San Luis Potosí                            | 9 semestres      | SI |
|                 | UVM- San Luis Potosí                              | 9 semestres      | NO |
|                 | Universidad Marista de San Luis Potosí            | 8 semestres      | NO |
| Sinaloa         | Instituto Tecnológico de Culiacán                 | 9 semestres      | NO |
|                 | UNITEC  | 9 cuatrimestres  | NO |
|                 | Universidad Politécnica de Sinaloa                | 10 cuatrimestres | NO |
| Sonora          | Instituto Tecnológico de Hermosillo               | 9 semestres      | NO |
|                 | Instituto Tecnológico de Huatabampo               | 9 semestres      | NO |
|                 | Instituto Tecnológico de Nogales                  | 9 semestres      | NO |
|                 | Instituto Tecnológico Superior de Cajeme          | 9 cuatrimestres  | NO |
|                 | Universidad La Salle ULSA- Noroeste               | 9 semestres      | NO |
|                 | ITESM-Cd. Obregón                                 | 9 semestres      | NO |

|            |   |                  |    |
|------------|---|------------------|----|
|            | ITESM- Sonora Norte   | 9 semestres      | NO |
|            | Universidad Noreste   | 11 cuatrimestres | NO |
|            | Universidad de Sonora   | 8 semestres      | NO |
|            | Universidad Kino  | 9 semestres      | NO |
|            | Universidad La Salle, Campus: Noreste                           | 10 semestres     | NO |
| Tabasco    | Instituto Tecnológico Superior de Comalcalco                    | 9 semestres      | NO |
|            | Instituto Tecnológico Superior de Macuspana                     | 9 semestres      | NO |
| Tamaulipas | Instituto de estudios Superiores de Tamaulipas                  | 8 semestres      | NO |
|            | Instituto Tecnológico de Reynosa                                | 9 semestres      | NO |
|            | Universidad Tecnológica de Tamaulipas Norte                     | 6 cuatrimestres  | NO |
|            | Universidad Politécnica de Victoria                             | 10 cuatrimestres | NO |
| Tlaxcala   | Instituto Tecnológico de Apizaca                                | 9 semestres      | SI |
|            | Universidad Politécnica de Tlaxcala                             | 10 cuatrimestres | NO |
| Veracruz   | ITESM-Córdoba   | 9 semestres      | NO |
|            | Benemérita Universidad Autónoma de Puebla                       | 9 semestres      | SI |
|            | Universidad del Valle de Orizaba                                | 9 semestres      | NO |
|            | Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos                 | 9 semestres      | NO |
|            | Instituto Tecnológico de Veracruz                               | 9 semestres      | NO |
| Yucatán    | Universidad Anáhuac, Campus: Mérida                             | 9 semestres      | SI |
|            | Universidad Autónoma de Yucatán, Campus: Facultad de Ingeniería | 10 semestres     | SI |
|            | UVM Mérida  | 9 semestres      | NO |
|            | TecMilenio  | 8 semestres      | NO |
|            | Universidad Modelo  | 8 semestres      | NO |
| Zacatecas  | Universidad Politécnica de Zacatecas                            | 10 cuatrimestres | SI |

**Tabla 1 Universidades que imparten Ingeniería en Mecatrónica en los diferentes Estados de la República Mexicana**

En la Tabla 1 hay un total de 156 instituciones, de las cuales únicamente 39 están acreditadas por CACEI, lo que representa el 25% del total. (Véase Gráfica 4)

### Instituciones en México



**Gráfica 4 Porcentaje de Instituciones Acreditadas en México**

Realizando un análisis más detallado de las cinco Universidades que imparten el programa de Ingeniería Mecatrónica en el estado de Yucatán, se encontró que solo dos programas se encuentran acreditados por CACEI (Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería). Esto se presenta en la Tabla 2 que se muestra a continuación:

| Institución                     | Especialidad  | Duración del Programa | Acreditación | Número de Créditos |
|---------------------------------|---|-----------------------|--------------|--------------------|
| Universidad Autónoma de Yucatán | Mecánica Industrial<br>Instrumentación y Control<br>Electrónica | 10 semestres          | CACEI        | 390                |
| Universidad Anáhuac Mayab       | Energía<br>Mecánica Automotriz<br>Manufactura y Calidad         | 8 semestres           | CACEI        | 351                |
| Universidad Modelo              | Genérica  | 8 semestres           | -----        | 300                |
| TecMilenio                      | Genérica  | 8 semestres           | -----        | 320                |
| UVM Mérida                      | Genérica  | 9 semestres           | -----        | 345.12             |

Tabla 2 Comparación entre las Universidades de Yucatán que imparten Mecatrónica

En el análisis que se realiza en este apartado no se contempla el perfil de egreso ni los objetivos de cada plan de estudios, así como tampoco se analizaron los contenidos de los programas de las diferentes asignaturas, los criterios de evaluación ni los métodos pedagógicos.

### **e) Avances de la disciplina, de la profesión y del campo laboral del programa**

La mecatrónica es un concepto reciente que enfatiza la necesidad de integración y de una interacción intensiva entre diferentes áreas de la ingeniería.

Un sistema mecatrónico típico recoge señales, las procesa y, como salida, genera fuerzas y movimientos. Los sistemas mecánicos son entonces extendidos e integrados con sensores, microprocesadores y controladores.

Al aplicar una filosofía de integración en el diseño de productos y sistemas se obtienen ventajas importantes como son mayor flexibilidad, versatilidad, nivel de "inteligencia" de los productos, seguridad y confiabilidad así como un bajo consumo de energía. Estas ventajas se traducen en un producto con más orientación hacia el usuario y que puede producirse rápidamente a un costo reducido.

Los robots, las máquinas controladas digitalmente, los vehículos guiados automáticamente, las cámaras electrónicas, las máquinas de telefax y las fotocopiadoras pueden considerarse como productos mecatrónicos.

Durante los últimos 30 años la automatización ha consistido en reemplazar únicamente los mecanismos mecánicos con sistemas mecánicos inteligentes. Actualmente la tendencia es que los procesos de manufactura en su conjunto se vuelvan cada vez más automatizados. Esta automatización reduce los trabajos "sucios y peligrosos" en la línea de producción. Al mismo tiempo la necesidad de técnicos más capacitados se está incrementando. Al reducir el número de personas poco capacitadas en las líneas de producción se reducen los errores los costos

incidentes en seguridad. Las plantas de producción que no se adapten al uso de la mecatrónica serán incapaces de competir.

Los avances tecnológicos, implicarán que aumente la demanda de personal altamente calificado, que permitirá mayor crecimiento de la productividad, y la posibilidad de cambiar la naturaleza de las relaciones laborales.

En las Universidades la formación del Ingeniero Mecatrónico se basa en lograr una generalización de conocimientos multidisciplinarios de mecánica, electrónica de control, sistemas de información y cambio de las tecnologías, a fin de mejorar los servicios que diariamente utilizamos. Por su parte, los centros de investigación se orientan a realizar proyectos tecnológicos en donde se requieren resolver problemas complejos de Ingeniería.

En una economía impulsada por la innovación y el conocimiento, en mercados que participan en la intensa competencia y la renovación constante, en un mundo de enormes oportunidades y riesgos, en una sociedad compleja que enfrenta retos de tipo empresarial, político, científico, tecnológico, de salud y medio ambiente, el ingenio, la agilidad y las habilidades son cruciales para una nueva competitividad.

Los mejores empleadores del mundo, buscan personas competentes, creativas e innovadoras que cuenten con la destreza requerida para lograr el posicionamiento de los nuevos productos y servicios derivados de la demanda en el mercado de trabajo. Es por ello, que a mecatrónica ha tenido un crecimiento muy acelerado en los últimos años.

## **Europa**

Hace treinta años, en Europa no se tenía idea de la ingeniería mecatrónica. Sin embargo esto cambió desde que las principales universidades europeas consideraron la mecatrónica como una forma revolucionaria de diseñar y mejorar nuevos productos y de crear ideas innovadoras con alta tecnología como soporte.

## **América Latina**

La mecatrónica entró por Brasil, en la Universidad de Sao Paulo, donde se creó el primer programa de pregrado de esta especialidad. Algunas facultades de mecánica y electrónica en Colombia, Argentina, México y Estados Unidos ofrecen ya carreras y especialidades en el campo de la mecatrónica.

Hay diferentes programas de estudios, la mayoría de ellos están orientados a preparar técnicos con habilidades para diseñar e implementar nuevas ideas innovadoras para el mejoramiento de procesos industriales. La Asociación Mexicana de Mecatrónica fundada hace 10 años, contribuye a promover lo que la mecatrónica es he impulsa la creación de otras sociedades similares en Sudamérica como las asociaciones de mecatrónica del Perú y Chile.

## **México**

Recientemente, se han creado diversos Departamentos de Mecatrónica en Universidades, Institutos y Centros de Investigación y Desarrollo, los cuales se encuentran en los primeros años de operación.

El egresado de ingeniería mecatrónica cuenta con una sólida formación y conocimientos en las ciencias básicas, así como en las áreas de diseño mecatrónico, sistemas de control, electrónica industrial, manufactura y materiales, que le permiten desempeñarse eficientemente durante su vida profesional y sirven de base para especializarse, emprender

estudios de posgrado y mantenerse actualizado respecto a los constantes avances en las técnicas y las tecnologías de la Ingeniería Mecatrónica.

México muestra un desarrollo incipiente en mecatrónica, pues sus avances más significativos se centran en prototipos de robots y brazos que se realizan en diversas instituciones de educación superior, el desarrollo tecnológico en el país se centra en el diseño de máquinas, herramientas, procesos y sistemas, así como labores de mantenimiento y soporte. Se han construido brazos para diferentes aplicaciones, además de robots móviles aunque en algunos de ellos se trabaja sólo la programación del control del robot.

### **Asia**

La mecatrónica fue rápidamente incorporada como un componente importante de los productos y procesos modernos y se consideró la tecnología clave para ganar competitividad en el mercado global. En Japón, el gobierno ejerce una influencia importante para definir las áreas de investigación donde la robótica y la mecatrónica tienen impactos sociales relevantes, como la medicina, comunicación, rescate o entretenimiento. El gobierno japonés ha aprobado varias leyes para estimular la cooperación entre las universidades.

Japón cuenta con los mayores y mejores laboratorios de ingeniería mecatrónica.

### **África**

Existen importantes Universidades que enseñan programas de ingeniería. La Universidad del Cabo (UCT) en Sudáfrica, define la mecatrónica como un ramal interdisciplinario de la ingeniería que combina el estudio fundamental de la ingeniería mecánica con ingeniería eléctrica. En la industria, el ingeniero mecatrónico requiere experiencia en un amplio rango de disciplinas de ingeniería y debe estar bien posicionado en manufactura ligera y procesos de control. Están involucrados en campos como la instrumentación, automatización, robótica e ingeniería biomédica.

### **Oceanía**

Los programas académicos en este continente fueron establecidos con el objetivo de responder a la expansión industrial ocurrida en la región oeste de Sydney, con personal altamente calificado.

El principal objetivo de los cursos de ingeniería mecatrónica es educar ingenieros capaces de aplicar tecnologías mecánicas, electrónicas y de software para el diseño y manufactura de máquinas inteligentes.

Actualmente los países con más desarrollos en sistemas mecatrónicos son Estados Unidos, Japón, Corea, Italia y Alemania y se espera que esta mezcla de países se mantenga en un futuro aunque Estados Unidos va a ser superado por los demás.

Japón y Alemania son los principales desarrolladores y empleadores de tecnologías mecatrónicas, mientras que Estados Unidos tiene una presencia importante por su gran capacidad de comercialización, es decir, importa tecnologías nuevas, les agrega valor y las comercializa como propias, pero en la mayoría de los casos la innovación proviene de Asia y Europa principalmente.

Aún con la enorme brecha tecnológica, en lo que respecta a la mecatrónica, México, quien ha sido receptor de grandes inversiones extranjeras, durante muchos años no se interesó en mejorar la calidad o hacer innovaciones en tecnología. Simplemente orientó sus esfuerzos en producir lo que se le solicitaba del extranjero utilizando su principal ventaja competitiva, la mano de obra barata. Con el tiempo la situación ha cambiado y la mano de obra barata ahora además es mejor

calificada, por lo que poco a poco se ha ganado un grado de respeto y libertad para hacer modificaciones e innovaciones a ciertos procesos.

Conforme las grandes empresas trasnacionales mejoran su desarrollo tecnológico y crean nuevos productos que demandan procesos de producción más sofisticados, y con mejor calidad, el sector industrial se ha visto en la necesidad de invertir en investigación y desarrollo.

A nivel internacional existen muchos planes de desarrollo de ciencia y tecnología, a través de los cuales se han desarrollado mapas estratégicos para el sector industrial y para el campo de la investigación y desarrollo tecnológico. El objetivo de los proyectos de investigación y desarrollo es identificar y explotar el potencial de automatización en las empresas con el objeto de fortalecer su competitividad internacional, creando nuevas oportunidades de empleo con procesos de producción más efectivos y amigables con el medio ambiente.

### **Campo Laboral**

El Mecatrónico es un líder de proyectos de diseño, construcción e implantación de nuevos productos o procesos inteligentes que requieran de conocimientos de mecánica de precisión, instrumentación electrónica, ingeniería de control y diseño computarizado aplicados principalmente a la manufactura, servicios y equipos. Su mayor cualidad es saber conocer y aplicar la combinación perfecta de las diferentes tecnologías para crear nuevos productos inteligentes y liderar equipos de proyectos conformados por diferentes tipos de ingenieros, aprovechando las ventajas de conocimientos especializados de cada uno de ellos para realizar complejos sistemas que un sólo tipo de ingenieros no podría hacer, pues se tiene el conocimiento clave de cómo integrar cada uno de ellos.

Un ingeniero en mecatrónica puede trabajar en diversas áreas dentro de las industrias; industrias donde se emplee alta tecnología de manufactura; tal es el caso de las compañías manufactureras de productos electrónicos, de ensamble y diseño automotriz y en general, toda industria que haga uso o diseñe equipos mecánicos de alta precisión en el que se integre el uso de nuevas tecnologías de control automático. También puede trabajar en empresas donde se requiera optimizar el proceso de producción mediante el uso de tecnología avanzada, o en áreas de diseño de producto donde se requiera de integración de tecnologías de automatización, robótica, electrónica y mecánica.

El mercado de trabajo de quienes cursen esta especialidad incluye centros de diseño, así como empresas que requieran de los servicios de un ingeniero especializado en el uso de sistemas mecánicos controlados por sistemas de control avanzado (por ejemplo, por computadoras). Más concretamente, existe un número importante de empresas basadas en equipos mecatrónicos que requieren de individuos con esta especialidad para puesta en marcha de plantas, ajuste de equipos, programas de desarrollo de nuevos productos, automatización de plantas y procesos, etc.

El ingeniero mecatrónico trabaja en ámbitos relacionados con la mecánica de precisión, los sistemas de control electrónicos y los sistemas de información computarizados, tanto en el sector público como en el privado, de producción y de servicios, diseñando, controlando e implantando dichos sistemas.

El campo de trabajo actual y potencial del ingeniero mecatrónico es muy amplio, ya que va desde la automatización de operaciones en microempresas hasta la completa automatización y control de líneas de producción en grandes empresas, desde el diseño de productos sencillos de uso cotidiano hasta el diseño de sofisticados equipos con tecnología de punta.

Existen tres sectores industriales donde la mecatrónica ha tenido un desarrollo más significativo tanto en la automatización de procesos, como en la creación de nuevos productos:

1. *Industria Automotriz:* Los vehículos automotores han venido evolucionando a través de los años y ahora la mayoría de ellos tienen incorporados controles automáticos computarizados en la mecánica automotriz. Este tipo de sistemas es un buen ejemplo de la aplicación de los sistemas mecatrónicos y sobresalen por la complejidad de su operación, consistiendo un gran número de sensores y actuadores que son controlados por un software computarizado.

Los avances en los sistemas de control automotriz incrementan la necesidad de ingenieros altamente calificados capaces de diseñar estos sistemas de control, reduciendo el tiempo para desarrollar y probar estos nuevos sistemas. Con el incremento continuo en la complejidad de los vehículos automotores, se incrementa la necesidad de ingenieros multidisciplinarios que tengan un conocimiento profundo tanto de los sistemas mecánicos como electrónicos. Esto es, los ingenieros mecatrónicos.

El ingeniero mecatrónico es la solución ideal para resolver los retos planteados para la industria automotriz.

2. *Industria Médica:* las tecnologías de vanguardia en robótica proveen las herramientas necesarias para los instrumentos remotos. Esto es particularmente cierto en aplicaciones nucleares donde las operaciones remotas son necesarias debido al ambiente peligroso donde se desarrollan. También es cierto en aplicaciones de intervenciones quirúrgicas, principalmente cuando no se puede acceder a los órganos directamente. Durante los procedimientos de cirugía, el cirujano debe tener la habilidad de manejar directamente los instrumentos de cirugía interactuando con el paciente. Ambas aplicaciones enfatizan el mismo tipo de necesidades de equipos de alto desempeño con componentes mecatrónicos. Se esperan mayores beneficios de los resultados de la investigación y desarrollo en el campo de la mecatrónica para telerobótica que proporcionen una base para mejorar la tecnología médica.

Cuando se habla de interacción física de personas y robots, la primera referencia viene de las aplicaciones de telerobótica en campos como la exploración nuclear, marina o planetaria. Las características de la telerobótica inducen la capacidad de los sistemas de robots a interactuar permanentemente con el usuario. En este caso, el ambiente del robot no es conocido plenamente ni estructurado, sus intervenciones no pueden ser automáticamente ejecutadas y la tarea es llevada a cabo por el usuario a través del robot. Se han desarrollado técnicas avanzadas y nuevas tecnologías para incrementar la capacidad de superar las limitaciones de las condiciones remotas, tomando en cuenta que el desempeño global de los sistemas en robótica vienen de una combinación del desempeño individual de sus componentes y de sus mecanismos de integración combinando la mecánica, la electrónica y el software

3. *Industria de Celdas de Combustible:* la generación de energía a partir de celdas de combustible tiene un sinnúmero de aplicaciones en diversos agrupamientos industriales (automotriz, maquinaria y equipo, artículos del hogar, etc.) y requiere de la integración de subsistemas químicos, de fluidos, térmicos, eléctricos y electrónicos para su operación. Esta integración presenta una serie de oportunidades en el campo de la mecatrónica.

Otras áreas laborales se ubican en las industrias manufacturera, petrolera, de generación de energía eléctrica, minera, siderúrgica, agroindustrial, de alimentación y salud, así como en los servicios de transporte.

También es posible el ejercicio independiente de la profesión; la formación de su propia empresa; el trabajo en centros de investigación y en instituciones de educación superior.

Las posibilidades de contratación de los egresados están en función de la necesidad de crecimiento y modernización de la industria y los servicios, ya que son precisamente los ingenieros mecánicos los promotores y actores principales de esta modernización.

### 3) Autoevaluación del PE

#### a) Análisis DAFO del PE

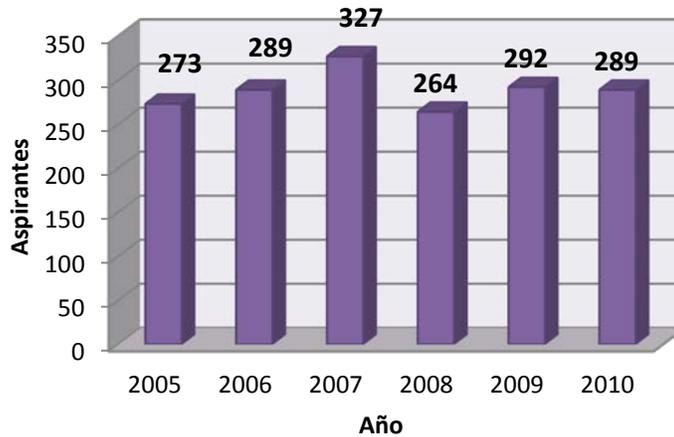
| <b>Modelo educativo y plan de estudios</b> |  |
|--|--|
| <b>Fortalezas</b>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Acreditación por CACEI (del 2011 al 2016).</li> <li>✓ Actualización congruente del plan de estudios, resultado de un estudio de factibilidad y de las necesidades del entorno.</li> <li>✓ Se cuenta con diferentes opciones de titulación.</li> <li>✓ Flexibilidad del plan de estudios y movilidad de profesores y estudiantes.</li> <li>✓ Los métodos de enseñanza y evaluación se adaptan a las aptitudes de los estudiantes ya que se conocen sus canales de aprendizaje.</li> <li>✓ Se cuenta con un departamento de Apoyo al Servicio Social que norma y asegura la calidad de los proyectos registrados.</li> <li>✓ La definición de los perfiles de ingreso y egreso garantiza el cumplimiento de los objetivos del plan de estudios.</li> <li>✓ Gran difusión de información sobre la disciplina.</li> <li>✓ El PE cuenta con 8 años de creación, siendo éste el de mayor experiencia en la región sureste.</li> </ul> |
| <b>Oportunidades</b>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ampliación de la gama de asignaturas optativas impartidas dentro de la Facultad de Ingeniería.</li> <li>✓ Ampliar la gama de instituciones que tengan convenio de movilidad con la Facultad.</li> <li>✓ Generar programas de servicio social que contribuyan simultáneamente de manera formativa y de retribución social.</li> <li>✓ Adecuada difusión del perfil de ingreso y egreso en el ámbito laboral.</li> </ul>  |
| <b>Debilidades</b>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La información recabada de los empleadores para la elaboración del perfil de egreso.</li> </ul>   |
| <b>Amenazas</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Existen en el sureste planes de estudio similares.</li> <li>✓ Constante actualización de la tecnología a nivel industrial.</li> </ul>   |
| <b>Alumnos</b>                             |  |
| <b>Fortalezas</b>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El proceso de ingreso está claramente establecido y calendarizado.</li> <li>✓ Difusión adecuada y oportuna en medios impresos, digitales y masivos del contenido del plan de estudios y fechas importantes.</li> <li>✓ Existen una diversidad de programas para la movilidad estudiantil.</li> <li>✓ Los alumnos pueden evaluar a sus profesores de manera anónima.</li> <li>✓ Existen programas para la vinculación profesional.</li> </ul>  |
| <b>Oportunidades</b>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Gestionar apoyo para proyectos didácticos que contribuyan a la formación académica y profesional de los alumnos.</li> <li>✓ Participar en diferentes congresos, talleres y concursos que propicien conocimiento, desarrollen habilidades e inciten el espíritu de competencia y superación.</li> <li>✓ Ampliar la oferta educativa a través de la movilidad interna.</li> </ul>   |
| <b>Debilidades</b>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Falta de cursos específicos como opción para la titulación.</li> <li>✓ El plan de estudios vigente no ha sido actualizado desde 2007.</li> </ul>  |
| <b>Amenazas</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El hacinamiento dentro de las aulas y laboratorios debido al sobrecupo.</li> </ul>  |
| <b>Personal Académico</b>                  |  |
| <b>Fortalezas</b>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El C.A. se encuentra en consolidación a partir del 8 de Noviembre de 2011 (acreditación válida por 3 años)</li> <li>✓ Todos los profesores que conforman el C.A. cuentan con posgrados relacionados con la Lic. en Ing. en Mecatrónica</li> <li>✓ Actualmente todos los miembros del C.A. cuentan con algún apoyo de PROMEP, ya sea como nuevo profesor de tiempo completo (NPTC) o con el reconocimiento de perfil deseable con apoyo económico.</li> <li>✓ El personal académico contratado cuenta con amplia experiencia docente.</li> </ul>   |

|  |  |
|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Existe un comité de innovación educativa dentro de la institución, que ofrece talleres anualmente, para que los profesores adquieran habilidades y además continuamente se ofrecen cursos concernientes a la docencia por parte de otras entidades académicas que forman parte de la Universidad, donde se invita al personal académico sin costo alguno en horarios flexibles.</li> <li>✓ Constante actualización de parte de los profesores debido al rápido crecimiento y desarrollo de tecnología.</li> </ul> |
| <b>Oportunidades</b>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El número de profesores contratados de tiempo completo son muy pocos en relación con la demanda actual de alumnos, eventos, actividades de investigación y vinculación.</li> <li>✓ Menos de la mitad de los integrantes del C.A. cuenta con la máxima habilitación académica (Doctorado).</li> </ul>  |
| <b>Debilidades</b>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La disponibilidad de los docentes para la impartición de asignaturas se ve disminuida debido a la carga de trabajo.</li> </ul>  |
| <b>Amenazas</b>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Los requerimientos de los alumnos superan al personal académico.</li> </ul>   |
| <b>Instalaciones, equipo y servicios</b> |  |
| <b>Fortalezas</b>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Instalaciones funcionales y adecuadas para los estudiantes y profesores.</li> <li>✓ Equipamiento actualizado que cumple con las necesidades de las asignaturas.</li> <li>✓ Se cuenta con servicios de apoyo para el profesorado y alumnos.</li> <li>✓ Constante actualización de los equipos de laboratorio para no caer en la obsolescencia.</li> </ul>  |
| <b>Oportunidades</b>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Programas de mantenimiento preventivo y correctivo.</li> <li>✓ Difundir y provechar de manera efectiva y la variedad de equipo de laboratorio con los que cuenta el campus de Ciencias exactas e Ingeniería.</li> <li>✓ Generar políticas para el préstamo de equipo de laboratorio dentro del campus.</li> </ul>   |
| <b>Debilidades</b>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El mantenimiento y actualización de los equipos es costoso por lo que no se puede dar a todos al mismo tiempo.</li> <li>✓ Se requiere incrementar las áreas para montaje, instalación, demostración y presentación de prototipos a fin de satisfacer la creciente demanda del programa educativo.</li> </ul>  |
| <b>Amenazas</b>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Gran variedad de marcas y equipo que existen en el mercado.</li> <li>✓ Necesidad de espacios para nuevas áreas de desarrollo.</li> </ul>  |

### **b) Análisis de la demanda de aspirantes y de la matrícula del PE en los últimos años**

El conocimiento de la Mecatrónica en la sociedad en general ha ido aumentando rápidamente. Los empresarios actualmente conocen sobre esta disciplina y están conscientes de los beneficios que tienen esta clase de Ingenieros. De igual modo, los aspirantes cuentan con la información necesaria en su entorno para identificar esta Ingeniería como una disciplina en crecimiento y con mucho futuro debido al avance tecnológico.

La demanda de esta disciplina se presenta en la Gráfica 5:



Gráfica 5 Demanda Mecatrónica

Anualmente ingresan aproximadamente 70 estudiantes, divididos en dos grupos ya que la matrícula es semestral.

### c) Análisis del plan de estudios

- i. Congruencia de los objetivos y perfil de egreso con la Misión y Visión de la UADY, del Campus y de la Facultad

El objetivo principal del plan de estudios de la licenciatura en Ingeniería Mecatrónica pretende formar profesionistas competentes que, además de integrar los conocimientos y habilidades necesarias para el desempeño de su profesión, cuenten con las actitudes para trabajar colaborativamente en grupos multidisciplinarios en un marco de altísima responsabilidad social, ética y ecológica.

El PE de la licenciatura en Ingeniería Mecatrónica, acreditado ante el CACEI, ofrece a los estudiantes la oportunidad de cursar materias no solo en la Facultad de Ingeniería, sino también en las diferentes facultades que integran el Campus de Ingeniería y Ciencias Exactas para aumentar de esta manera la oferta educativa y promover el intercambio de ideas entre los futuros egresados.

Existe también, a través de los programas de movilidad estudiantil, la posibilidad de intercambios estudiantiles con otras universidades nacionales o internacionales que tengan convenio con la UADY, propiciándose una nueva perspectiva que permita al egresado incorporar de manera creativa soluciones efectivas a problemas regionales o globales.

- ii. Congruencia con el modelo educativo de la UADY

El PE de la Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica, tiene como directrices los mismos ejes del Modelo Educativo para la Formación Integral (MEFI) de la UADY, aplicados a las características particulares de la carrera.

La responsabilidad social que se promueve como objetivo prioritario en el PDI de la universidad, se ve reflejado de igual manera en los objetivos del plan de estudios de la carrera, así como en las cualidades que debe poseer el egresado al finalizar sus estudios.

La flexibilidad del propio PE que permite la movilidad estudiantil entre las facultades que integran el campus y la oportunidad de estudiar en diversas universidades nacionales e internacionales, forman parte también de los ejes del MEFI.

Por otro lado, la innovación tecnológica, la educación basada en el aprendizaje y el desarrollo de competencias necesarias para el desarrollo profesional del egresado que propone el PE, forman parte también del objetivo de promover una verdadera formación integral por parte del MEFI.

- iii. Organización curricular (número de asignaturas, total de horas, proporción y distribución de las horas escolarizadas y horas de estudio, seriación de asignaturas, etc.)

El plan de estudios de la Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica se basa en créditos, tiene tres niveles, agrupa las asignaturas en diez períodos lectivos regulares, administrados semestralmente.

Los créditos se expresarán siempre en números enteros y corresponderán a quince semanas efectivas de clase.

- En actividades que requieren estudio o trabajo adicional del alumno, como en las clases teóricas y en los seminarios, una hora-semana-semester corresponde a dos créditos.
- En actividades que no requieren estudio o trabajo adicional del alumno, como las prácticas, los laboratorios y los talleres, una hora-semana-semester corresponde a un crédito.

Los diez períodos, son los recomendados para que un estudiante de tiempo completo curse la licenciatura satisfactoriamente; se deberán cubrir (cursar o desarrollar y aprobar) un mínimo de 390 créditos como requisito para la obtención del título profesional, los cuales están divididos de la siguiente manera:

|   |            |
|---|------------|
| <b>Créditos correspondientes a las asignaturas obligatorias:</b>                          | <b>326</b> |
| <b>Créditos correspondientes a las asignaturas optativas de área de concentración:</b>    | <b>20</b>  |
| <b>Créditos correspondientes al Servicio Social:</b>                                      | <b>12</b>  |
| <b>Créditos correspondientes al Módulo de Vinculación Profesional:</b>                    | <b>12</b>  |
| <b>Créditos correspondientes a las asignaturas optativas (y/o a la tesis en su caso):</b> | <b>20</b>  |

El mapa curricular está dividido en tres niveles para la mejor integración del conocimiento:

- Nivel 1:
  - Cuatro primeros períodos regulares
  - 163 créditos, asignaturas obligatorias (101 pertenecen al tronco común)
- Nivel 2:
  - Sigüientes tres períodos regulares.
  - Por lo menos 127 correspondientes a asignaturas obligatorias.
- Nivel 3:
  - Últimos tres períodos regulares
  - Por lo menos 97 créditos, 33 correspondientes a asignaturas obligatorias y un mínimo de 64 créditos correspondientes a asignaturas optativas.

Los objetivos de las áreas curriculares, así como el número de asignaturas que las integran y las horas totales asignadas a cada una de ellas, se mencionan a continuación:

*Ciencias Básicas.* Proporcionan el conocimiento de los conceptos matemáticos, físicos y químicos con un enfoque más científico que operativo, que contribuye a la formación del pensamiento

lógico-deductivo del estudiante, así como los fundamentos de los fenómenos físicos y químicos. Se incluyen 14 asignaturas obligatorias: 8 de Matemáticas, 5 de Física y 1 de Química, que en total hacen 900 horas con las cuáles se cubre el mínimo de horas totales recomendadas (800) para esta área.

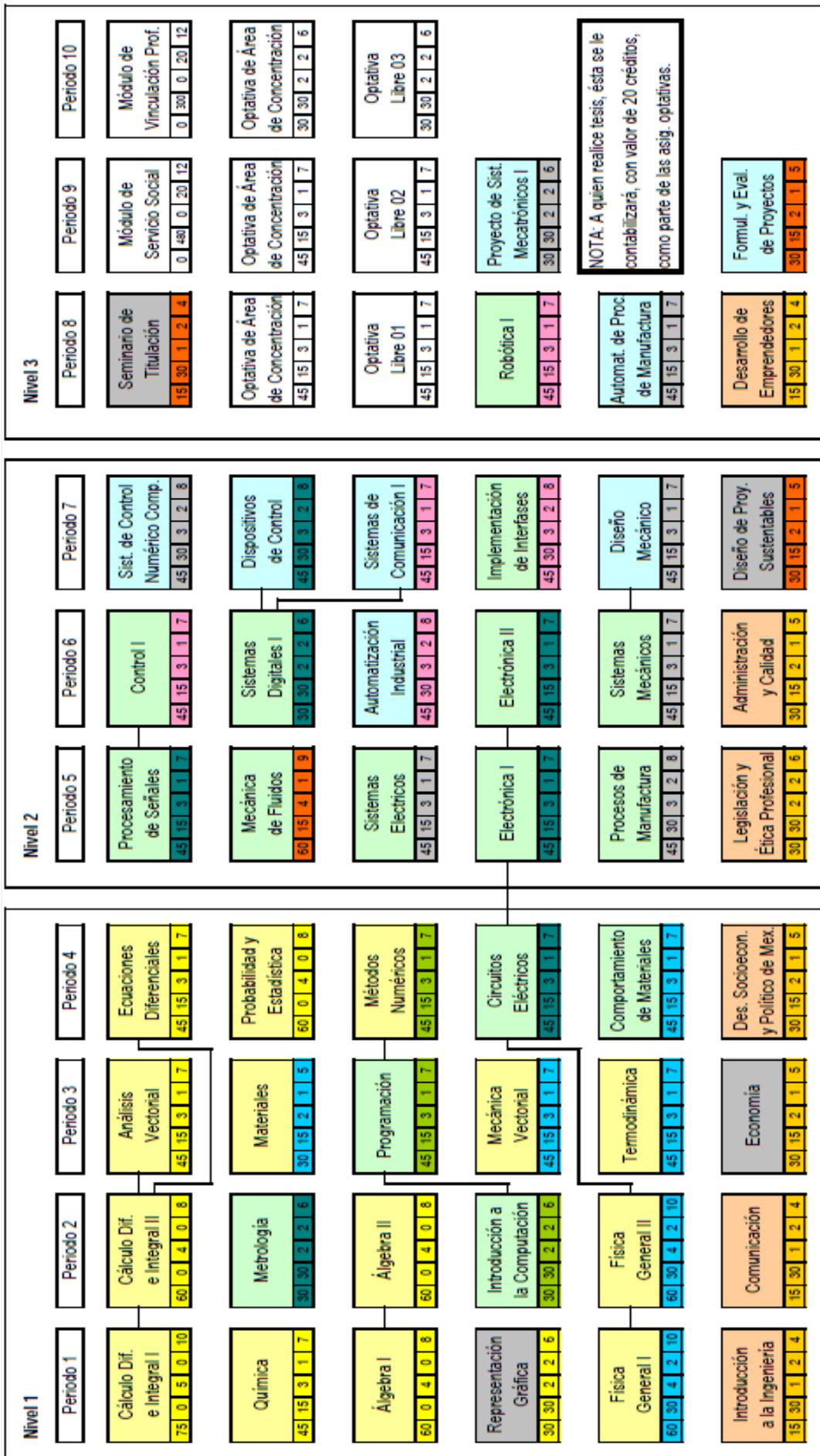
*Ciencias de la Ingeniería.* Ofrecen los principios de las Matemáticas Aplicadas, la Computación, los Materiales, los Sistemas y los Circuitos Eléctricos y Electrónicos, con la profundidad que permite su identificación y aplicación en la solución creativa de problemas básicos de ingeniería. Se incluyen 16 asignaturas obligatorias con 1,005 horas, con las cuales se cubre el mínimo de horas totales recomendadas (900) para esta área. Estas asignaturas sirven de enlace entre las Ciencias Básicas y la Ingeniería Aplicada.

*Ingeniería Aplicada.* Proporcionan la tecnología y las habilidades para la utilización de procesos de ingeniería, de tal manera que el ingeniero en mecatrónica pueda tener un desarrollo profesional en una amplia variedad de campos y así contribuir a la solución de problemas científicos y tecnológicos reales y coadyuvar en el desarrollo regional y nacional. Ofrecen la oportunidad de concentrarse por lo menos en un área, de acuerdo a los intereses personales del estudiante. A esta categoría corresponden 8 asignaturas obligatorias con un total de 510 horas que cubren el mínimo de horas totales recomendadas (400) para esta área.

La gran mayoría de las asignaturas optativas son de esta área curricular. Dentro de esta área se incluye 5 asignaturas de temas selectos que promueven la actualización permanente del currículo, ya que sus contenidos pueden variar de acuerdo con la dinámica del desarrollo científico y tecnológico. La relación de horas teórico-prácticas asignada a los temas selectos podrá cambiar de acuerdo con la materia a tratar, pero deberá mantenerse el número de créditos que se le asignan en el mapa curricular.

*Ciencias Sociales y Humanidades.* Proporcionan la capacidad para relacionar los diversos factores sociales, humanos, ambientales y económicos en el proceso de toma de decisiones. Se incluyen 6 asignaturas obligatorias con 285 horas, prácticamente igual al mínimo de horas totales recomendadas (300) para esta área. También, se propone varias asignaturas optativas en esta área curricular.

*Otros cursos.* Complementan la formación del ingeniero con otros conocimientos que no corresponden a los tipos antes mencionados. Se incluyen 4 asignaturas con 195 horas, que prácticamente cubren el mínimo de horas totales recomendadas (200) para esta área. También, se propone varias asignaturas optativas en esta área curricular.



Minimo total de créditos: 390

|     |     |    |   |    |
|-----|-----|----|---|----|
| 210 | 120 | 14 | 8 | 36 |
| 150 | 75  | 10 | 5 | 37 |
| 330 | 225 | 15 |   |    |

|     |     |    |    |    |
|-----|-----|----|----|----|
| 270 | 120 | 18 | 8  | 44 |
| 235 | 135 | 17 | 9  | 43 |
| 390 | 360 | 24 | 40 |    |

|     |     |    |    |    |
|-----|-----|----|----|----|
| 285 | 105 | 19 | 7  | 45 |
| 270 | 75  | 18 | 5  | 41 |
| 390 | 345 | 23 | 38 |    |

Horas teóricas, prácticas y créditos, de las asignaturas obligatorias, según el CACEI

| Áreas Curriculares (CACEI): | HT  | HP  | C   | Ingeniería Aplicada       | 330 | 180 | 56 |
|-----------------------------|-----|-----|-----|---------------------------|-----|-----|----|
| C. Básicas y Matemáticas    | 735 | 165 | 109 | C. Sociales y Humanidades | 135 | 150 | 28 |
| Ciencias de la Ingeniería   | 690 | 315 | 113 | Otros Cursos              | 105 | 90  | 20 |

Nombre de la Asignatura

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| a | b | c | d | e |
|---|---|---|---|---|

a = Horas teóricas por semestre    d = Horas prácticas por semana  
 b = Horas prácticas por semestre    e = Numero de créditos  
 c = Horas teóricas por semana

Horas teóricas por periodo

|     |     |   |   |    |
|-----|-----|---|---|----|
| 60  | 60  | 4 | 4 | 24 |
| 120 | 120 | 8 |   |    |

m = Horas prácticas por periodo    z = Créditos por periodo  
 n = Horas totales por periodo    l = m + r + s  
 r = Horas teóricas por semana    t = Horas totales por semana  
 s = Horas prácticas por sem.

#### iv. Procedimiento y criterios para la actualización del plan

La actualización del plan de estudios y de los contenidos de las asignaturas es sistemática y ha sido realizada en los años 2006 y 2007, ya que con base en los resultados del sistema de evaluación, se hacen las modificaciones necesarias al diseño y/o aplicación del plan de estudios, con el objeto de adecuarlo mediante cambios aislados o de actualizarlo si los cambios son integrales.

El Cuerpo Académico de Mecatrónica realiza análisis periódicos y revisiones semestrales de los contenidos de las asignaturas así como de las aéreas de concentración para adecuarlas a las necesidades del entorno y realizar modificaciones si son requeridas.

La operación del sistema de evaluación es coordinada técnicamente por el Departamento de Desarrollo Curricular de la Secretaría Académica, el cual funge como responsable del proceso, además de contar con la colaboración de las Coordinaciones de los Cuerpos Académicos de la Facultad, en la aplicación de los métodos e instrumentos de evaluación.

Como política importante del sistema de evaluación, se establece lo siguiente: es de suma importancia la participación de los directamente involucrados en la aplicación del currículo, como son los profesores y los alumnos, de tal manera que se sientan sujetos y no objetos de la evaluación, y como consecuencia de esto, se pueda realizar ésta con mayor cooperación e incorporar un mayor número de puntos de vista. El Jefe del Departamento de Desarrollo Curricular y los Coordinadores de los Cuerpos Académicos de la Facultad, presentan los resultados de las evaluaciones al Secretario Académico y al Director de la Facultad, para que éstos, en sus calidades de Secretario y Presidente del Consejo Académico de la Facultad, respectivamente, hagan la consulta correspondiente a este organismo para que, con base en los resultados de la evaluación, se tome la decisión de continuar sin cambios la aplicación del currículo o se inicien los estudios necesarios para hacer las modificaciones pertinentes con el objeto de mejorar su funcionamiento. Para evaluar la adecuación del diseño de los componentes del currículo, la Secretaría Académica integra comités de evaluación, con no menos de tres participantes cada uno, que son seleccionados de acuerdo al componente curricular a evaluar de entre los siguientes grupos:

- Profesores.
- Alumnos.
- Autoridades educativas.
- Expertos.

Para la evaluación de la operación del currículo y el nivel de logro alcanzado se utilizan los indicadores siguientes:

- Rendimiento de los alumnos e índices de deserción.
- Opiniones de alumnos y de profesores.
- Opiniones de expertos en desarrollo curricular y en el área objeto de estudio.
- Opiniones de egresados y de los usuarios de los servicios.

Durante la actualización de contenidos se tienen en cuenta los resultados de la docencia, la investigación, de la vinculación, de la difusión y extensión, ya que se consideran el rendimiento de los alumnos, las opiniones de alumnos, profesores, expertos en desarrollo curricular y en el área de estudio, egresados y usuarios de los servicios.

## **d) Análisis de los procesos educativos**

### **i. Formación integral del estudiante**

Con el afán de proporcionar una formación integral, la Facultad de Ingeniería oferta diferentes “Talleres de formación integral” a la comunidad, dedicando a la semana dos horas dentro del horario de clases para dicha actividad. Algunos de los talleres que se ofrecen son: Maya, yoga-ballet, ajedrez, tai chi, guitarra clásica, salsa, aprendiendo sobre mi sexualidad, simulación en 3D-Studio entre otros.

Existe un programa institucional en la Universidad correspondiente al área de la tutoría, para que cada una de las facultades lleve a cabo este plan, existen comités dentro de las facultades.

El objetivo general de las tutorías es contribuir al desarrollo académico e integral del estudiante mediante la consideración de sus aptitudes para el aprendizaje, necesidades personales y expectativas, a fin de facilitar su plena realización profesional y humana.

Objetivos específicos:

- Favorecer el proceso de integración del estudiante a la vida universitaria.
- Ayudar al estudiante en la identificación temprana de las dificultades que se le presentan durante su estancia en la escuela, para explorar con él las posibles soluciones.
- Apoyar al estudiante en la autoidentificación de sus estrategias de aprendizaje y guiarlo en la selección adecuada de las mismas.
- Promover en el estudiante el desarrollo de competencias enfocadas a la superación académica y profesional.
- Contribuir al abatimiento de los índices de rezago, reprobación y deserción.
- Mejorar el índice de eficiencia terminal.

A través del comité de tutoría de la Facultad de Ingeniería, se formuló y ejecutó una encuesta el semestre agosto-diciembre 2008. El análisis arrojó que existe interés en la mayoría de la población estudiantil con este programa, que les gustaría que hubiese profesores asignados exclusivamente a dicha tarea para que cuenten con su apoyo directamente, y se detectó la debilidad de un grupo de alumnos, que lo ven tan solo como un trámite necesario para el proceso de inscripción.

### **ii. Innovación educativa implementada en el PE**

Dentro de la Facultad de Ingeniería existe un comité de Innovación Educativa, conformado por profesores que cuentan con amplia experiencia académica y con posgrados en el área de investigación docente.

Dicho comité elaboró un instrumento de evaluación para el personal académico, en el cual los alumnos pueden evaluar el desempeño académico de cada uno de los profesores que les imparten asignaturas al final de cada semestre.

Este proceso de evaluación docente, se lleva a cabo a través de una plataforma de cómputo llamada Sistema de Desempeño Docente. Para que una acceda al sistema de evaluación docente, se puede realizar con el siguiente procedimiento:

1. Ingrese a la página de la Facultad de ingeniería: <http://www.ingenieria.uady>
2. Buscar en la parte inferior de la página principal de este sitio la sección de sitios de interés y dar click sobre el siguiente link: Sistema de Evaluación Docente

3. A continuación se despliega una página donde será necesario ingresar un Login y Password asignado por las autoridades del departamento de cómputo.

El instrumento de evaluación consta de cuarenta y seis reactivos, a cada uno de estos es posible asignarle una calificación que va de uno a cinco puntos, y está dividida para que mida los siguientes rubros:

- a) Planificador
- b) Organizador
- c) Facilitador
- d) Comunicador-expositor
- e) Dominio de la asignatura
- f) Motivador
- g) Actitud
- h) Evaluador-Calificador
- i) Seleccionador y/o utilizador de material
- j) Responsable
- k) El estudiante evalúa su desempeño como alumno
- l) Además cuenta con una sección de preguntas abiertas, donde es posible emitir opiniones que al parecer del estudiante, podrían ayudar a mejorar las clases, así como la valoración del grado de dificultad del curso y una calificación del desempeño docente en general.

El profesor puede consultar los resultados de su evaluación docente de manera oportuna y confidencial ya que cada docente cuenta con un número de cuenta. Al final de cada semestre, puede consultar su evaluación para cada una de las asignaturas que impartió, después de que haya entregado a control escolar las calificaciones de todos los alumnos sin excepción, esto para evitar cualquier tipo de conflicto e interés del personal docente. Además de que el profesor puede conocer su evaluación, el comité de Innovación Docente junto con el secretario académico emprenden las acciones pertinentes para cada caso.

Los estudiantes deben de evaluar a todos los profesores que les hayan impartido asignaturas durante el semestre sin excepción, para que puedan tener derecho a inscribirse al siguiente semestre.

### iii. Impulso a la educación ambiental para el desarrollo sostenible

La educación ambiental es muy importante ya que busca despertar en los estudiantes una conciencia que le permita identificarse con la problemática ambiental tanto a nivel nacional e internacional, como a nivel local.

A través de diferentes vertientes se está impulsando a la educación ambiental para el desarrollo sostenible, a continuación se mencionan algunas de las acciones realizadas:

- Dentro del mapa curricular de la Lic. en Ing. Mecatrónica la asignatura “Diseño de Proyectos Sustentables” tiene como objetivo principal: Diseñar proyectos de ingeniería considerando el impacto que tienen sobre el ambiente y cómo éste puede ser reducido, considerando todas las etapas que conforman el ciclo de vida de los mismos. Buscando concientizar a los futuros ingenieros, sobre el impacto del que hacer de esta disciplina hacia el medio ambiente.
- El 27 de septiembre de 2011 se presentó el “Programa Institucional prioritario de Gestión del Medio Ambiente”, el cual quiere promover una Gestión Ambiental Responsable mediante la prevención, reducción y eliminación del impacto ambiental que pueda derivarse de las actividades de la comunidad universitaria.

- Para motivar a la comunidad del Campus de Ciencias Exactas e Ingeniería en este ámbito, a través del Instituto Confucio de la Universidad Autónoma de Yucatán, se realizó el pasado 30 de septiembre de 2011, el primer “Diálogo México-China”. Éste consistió en una serie de ponencias, discusiones y reflexiones sobre el tema de desarrollo sustentable en China y México.

### e) Análisis de los recursos humanos

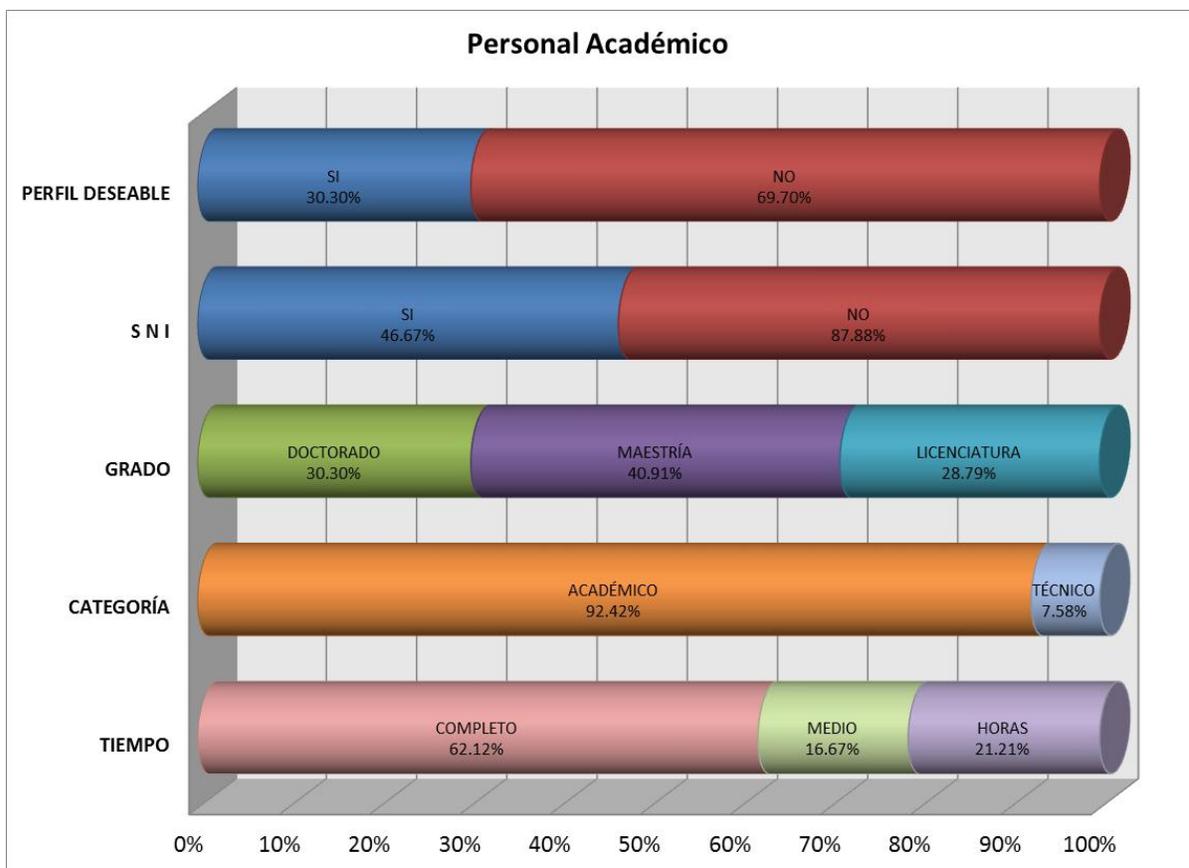
#### i. Planta académica y CA que sustentan al PE

Entre profesores que forman el C.A. de mecánica y profesores que apoyan de manera directa el plan de estudios impartiendo una o varias asignaturas forman un total de 66 profesores. De estos el porcentaje de profesores que tienen doctorado es del 30.3% y con maestría el 40.91%.

El 61.61% de los profesores son de tiempo completo, el 18.18% de medio tiempo y el resto por asignatura.

Se cuenta con 8 académicos con SNI.

En la Gráfica 6 se presenta toda la información referente a la planta académica.



Gráfica 6 Información referente al personal académico

Para cumplir de manera idónea con el proceso de enseñanza aprendizaje, en su mayoría los docentes han tomado talleres y/o diplomados de herramientas didácticas para adquirir conocimientos y habilidades que les puedan servir para la formación académica de los alumnos.

## Cuerpo Académico de Mecatrónica

Cabe mencionar que todos los miembros del C.A. de Mecatrónica cuentan con posgrados apropiados para satisfacer los objetivos de la licenciatura impartida. El personal académico contratado cuenta con amplia experiencia docente, además algunos profesores son miembros de asociaciones nacionales correspondientes al área y cuentan con perfil deseable PROMEP.

Actualmente 16 profesores forman parte del C.A, profesores que únicamente imparten asignaturas en la Lic. en Ing. Mecatrónica. De lo anterior se obtiene el siguiente análisis:

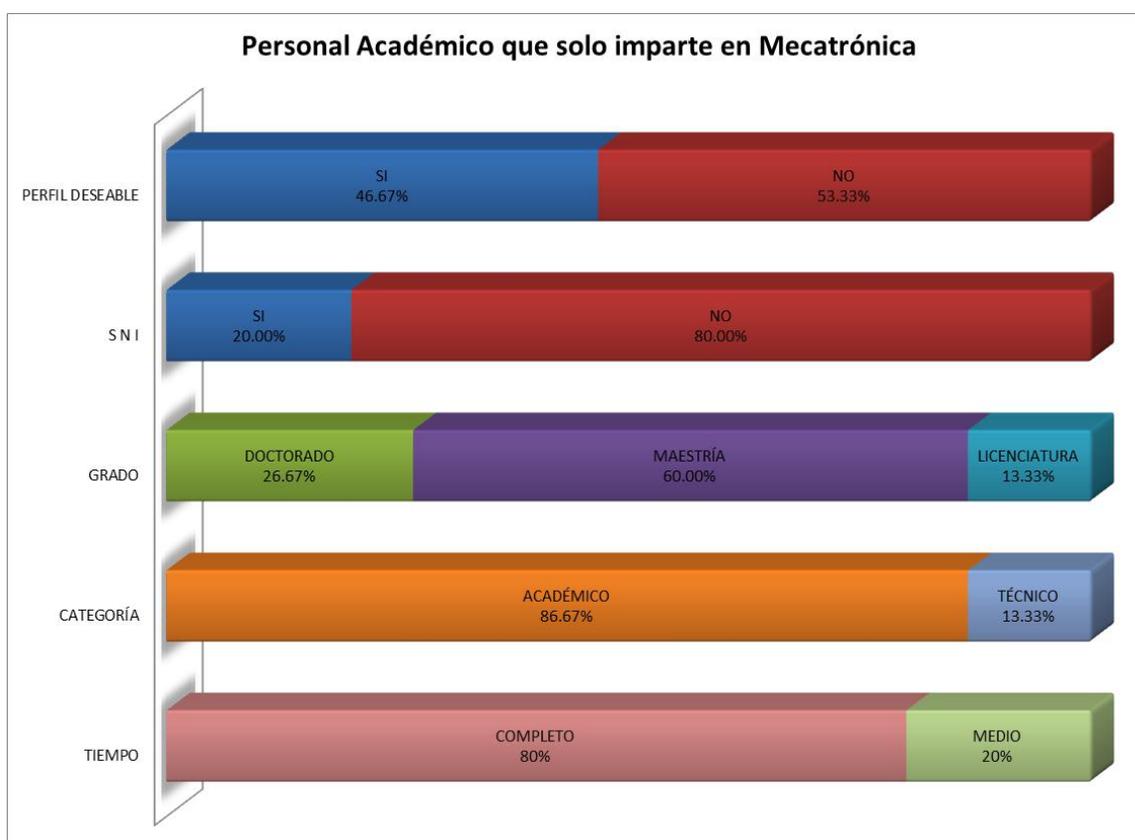
El porcentaje de profesores que tienen doctorado es del 31.25% y con maestría el 62.5%.

Se cuenta con 3 académicos con SNI.

7 profesores cuentan con perfil deseable PROMEP

El 62.5% de los profesores son de tiempo completo, el 37.5% de medio tiempo.

En la Gráfica 7 se presenta toda la información referente a la planta académica.



Gráfica 7 Información referente al cuerpo académico de Mecatrónica

### ii. Personal de apoyo (administrativos y manuales)

El departamento de Ingeniería Mecatrónica no cuenta con personal de apoyo, administrativo o manual, que labore de manera exclusiva para el departamento. Sin embargo, muchos de los trabajadores de la Facultad de Ingeniería prestan sus servicios en beneficio de los académicos y alumnos de las diferentes licenciaturas, incluyendo Ingeniería Mecatrónica.

En la Facultad de Ingeniería trabaja un total de sesenta y cuatro trabajadores entre administrativos y manuales, de los cuales treinta y tres colaboran de manera directa con la carrera de Ingeniería

Mecatrónica. La relación de estos trabajadores y los departamentos donde laboran se describe en la Tabla 3.

| <b>Departamento</b>   | <b>Administrativos</b> | <b>Manuales</b> | <b>Total</b> |
|---|------------------------|-----------------|--------------|
| Área de Cubículos de Ingeniería Mecatrónica e Ingeniería Física | 1                      | 1               | 2            |
| Dirección   | 2                      | 1               | 3            |
| Secretaría Académica  | 2                      | --              | 2            |
| Secretaría Administrativa                                       | 3                      | --              | 3            |
| Control Escolar   | 4                      | --              | 4            |
| Contabilidad  | 7                      | --              | 7            |
| Cómputo   | 4                      | --              | 4            |
| Servicios Gráficos  | --                     | 3               | 3            |
| Biblioteca  | 1                      | --              | 1            |
| Mantenimiento   | 1                      | 3               | 4            |
|   |                        |                 | 33           |

Tabla 3 Personal de apoyo del departamento de ingeniería en Mecatrónica

#### **f) Análisis de la vinculación del PE con el entorno**

- i. Programas de extensión universitaria que promueven la formación integral del estudiante

Los alumnos pueden participar en eventos académicos como lo son las ferias científicas y la semana de la Ingeniería, realizadas por la Facultad, donde puede asistir a conferencias de prestigiados investigadores, apreciar experimentos de principios de la Física para entender los conceptos teóricos con modelos didácticos, e incluso participar en concurso de carteles donde puede reportar sus avances y/o resultados de su tema de tesis o de su interés, fomentando de esta manera el gusto por la investigación.

Los académicos fomentan la extensión universitaria, trabajando de manera colegiada con miembros de otras instituciones de educación superior, realizando actividades de colaboración en investigación, involucrándose en proyectos solicitados por la iniciativa privada dando soluciones a problemas del sector industrial, e involucrándose al dar seguimiento a los alumnos durante la realización del servicio social y/o prácticas profesionales.

La UADY cuenta con un programa institucional anual llamado "PROGRAMA DE IMPULSO Y ORIENTACIÓN A LA INVESTIGACION (PRIORI)", cuyo objetivo primordial consiste en fortalecer el interés de los estudiantes de licenciatura por la actividad científica en cualquier área de la ciencia y fomentar la realización de estudios de posgrado, contribuyendo así en la formación de profesionistas capacitados para colaborar en el desarrollo regional y nacional. Tiene una duración de dos meses y se lleva a cabo durante verano, realizando una estancia en el lugar de trabajo de un profesor investigador y en proyectos de investigación. Esta convocatoria se dirige a todos los estudiantes que se encuentren inscritos en algún programa de licenciatura de la Universidad Autónoma de Yucatán, que no adeuden materias, que cursen al menos el quinto semestre o su equivalente y tengan un promedio general de 80 o más.

#### **Movilidad estudiantil**

Se posibilita a todos los estudiantes cursar y acreditar hasta 78 créditos (20%) del plan de estudios en otra dependencia de esta Universidad Autónoma de Yucatán (movilidad interna).

Adicionalmente, los estudiantes regulares podrán cursar y acreditar hasta 78 créditos (20%) del plan de estudios en otra institución nacional o extranjera de calidad (movilidad externa), a juicio de un Comité de Movilidad Académica, integrado por personal docente de la propia Facultad.

Para participar en un programa de movilidad académica, los estudiantes serán convocados o deberán solicitarlo a la Dirección de la Facultad, quien emitirá su fallo previo dictamen del Comité de Movilidad Académica. Cualquier estudio realizado o crédito cubierto en una institución o dependencia fuera de esta Facultad podrá ser acreditado dentro de este plan de estudios a través de un procedimiento de “reconocimiento de equivalencia”, el cual será realizado bajo la responsabilidad de la Secretaría Académica, quien a su vez se apoyará en la opinión del Comité de Movilidad Académica

ii. Cooperación académica nacional e internacionalización del PE

Principalmente se observa una cooperación académica nacional:

- Con la participación de proyectos de investigación con otros cuerpos académicos
- Por medio de la realización de estancias cortas en centros de investigación a nivel nacional por parte de algunos integrantes del C.A.
- En la codirección de tesis.

A continuación se describe brevemente cada una de las cooperaciones académicas antes mencionadas:

1. Proyectos de Redes Temáticas de Colaboración

Actualmente se está desarrollando una colaboración en una red que cuenta con financiamiento PROMEP entre los cuerpos académicos: de Modelado y Simulación Computacional de Sistemas Físicos de la Facultad de Matemáticas de la UADY, de Electrónica de Potencia y Control de la UASLP y de Mecatrónica de la Facultad de Ingeniería de la UADY. El proyecto se denomina “Red de investigación conjunta para solución de problemas en adquisición, procesamiento de señales y control automático de dispositivos de sensado remoto.

2. Existen estancias cortas de investigación realizadas por algunos miembros del C.A., cuidando que no se vean afectadas las actividades docentes, las cuales se describen brevemente en la Tabla 4.

|                             | Centro de Investigación / Universidad | Líneas de investigación fomentadas                                     |
|-----------------------------|---------------------------------------|--|
| <b>Estancias realizadas</b> | Cinvestav Unidad Guadalajara          | Control con técnicas neurodifusas                                      |
|                             | Cinvestav Unidad Ciudad de México     | Diseño de robots de cadena cinemática cerrada                          |
|                             | Cinvestav Unidad Ciudad de México     | Diseño de transmisiones mecánicas                                      |
| <b>Visitantes</b>           | Universidad de Quintana Roo           | Sistemas digitales   |
|                             | Universidad de Guadalajara, CUCEI     | Control geométrico no lineal para diseñar cadenas cinemáticas cerradas |
|                             | Cinvestav Unidad Ciudad de México     | Síntesis óptima de mecanismos esféricos                                |

Tabla 4 Estancias de investigación de los miembros del CA de Ingeniería en Mecatrónica

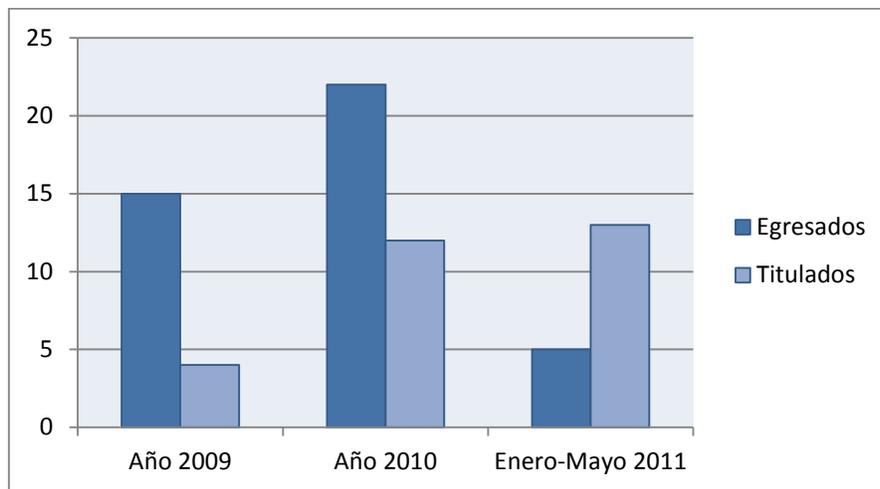
4. Los alumnos que optan por escribir una tesis como opción a titulación pueden participar en proyectos de académicos de la Facultad y con investigadores externos de algún centro regional de investigaciones, siempre con la supervisión de un asesor interno. Sirviendo todo lo anterior como un vínculo de colaboración en el ámbito de la investigación académica.

**g) Análisis del resultado educativo del PE**

**i. Egreso y titulación del PE**

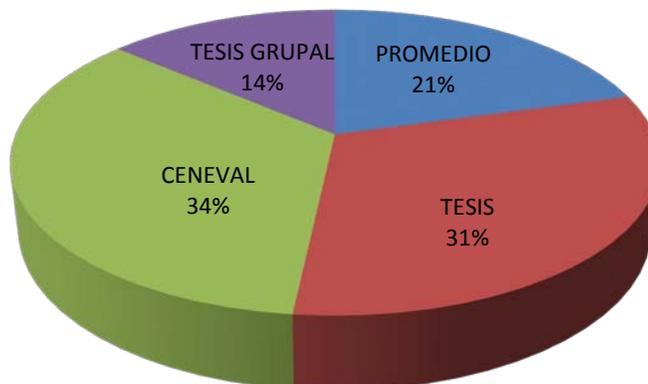
Considerando como egresados a todo aquel estudiante que cubre con el total de créditos del plan de estudios de la Licenciatura y como titulados a las personas que ya presentaron el examen profesional, se hizo un análisis cuantitativo de los últimos años.

Se realizó un análisis cuantitativo correspondiente a los años 2009, 2010 y el primer semestre del 2011 (enero- mayo), los resultados obtenidos se encuentran representados en la Gráfica 8.



**Gráfica 8 Egreso y Titulación 2009 a 2011**

A continuación, en la Gráfica 9 se presenta el porcentaje correspondiente a cada modo de titulación. La opción a titulación más solicitada es el examen CENEVAL y la tesis.



**Gráfica 9 Modos de titulación**

ii. Resultados obtenidos por los egresados en el EGEL

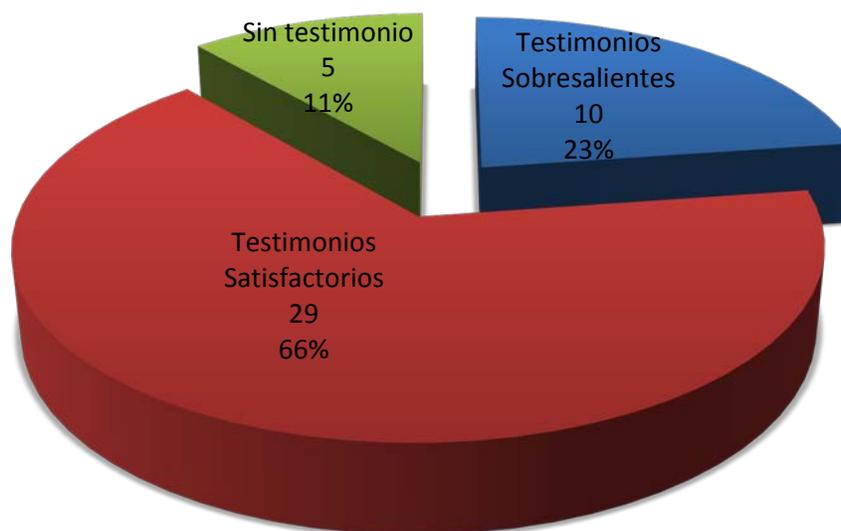
Los resultados que se presentarán en la Gráfica 10 corresponden en su mayoría al año 2009 fecha en la que se presentó el examen piloto de la disciplina de Ingeniería en Mecatrónica así como también contiene los resultados del año 2010 y los resultados del primer semestre del 2011.

Los criterios para determinar los niveles de desempeño por área:

- Aún no satisfactorio (ANS) 700-999
- Satisfactorio (DS) 1000-1149
- Sobresaliente (DSS) 1150-1300

Los criterios para el otorgamiento del testimonio de desempeño en el examen:

- Testimonio de desempeño satisfactorio
  - Al menos 2 áreas con DS o DSS
- Testimonio de desempeño sobresaliente
  - De las 4 áreas, al menos 1 con DSS y las restantes con DS



Gráfica 10 Resultados del examen EGEL 2009-2011

iii. Resultados de los estudios de seguimiento de egresados y de opinión de empleadores

Hasta este momento únicamente se tienen los resultados de la primera cohorte, la generación 2009 ya que en el mes de agosto de 2011 se cumplieron dos años de haber egresado la primera generación de la Licenciatura en Ing. en Mecatrónica. Estos dos años son un requisito indispensable para poder llevar a cabo dichos estudios, con el fin de obtener una retroalimentación coherente.

En la generación 2009 hubieron 12 egresados, de los cuáles únicamente contestaron el cuestionario 11, representando el 92%.

Algunos de los resultados obtenidos son los siguientes:

Tiempo en concluir la carrera

| Ingeniería en Mecatrónica |           |
|---------------------------|-----------|
| 10 semestres              | 9         |
| Más de 10 semestres       | 1         |
| Menos de 10 semestres     | 1         |
| <b>Total general</b>      | <b>11</b> |

Titulados

| Ingeniería en Mecatrónica |           |
|---------------------------|-----------|
| No                        | 1         |
| Sí                        | 10        |
| <b>Total general</b>      | <b>11</b> |

Tiempo en titularse

| Ingeniería en Mecatrónica |           |
|---------------------------|-----------|
| Entre 1 y 2 años          | 1         |
| Más de 2 años             | 1         |
| Menos de 1 año            | 8         |
| <b>Total general</b>      | <b>10</b> |

Opción de titulación que utilizó

| Ingeniería en Mecatrónica           |           |
|-------------------------------------|-----------|
| Curso de opción a titulación        | 0         |
| Examen de egreso de la licenciatura | 5         |
| Monografía                          | 0         |
| Promedio general                    | 2         |
| Tesis                               | 3         |
| <b>Total general</b>                | <b>10</b> |

Tiempo en conseguir trabajo al egresar

| Ingeniería en Mecatrónica   |           |
|-----------------------------|-----------|
| Al egresar ya tenía trabajo | 5         |
| Aún no trabajo              | 1         |
| Entre 6 meses y 9 meses     | 1         |
| Más de 1 año                | 1         |
| Menos de 6 meses            | 3         |
| <b>Total general</b>        | <b>11</b> |

Laborando en Yucatán

| Ingeniería en Mecatrónica |           |
|---------------------------|-----------|
| No                        | 3         |
| Sí                        | 7         |
| <b>Total general</b>      | <b>10</b> |

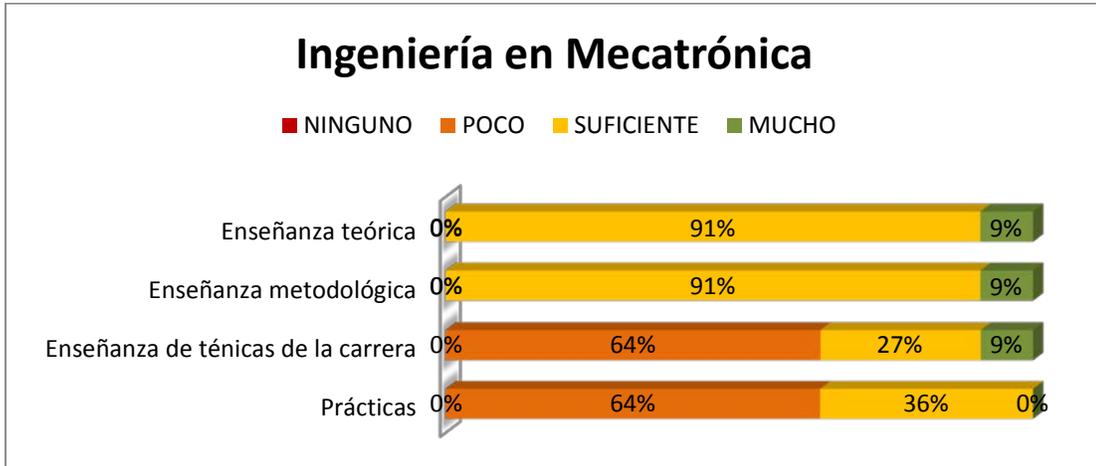
Tipo de Organismo donde trabaja

| Ingeniería en Mecatrónica                   |           |
|---|-----------|
| En empresas propias                         | 1         |
| En empresas u organismos del sector privado | 8         |
| En organismos o instituciones públicas      | 1         |
| <b>Total general</b>                        | <b>10</b> |

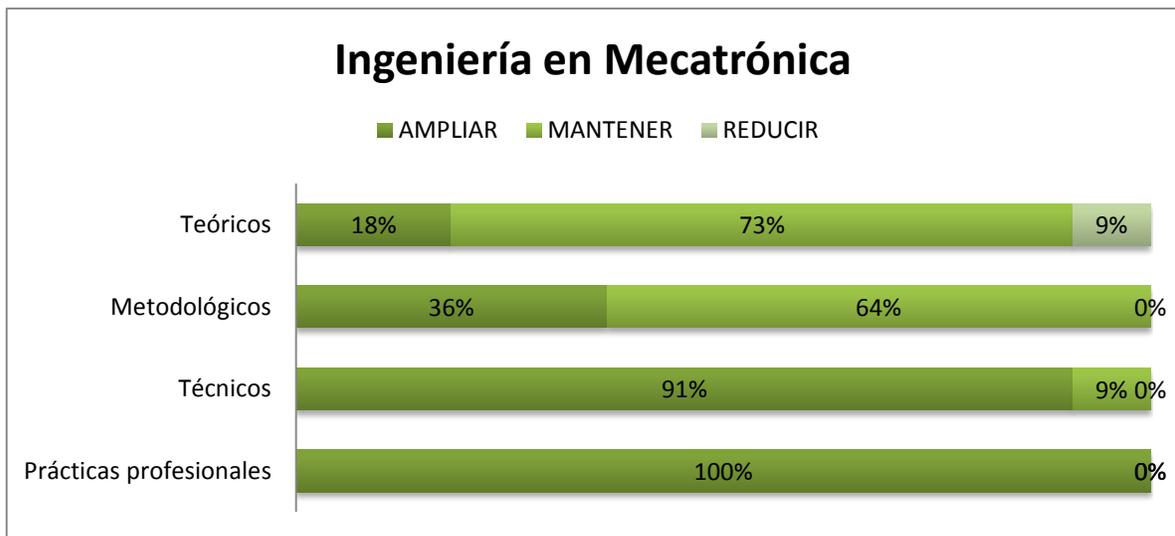
Ingreso mensual del trabajo actual principal

| Ingeniería en Mecatrónica |           |
|---------------------------|-----------|
| Entre \$1,600 y \$3,000   | 0         |
| Entre \$10,001 y \$15,000 | 2         |
| Entre \$15,001 y \$20,000 | 2         |
| Entre \$3,001 y \$5,000   | 1         |
| Entre \$5,001 y \$8,000   | 3         |
| Entre \$8,001 y \$10,000  | 1         |
| Más de \$20,000           | 1         |
| <b>Total general</b>      | <b>10</b> |

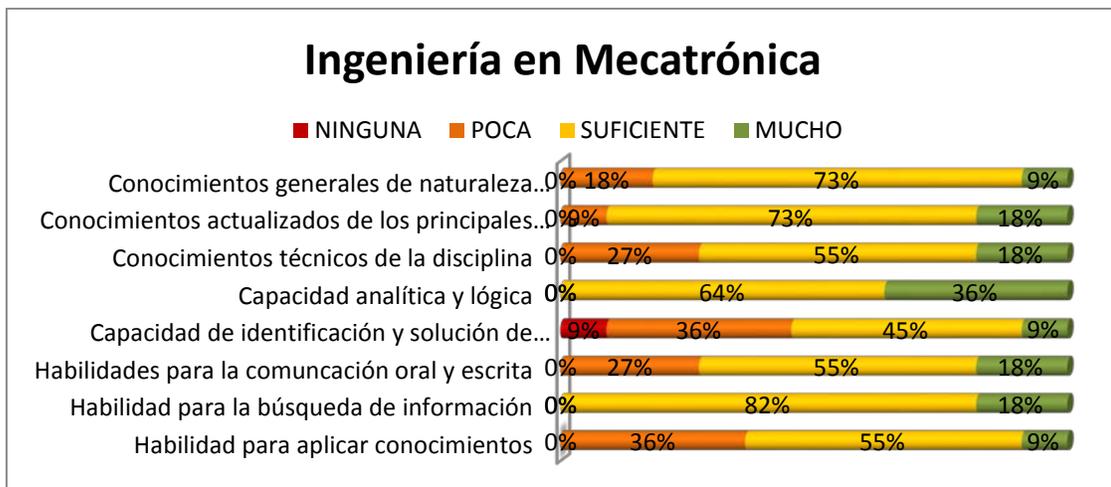
Grado de énfasis otorgado a los diferentes contenidos en el plan de estudios de la licenciatura



Modificaciones sugeridas en los contenidos del Plan de Estudios



Cantidad en el que el plan de estudios que cursó le proporcionó a los egresados los conocimientos y habilidades que se enlistan



## **h) Análisis de la infraestructura física con la que cuenta el PE**

### **Aulas**

El equipamiento de las aulas se ajusta en cantidad y calidad a las necesidades del programa ya que se cuenta con suficiente mobiliario y herramientas para impartir clases. En las aulas se pueden ver la pizarra, pantalla de proyección y en algunos casos cañón para proyección.

El número de espacios para las funciones del personal académico es adecuado, ya que los cubículos son individuales para los profesores de tiempo completo y compartidos para los profesores de medio tiempo; a cada profesor se la asigna un lugar de trabajo, el cual cuenta con mobiliario y conexión a internet.

### **Laboratorios**

Se cuenta con siete laboratorios especializados, un horario de atención congruente con las funciones académicas y que proporciona apoyo a las asignaturas del programa, tres técnicos académicos que se encargan de mantener el equipo y apoyar las actividades docentes.

Los laboratorios son los siguientes y están disponibles en horario de 7:00 AM a 9:00 PM de lunes a viernes.

El laboratorio de Circuitos Eléctricos cuenta con 24 mesas de trabajo con equipo básico de medición que le dan servicio a 2 estudiantes por mesa, el laboratorio de Instrumentación y Control cuenta con 24 mesas de trabajo con equipo digital de medición que le dan servicio a 2 estudiantes por mesa, el laboratorio de Simulación cuenta con 24 computadoras, el laboratorio de Automatización Industrial cuenta con robots y equipo de automatización que le dan servicio a 20 estudiantes, el laboratorio de Procesos de manufactura cuenta con máquinas herramientas y equipos de soldadura que le dan servicio a 20 estudiantes, el laboratorio de Control cuenta con equipo didáctico de máquinas eléctricas que le dan servicio a 24 estudiantes y el laboratorio de Comunicaciones y Sistemas Digitales cuenta con módulos de desarrollo y equipos de telecomunicaciones que le dan servicio a 24 estudiantes.

Las características de los laboratorios, talleres y espacios experimentales en cuanto a iluminación son lámparas fluorescentes de luz blanca además se tienen ventanas distribuidas a lo largo de los laboratorios que permiten una adecuada ventilación e iluminación; se cuenta con equipos de aire acondicionado para una temperatura confortable, el aislamiento acústico permite impartir una clase sin ruidos externos. Además los laboratorios cuentan con pizarrón y proyector.

Se cuenta con una sala de tesis con una capacidad de 10 alumnos y dos laboratorios de proyectos con capacidad para 10 y 15 alumnos respectivamente y con el equipamiento y mobiliario adecuados para desempeñar tareas de investigación; además se dispone de una sala de juntas destinada para reuniones de profesores.

### **Biblioteca**

La Biblioteca del Campus de Ingeniería y Ciencias Exactas forma parte del Sistema Bibliotecario de la UADY, cuenta con una colección documental de 27,404 volúmenes de los que 13,840 son títulos de libros en 23,036 volúmenes. Se reciben regularmente 115 títulos de revistas especializadas por suscripción. Además, se tiene acceso a 18,000 títulos de revistas de todas las áreas del conocimiento en formato electrónico de las que 10,000 son de carácter especializado y 6,000 son arbitradas. También, se cuenta con 65 bases de datos en línea de las que 54 son de carácter especializado y 11 de carácter multidisciplinario y otros recursos electrónicos a los que se puede acceder por medio de las computadoras instaladas en el recinto.

Se tiene una relación libro-alumno en títulos 9.6 y en volúmenes 16. En cuanto a las salas de lectura, la biblioteca de la FIUADY posee 158 asientos y tiene como usuarios potenciales 1435 alumnos en licenciatura y 92 de posgrado.

### **Cómputo**

El número de computadoras por estudiante es adecuado, ya que en función de las computadoras de uso general dentro de la Facultad es de 12 estudiantes por computadora, mientras que en función de las computadoras de uso del programa de la licenciatura en Mecatrónica 2.5 estudiantes por computadora.

El software que se encuentran instalados en las equipos de las aulas es suficiente y son programas de uso general como Microsoft Office y especializados como Matlab, Labview, Multisim, SolidWorks y Autocad.

Se cuenta con la cantidad de licencias de software de acuerdo a las necesidades del programa, ya que todos los equipos mencionados en párrafos anteriores cuentan con sus licencias de fábrica para software de uso común, además se cuenta con un planeación de equipamiento por área especializada basada en los recursos obtenidos del Programa Integral para el Fortalecimiento Institucional (PIFI).

El número de redes de información y bases de datos es adecuado, ya se cuenta con redes alámbricas e inalámbricas distribuidas a lo largo de toda la Facultad. Además se tienen bases de datos como la plataforma educativa SEL para el apoyo a actividades docentes.

- i) Análisis de la atención a las recomendaciones de los CIEES y los organismos reconocidos por el COPAES al PE

El 11 de agosto 2011, se acredita el Programa de Ingeniería en Mecatrónica de la Facultad de Ingeniería de la UADY, por el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI) por un período de cinco años. Éste es reconocido por el Consejo para la Acreditación de la educación Superior (COPAES). Durante dicho período se deberán atender las siguientes recomendaciones.

#### *Recomendaciones relativas a requisitos mínimos*

Plan de desarrollo: El Programa Educativo debe elaborar su propio plan de desarrollo en concordancia con los correspondientes a la Unidad Académica y a la Institución.

Características de los laboratorios: Colocar en los laboratorios señalamientos de seguridad, reglamentos y horarios de servicio; en un lugar visible para todos, así como contar con bitácoras y un programa de mantenimiento preventivo y correctivo, para cada uno de estos.

Programa Educativo: El Programa Educativo debe definir una segunda línea de investigación y/o desarrollo tecnológico que sea pertinente y coherente a este.

Vinculación: Diseñar y poner en operación mecanismos que lleven al programa a incrementar en forma importante su vinculación con los sectores social, productivo y de servicios, así como establecer vínculos formales con el medio familiar del alumno.

#### *Recomendaciones relativas a requisitos complementarios*

Participación externa: Se debe instrumentar y formalizar estrategias que logren una participación amplia y eficaz del sector social, productivo y de servicios, en la planeación del Programa.

Actualización: Estructurar las actividades de este rubro dentro de un plan elaborado por el programa, de tal manera que su implementación sea lo más eficiente posible y que se haga con base en un diagnóstico de necesidades del profesorado.

## 4) Visión 2020

En el año 2020 la Licenciatura en Ingeniería en Mecatrónica es una carrera reconocida regional, nacional e internacionalmente por la formación profesional de calidad, por su liderazgo y por su comprometido sentido de trascendencia en el desarrollo tecnológico, científico y social.

Para lograr los objetivos, cuenta con un cuerpo académico consolidado, que se caracteriza por la realización de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, así como por la interesante manera de congeniar el modelo educativo institucional con el desarrollo de proyectos didácticos innovadores que logran satisfacer necesidades personales y sociales para el crecimiento de los alumnos como profesionistas.

Los profesionales que se forman son altamente competentes, a través de un programa educativo pertinente, acreditado y flexible, que privilegia la equidad, la movilidad, el uso de tecnologías de información, la formación integral y el desarrollo sustentable, propiciando el liderazgo responsable.

En el año 2020 la licenciatura en ingeniería en mecatrónica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán es líder en innovación y desarrollo tecnológico en las áreas de instrumentación, automatización, robótica, así como diseño, desarrollo y administración de sistemas mecatrónicos.

## 5) Objetivo

El objetivo principal del programa es ofrecer a la sociedad profesionistas con una formación integral que contribuyan al desarrollo social, científico y tecnológico, proporcionando soluciones innovadoras y sustentables a las necesidades regionales, nacionales e internacionales.

Para alcanzar la visión 2020, la licenciatura en Ingeniería en Mecatrónica establece siete objetivos específicos, con la finalidad de profundizar en cada uno de ellos.

### Objetivos estratégicos

1. Plan de estudios
2. Cuerpo Académico
3. Trabajo Colegiado
4. Extensión Universitaria
5. Infraestructura Física
6. Reconocimiento Social
7. Atención a estudiantes

## 6) Políticas y estrategias para hacer realidad la Visión

### Plan de estudios

#### *Políticas*

1. Impulsar el seguimiento de los indicadores de desempeño del programa educativo para asegurar su acreditación o reacreditación por las instancias y organismos de evaluación y acreditación vigentes.
2. Asegurar la pertinencia del PE según las necesidades y demandas del mercado nacional e internacional.
3. Posicionar al PE como referente nacional e internacional.
4. Incrementar la tasa de permanencia, egreso y titulación.
5. Promover el uso de las TIC's en todas las asignaturas que así lo requieren.
6. Incrementar la tasa de movilidad estudiantil nacional e internacional.
7. Fomentar el desarrollo de programas y proyectos pertinentes de servicio social que coadyuven a la formación integral de los estudiantes y a su compromiso social, así como al desarrollo sustentable de Yucatán.

#### *Estrategias*

1. Atender las recomendaciones de las instancias y organismos de evaluación externa y acreditación en la actualización del plan y programas de estudio vigentes.
2. Realizar estudios de índice de satisfacción de los estudiantes y de opinión de egresados y empleadores, para utilizar los resultados en el diseño y actualización de planes y programas de estudio y de acciones para la atención integral de los estudiantes.
3. Facilitar el acceso a nuevos planteamientos pedagógicos y didácticos para propiciar la adquisición de conocimientos prácticos, competencias y aptitudes para el análisis creativo y crítico, la reflexión independiente y el trabajo en equipo en contextos multiculturales, en los que se exige combinar el saber teórico y práctico tradicional con la ciencia y la tecnología de vanguardia.
4. Fortalecer los sistemas de evaluación colegiada para orientar y apoyar al estudiante en el proceso de enseñanza y aprendizaje.
5. Implementar recursos tecnológicos como video conferencias, entornos virtuales (cursos no presenciales), correo electrónico y plataformas de apoyo a la docencia en el ámbito educativo.
6. Ofertar cursos de educación continua como una de las opciones para la titulación.
7. Ampliar y fortalecer los vínculos de colaboración con instituciones de educación superior, nacionales y extranjeras, que ofrezcan programas educativos de buena calidad, compatibles con los de la Facultad, para ampliar y sustentar los programas de movilidad estudiantil, y la incorporación creciente de estudiantes extranjeros en el programa.
8. Vincular los contenidos temáticos de los programas educativos con problemas sociales y ambientales de la actualidad e involucrar a los estudiantes en programas y proyectos pertinentes de servicio social y comunitario.

## Cuerpo Académico

### *Políticas*

1. Adquirir el nivel de consolidados del cuerpo académico, siendo reconocidos a nivel nacional.
2. Ofertar una opción en el área de mecatrónica dentro de los posgrados que ofrece FIUADY.
3. Incrementar el número de PTC con la máxima habilitación.
4. Propiciar la obtención del perfil deseable entre los miembros del CA.
5. Incrementar el número de profesores adscritos al SNI y su nivel.
6. Impulsar la actualización permanente del CA en la operación del Modelo Educativo y Académico de la Universidad, y en técnicas y metodologías pedagógicas y didácticas modernas.
7. Incrementar la planta académica para satisfacer la creciente demanda de la sociedad.
8. Realizar estancias de investigación por parte de los profesores en instituciones nacionales, internacionales y en la industria.
9. Fomentar la colaboración del CA con otros grupos de investigación a nivel nacional e internacional.
10. Fomentar la investigación científica con fuerte impacto social.
11. Cultivar una segunda línea de investigación dentro del CA.

### *Estrategias*

1. Impulsar la habilitación y competitividad de cada uno de los integrantes, impactando de éste modo la obtención del reconocimiento del perfil deseable PROMEP (Programa de Mejoramiento del Profesorado) otorgado por la Secretaría de Educación Pública (SEP) y el incremento de profesores que formen parte del Sistema Nacional de Investigadores (SNI).
2. Atender las recomendaciones y observaciones plasmadas en el dictamen del comité evaluador para que el CA adquiriera el nivel de consolidado.
3. Establecer mecanismos de colaboración entre los miembros del CA, así como fortalecer las redes académicas con otros cuerpos académicos.
4. Elevar la calidad y la relevancia de la producción científica que desarrolla el CA, y apoyar la publicación de los resultados de sus proyectos de generación y aplicación del conocimiento en medios de prestigio a nivel nacional e internacional.
5. Participar en los programas de actualización correspondientes al Modelo Educativo y Académico de la Universidad, propuestos en el MEFI 2012.
6. Identificar cuerpos académicos consolidados en instituciones nacionales y extranjeras con los cuales sea posible establecer mecanismos de colaboración e intercambio académico.
7. Identificar áreas prioritarias para el desarrollo estatal, regional y nacional así como para la atención de problemáticas relevantes para definir líneas prioritarias de investigación dentro del CA.
8. Incorporar académicos de tiempo completo con doctorado y conocimiento o experiencia en el campo laboral, para el desarrollo del CA y sus líneas de generación y aplicación del conocimiento.
9. Establecer un programa de movilidad para los académicos que propicie su superación académica, utilizando las distintas opciones reconocidas por la Universidad (estancias de investigación, estancias sabáticas).

## Trabajo Colegiado

### *Políticas*

1. Mantener vigente el PE acorde a las necesidades de la sociedad.
2. Promover la constante actualización del CA acorde al Modelo Educativo de la Universidad.
3. Impulsar mediante el programa de licenciatura la transferencia tecnológica del conocimiento adquirido.
4. Contar con un PE acreditado ante diferentes instancias y organismos de evaluación y acreditación.

### *Estrategias*

1. Revisar y actualizar periódicamente los planes de estudios del programa.
2. Realizar un programa de actualización docente que promueva el nuevo enfoque basado en las competencias.
3. Desarrollar prototipos que integren el conocimiento adquirido en las diferentes áreas del PE y que contribuyan al desarrollo social y sustentable.
4. Participar en el proyecto de transferencia de tecnología y promoción de la innovación en las siguientes vertientes:
  - a. Consultores tecnológicos,
  - b. Servicios avanzados a las empresas públicas y privadas, y
  - c. Unidad de transferencia de tecnología.
5. Gestionar los recursos necesarios ante las instancias correspondientes para apoyar el desarrollo tecnológico.
6. Someter el programa educativo a evaluaciones tanto interna como externa de los programas académicos y administrativos del PE por organismos nacionales y extranjeros, y socializar ampliamente los resultados obtenidos entre la comunidad académica.

## Extensión Universitaria

### *Políticas*

- Consolidar las redes académicas nacionales.
- Gestionar recursos para el apoyo de las actividades docentes e investigación.
- Promover el aprendizaje de los estudiantes en escenarios reales.
- Fortalecer el vínculo existente entre la institución educativa y el sector industrial.

### *Estrategias*

- Formar alianzas estratégicas con instituciones que tengan líneas de investigación afines.
- Ofertar cursos de educación continua para cubrir la demanda del sector industrial.
- Fortalecer la vinculación a través de programas y proyectos de investigación patrocinada, capacitación, asesoría, servicios profesionales y programas y proyectos sociales multidisciplinarios de beneficio para la comunidad, con prestadores de servicio social, prácticas profesionales y voluntariado.
- Apoyar la realización de estancias de los académicos en los sectores social y productivo, en congruencia con los programas educativos y de extensión universitaria en los que participan, así como con las líneas de generación y aplicación innovadora del conocimiento de los cuerpos académicos.

- Promover convenios con asociaciones relacionadas con la industria así como con empresarios de la misma área.

## **Infraestructura Física**

### *Políticas*

1. Asegurar la funcionalidad de los laboratorios de Mecatrónica.
2. Actualizar continuamente los equipos de laboratorio.
3. Ampliar la infraestructura destinada a brindar apoyo al docente.
4. Crear laboratorios especializados según las líneas de investigación.

### *Estrategias*

1. Administrar y ejecutar adecuadamente los programas de mantenimiento preventivo y correctivo.
2. Planear la adquisición y actualización de equipos mediante el análisis de la demanda.
3. Conservar los espacios y equipos asignados a los laboratorios de Mecatrónica.
4. Gestionar la creación de nuevos laboratorios de apoyo a la docencia e investigación.

## **Reconocimiento Social**

### *Políticas*

1. Fomentar la cultura sustentable y de respeto al medio ambiente.
2. Fomentar la investigación científica con fuerte impacto social.

### *Estrategias*

1. Participar en las convocatorias de fondos mixtos emitidas por el CONACYT que atiendan a las problemáticas particulares de la región.
2. Orientar los proyectos de ciencia aplicada a las demandas específicas de la región.
3. Desarrollar proyectos innovadores que resuelvan problemas actuales de manera sustentable.
4. Vincular los contenidos temáticos de los programas educativos con problemas sociales y ambientales de la actualidad e involucrar a los estudiantes en programas y proyectos pertinentes de servicio social y comunitario.

## **Atención a estudiantes**

### *Políticas*

1. Mantener el porcentaje de alumnos que reciben tutoría y fomentar la integración entre profesores y alumnos.
2. Fomentar la participación de los alumnos en los talleres de formación integral.

### *Estrategias*

1. Trabajar estrechamente con “el Comité Asesor del Sistema Institucional de Tutoría”.
2. Crear espacios de integración social entre académicos y alumnos.
3. Ampliar la oferta de talleres de formación integral para el desarrollo del estudiante.

## 7) Indicadores y metas 2011-2020

### a) Tasas de egreso y titulación

El nuevo modelo educativo de la Universidad tiene como objetivo explotar las habilidades, capacidades y aptitudes de los alumnos para que ellos puedan alcanzar su máximo potencial y puedan desarrollarse cómodamente y satisfactoriamente a lo largo de toda su trayectoria escolar.

Considerando éstos cambios en el modelo, así como las tasas actuales de egreso y titulación, se espera que para el 2020 el porcentaje de titulados incremente, a pesar de que los índices actuales son bastante altos.

Se observó que en los primeros tres o cuatro semestres del plan de estudios se presenta el mayor número de bajas, por éste motivo al realizar los cálculos para estimar la tasa de titulación y egreso en el 2020 se consideraron principalmente los porcentajes sin considerar baja. Se estima que el número de titulados incrementará un 5% y el porcentaje de egresados se mantendrá, esto considerando que el total de alumnos de las cohortes aumentará a aproximadamente 40 alumnos.

En la Tabla 5 se presentan los porcentajes de las cohortes que ya completaron el tiempo máximo que indica el reglamento y los porcentajes estimados para el 2020.

|                                | 2004-2009 | 2005-2010 |        | 2020   |
|--------------------------------|-----------|-----------|--------|--------|
|                                | Agosto    | Enero     | Agosto |        |
| Egresados                      | 65.52%    | 57.89%    | 61.76% | 72.50% |
| Titulados                      | 51.72%    | 47.37%    | 55.88% | 67.50% |
| Egresados sin titular          | 13.79%    | 10.53%    | 5.88%  | 5.00%  |
| Bajas                          | 34.48%    | 36.84%    | 29.41% | 20.00% |
| Egresados sin considerar bajas | 100.00%   | 91.67%    | 87.50% | 90.63% |
| Titulados sin considerar bajas | 78.95%    | 75.00%    | 79.17% | 84.38% |
| Total de alumnos de la cohorte | 29        | 19        | 34     | 40     |

Tabla 5 Tasa de egreso y titulación

### b) Tasas de retención y deserción

Considerando la implementación del nuevo modelo educativo basado en competencias se espera que la tasa de retención y deserción baje, ya que los alumnos tendrían todas las facilidades para continuar sus estudios y con base a sus capacidades ira avanzando en el mapa curricular de la licenciatura.

La licenciatura en Ingeniería en Mecatrónica inició en el año 2004, por lo que solo se pueden evaluar los históricos de 3 cohortes generacionales, las cuales se muestran en la Tabla 6.

De la Tabla 6 se observa que se espera una disminución menor al 1%, lo cual es significativo considerando que incrementará la matrícula.

|                                | 2004   | 2005  |        | 2020  |
|--------------------------------|--------|-------|--------|-------|
|                                | Agosto | Enero | Agosto |       |
| Desertores                     | 0.00%  | 0.00% | 5.88%  | 5.00% |
| Retención                      | 0.00%  | 5.26% | 2.94%  | 2.50% |
| Total de alumnos de la cohorte | 29     | 19    | 34     | 40    |

Tabla 6 Tasas de retención y deserción

### c) Porcentaje de estudiantes que reciben tutoría

Como se mencionó anteriormente en análisis del PE, una de las fortalezas que se tienen no solamente en la Facultad de Ingeniería, si no, en toda la UADY es la existencia de un Sistema Institucional de Tutorías desde el año 2002.

En la UADY se brinda acompañamiento a sus estudiantes a partir de la identificación de sus problemas y expectativas mediante estrategias de atención personalizada, ofreciéndoles guía y orientación para la toma de decisiones académicas que favorezcan su permanencia, la terminación oportuna de sus estudios y el logro del perfil de egreso establecido en los planes de estudios con el fin de incidir en su formación profesional y humana integral.

Por todo lo anterior, en la Facultad de Ingeniería **se brinda tutoría al 100% de los alumnos** inscritos en cualquiera de los planes de estudio que oferta.

Específicamente en el PE se tienen inscritos 291 alumnos, que son atendidos por 14 profesores de T.C. y 2 técnicos académicos, éstos participan primordialmente en la Licenciatura en Ingeniería en Mecatrónica en los ámbitos académicos y de investigación.

La Dirección General de Desarrollo Académico a través de la Coordinación del Sistema de Atención Integral al Estudiante, como una estrategia para facilitar la adquisición de las herramientas necesarias para el desempeño óptimo en la función tutorial de los profesores de la UADY cuenta con un Programa para la Formación de Tutores compuesto por tres módulos:

1. Componentes del Sistema Institucional de Tutoría
2. Desarrollo de habilidades básicas para la entrevista tutorial
3. Estrategias y herramientas del tutor para promover el autoaprendizaje.

### d) Tiempo promedio empleado por los estudiantes para cursar y aprobar la totalidad de las materias del plan de estudios

Actualmente los estudiantes emplean aproximadamente 12 semestres para cursar y aprobar la totalidad de las materias del plan de estudios.

Se considera que para el 2020 éste tiempo se mantenga debido a los múltiples problemas que no están bajo el control de la Facultad y que afectan o pueden afectar directamente en la trayectoria escolar de los estudiantes.

### e) Número y porcentaje de estudiantes con TDS y TDSS en el EGEL

Actualmente del porcentaje de estudiantes que presenta el EGEL el 100% lo aprueba, lo que nos indica la calidad de educación que se está brindando a los estudiantes.

Dentro del 100% de aprobados, en marzo de 2012, el 66.7% de los estudiantes obtuvieron un resultado satisfactorio, y el 33.3% restante obtuvieron un dictamen sobresaliente.

Con base a éstos resultados, se espera que para el 2020 se mantenga el 100% de sustentantes aprobados y se mejore el índice de egresados con dictamen sobresaliente.

En la Tabla 7 se presenta la información antes mencionada:

| Concepto   | Marzo 2012 |       | 2020 |       |
|--|------------|-------|------|-------|
|  | NO.        | %     | NO.  | %     |
| Número y % de estudiantes que aplicaron el EGEL (Licenciatura)   | 6.0        |       | 25.0 |       |
| Número y % de estudiantes que aprobaron el EGEL (Licenciatura)   | 6.0        | 100.0 | 25.0 | 100.0 |
| Número y % de estudiantes que aprobaron y que obtuvieron un resultado <b>satisfactorio</b> en el EGEL (Licenciatura) | 4.0        | 66.7  | 15.0 | 60.0  |
| Número y % de estudiantes que aprobaron y que obtuvieron un resultado <b>sobresaliente</b> en el EGEL (Licenciatura) | 2.0        | 33.3  | 10.0 | 40.0  |

Tabla 7 Número y porcentaje de estudiantes con TDS y TDSS en el EGEL

#### f) Número y porcentaje de PTC que participan en el PE

Los profesores de tiempo completo que apoyan en la impartición de alguna asignatura a la Licenciatura en Ingeniería en Mecatrónica representan actualmente el 75.6%. Considerando la contratación de nuevos profesores, se considera un aumento de casi el 5% en el porcentaje de académicos involucrados en el programa.

En la Tabla 8 se presenta la información mencionada:

| Concepto  | Marzo 2012 | 2020 |
|---|------------|------|
| Número de profesores de tiempo completo que participan en el PE | 34         | 40   |
| <b>Número de profesores de tiempo parcial (PMT y PA)</b>        | 11         | 10   |
| Total de profesores que participan en el PE                     | 45         | 50   |
| % de profesores de tiempo completo que participan en el PE      | 75.6       | 80.0 |

Tabla 8 Número y porcentaje de PTC que participan en el PE

#### i. Con posgrado

Los profesores de tiempo completo que actualmente cuentan con posgrado representan el 91.18% del total, lo que representa casi la totalidad de profesores. Siguiendo la línea de mejora continua y considerando el incremento en las exigencias de preparación para los profesores de tiempo completo, se considera que en el 2020 el 100% de los académicos contará con algún posgrado y la mayoría de éstos será Doctorado. Los porcentajes mencionados se pueden ver en la Tabla 9.

| Profesores de Tiempo Completo con: | Marzo 2012 | 2020    |
|------------------------------------|------------|---------|
|                                    | T          | T       |
| Especialidad                       | 1          | 0       |
| Maestría                           | 12         | 5       |
| Doctorado                          | 18         | 35      |
| <b>Posgrado</b>                    | 31         | 40      |
| % de profesores con posgrado       | 91.18%     | 100.00% |

Tabla 9 Profesores de tiempo completo con Posgrado

## ii. Con doctorado

Considerando el porcentaje actual de profesores que cuenta con Doctorado, se tiene un 52.94% con respecto al total de profesores de tiempo completo y para el 2020 se espera un 87.5% con respecto al total de profesores de ese mismo años, esto es, un incremento de 34.5%, que se debe a que varios profesores que actualmente cuentan con Maestría en ese lapso de tiempo estudiarían el Doctorado, así como habrá nuevas contrataciones, donde únicamente se aceptarán académicos con Doctorado.

Los datos antes mencionados se observan en la Tabla 10.

| Profesores de Tiempo Completo con: | Marzo 2012 | 2020   |
|------------------------------------|------------|--------|
|                                    | T          | T      |
| Doctorado                          | 18         | 35     |
| % de Profesores con doctorado      | 52.94%     | 87.50% |

Tabla 10 Profesores de tiempo completo con doctorado

## iii. Con Perfil Deseable

El Programa de Mejoramiento del Profesorado está dirigido a elevar la calidad de la educación para que los estudiantes mejoren su nivel de logro educativo, cuenten con medios para tener acceso a un mayor bienestar y contribuyan al desarrollo nacional, éste objetivo es adoptado por la facultad de Ingeniería en su interés por proporcionar mejor educación, motivo por el cuál la mayoría de los profesores de tiempo completo cuentan con este perfil actualmente y se continúa fomentando, por lo que al 2020 el porcentaje de profesores con este reconocimiento incrementara un 10%.

En la Tabla 11 se presenta el número y porcentaje de profesores de tiempo completo que cuentan con PROMEP.

| Profesores de Tiempo Completo con:            | Marzo 2012 | 2020   |
|---|------------|--------|
|   | T          | T      |
| Perfil deseable PROMEP, reconocido por la SEP | 22         | 30     |
| % de profesores con PROMEP                    | 64.71%     | 75.00% |

Tabla 11 Profesores de tiempo completo con Perfil Deseable

## iv. Con SNI

El Sistema Nacional de Investigadores tiene por objeto promover y fortalecer, a través de la evaluación, la calidad de la investigación científica y tecnológica, y la innovación que se produce en el país. El Sistema contribuye a la formación y consolidación de investigadores con conocimientos científicos y tecnológicos del más alto nivel como un elemento fundamental para incrementar la cultura, productividad, competitividad y el bienestar social.

La Facultad de Ingeniería en todos sus programas promueve la formación de investigadores reconocidos por el SNI, actualmente en la Licenciatura en Ingeniería en Mecatrónica participan 10 profesores de tiempo completo con este nombramiento, pero en el 2020 esta cifra aumentará un 50%.

En la Tabla 12 se observa el número de profesores de tiempo completo miembros del SNI y el porcentaje que representan del total.

| Profesores de Tiempo Completo con: | Marzo 2012 | 2020   |
|------------------------------------|------------|--------|
|                                    | T          | T      |
| Miembros del SNI                   | 8          | 15     |
| % de profesores con SNI            | 23.53%     | 37.50% |

**Tabla 12 Profesores de tiempo completo con SNI**

La información antes mencionada se condensa en la Tabla 13

| Indicador   | 2010   | 2011              | 2012  | 2014   | 2020   |                   |
|---|--|-------------------|---|--|--|-------------------|
| a) Tasa de egreso   | 60.38%   | No Aplica         | No aplica   | 65.12%   | 72.50%   |                   |
| b) Tasa de titulación   | 52.83%   | No Aplica         | No aplica   | 61.25%   | 67.50%   |                   |
| c) Porcentaje de estudiantes que reciben tutoría  | 100%   | 100%              | 100%  | 100%   | 100%   |                   |
| d) Tiempo promedio empleado por los estudiantes para cursar y aprobar la totalidad de las materias del plan de estudios | 12 semestres   | 12 semestres      | 12 semestres                                      | 12 semestres                                       | 12 semestres   |                   |
| e) Número y porcentaje de estudiantes con TDS y TDSS en el EGEL   | Piloto 2009<br>Total: 26<br>TDS: 18<br>69.23%<br>TDSS: 5<br>19.23% | No aplica         | Total: 6<br>TDS: 4<br>66.66%<br>TDSS: 2<br>33.33% | Total: 12<br>TDS: 7<br>58.33%<br>TDSS: 5<br>41.66% | Total: 25<br>TDS: 15<br>60.00%<br>TDSS: 10<br>40.00% |                   |
| f) Número y porcentaje de PTC's que participan en el PE:  | <i>i. Con posgrado.</i>  | Núm. 30<br>90.91% | Núm. 31<br>91.18%                                 | Núm. 31<br>91.18%                                  | Núm. 33<br>91.67%                                    | Núm. 40<br>100%   |
|   | <i>ii. Con Doctorado.</i>  | Núm. 17<br>51.52% | Núm. 18<br>52.94%                                 | Núm. 18<br>52.94%                                  | Núm. 22<br>61.11%                                    | Núm. 35<br>87.50% |
|   | <i>iii. Con Perfil Deseable</i>                                    | Núm. 19<br>57.58% | Núm. 20<br>58.82%                                 | Núm. 22<br>64.71%                                  | Núm. 25<br>69.44%                                    | Núm. 30<br>75.00% |
|   | <i>iv. Con SNI</i>   | Núm. 10<br>30.30% | Núm. 10<br>29.41%                                 | Núm. 8<br>23.53%                                   | Núm. 11<br>30.56%                                    | Núm. 15<br>37.5%  |

**Tabla 13 Tabla condensada con datos estadísticos**

## 8) Conclusiones

- El plan de estudios de Ingeniería Mecatrónica está conceptualizado para alinearse a los ejes del anterior modelo educativo de la UADY (MEyA) y es congruente con la visión de la UADY, el campus de ingenierías y ciencias exactas y de la propia facultad. Es importante realizar un plan de acción que nos permita alcanzar los objetivos planteados para 2020 propuestos en el nuevo modelo educativo (MEFI).
- Como parte de la autoevaluación se enumeraron las fortalezas y oportunidades del plan de estudios, pero aún más importante, se identificó las debilidades y las amenazas de éste para poder establecer objetivos y estrategias específicas que contribuyan con la mejora del programa; convirtiendo dichas debilidades y amenazas en oportunidades de crecimiento y fortalecimiento para el desarrollo de la disciplina, el personal académico y los alumnos relacionados con la misma.
- El crecimiento y el impacto de la disciplina, tanto en el ámbito regional como nacional, ha obligado a una mejora continua en el programa para ofrecer un plan de estudios que responda a los cambios sociales y tecnológicos, además de contribuir en la formación integral así como potencializar las habilidades y aptitudes de los estudiantes.
- La Universidad tiene un programa institucional de Tutorías consolidado, que impacta de manera directa en la formación integral de los estudiantes e incrementa el índice de eficiencia terminal.
- Se cuenta con la plataforma de cómputo “Sistema de Desempeño Docente”, en el cual los alumnos pueden evaluar el desempeño académico de cada uno de los profesores que les imparten asignaturas al final de cada semestre.
- El programa de Ingeniería en Mecatrónica tiene una planeación fundamentada, mediante la cual establece una visión clara y concreta en la que busca el crecimiento y actualización de la disciplina, el cuerpo académico y la oferta educativa, para proporcionar una mejor formación integral y profesional.
- Adoptando el modelo educativo de formación integral que se implementa en la Universidad se espera un incremento en la tasa de egresados y titulados, así como una disminución en la tasa de retención y deserción.