



*La Academia al servicio de la Vida*

# ***PROYECTO EDUCATIVO DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA***

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
2011**





**Rectora**

*Esperanza Paredes de Estévez; Ph.D.*

**Vicerrectora Académica**

*Myriam Edilma Gómez; M.Sc.*

**Asesor Externo**

*Gloria Clemencia Valencia González; Ph.D*

**Decano**

*Aldo Pardo García; Ph.D*

**Directora Departamento de Ingeniería Mecánica,  
Industrial y Mecatrónica**

*Saury José Thomas Manzano*

**Comité de Acreditación Programa Ingeniería Mecatrónica**

*Aldo Pardo*

*Luz Karime Hernández Gegén*

*César Augusto Peña*

*Rocco Tarantino*

*Harold Rodríguez*

*Durwin Roza*

*Yennifer Ríos*

*Tania Liseth Acevedo*

*Adrian Carvajal Ferrer*





## 1. MISIÓN Y VISIÓN INSTITUCIONALES

La Universidad de Pamplona estableció su misión y visión como:

### **MISIÓN**

*“Formar profesionales integrales que sean agentes generadores de cambio promotores de la paz, la dignidad humana y el desarrollo nacional”.*

### **VISIÓN**

*“La Universidad de Pamplona al finalizar la primera década del siglo XXI deberá ser el primer centro de educación superior del Oriente Colombiano”.*





## 2. ANTECEDENTES

En las últimas décadas del siglo pasado comenzaron a aparecer carreras universitarias con el nombre de Mecatrónica en países como Inglaterra, Finlandia y Australia donde esta especialidad está muy avanzada. Actualmente existen programas semejantes en Estados Unidos, Canadá, Japón, Singapur y algunos países de Europa y América Latina. Curiosamente aunque Japón es el país que tiene los mayores y mejores laboratorios de Mecatrónica, es el que menos programas universitarios ofrece. Algunas definiciones de Mecatrónica en el ámbito internacional son enunciadas a continuación.

El significado de la palabra es algo más amplio que el tradicional término electromecánica que a muchos connota el uso de dispositivos electrostáticos o electromagnéticos. También es un concepto amorfo, heterogéneo, y continuamente evolucionado con múltiples definiciones, muchas de las cuales son tan amplias o tan reducidas que más bien parecen ser de uso marginal. La palabra ha seguido siendo popular en Japón, y ha sido empleada en Europa durante muchos años. Aunque ha sido lenta en ganar aceptación industrial y académica en Gran Bretaña y los Estados Unidos como un campo de estudio y práctica, su creciente y prominente lugar en el mundo se atestigua por el creciente número de cursos en Mecatrónica ofrecidos a nivel profesional y de postgrado. Esta tendencia tecnológica ya ha ganado un amplio reconocimiento:

- Desde 1983 la Universidad Toyohashi en Japón ha tenido un programa de maestría en Ingeniería Mecatrónica.
- La Universidad Tohoku en Japón cambió su nombre de su “Departamento de Ingeniería de Precisión” por el de “Departamento de Mecatrónica e Ingeniería de Precisión”.





- En el Reino Unido el “Engineering & Physical Sciences Research Council (EPSRC)” ha identificado a la Mecatrónica como una tecnología clave emergente que provee las habilidades necesarias para una industria exitosa del nuevo milenio (“Emerging core technology for next century”).
- El Consorcio Industrial Japonés (JIC) declaró a la Mecatrónica como una área actual de escasez en habilidades clave (“Current area of major skills shortage”).
- La Mecatrónica está emergiendo en el currículo profesional y de postgrado de los Estados Unidos (U.C. Berkeley, Rensselaer, Stanford, Ohio State U., Virginia Tech), Europa y Asia.
- Desde marzo de 1996 se comenzó a publicar la revista de la asociación IEEE/ASME “Transactions on Mechatronics”. La revista cubre un rango de áreas técnicas relacionadas, que incluyen el modelado y diseño, integración de sistemas, actuadores y sensores, control inteligente, robótica, manufactura, control de movimiento, control de vibraciones y ruido, micro dispositivos, sistemas opto electrónicos y sistemas automotrices.
- También apareció la revista “Mechatronics” de la casa editorial Pergamon Press.

La palabra “Mecatrónica” la usó por primera vez a finales de los años sesenta un ingeniero de la compañía eléctrica Yaskawa, Japón, en términos del control computarizado de motores eléctricos, y desde entonces, la Mecatrónica ha venido a denotar una mezcla sinérgica de mecánica y electrónica.

Un sistema mecatrónico típico recoge señales, las procesa, y como una salida, genera fuerzas y movimientos. Sus sistemas mecánicos están complementados e integrados con sensores, microprocesadores y controladores. El hecho que tales sistemas detecten cambios en su ambiente mediante sensores, y después de un procesamiento adecuado, la información reaccione a esos cambios los hace

completamente diferentes de las máquinas y sistemas mecánicos convencionales.





Como ejemplos de típicos productos Mecatrónicos se pueden mencionar los motores controlados digitalmente, los vehículos industriales autónomos, cámaras electrónicas, robots, fotocopiadoras, etc. Los requerimientos de desempeño para un producto mecatrónico, por ejemplo para el caso de una unidad de disco para computadora, pueden ser proporcionar un acceso muy rápido, posicionamiento preciso y garantizar robustez contra perturbaciones.

La Mecatrónica es un nuevo concepto que enfatiza la necesidad de integración y de una intensa interacción entre diferentes ramas de la ingeniería. Es una tendencia relevante del diseño que tiene una marcada influencia en el proceso de desarrollo del producto. Así, la Mecatrónica no es una nueva disciplina, sino más bien un enfoque de la aplicación de las últimas técnicas en ingeniería mecánica de precisión, teoría del control, ciencias computacionales, y electrónica al proceso de diseño para la creación de productos más funcionales y adaptables.

Para que un diseño tenga éxito en la actualidad, se necesita que la electrónica y el control computacional sean incluidos en el proceso de diseño a la vez que se definen las funciones y propiedades básicas del producto. Prácticamente, cada nuevo diseño mecánico (por ejemplo, en los productos de consumo, productos de oficina, instrumentación de laboratorio, en la automatización industrial, en los sistemas aeroespaciales, etc.) puede incluir un sistema con microprocesadores como parte integral de sus posibles alternativas.

Un especialista en Mecatrónica adquiere un conocimiento general de varias técnicas interdisciplinarias que lo capacitan para dominar el proceso entero de diseño. Es capaz de comprender y aplicar la mezcla particular de tecnologías y los recursos cognoscitivos de otros especialistas que garantizarán la solución más económica, innovadora, elegante y apropiada al problema. Así, el verdadero beneficio del enfoque mecatrónico en el diseño para la industria son menores





tiempos de ciclo en el desarrollo de productos, menores costos, mejor calidad, confiabilidad, funcionalidad y desempeño.

Las disciplinas centrales de la Mecatrónica están establecidas por su mismo nombre, mecánica y electrónica. Literalmente, el término “meca” se debe entender como un amplio aspecto de la ingeniería mecánica, mientras que por “trónica” se debe entender un conjunto de disciplinas relacionadas con la microelectrónica y las tecnologías de la información.

La definición adoptada por la Comunidad Económica Europea es: *“La Mecatrónica es la combinación sinérgica de la mecánica de precisión, la electrónica, los sistemas de control, las ciencias computacionales y el pensamiento sistémico en el diseño de productos y procesos de manufactura” (Mechatronics refers to a synergistic combination of precision mechanical, electronic control and systems thinking in the design of products and manufacturing processes).*

Para Takashi Yamaguchi del Laboratorio de Ingeniería Mecánica de Hitachi Ltda en Ibaraki, Japón, la Mecatrónica es “una metodología para diseñar productos que requieren de un desempeño rápido y preciso. Estas características se pueden alcanzar no sólo considerando el diseño mecánico sino también el uso de servomecanismos, sensores, y electrónica”.

La definición que proporciona Giorgio Rizzoni, profesor asociado de ingeniería mecánica de la Universidad Estatal de Ohio en Colón, es: “la Mecatrónica es la confluencia de métodos de diseño tradicional con sensores y tecnología de instrumentación, control y tecnología de actuadores, sistemas a microprocesadores y software de tiempo real. Los productos mecatrónicos (electromecánicos), exhiben ciertos rasgos distintivos, como el reemplazo de muchas funciones mecánicas por electrónicas, las cuales generan una mayor flexibilidad y facilidad de rediseño o reprogramación; la habilidad de llevar a cabo





control distribuido en sistemas complejos; y la habilidad de dirigir adquisición automatizada de datos y monitoreo”.

Según Masayoshi Tomizuka, profesor de ingeniería mecánica en la Universidad de California, Berkeley, y editor en jefe de la revista trimestral “Transacciones de la IEEE/ASME sobre Mecatrónica, “La mecatrónica no es más que buena práctica en el diseño. La idea básica es aplicar nuevos sistemas de control para extraer nuevos niveles de desempeño de un dispositivo mecánico. Esto significa usar tecnología moderna y rentable para mejorar el desempeño y flexibilidad de un producto o proceso. En muchos casos, la aplicación de la computadora y la tecnología de control conllevan a una solución de diseño más elegante que a la que hubiera llevado una puramente mecánica. Teniendo una idea buena de lo que puede hacerse usando otros medios además de los mecánicos, la libertad en el diseño aumenta y los resultados mejoran”. Charles Ume y Marc Timmerman, profesores de ingeniería mecánica del Instituto Tecnológico de Georgia y de la Universidad de Tulsa respectivamente, definieron la mecatrónica como una aplicación del concepto de ingeniería concurrente al diseño de sistemas electromecánicos.

Muchos ingenieros deben entender que la Mecatrónica creció fuera de la robótica, pero el mismo conjunto de tecnologías modernas que hicieron a los robots más flexibles y más útiles fue traído para implantarse en el diseño de la nueva generación de maquinarias y equipo adaptables y de alto rendimiento.

En los años setenta, la mecatrónica se ocupó principalmente de tecnología de servomecanismos usada en productos como puertas y máquinas automáticas de autoservicio y cámaras autofocus. En este enfoque pronto se aplicaron métodos avanzados de control.







En los años ochenta, cuando la tecnología de la información fue introducida, los ingenieros empezaron a incluir microprocesadores en los sistemas mecánicos para mejorar su desempeño. Las máquinas de control numérico y los robots se volvieron más compactos, mientras que las aplicaciones automotrices como los mandos electrónicos del motor y los sistemas anticerrado y frenado se hicieron extensas. Por los años noventa, se agregó la tecnología de comunicaciones, creando productos que podían conectarse en amplias redes. Este avance hizo posibles funciones como la operación remota de manipuladores robóticos. Al mismo tiempo, se están usando nuevos micro sensores y microactuadores en nuevos productos. Los sistemas micro electromecánicos como los diminutos acelerómetros de silicón que activan las bolsas de aire de los automóviles.

A continuación se exponen las posiciones de algunos reconocidos especialistas y algunas universidades del rama sobre el objetivo y el desarrollo de la mecatrónica.

***Comité de consejería para el desarrollo e investigación Industrial de la Comunidad Europea***

Ingeniería Mecatrónica es “una combinación sinérgica de ingeniería mecánica de precisión, electrónica de control, y sistemas pensantes en el diseño de productos y procesos de manufactura”.

***MITI de Japón***

“Ingeniería Mecatrónica es la aplicación de microelectrónica en ingeniería mecánica”.

***Universidad de Hong Kong***

“Ingeniería Mecatrónica es la combinación de ingeniería mecánica, electrónica de control y ingeniería de sistemas en el diseño de productos y procesos”.

***Chicago State University***





"Campo de estudio que combina los fundamentos de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y de Computación".

### ***Clemson University***

"La mezcla de software y hardware para el diseño y el análisis de avanzadas técnicas de control."

### ***Design with Microprocessors for Mechanical Engineers (book)***

"Ciencia que integra elementos mecánicos con controles electrónicos"

### ***Introduction to Mechatronics and Measurement Systems (book)***

"El campo interdisciplinario de ingeniería que trata el diseño de productos cuya función implica la integración de componentes mecánicos y electrónicos coordinados por una arquitectura de control".

### ***Journal of Mechatronics***

"The synergistic combination of precision mechanical engineering, electronic control and systems thinking in the design of products and manufacturing processes".

### ***Loughborough University (United Kingdom)***

"Mechatronics is a design philosophy that utilizes a synergistic integration of Mechanics, Electronics and Computer Technology (or IT) to produce enhanced products, processes or systems".

### ***ME Magazine***

"The synergistic use of precision engineering, control theory, computer science, and sensor and actuator technology to design improved products and processes".





***Mechatronics Secondary Vocational School (Budapest, Hungary; source: EGK)***

"integration of mechanics, electronics and intelligent computer controlling in the field of planning and starting production and processes, where all the three subjects continuously help and increase each other's effects".

***Mechatronics - Electro mechanics and Control mechanics (book)***

"Cross disciplinary [field] ... that simultaneously involves mechanics, electronics, and control of computer-integrated electromechanical systems".

***Mechatronics - Electronic Control Systems in Mechanical Engineering (book)***

"Integration of electronics, control engineering and mechanical engineering".

***Mechatronics - Electronics in products and processes (book)***

"An integrating theme within the design process [combining] electronic engineering, computing and mechanical engineering".

***Mechatronics - Mechanical System Interfacing (book)***

"The application of complex decision making to the operation of physical systems".

***Mechatronics Engineering (book)***

"Preplanned activity to consider electrical, mechanical, and software constraints over the product life cycle in a simultaneous manner early in the development process".

***Mechatronics System Design (book)***

"Methodology used for the optimal design of electromechanical products".

***North Carolina State University Course***





"The synergistic integration of precision mechanical engineering, electronic control and systems thinking in the design of intelligent products and process".

***Rensselaer Polytechnic Institute***

"The synergistic combination of mechanical engineering, electronics, control systems and computers, all integrated through the design process".

***University of California at Berkeley***

"A flexible, multi-technological approach in the integration of Mechanical Engineering, Computer Engineering, Electronics, and Information Sciences".

***University of Linz***

"Technical systems operating mechanically with respect to at least some kernel functions but with more or less electronics supporting the mechanical parts decisively".

***University of Twente (The Netherlands)***

"Technology which combines mechanics with electronics and information technology to form both functional interaction and spatial integration in components, modules, products and systems".

***University of Washington***

"The integrated study of the design of systems and products in which computation, mechanization, actuation, sensing, and control are designed together to achieve improved product quality and performance".

***Virginia Polytechnic Institute***

"Mechatronics is concerned with the blending of mechanical, electronic, software, and control theory engineering topics into a unified framework that enhances the design process".





**Thomas S .Moore**, (*manejador general para asuntos técnicos en Chrysler Corp*)

“Nosotros vemos la Mecatrónica como la profesión del futuro de los ingenieros mecánicos”.

**Ernest O. Doebelin** (*profesor emérito de la Universidad Estatal de Ohio y miembro de la ASME*)

Permanece escéptico sobre la idea de integrar las distintas disciplinas en un campo de la ingeniería llamada Mecatrónica. “Es ciertamente una palabra atrayente, pero es un desarrollo evolutivo, más que revolucionario. Ahora que las computadoras son pequeñas y relativamente baratas, apenas tiene sentido para los diseñadores incluirlas en los productos. La Mecatrónica es realmente la familiaridad con todas las demás tecnologías: computadoras, software, mandos avanzados, sensores, actuadores, etc., para hacer posible productos de alta tecnología”.

**Davor Hrovat** (*jefe del personal de especialistas técnicos del Laboratorio de Investigación de Ford en Dearborn, Michigan*)

“La palabra singulariza una área que quizás no es una sola área. Mecatrónica es una mezcla de tecnologías y técnicas que juntas ayudan a diseñar mejores productos”.

**David M. Auslander** (*profesor de ingeniería mecánica de la Universidad de California en Berkeley*)

“Nosotros tenemos ahora una tecnología viable para el control computarizado de sistemas mecánicos en todos los niveles, desde tostadores hasta automóviles. Hoy tenemos sistemas mecánicos para los cuales su desempeño se define por lo que contiene su computadora, como sus algoritmos de software, redes neuronales, o lógica difusa. Sólo eso lo hace diferente de cualquier cosa que se pudo haber hecho hace 25 años”.





El enfoque del investigador en robótica belga Hendrik M. J. Van Brussel, publicado en Transacciones en junio de 1996, sigue un tema similar: “en el pasado, el diseño de máquinas y productos ha sido, casi exclusivamente, la preocupación de ingenieros mecánicos. Las soluciones para controlar y programar funciones eran agregadas por ingenieros de control programadores, después de que la máquina había sido diseñada por ingenieros mecánicos. Esta forma de ingeniería secuencial normalmente producía diseños subóptimos. Recientemente, el diseño de máquinas ha sido influenciado profundamente por la evolución de la microelectrónica, la ingeniería de control y las ciencias computacionales. Lo que se necesita como una base sólida para diseñar máquinas de alto rendimiento, es una sinergia entre las distintas disciplinas de la ingeniería. Esto es exactamente a lo que la mecatrónica está apuntando; es un enfoque de ingeniería concurrente en el diseño de máquinas... Para mi, la mecatrónica abarca la base de conocimiento y las tecnologías requeridas para la generación flexible del movimiento controlado... pues un rasgo esencial en el comportamiento de una máquina, es la ocurrencia de movimientos controlados y/o coordinados de uno o más elementos de la máquina. La generación y coordinación de los movimientos requeridos, de tal forma que la *raison d'etre* de la Mecatrónica es el cumplimiento de un desempeño y exactitud cada vez mejor”.

Por tanto, la posición de muchos expertos coincide en que la mecatrónica, aunque no es una disciplina nueva, sí es un nuevo enfoque de la ingeniería mecánica que reside en la aplicación concurrente de nuevas y múltiples tecnologías de software y hardware en el proceso de diseño para la construcción de productos y procesos de mejor calidad y desempeño.

En cuanto a las consideraciones académicas, el profesor Auslander reconoce la necesidad de la formación de los nuevos ingenieros: “en el nuevo paradigma, el objetivo no es el diseño de una máquina tradicional, que es a lo que la industria, y





por consiguiente, las universidades están aferradas a enseñar. En el futuro, el punto clave será la formación del especialista en Mecatrónica”. Además, explica la postura de la Universidad de Berkeley sobre su programa académico dedicado a la mecatrónica: “nuestro sistema académico tiende a resistirse a la formación de nuevas disciplinas. Veamos el caso de control, ésta ha sido una disciplina reconocida e importante desde la Segunda Guerra Mundial. Sin embargo, hay pocos departamentos de control en los Estados Unidos. Se enseña principalmente en ingeniería mecánica, ingeniería eléctrica, y algunos departamentos de ingeniería química. Aún así, graduamos muchas personas que hacen la función de control”.

La opinión al respecto de Thomas S. Moore, gerente general para asuntos técnicos de Chrysler Corp. en Madison Heights, Michigan es: “haciendo énfasis en las habilidades, la mecatrónica se ve como un enfoque principal de la carrera para los ingenieros mecánicos del futuro. Yo creo que los ingenieros mecánicos con un conocimiento de mecatrónica tendrán mayor oportunidad de convertirse en administradores. Nosotros vemos a la mecatrónica como la carrera del futuro para los ingenieros mecánicos”.

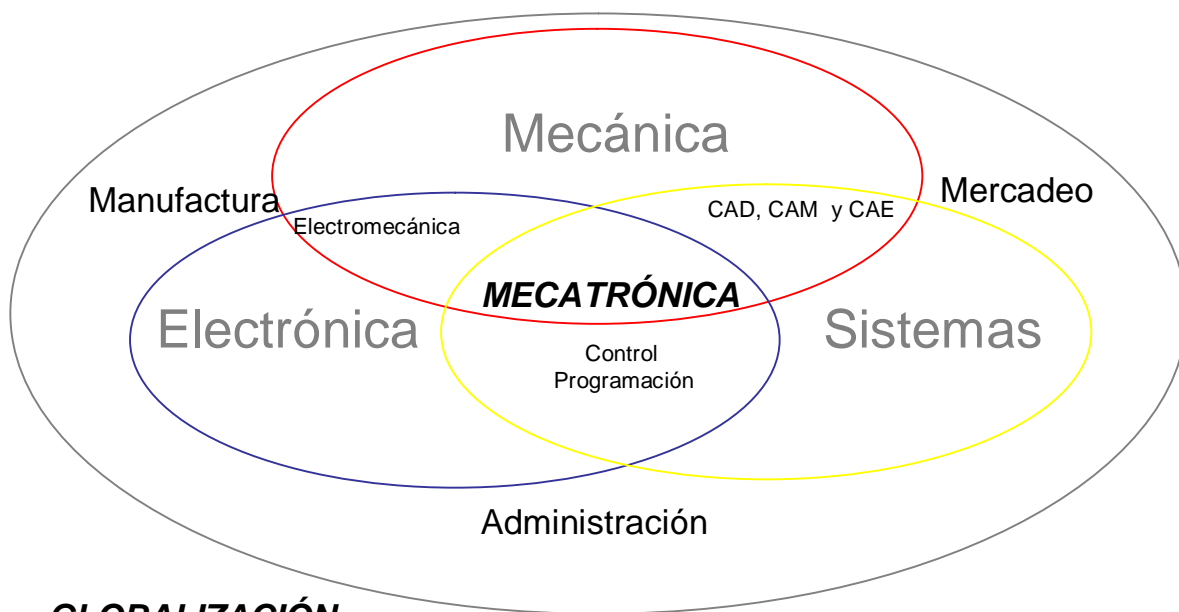
Dada la gran importancia del control automático en la modernización y debido a la optimización del sector productivo, se hace necesario incorporar técnicas y conocimientos avanzados dentro de las nuevas tecnologías, relacionadas con el campo de la Mecatrónica.

En conclusión, el desarrollo acelerado de la ciencia y la técnica hizo que surgieran los programas de electrónica, mecánica, sistemas y otros, como programas básicos de ingeniería en las Universidades contemporáneas, pero el desarrollo acelerado en estas tres áreas antes mencionadas ha propiciado el surgimiento del Programa de Ingeniería Mecatrónica que integra partes específicas en ellas.





La palabra MECATRONICA se ha venido utilizando desde hace varios años para hacer referencia a un profesional integral en varias disciplinas de las Ingenierías Mecánica, Electrónica, de Control y de Sistemas, capaces de concebir, desarrollar, optimizar y automatizar equipos, procesos o productos de consumo, de alta tecnología, dotados de un nivel de “inteligencia” que les permita adaptarse y preservar el medio ambiente en el que operan, para mejorar la productividad y competitividad de las organizaciones, principalmente en Alemania, Japón y USA.



### **GLOBALIZACIÓN**

La aparición de nuevas tecnologías exige la realización de actividades cualitativamente diferentes, se hace necesario que se realice una adaptación de los sistemas educativos mediante la incorporación de metodologías para la enseñanza que motiven la innovación y la creatividad. Es necesario un nuevo perfil del profesional y de los investigadores en ingeniería, los cuales, trabajando en colaboración con especialistas de otras áreas, tengan una visión global técnica y organizativa que les permita manejar nuevos conceptos, creando sistemas integrados del conocimiento en distintas áreas.





Ha sido con esta visión que el programa de mecatrónica se ha empezado a desarrollar en nuestra Universidad de Pamplona.

El paradigma de la ingeniería moderna es la interdisciplinaridad, el diseño de cualquier sistema de producción, proceso tecnológico, mecanismo o dispositivo será tan exitoso como lo sea la interacción entre los especialistas en las diversas disciplinas que intervienen en la concepción del producto final. Los nuevos ingenieros deben estar capacitados no sólo para entender los problemas de la industria colombiana, sino para proponer soluciones que tomen en cuenta las dificultades, restricciones y heterogeneidad de la región, el departamento y el país.





### 3. IDENTIFICACIÓN DEL PROGRAMA

El Programa de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad de Pamplona fue creado por el Acuerdo N° 070 del 27 de Agosto de 1999 del Honorable Consejo Superior. El programa está incorporado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES), según consta en carta enviada por la Subdirectora de Monitoreo y Vigilancia al rector de nuestra universidad el día 2 de junio de 2000 donde se le asigna el Código de ICFES N°. 121246290805451811100 y con las siguientes características:

<b>Institución:</b>	Universidad de Pamplona
<b>Institución Acreditada:</b>	No
<b>Nombre del Programa:</b>	Ingeniería Mecatrónica
<b>Título:</b>	Ingeniero en Mecatrónica
<b>Ubicación:</b>	Pamplona – Norte de Santander
<b>Extensión:</b>	No
<b>Nivel:</b>	Pregrado
<b>Área de Conocimiento Principal:</b>	Ingeniería Mecánica y afines
<b>Área de Conocimiento Secundaria:</b>	Ingeniería Electrónica, Ingeniería de Sistemas y afines
<b>Norma Interna de creación:</b>	Acuerdo N° 070 del 27 de Agosto de 1999
<b>Instancia que expide la norma:</b>	Consejo Superior
<b>Registro ICFES:</b>	121246290805451811100
<b>Registro calificado:</b>	Resolución No. 1171 del 4 de Mayo de 2004 Ministerio de Educación Nacional y registrada en el SNIES el día 7 de junio de 2004
<b>Duración del programa:</b>	10 semestres
<b>Número de Créditos:</b>	163





<b>Periodicidad de admisión:</b>	Semestral
<b>Metodología:</b>	Presencial
<b>Jornada:</b>	Diurna
<b>Dirección:</b>	Ciudadela Universitaria – Km 1 Vía Bucaramanga  Pamplona – Norte de Santander
<b>Teléfono:</b>	(575) 685003 Ext. 154
<b>Fax:</b>	(575) 685003 Ext. 154
<b>Correos:</b>	<a href="mailto:dmecatroni@unipamplona.edu.co">dmecatroni@unipamplona.edu.co</a>
<b>Fecha de Inicio del programa:</b>	2000

El Plan de Estudios del Programa de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad de Pamplona se ajusta a los estándares planteados en el documento "Requisitos para la creación y funcionamiento de programas" y se plasma en éste el cual asume las directrices dadas por la Ley No. 1188 del 25 de Abril de 2008, "Por la cual se regula el Registro Calificado de Programas de Educación Superior y se dictan otras disposiciones".

La estructura curricular y el plan de estudios, están orientados a la aprehensión del conocimiento de las nuevas tendencias tecnológicas referidas a las diferentes áreas del conocimiento que la Ingeniería Mecatrónica exige, las cuales son una sinergia entre automatización, diseño mecatrónico, control, robótica, electrónica, procesos de manufactura, y Manejo de Software (CAD, CAM, CAE, MATLAB). Además fortalece el desarrollo humano y social mediante las respectivas cátedras orientadas para tal fin. El Programa de Ingeniería Mecatrónica está diseñado en cuatro áreas que son: Ciencias Básicas, Básicas de la Facultad de Ingenierías, SocioHumanísticas y Profesionales de Ingeniería Mecatrónica, cuales son requisitos para obtener el título así como la respectiva practica y trabajo de grado.





El programa se ha preocupado por un proceso de mejoramiento continuo y como producto de la autoevaluación se ajustó y actualizó el plan de estudios, en 2005-2006, con el fin de satisfacer la demanda, necesidades y estándares de calidad regional, nacional e internacional.



## 4. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

### 4.1 ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA DEL PROGRAMA

En la figura 4.1 se puede observar el diagrama de organización administrativa del programa de ingeniería Mecatrónica. Se puede observar que el programa pertenece al departamento de Ingeniería Mecánica, Industrial y Mecatrónica. A su vez el programa posee un comité de programa el cual se encarga de coordinar los comites de: Trabajo de Grado, Trabajo Social, Autoevaluación y Acreditación.

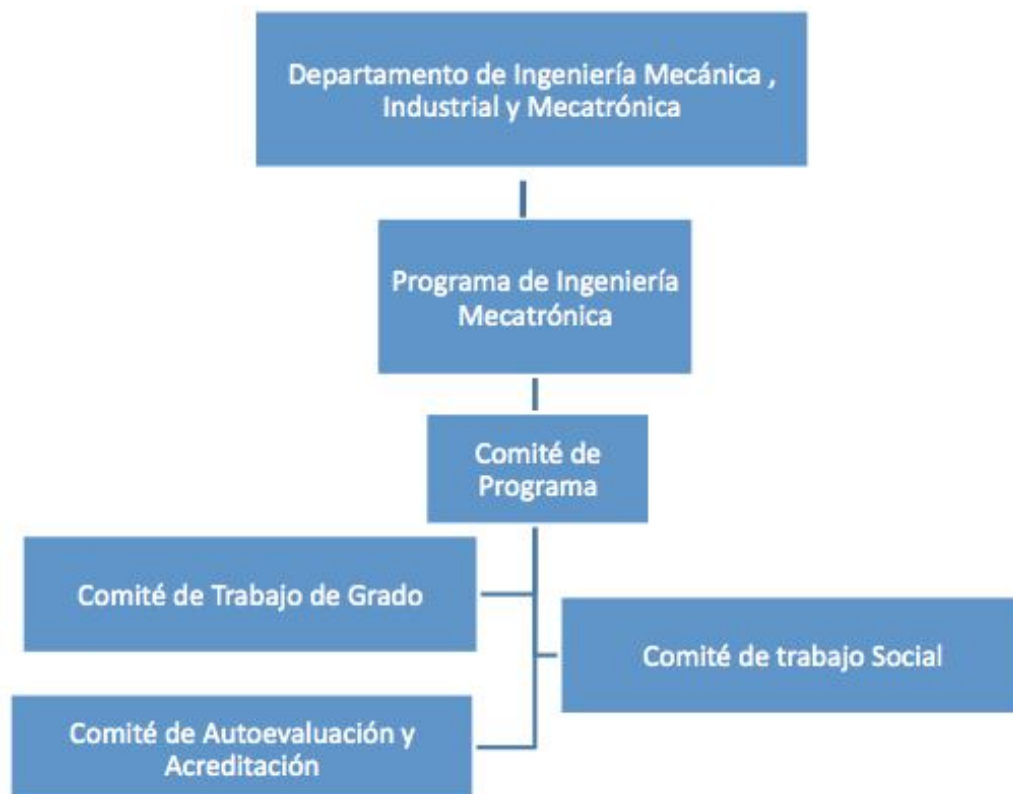


Figura 4.1 Diagrama de Organización Administrativa y del Programa

## 4.2 SISTEMA DE INVESTIGACIÓN

El sistema organizacional de investigaciones de la Universidad de Pamplona lo coordina esencialmente la Dirección de Investigaciones. Esta dirección coordina todas las actividades investigativas y se apoya en los comites de: Ética e impacto ambiental, publicaciones, trabajo administrativo y el comité de investigaciones de la universidad (CIU). Este comité último a su vez soporta cada una de las facultades por medio de los comites de investigaciones de las facultades. Otro soporte de la dirección de investigaciones es el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Simulación Clínica Avanzada.



Figura 4.2 Diagrama Organizacional del Sistema de Investigaciones de la Universidad

En la figura 4.3 se ilustra el diagrama organizacional del sistema de investigaciones del programa. Se puede resaltar los dos grupos de investigación ligados al programa. Estos permiten generar proyectos investigativos mejorando la calidad académica del programa e incentivando a los estudiantes en continuar sus estudios.

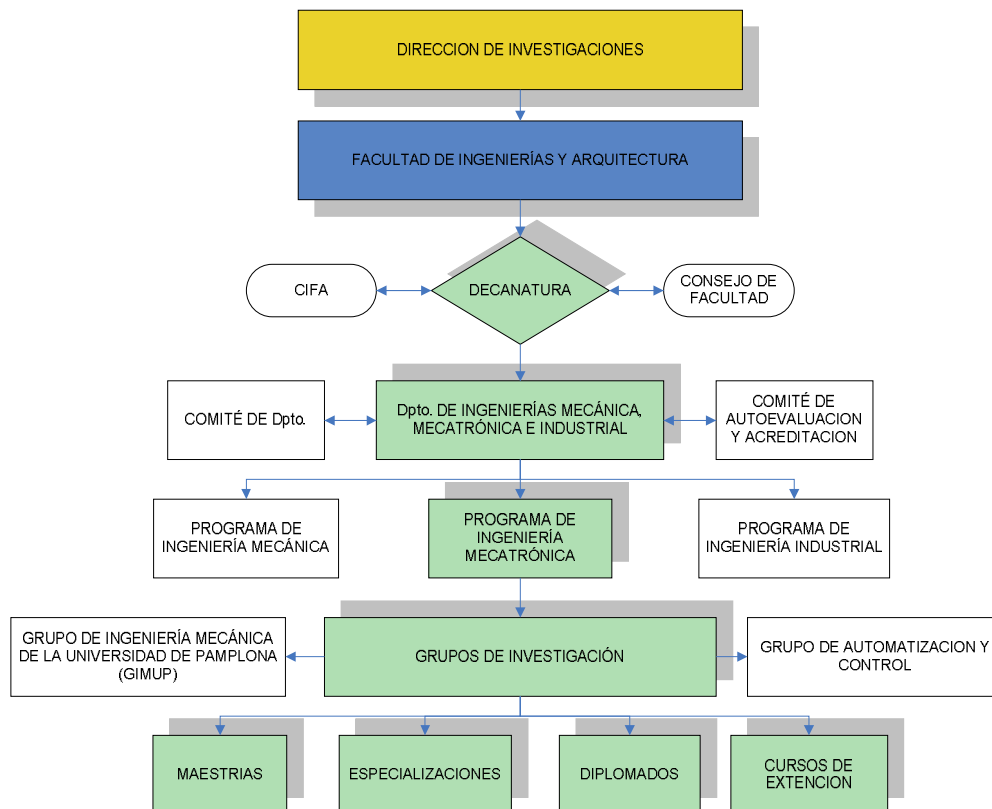


Figura 4.3 Diagrama Organizacional del Sistema de Investigaciones del Programa





## 5. MISIÓN Y VISIÓN DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

En concordancia con la planeación estratégica de Nuestra Universidad, el Programa de Ingeniería Mecatrónica propone la siguiente Visión y Misión como derroteros de su accionar.

### **VISIÓN**

*“El Programa de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad de Pamplona, en el año 2015, será reconocido como un programa líder a nivel regional, nacional e internacional, distinguido por sus aportes académico, investigativos y por su crecimiento continuo a la vanguardia del desarrollo mundial en los campos social, tecnológico e investigativo”.*

### **MISIÓN**

*“Formar profesionales integrales y competitivos a nivel regional, nacional e internacional en el área de Ingeniería Mecatrónica, que se constituyan en agentes generadores de cambio en el desarrollo de estas tecnologías así como promotores de paz y dignidad humana”.*

En coherencia con el PEI, la misión de la Universidad de Pamplona y del Programa de Ingeniería Mecánica, la función de éste es entregar a la sociedad un profesional formado integralmente con la responsabilidad de incursionar en la promoción del desarrollo, mejoramiento y cambio tecnológico de la región y del país desde sus áreas de desempeño profesional.

El PEI contempla cuatro compromisos fundamentales de la Universidad, los cuales son asumidos por el Programa de Ingeniería Mecatrónica de la siguiente manera.







**Con el Desarrollo Regional:** al considerar el ámbito regional como espacio básico de intervención de la Universidad de Pamplona, el Programa de Ingeniería Mecatrónica se articula con el Plan de desarrollo del Departamento, con acciones de intervención en sus diferentes programas a través de su trabajo social, prácticas académicas e investigación, proyectando sus acciones y dando continuidad a estas a través del tiempo.

**Con la formación Integral:** El Programa de Ingeniería Mecatrónica, no sólo forma al estudiante en un área científica y tecnológica, sino que hace una formación integral afirmando su sensibilidad mediante el desarrollo de valores, fortaleciendo su sensibilidad a través de la definición de sus compromisos consigo mismo y con la sociedad, fortalezas que va adquiriendo el futuro profesional a través de las acciones que desempeña con la comunidad y que buscan enriquecerlo como ser humano y como profesional.

**Con la Formación en el Aprendizaje:** un profesional en Ingeniería Mecatrónica se construye aprendiendo a aprender, a ser, a hacer, a aprender y a convivir brindándole espacios a lo largo de su carrera para problematizar diversas situaciones que lo lleven a la búsqueda de soluciones a través de la investigación y la relación de la teoría con la práctica mediante acciones que lo llevan a intervenir en diversas comunidades afianzando su formación profesional como futuro agente de cambio en bien de la sociedad.

**Con la democracia y la paz:** El programa de Ingeniería Mecatrónica plantea la formación del estudiante en un clima académico favorable para el desarrollo de los potenciales de cada uno de los expresados en la solidaridad, la sana convivencia y las relaciones de respeto a la dignidad humana favoreciendo la relación entre los integrantes de la comunidad universitaria.





**Impacto Académico Esperado Del Programa.** La Universidad de Pamplona incursiona con el programa de Ingeniería Mecatrónica, permitiendo abrir un nuevo radio de acción, aún poco explorado y de fundamental requerimiento para el desarrollo económico del país. Las consecuencias esperadas por el programa son:

- Generación de proyectos de investigación de desarrollo e innovación tecnológica que pueden ser presentados a Cofinanciación a Colciencias.
- Ofrecimiento de profesionales "Ingenieros Mecatrónicos", que contribuyan al desarrollo de la industria colombiana y regional con el fin de satisfacer las necesidades de la generación de nuevos productos ó servicios de las empresas del nuevo siglo.

La Universidad de Pamplona, académicamente ofrece un nuevo campo de formación en el área de las Ingenierías que permitiría elevar el estatus y reconocimiento en las universidades del nororiente colombiano. Igualmente, la Universidad contribuye con el desarrollo de los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología que pretenden generar proyectos de investigación y desarrollo de innovación tecnológica.

**Impacto socio-económico esperado del programa.** Los aspectos económicos que se pretenden mejorar mediante el ofrecimiento e interacción del programa con el sector industrial y social son:

- Aumentar la productividad a través de la mejora de la calidad por la aplicación de tecnologías más avanzadas en la producción manufacturera (robótica y control numérico) y en la industria de transformación (control de procesos).
- Ampliar el espectro de opciones para la producción de la industria manufacturera.
- Incorporar a la región en la corriente principal de desarrollo tecnológico a nivel mundial (manufactura flexible).





- El desarrollo económico de la empresa Norte Santandereana y Santandereana aumenta, por la eficiencia y la calidad de las nuevas formas de producción y organización, que hará que los productos generados, bienes o servicios sean de óptima calidad capaces de competir en el mercado nacional e internacional.
- Se fortalece la oferta nacional en los conocimientos de la ciencia de la Mecánica, electrónica e informática, disminuyendo los altos costos que asume la industria colombiana en saber extranjero.
- Modernización y optimización del sector productivo, incorporando técnicas y conocimientos avanzados dentro de las nuevas tecnologías, relacionadas con el campo de la Mecatrónica





## 6. JUSTIFICACIÓN DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

Hoy día, no puede mirarse un país de forma aislada, debe analizarse en el contexto global, que exige una intensa y permanente integración con el acontecer científico y tecnológico mundial. Estos esfuerzos deben orientarse hacia una apertura al conocimiento relacionado con las nuevas tendencias tecnológicas mundiales. La Ingeniería Mecatrónica, debido a sus áreas de aplicación anteriormente mencionadas, es sin duda una de las ingenierías que propicia la apertura a estas nuevas tecnologías mundiales y contribuye al desarrollo del sector productor de forma competitiva dentro del escenario global. Según Habib, (2006), es quehacer de un Ingeniero Mecatrónico el liderazgo y estimulación en el desarrollo, diseño y manufactura de productos involucrando diferentes tecnologías y disciplinas de la ingeniería como la electrónica, eléctrica, mecánica, informática y sistemas inteligentes, sistemas de control y modelamiento avanzado, óptica, sistemas de ingeniería, ingeniería de precisión y uso de tecnologías de realidad virtual, todo esto en un marco unificado que. Pero el concepto no sólo se centra en la integración tecnológica sino también en aspectos organizativos, entrenamiento, directivos, demanda de productos, administrativos, reciclaje y desarrollo sostenible, entre otros.

Dentro del contexto nacional, el Departamento Nacional de Planeación (DNP), ha identificado los siguientes ejes problemáticos que impiden que Colombia sea más competitiva:

1. Poca sofisticación y baja agregación de valor en los procesos productivos.
2. Baja productividad y capacidad de generación de empleo en los sectores formales.
3. En particular, baja productividad del sector agropecuario.
4. Altos niveles de informalidad empresarial y laboral.

Bajos niveles de innovación y de absorción de tecnologías.





6. Poca profundidad y sofisticación del mercado financiero.
7. Deficiencias en la infraestructura de transporte y energía.
8. Baja calidad y poca pertinencia de la educación.
9. Estructura tributaria poco amigable a la competitividad.
10. Rezago en penetración de tecnologías de información y en conectividad.
11. Degradación ambiental como limitante de la competitividad.
12. Debilidad de la institucionalidad relacionada con la competitividad.

De acuerdo a esto, ha sido un interés específico de la Universidad de Pamplona, la incorporación a la oferta académica del Programa de Ingeniería Mecatrónica, el cual por su naturaleza curricular, logra la necesaria simbiosis entre distintas áreas y disciplinas del saber como lo son: Mecánica de precisión, Electrónica y Computación, aplicados principalmente a la cada vez más necesaria automatización de procesos, control y robótica industrial, y que con ello, suple las falencias señaladas por el DNP en sus puntos 1, 2, 3, 4, 5 y 8. Como un ejemplo básico, la automatización de procesos de: siembra, cuidado de cultivos mediante control de riego y/o nivel de luz, detección de calidad de tierra y finalmente recolección del producto y adecuación física para su venta, puede generar una alta productividad en el sector agrícola. Estos procesos pueden ser llevado a cabo fácilmente con maquinaria diseñada para cada fin específico, adaptado a nuestras condiciones económicas y geográficas y la cual al conjugar el componente electrónico, sistemas, mecánico, sería un diseño ingenieril que podría propiciar en primera instancia un Ingeniero Mecatrónico. Adicionalmente, el ingeniero mecatrónico es un profesional especializado que jalona los sectores productivos aplicando nuevas tecnologías más eficientes o adaptando y actualizando las ya existentes en procesos más competitivos.

En este año, la revista The Economist ha catalogado a Colombia como uno de los países emergentes de segundo nivel, grupo llamado CIVETS (Colombia, Indonesia, Vietnam, Turquía y Sudáfrica). El primer nivel de países emergentes





está conformado por Brasil, Rusia, India y China y es conocido como BRIC. Esto implica que Colombia está por primera vez en los ojos del inversionista internacional que seguramente colocaran sus capitales en empresas o emporios productivos, lo cual, obviamente necesitará de un componente humano altamente calificado en la comprensión, adaptación y/o desarrollo de nuevas tecnologías que conlleven a los procesos productivos a ser aún más eficientes. El Ingeniero Mecatrónico jugará entonces un papel importante en este desarrollo debido que su quehacer inherente.

Por otro lado, una de las causas del deterioro económico en algunos sectores de producción, está relacionada con las exigencias de alta competitividad del mercado internacional producto de la apertura económica y para lo que aún éstos no se está preparado, ya que exige la incorporación de nuevas tecnologías de automatización y control en plantas, equipos, instalaciones y procesos de producción, así como una alta calificación de profesionales en el área. Adicionalmente, la competitividad y calidad en mercados internacionales, exige flexibilidad de adaptación y desarrollo, lo que implica invertir en recursos humanos y materiales que aseguren la transferencia de tecnologías en el sector productivo. La universidad, mediante el Programa de Ingeniería Mecatrónica suministra el primer objeto, un recurso humano especializado que se hace cargo del desarrollo de las áreas como: Robótica, Control Numérico, Control Digital, Control Adaptativo, Informática Industrial, Gestión de la Producción.

Finalmente, el proceso de industrialización constituye la base de una creciente actividad comercial que puede constituirse fácilmente en renglones de producción interna y de exportación favoreciendo aún más el desarrollo de la economía, la especialización laboral y creando condiciones para la formación de nuevas empresas. Sin embargo, alcanzar este objetivo necesita de profesionales capaces de introducir las nuevas tecnologías de producción y con capacidad de diseñar, mantener, y modernizar la maquinaria empleada en los renglones productivos y





control de calidad industrial, alimentario, agrícola y minero, que es en últimas el hacer de un Ingeniero Mecatrónico, obviamente en trabajo mancomunado del especialista del sector específico y empleando metodologías modernas de planeación, diseño y operación de sistemas de dirección.

Sustentó sobre la creación y factibilidad del Programa de Ingeniería Mecatrónica en la región y en el país puede encontrarse en algunos estudios, normativas y oportunidades que demuestran las necesidades de innovación tecnológica, entre ellos son:

- Zonas Económicas Especiales de Exportación - ZEEEX.
- Plan Estratégico del Programa Nacional de Electrónica, Telecomunicaciones e Informática.
- Plan Estratégico del Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad, 2000-2010.
- Plan de Desarrollo del Departamento Norte de Santander 2008-2011.
- Boletines Observatorio Nacional de Ciencia y Tecnología.







## **7. ESTRUCTURA CURRICULAR Y PLAN DE ESTUDIOS DEL PROGRAMA**

### **7.1. PLAN DE ESTUDIOS**

Con el fin de moldear y definir el perfil del Ingeniero en Mecatrónica de la Universidad de Pamplona fue fundamental identificar los campos de acción y de futuro trabajo de los egresados, con la ayuda de referencias nacionales, internacionales, de los estudiantes y en especial de los docentes del programa que han tenido experiencia en la empresa y de estudios de posgrado en el exterior. Se precisó que el egresado del programa debe comprender y desarrollar sistemas de control, automatización y mecatrónica, diseñar y simular sistemas electrónicos, neumáticos, hidráulicos y todos aquellos, que de forma integral, permitan controlar y automatizar cualquier proceso industrial.

Según los Acuerdos 102 del 20 de diciembre de 2005 y el 038 del 18 de mayo de 2006 del Consejo Académico, se diseñó, socializó y se puso en funcionamiento el actual plan de estudios denominado Pensum 2006 que consta de 10 semestres académicos, el último de trabajo de grado de 16 créditos y donde el estudiante elige cualquiera de las 6 modalidades de trabajo contempladas en el Reglamento Estudiantil.

El Plan de Estudios 2006 se diseñó con un total de 163 créditos académicos y 57 asignaturas (incluido el Trabajo de Grado), con semestres entre 15 y 17 créditos, adicionalmente los estudiantes deben cumplir para graduarse los requisitos exigidos por la universidad:

- ✓ Asignaturas extraplan: informática, actividad deportiva, cívica y constitución.
- ✓ Trabajo social (60 horas).







- ✓ Prueba de suficiencia de Inglés.
- ✓ Examen o certificado de Pruebas ECAES.

El plan de estudios presenta un 24% (39 créditos) en asignaturas de Ciencias Básicas y 31.2 % (51 créditos) de básicas de ingeniería, con las cuales se dan las bases para que el estudiante desarrolle competencias tales como análisis, investigación y modelamiento de soluciones para problemas de ingeniería en el transcurso de su carrera. Este plan de estudios se complementa con un 7.4 % (12 créditos) de asignaturas sociohumanísticas lo que garantiza un profesional honesto, responsable, creativo, solidario y con la capacidad de trabajo en equipo.

Por último el estudiante del Programa de Ingeniería en Mecatrónica cuenta con un 37.4% (61 créditos) de asignaturas profesionales del programa que le proporcionan las competencias y conocimientos necesarios en las áreas de acción del egresado. En la tabla 7.1 se puede observar la clasificación de las asignaturas del Programa de Ingeniería en Mecatrónica de acuerdo al área de formación, y en la tabla 7.2, se encuentran las diferentes alternativas que tiene el estudiante para profundizar en el área de ingeniería. Esto último aprovechando el banco de electivas profesionales ofrecidas en la Facultad de Ingenierías y Arquitectura.

En la figura 7.1 se presenta en detalle el Plan de Estudios 2006 del Programa de Ingeniería en Mecatrónica con los requisitos y correquisitos de las asignaturas.

Los programas de ingeniería de la Universidad de Pamplona se caracterizan por manejar un núcleo común de enseñanza el cual va hasta el cuarto semestre, esto facilita la movilidad entre programas permitiendo que el estudiante pueda definir su vocación profesional y solicite si es el caso la transferencia interna hacia otro programa.





**Tabla 7.1** Clasificación de las asignaturas del Programa de Ingeniería en Mecatrónica.

ÁREA	SEMESTRE	ASIGNATURAS	TOTAL	
			Cursos	Créditos
CIENCIAS BÁSICAS	I	Cálculo Diferencial, Química General, Laboratorio Química General	13	39
	II	Cálculo Integral, Mecánica, Laboratorio Mecánica, Álgebra Lineal		
	III	Cálculo Multivariable, Electromagnetismo, Laboratorio Electromagnetismo		
	IV	Ecuaciones Diferenciales, Oscilaciones y Ondas, Laboratorio Oscilaciones y Ondas		
BÁSICAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍAS	I	<i>Expresión Gráfica I</i>	19	51
	II	<i>Expresión Gráfica II, Programación I</i>		
	III	Mecánica Analítica, Programación II		
	IV	Mecánica de Materiales, Circuitos Eléctricos I		
	V	Matemáticas Especiales, Termofluidos, Electrónica I, Circuitos Eléctricos II.		
	VI	Procesos de Manufactura, Electrónica II, Lógica Digital, Máquinas Eléctricas.		
	VII	Electrónica de Potencia, Teoría de control.		
	VIII	Estadística I		
	IX	Seminario MMI		
PROFESIONALES DE LA FACULTAD DE INGENIERIA	IV	Programación Mecatrónica	19	61
	V	Diseño de elementos de máquina		
	VI	Electrohidráulica y electroneumática, Diseño Mecatrónico I		
	VII	Electiva Profesional de Ingeniería Mecatrónica I, CIM Y FMS, Instrumentación Industrial, Microbótica.		
	VIII	Electiva Profesional de Ingeniería Mecatrónica II, Robótica I, Control Inteligente, Control Industrial I, Redes y Comunicaciones Industriales.		
	IX	Electiva Profesional de Ingeniería Mecatrónica III, Electiva Profesional de Ingeniería Mecatrónica IV, Robótica II, Control Industrial II, Diseño Mecatrónico II		
SOCIO-HUMANÍSTICAS	I	Cátedra Faria, Educación Ambiental, Habilidades Comunicativas	6	12
	III	Electiva Socio Humanística I		
	V	Electiva Socio Humanística II		
	IX	Ética		
<b>TOTAL</b>			<b>57</b>	<b>163</b>





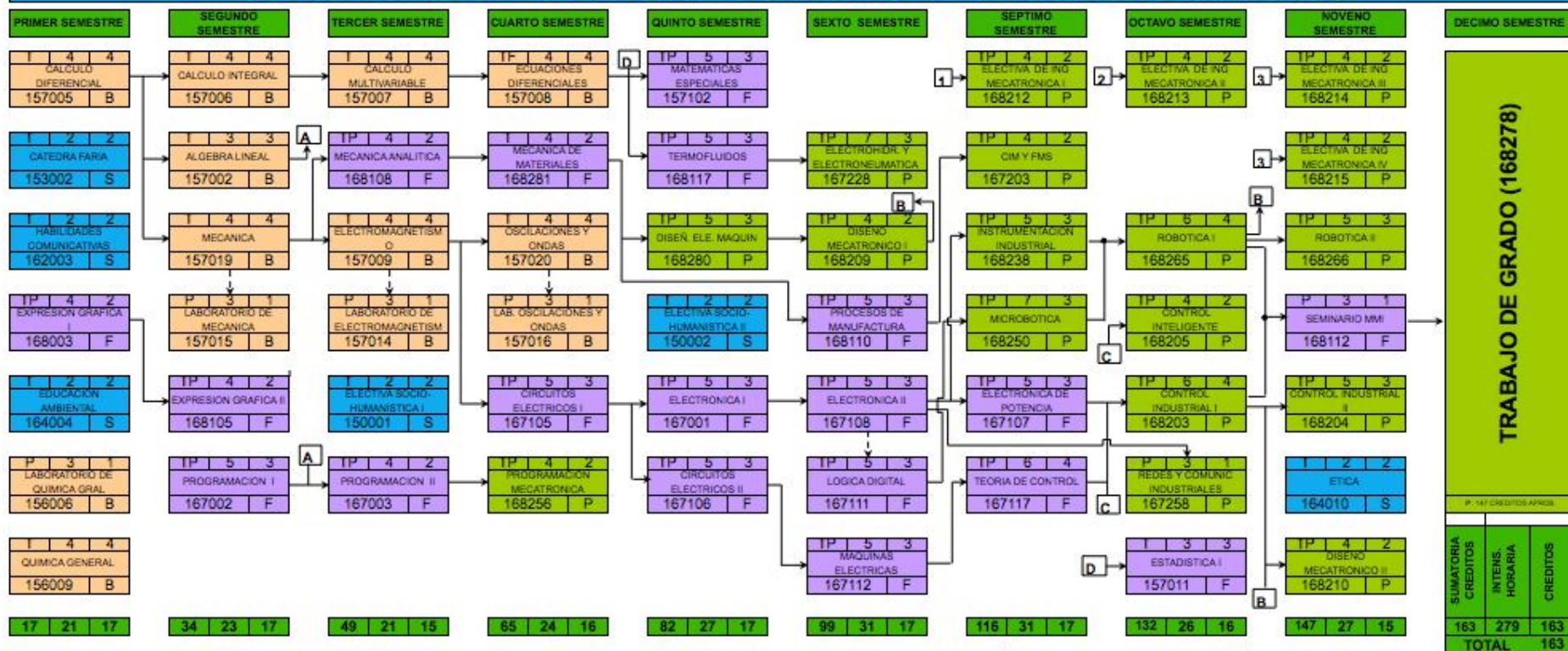
**Tabla 7.2** Clasificación de las electivas profesionales del Programa de Ingeniería en Mecatrónica.

<b>SUB-ÁREA</b>	<b>ASIGNATURA</b>
CONTROL	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Lógica Difusa.</li><li>2. redes neuronales.</li><li>3. Control avanzado de motores.</li><li>4. Control en tiempo real.</li><li>5. Modelamiento y simulación de sistemas dinámicos.</li></ol>
AUTOMATIZACION	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Automatización.</li><li>2. Automatización inteligente.</li><li>3. Diseño de autómatas con microcontroladores.</li><li>4. Redes de sensores inalámbricos.</li><li>5. Sensoria de alta precisión</li></ol>
ROBOTICA	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Proyectos de robótica</li><li>2. Visión artificial aplicado a manufactura</li></ol>
SISTEMAS MECATRONICOS	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Sistemas híbridos inteligentes</li><li>2. Diseño de productos</li><li>3. Construcción de prototipos</li><li>4. Diseño mecánico aplicado</li></ol>





## PLAN DE ESTUDIO -INGENIERIA MECATRONICA- UNIVERSIDAD DE PAMPLONA



**TRABAJO DE GRADO (168278)**

P: 147 CREDITOS APROB.		
SUMATORIA CREDITOS	INTENS HORARIA	CREDITOS
163	279	163
<b>TOTAL 163</b>		

### AREA DEL CONOCIMIENTO

BASICAS: B		BASICAS DE FACULTAD: F		PROFESIONAL: P		SOCIO-HUMAN.: S		TOTALES	
MATERIA	15	MATERIA	16	MATERIA	19	MATERIA	6	MATERIA	56
CREDITOS	43	CREDITOS	47	CREDITOS	61	CREDITOS	12	CREDITOS	163
% Mate	26,8	% Mate	28,8	% Mate	33,9	% Mate	10,7		
% Credi	26,4	% Credi	28,8	% Credi	37,4	% Credi	7,36		

### TIPO

TEORICA: T
TEORICO-PRACTICA: TP
PRACTICA: P

TIPO	IHS	CRED
<b>MATERIA</b>		
CODIGO	AREA	

1. 95 CREDITOS APROBADOS SEGÚN ACUERDO 103 DEL 20 DE DICIEMBRE DE 2005
2. 112 CREDITOS APROBADOS SEGÚN ACUERDO 103 DEL 20 DE DICIEMBRE DE 2005
3. 120 CREDITOS APROBADOS SEGÚN ACUERDO 103 DEL 20 DE DICIEMBRE DE 2005
4. 132 CREDITOS APROBADOS SEGÚN ACUERDO 103 DEL 20 DE DICIEMBRE DE 2005
5. 147 CREDITOS APROBADOS SEGÚN ACUERDO 103 DEL 20 DE DICIEMBRE DE 2005





## 7.2 CRÉDITOS DEL PROGRAMA

El Programa de Ingeniería en Mecatrónica de la Universidad de Pamplona conforme a las políticas de la Educación Nacional (Decreto 2566 de Septiembre 10 de 2003), está organizado por créditos académicos con una totalidad de 163, con semestres entre 15 y 17 créditos, esta organización permite facilitar los procesos de aprendizaje, procesos de homologación y convalidación de estudios a nivel nacional o internacional. Una gran parte de las asignaturas del programa de Ingeniería Mecánica son teórico-prácticas lo cual ha permitido que los estudiantes puedan afianzar mejor los conocimientos adquiridos ya que continuamente están validando la información que el docente les presenta. La programación de asignaturas electivas del Programa de Ingeniería Mecánica se plantea mediante un sistema de elección realizado por los estudiantes según las asignaturas planteadas para este fin y siempre y cuando se cuente con la disposición del docente.

## 7.3 ESTRATEGIAS PARA ALCANZAR EL PROCESO DE FORMACIÓN

Las estrategias pedagógicas desarrolladas por los docentes están de acorde a la naturaleza de las asignaturas y de los intereses y expectativas de los estudiantes. La implementación de créditos académicos, según el Acuerdo N° 186 del 2 de Diciembre de 2005, por el cual se actualiza el reglamento estudiantil de pregrado, de la Universidad de Pamplona, permite que docentes y estudiantes asuman trabajos independientes que aseguren el cumplimiento de los objetivos planteados por la asignatura y el programa. Cabe resaltar que todas las asignaturas del programa cuentan con espacios de contacto directo con el docente, actividades de autoaprendizaje y un tiempo de asesorías por parte del docente igual a la mitad del tiempo de contacto directo.





Para alcanzar los objetivos de formación en cada asignatura y obtener un mayor dominio de los conocimientos se plantean las siguientes actividades: talleres grupales, quices, exámenes parciales y el desarrollo de proyectos grupales en los cuales se dan soluciones a problemas reales donde se aplican los conocimientos específicos de la asignatura.

Como política de la Universidad de Pamplona a partir del año 2010 se desarrolla uno de los proyectos más importantes, el cual pone en marcha las AULAS IG, este proyecto se enmarca dentro de las Tecnologías de Información y la Comunicación (TIC) lo cual pretende que este entorno virtual sea ampliamente utilizado por los docentes como ayuda de los procesos formativos de las asignaturas sin perder la presencialidad.

#### **7.4 INTERDISCIPLINARIEDAD**

La Universidad de Pamplona es consiente que para cumplir con los objetivos de los procesos formativos es indispensable que los docentes y estudiantes a través de grupos de trabajo integren los saberes de varias disciplinas para dar solución a problemas complejos, esta integración de saberes se evidencia en muchas de las asignaturas comunes a varios de los programas de la universidad y en los proyectos de grado en los cuales se unen diferentes profesiones para dar solución a problemas de la industria o para desarrollar proyectos de investigación.

En el Programa de Ingeniería en Mecatrónica se presentan los siguientes escenarios del trabajo interdisciplinario:

- En los primeros semestres a través del diálogo interdisciplinar de las ciencias básicas donde se generan condiciones y estructuras de integralidad académica.





- En las asignaturas del área básicas de la Facultad de Ingenierías, por medio de las cuales se da la integración de diferentes disciplinas y se logra la interacción necesaria para que los estudiantes adquieran las competencias necesarias para la formación general del ingeniero.
- Se destaca el conjunto de actividades formativas y de asignaturas tendientes a la formación sociohumanística donde se integran los saberes de la Ingeniería con las Ciencias Sociales para dar solución a problemas sociales y culturales.
- En los trabajos de grado en los cuales se unen diferentes disciplinas para dar soluciones efectivas y confiables a problemas de la industria o la sociedad.

### **7.5 FLEXIBILIDAD**

La flexibilidad se aborda como una estrategia curricular, pedagógica y didáctica para permitir al estudiante adaptarse e integrarse al proceso formativo de acuerdo con sus intereses, necesidades y expectativas, con sus debilidades y fortalezas académicas y con sus ritmos de aprendizaje.

El Programa de Ingeniería en Mecatrónica les permite a los estudiantes seleccionar las asignaturas profesionales de profundización que ellos de acuerdo a sus intereses ven que son apropiadas para su futuro profesional, así como la generación de espacios donde se aporten ideas sobre posibles inclusiones o modificaciones a estas, en aras de fortalecer su perfil profesional y mejorar su competitividad, al adquirir conocimientos actualizados y útiles para su desempeño profesional, según las necesidades del entorno.

El uso de herramientas informáticas y tecnológicas de comunicación permite al estudiante mantener contacto con sus tutores de forma virtual, permitiendo que durante el desarrollo del trabajo de grado se realicen asesorías en tiempo real, y se mantenga un seguimiento adecuado de las actividades sin tener horario específico o la necesidad de un contacto directo.





## 8. LINEAMIENTOS PEDAGÓGICAS Y DE AUTOEVALUACIÓN

### 8.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y LINEAMIENTOS PEDAGÓGICOS Y TECNOLÓGICOS ORIENTADORES DEL PROGRAMA

En el Programa de Ingeniería en Mecatrónica, se mantiene la misión de formar profesionales integrales y competitivos a nivel regional, nacional e internacional en el área de la Ingeniería Mecatrónica, que se constituyan en agentes generadores de cambio y promotores de paz, la dignidad humana y el desarrollo nacional, con el desarrollo y la aplicación de tecnología de punta. Bajo este marco se desarrolló el “Plan de Estudios 2006”, el cual permite al estudiante mayor flexibilidad y profundización en la línea de preferencia mediante las asignaturas electivas. De esta manera nuestros profesionales manejan los conceptos requeridos por el programa y adicionalmente tienen la oportunidad de profundizar en otras ramas como mantenimiento, automatización, visión artificial, CAD CAM CAE, etc.

### 8.2 OBJETIVO DE FORMACIÓN Y PROPÓSITOS DEL PROGRAMA

El objetivo de formación del Programa de Ingeniería en Mecatrónica de la Universidad de Pamplona está orientado a formar profesionales íntegros, responsables, líderes, innovadores, con la capacidad de analizar, proponer y desarrollar soluciones ingenieriles a los problemas propios de su carrera.

En razón de la **Misión** de la Universidad y del Programa “*Formar profesionales integrales que sean agentes generadores de cambio promotores de la paz, la dignidad humana y el desarrollo nacional*” y de los objetivos del programa, los propósitos formativos son:

- ✓ Impulsar el estudio grupal, colaborativo y el profundizar más en estudios avanzados (Diplomados, Especializaciones, Maestrías y Doctorados) como







condiciones esenciales para un mayor dominio de las competencias personales y profesionales.

- ✓ Fomentar el espíritu investigativo, el emprendimiento y la adaptación al cambio como condiciones esenciales para desarrollar el pensamiento innovador de los futuros ingenieros.
- ✓ Promover la formación de valores, la ética por la aplicación de buenas prácticas profesionales, respetuosos y responsables de las diferentes culturas y el cuidado del medio ambiente.

### **8.3 AUTOEVALUACIÓN EN LA UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**

De acuerdo con el Plan de Desarrollo de la Universidad de Pamplona, 2003 – 2010, la Acreditación y Aseguramiento de la Calidad, es considerada un Macropolítica, la cual tiene entre sus estrategias, desarrollar procesos continuos de autoevaluación y hetero-evaluación de los programas y dependencias académicas, como mecanismo para el logro permanente de la excelencia y de altos niveles de productividad y competitividad.

En ejercicio de la autonomía responsable la Universidad ha decidido participar en el Sistema Nacional de Acreditación, entendiendo que este es un mecanismo que le permite conocer la eficacia en el ejercicio de sus funciones, propiciar la autorregulación y el mejoramiento continuo de cada una de ella y garantizarle a la sociedad el cumplimiento de su misión y de sus objetivos.

La Universidad ha estructurado el sistema de aseguramiento de la calidad que partiendo de los procesos de autoevaluación construyan una cultura de evaluación la autorregulación y el mejoramiento continuo. El reconocimiento de las capacidades internas para indagar y explicar los condiciones en las que realizan





las actividades universitarias, es un componente básico para orientar la toma de decisiones y el logro de los niveles de excelencia. Para ello la Universidad ha definido como política institucional, la evaluación permanente de todos sus programas incluyendo aquellos que recién han iniciado, acogiendo el modelo del Consejo Nacional de Acreditación C.N.A.

Las actividades por medio de las cuales se llevará a cabo la autoevaluación a Docentes, Estudiantes, Egresados, y directivos con fines de alcanzar la acreditación de alta calidad, son planteadas en IGA-09 “Autoevaluación con fines de Acreditación de Alta Calidad”

**8.3.1 Ponderación de los factores para la autoevaluación y acreditación de calidad.** A continuación se presenta la ponderación de cada uno de los factores que, siguiendo los lineamientos del Consejo Nacional de Acreditación, se han tenido en cuenta para el proceso de Autoevaluación en la Universidad de Pamplona. La asignación de pesos distintos a los diversos factores no hace de este proceso evaluativo un proceso cuantitativo.

La ponderación que ha establecido la Universidad de Pamplona es el resultado y la expresión de un análisis cualitativo. Cada uno de los factores tiene una importancia relativa definida por las razones cualitativas que se exponen más adelante, sustentadas por la valoración y el acuerdo intersubjetivos.

En la Tabla 8.1 se puede observar el porcentaje asignado a cada factor de autoevaluación:

**Tabla 8.1** Ponderación porcentual de los factores de autoevaluación

<b>Factores</b>	<b>% Ponderación</b>
Proyecto Educativo Institucional	15





Estudiantes y profesores	20
Procesos académicos	20
Bienestar estudiantil	10
Organización, administración y gestión	10
Egresados e impacto sobre el medio	15
Recursos físicos y financieros	10
Total	100

**Sobre la asignación de peso a cada uno de los factores.** En este proceso, en concordancia con lo planteado en los documentos del CNA, se ha asumido la ponderación como un modo de hacer visible las especificidades de los programas y la manera como estos se orientan en la institución teniendo en cuenta la Misión y el Proyecto Institucional.

Cada uno de los factores es fundamental en este estudio evaluativo, no obstante se ha establecido una jerarquización para entrar a considerar, a partir de ella, el desempeño de la institución y de los programas. La agrupación de las características en factores tiene efectos organizativos por tal razón se ha considerado importante ponderar también las características de cada uno de ellos puesto que, es a través de estas que se reconoce la calidad; esa ponderación viene a consolidar el peso total de los factores. La ponderación de las características así como su grado de cumplimiento se realizará en cada programa.

En el análisis de la importancia de cada uno de los factores y del peso que a nivel institucional sería posible atribuirles se ha asignado un mayor peso, 20%, al factor Procesos Académicos, asimismo al factor de Estudiantes y Profesores que se consolidan los procesos académicos en la institución así como la Misión de la Universidad. En este sentido es de vital importancia evaluar los procesos relacionados a este factor para garantizar con responsabilidad, integridad e idoneidad la selección, la formación y la evaluación de estos agentes, como también, las políticas académicas que los guían.





Los procesos académicos que subyacen a la dinámica curricular de la institución se consideran igualmente relevantes porque encierran la esencia de la ideología científica, humanista y pedagógica que orientan las relaciones pedagógicas en el medio universitario y dan cuenta del estado del arte en cada una de las disciplinas del saber.

Continuamos con el factor Proyecto Educativo al cual asigno un peso de 15%. El PEI es la columna vertebral, la carta de navegación que da rumbo a la vida institucional, es a partir de este que se orienta la acción formativa, investigativa y de proyección social en los programas de la Universidad. En concordancia con él todas las acciones se encaminan hacia la consolidación de la Visión y de la Misión que de manera transversal se encuentra en los otros factores establecidos para esta autoevaluación.

En cuanto al factor Egresados, al cual se le ha asignado el 15% del peso, se considera que es la carta de presentación de la institución. Los egresados en su interacción con el contexto expresan la calidad de la formación recibida, del programa y de la institución. La evaluación del impacto social que su quehacer profesional ejerce en la sociedad es vital dado que a partir de ella se deben orientar los programas y lograr una vinculación efectiva de la academia con la realidad socio-económica y cultural de la región y el país.

El factor Bienestar Institucional reviste gran importancia en la formación integral y en la consolidación de una comunidad académica. En este sentido se le ha asignado el 10% del peso en el Proceso Evaluativo. Tradicionalmente el factor Bienestar Institucional se ha circunscrito a la prestación de servicios médicos al apoyo del deporte a nivel competitivo; en la nueva dinámica que se pretende generar se hace necesario reorientar la concepción de este factor en la institución hacia el apoyo a los programas, a la formación integral y al mejoramiento de la





calidad de vida de los agentes educativos; de aquí la importancia de la evaluación de las políticas de Bienestar y de su ejecución para incidir en la cualificación de los procesos académicos y socio-culturales que se viven en el campus universitario y en los programas de formación profesional.

Siguiendo el análisis consideramos el factor Organización Administrativa y gestión como soporte a los procesos académicos; el peso que se le atribuye, el 10%, radica en la necesidad de definir técnicamente el trabajo y garantizar la idoneidad de los funcionarios en los diversos cargos. Una buena organización y gestión articula y optimiza el funcionamiento de las diferentes dependencias y programas de la institución.

Los factores Recursos Físicos y Financieros son fundamentales para consolidar todos los desarrollos que se proponen en la institución. La existencia de una planta física adecuada a las necesidades y al número de usuarios y al desarrollo de las necesidades curriculares y académicas, es el espacio físico real y vital para el ejercicio de la convivencia científico pedagógica y el crecimiento personal para la formación de una conciencia universal. La disponibilidad de recursos financieros para el logro de las actividades sustantivas de los programas es un factor determinante en la concreción de los proyectos que se generen en el espacio académico. Por esta razón, en este proceso de autoevaluación se ha asignado un peso de 10% a este factor.

#### **8.4 AUTOEVALUACIÓN EN EL PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA**

El programa de Ingeniería en Mecatrónica desde el instante de su creación en 1999 ha implementado un proceso de autoevaluación cualitativa, que implica toda una fase inicial de sensibilización y socialización sobre los diferentes procesos del programa, estos procesos complementan las acciones ya iniciadas por la





Universidad y va dirigido fundamentalmente a profesores y estudiantes del Programa.

La responsabilidad de este proceso se ha centrado en la coordinación del programa, apoyada por los diferentes comités y estamentos de la Universidad de Pamplona

Para efecto de dirigir y coordinar las actividades específicas de Autoevaluación en el programa, se ha designado a La Coordinación del Programa de Ingeniería en Mecatrónica la coordinación del proceso de evaluación docente y todo lo relativo a la autoevaluación de la dependencia a su cargo; además, desde allí se establecen mecanismos de mejoramiento continuo de la calidad, se trabaja por el mantenimiento de la armonía entre los estamentos y se contribuye a proyectar la imagen del programa.

El comité del programa de Ingeniería en Mecatrónica, el cual está integrado por el Coordinador del Programa, dos docentes y dos representante de los estudiantes, tienen como encargo específico las tareas de revisión curricular, la ejecución y seguimiento de los planes y esquemas para efectos de Autoevaluación, además se encarga del diseño de instrumentos y procedimientos complementarios, que permitan la obtención de indicadores de la calidad y comprometan la organización dentro de un plan de mejoramiento continuo.

Es importante resaltar que los logros más importantes de la Autoevaluación y el mejoramiento continuo aplicado en el Programa de Ingeniería en Mecatrónica son los siguientes:

- Reestructuración del Plan de Estudios (Pensum 2006): Durante los años 2005 y 2006, con la colaboración de los estudiantes, docentes del Programa y empresarios, se evaluaron las fortalezas y debilidades de los futuros Ingenieros





en Mecatrónica, de esta forma y apoyados en referencias de Planes de Estudios de instituciones nacionales e internacionales se evaluó el Plan de estudios existente y se modificó con el objetivo de fortalecer las líneas de profundización existentes e incluir otras.

- Incorporación de docentes calificados y capacitados en las áreas de profundización (2 docentes con Maestría en el año 2009 - 2010) y capacitación de los docentes existentes (4 docentes adelantando estudios de Maestría).
- Adquisición de equipos e implementación de Bancos de Pruebas desarrollados por los estudiantes en sus proyectos de curso y de grado.
- Ofrecimiento de espacios académicos como Cursos de Profundización, Congresos y Diplomados en los cuales los estudiantes pueden identificar y profundizar en áreas de su interés.

Además de los resultados anteriores el sistema de Autoevaluación ha arrojado las siguientes recomendaciones:

- A partir de las tendencias de la actual globalización, es necesario reconocer quienes son nuestros clientes (estudiantes, padres de familia), definir indicadores de gestión y calidad.
- Manejar las quejas y re-alimentarse a partir de ellas, hacer comparaciones con programas similares de otras instituciones a nivel nacional e internacional, mediante liderazgo motivar a los clientes a involucrarse en el proceso de mejora, tener congruencia y consistencia en el decir y en el hacer, reforzar los valores.







- Desarrollar de manera efectiva al personal docente, dar reconocimiento y evaluar su desempeño, consolidar el sistema informativo e incluir los estudios de comparación, mayor participación de profesores, estudiantes y directivos en las decisiones que tienen influencia en la calidad del programa.
- Dar promoción y acción más formal al trabajo con la comunidad.
- Definir, clarificar, sistematizar y difundir los indicadores de calidad del programa y mediante el proceso de mejoramiento continuo contribuir a dar solución a las necesidades del entorno mediante la formación de profesionales idóneos para ello.

Como resultado del proceso continuo de autoevaluación, se realizaron encuestas y entrevistas con todos los miembros de la comunidad académica y se socializaron los resultados obtenidos, el programa de Ingeniería Mecatrónica diseñó un Plan de Mejoras en el cual se ha venido trabajando y que está proyectado a finalizar en el año 2014.

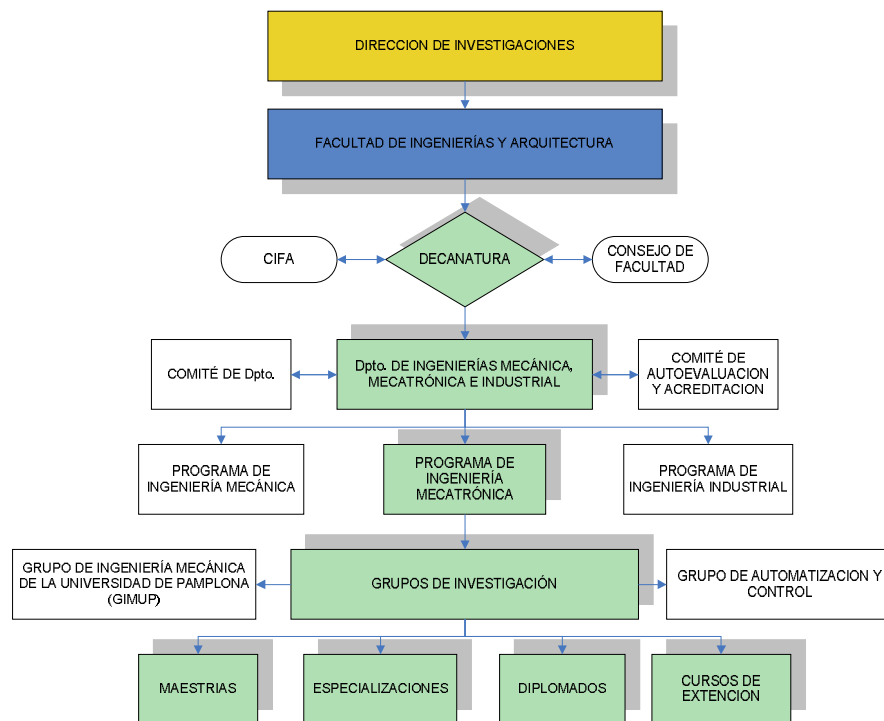
El Programa de Ingeniería Mecatrónica está comprometido plenamente con la Autoevaluación, es por esto que en la actualidad y gracias a los estudios de calidad realizados a los Egresados y Pruebas ECAES se estudian mecanismos para mejorar algunas falencias detectadas y que son de vital importancia para mejorar la calidad de los estudiantes del programa.



## 9. INVESTIGACIÓN

**9.1 Estructura investigativa del programa de ingeniería Mecatrónica.** El desarrollo científico y tecnológico en el Programa de Ingeniería Mecatrónica de la universidad de Pamplona se lleva a cabo sobre la base de los grupos de investigación que figuran listados en la tabla 9.1; estos grupos tienen el reconocimiento de Colciencias en diferentes categorías, resultado de la participación en convocatorias nacional de medición grupos de investigación.

Como se observa en la figura 9.1, la estructura investigativa del programa gira en torno a los grupos de investigación, estos grupos son soportados por medio de los proyectos de investigación, artículos de investigación, trabajos de grado, entre otros, partiendo de la base de los estudiantes del programa.



**Figura 9.1.** Estructura investigativa del programa



En la tabla 9.1 se muestra los grupos de investigación existentes que soportan el programa con su respectiva categoría, director del grupo y estatus en Colciencias

**Tabla 9.1** Grupos de Investigación existentes en el programa

<b>NOMBRE DEL GRUPO</b>	<b>DIRECTOR</b>	<b>CATEGORÍA COLCIENCIAS (2009)</b>	<b>STATUS COLCIENCIAS</b>
Grupo de investigación <b>AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL</b>	PhD. Aldo Pardo García	<b>A</b>	RECONOCIDO
Grupo de investigación <b>GIMUP</b>	PhD. Simón Jesús Figueroa Salgado	<b>C</b>	RECONOCIDO

### **GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE AUTOMATIZACION Y CONTROL A&C**

Código del grupo ante Colciencias: COL0007739

Director: Ph.D. Aldo Pardo García

Año de Creación: 1999

Categoría: A

Dirección web:

<http://201.234.78.173:8080/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000002637>

**Misión.** El grupo de investigación A&C contribuye a formar profesionales de elevado nivel académico, líderes en la dinámica social, con ética, sentido crítico y capacidad investigativa, que les permita dar solución de automatización y control industrial; y prepararlo para desarrollar métodos científicos y técnicos que mejoren y automaticen la producción industrial de manera eficaz, eficiente y ecológica.

**Visión.** Ser un grupo en la vanguardia de la Automatización y el Control en el Norte de Santander y Colombia Ser un grupo de investigación en la educación superior de la región y el país con prestigio nacional e internacional que





desarrollen sistemas de automatización y control para las industrias y otros medios.

**Objetivos.** Los objetivos específicos del grupo son los siguientes:

- Formar recursos humanos de un alto nivel académico para la investigación y la docencia de grado y posgrado en el campo de la Ingeniería de Control, en particular en áreas como control de procesos y automatización industrial.
- Desarrollar nuevas prácticas de investigación tecnológica en el área de la automatización aplicada a industrias de proceso y de manufactura.
- Promover el trabajo interdisciplinario entre instituciones y organizaciones afines al área del control y automatización industrial en la perspectiva de contribuir al desarrollo científico y a proporcionar tecnologías para el estudio y la búsqueda de soluciones a problemas específicos.
- Contribuir al desarrollo y a la innovación de los procesos tecnológicos del sector productivo de bienes y servicios, mediante la experimentación e integración de los productos de la investigación y su adaptación e incorporación a los procesos industriales.
- Participar en el desarrollo de nuevas prácticas de investigación tecnológica en el área del control aplicado a industrias de proceso y manufactura., mediante la experimentación e integración de los resultados de la investigación y su adaptación e integración a los procesos industriales.
- Fomentar la divulgación científica de soluciones e innovaciones a problemas de automatización y control de procesos en el campo de la ingeniería





El Grupo de Investigación Automatización y control de la Universidad de Pamplona fue creado en el año de 1999 por iniciativa de los investigadores y con la idea fundamental de dar a conocer sus productos (publicaciones, tesis, participaciones internacionales, proyectos, patentes, etc.). Las principales áreas de trabajo en las que se destaca el grupo de investigación tienen que ver en parte con la automatización y control de procesos industriales y en donde principalmente se destacan las siguientes líneas:

- **Control y automatización industrial.** Enfocado principalmente a resolver problemas a nivel industrial, donde prime principalmente la seguridad del personal y el incremento de la productividad.
- **Desarrollo energético.** Encaminado a la obtención de nuevas energías (renovables) a través de la diversidad del medio ambiente, sin tener que dañar su equilibrio. Detección y diagnóstico de fallas: Aplicado a la industria y a nivel empresarial, para el control, monitorización y supervisión de todos los procesos.
- **Sistemas Mecatrónicos.** Es la integración de diferentes disciplinas de la ingeniería mecánica, ingeniería electrónica, automática, teleinformática y robótica con el fin de desarrollar, optimizar y automatizar equipos, procesos y productos, con gran flexibilidad y que respondan a necesidades actuales y exigencias futuras en innovación y desarrollo tecnológico.

**Áreas de aplicación:**

- Fabricación de máquinas y productos como: Aparatos y materiales eléctricos.
- Adquisición de Datos.
- Supervisión, Monitorización y Control de procesos.

Acoplamiento a otras áreas de la ciencia (Biomédica, Farmacéutica, etc.).





## GRUPO DE INVESTIGACIÓN GIMUP

Director: PhD. Simón Jesús Figueroa Salgado

Código Colciencias: COL0050033

Fecha de creación: 2004

Categoría: C

Dirección web:

<http://201.234.78.173:8080/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000003295>

El Programa de Ingeniería Mecatrónica tiene una estructura formal para la investigación, soportada por los grupos de investigación que se constituyen en el centro del proceso de investigación; el Programa de Ingeniería Mecatrónica cuenta con otro grupo de investigación reconocido por Colciencias en categoría C, este grupo de investigación interdisciplinario conocido como Grupo de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Pamplona (GIMUP) posee varias líneas de investigación definidas de acuerdo con el objetivo general del mismo y en armonía con los intereses institucionales. En las líneas se practica el principio de cooperación y no de competencia interna. Cada línea posee su sistema de administración y el Coordinador del grupo puede estar a cargo de todas ellas o promover que haya un investigador responsable de las actividades de cada línea del grupo y por lo tanto de la administración de los resultados generados de acuerdo con las actividades que se desarrollen.

En el grupo de investigación participan docentes, estudiantes y egresados y en ocasiones otros profesionales, quienes, bajo la orientación del Coordinador profundizan en un área del conocimiento específica, según este definido en la línea de investigación. Los proyectos que se plantean pueden involucrar uno o varios de sus integrantes de una o varias de sus líneas, inclusive pueden trabajarse en equipos interdisciplinarios con otros grupos de la universidad o con





otras instituciones. Para la financiación de los proyectos de investigación, se cuenta con convocatorias internas y con la posibilidad de realizar proyectos en convenio con otras instituciones con apoyo total o parcial de entes financiadores.

La actividad de las líneas de investigación se materializarse finalmente en los productos que la hacen evidente: publicaciones (artículos y libros) nacionales e internacionales, ponencias en congresos para socializar resultados, patentes, apoyo a la creación de nuevas empresas a partir de los resultados de las investigaciones, apoyo en la formación de magísteres y doctores, cursos de capacitación en sus áreas de reflexión y respaldo a la creación de maestrías y doctorados.

Las líneas de investigación del GIMUP son:

- **Línea de Materiales y Fabricación.** Tiene como objetivo realizar desarrollo de materiales y procesos de producción que atiendan las necesidades de la industria local a partir de la Ciencia e Ingeniería de Materiales
- **Línea de Control.** Tiene como objetivo desarrollar e investigar en los campos de la Ingeniería de Control para resolver problemas comunes en la industria, universidad y áreas afines.
- **Línea de Energías Renovables.** Tiene como objetivo el desarrollo de proyectos de investigación en planeación, gestión y desarrollo de sistemas de generación de energía a partir de fuentes alternativas sustentables.
- **Línea de Mantenimiento.** Tiene como objetivo realizar desarrollo de los métodos modernos de mantenimiento predictivo.







- **Línea de Mecánica de Fluidos Computacional.** Tiene como objetivo realizar investigación y desarrollo de programas de simulación y modelado de los procesos industriales que involucran fluidos e intercambios energéticos.
- **Línea de Diseño Mecánico.** Tiene como objetivo realizar desarrollo de proyectos que impliquen la solución de problemas de diseño de elementos de máquinas para la industria local y regional.

El grupo de investigación busca trabajar en líneas de investigación y proyectos afines a las líneas de profundización del programa de Ingeniería Mecatrónica, desde las asignaturas Electiva Profesional I, II, III y IV, los estudiantes llevan un proceso de investigación formativa, al finalizar el ciclo de electivas el estudiante tiene la opción de realizar su proyecto de grado en la modalidad de investigación (Acuerdo 186, Reglamento Estudiantil, párrafo tercero artículo 36). Los proyectos se inscriben en una de las líneas de investigación del grupo, algunos de ellos tienen como resultado artículos de investigación publicados en revistas nacionales o ponencias

La investigación se apoya en los laboratorios del programa: Máquinas Herramientas, Soldadura, Ensayo de Materiales, Metalografía, Procesamiento de Polímeros, Metrología, así como en los laboratorios de los programas de Ingeniería y otros centros que servirán de apoyo a la investigación.

Actividades priorizadas del grupo:

Congreso Binacional en Ingeniería Mecánica

Apoyo a proyectos de Pregrado modalidad investigación.

Semillero de Investigación GIMUP

**9.2 Actividades de apoyo a la investigación.** A continuación se mencionan las actividades con las cuales el Programa de Ingeniería Mecatrónica y otro



programas de la institución dan soporte a proceso de investigación, entre ellos se pueden mencionar cursos de extensión, diplomados, semilleros, estudios de postgrado, jornadas científico-técnicas, entre otras.

**9.2.1 Centro de Estudios de Ingeniería Mecatrónica.** El centro de estudios de Ingeniería Mecatrónica (CIMUP), se crea con el fin de dar apoyo a estudiantes y docentes del programa, elevando el nivel académico, científico y cultural y propender por el desarrollo social y tecnológico de la región y el país. El centro de estudios presta servicios a la comunidad universitaria, entre los cuales podemos mencionar: Asesoría en diversas áreas de la ingeniería, préstamo de material físico y virtual, asesoría en proyectos de investigación y desarrollo, organización de eventos científico-tecnológicos, etc.

**9.2.2 Congreso Internacional de Ingeniería Electrónica y Tecnologías Avanzadas.** Cada año y medio la Universidad de Pamplona a través de su Facultad de Ingenierías y Arquitectura, organiza el Congreso Internacional “Electrónica y Tecnologías Avanzadas” (CIETA), evento que ha tenido gran participación de conferencista y ponentes con gran trayectoria nacional e internacional.



Figura 9.1 *Sitio Web oficial del Congreso*



CIETA constituye un punto de encuentro en Colombia para investigadores, profesionales y estudiantes interesados en los últimos avances científicos en el campo de la Electrónica y las Tecnologías de punta. El objetivo primordial del congreso es focalizar el desarrollo científico y tecnológico en un evento de carácter internacional. A su vez, con la Expo-Feria de Tecnologías de Avanzada se busca dar a conocer los últimos avances tecnológicos desarrollados por corporaciones nacionales y extranjeras. Es por ello, que daremos espacio a universidades, grupos de investigación, y empresas para debatir experiencias y proponer la inserción de tecnología a la academia.

**CIETA Incluye:**

- Conferencias magistrales
- Presentaciones orales y tipo póster de trabajos científico-técnicos
- Cursos-seminarios sobre diferentes áreas temáticas

Los trabajos de mayor relevancia son propuestos a ser publicados en la **Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada**. (Indexada en Colciencias, Tipo C).

El séptimo evento fue realizado el pasado 17-21 de Noviembre de 2009, llevando a cabo otros eventos tales como: III Congreso Internacional en Sistemas, Informática e Ingeniería del Conocimiento “CICOM”; III Congreso en Telecomunicaciones; II Congreso en Ingeniería Eléctrica y la V Olimpiada de Robótica, con excelente asistencia de estudiantes y profesionales de diferentes áreas y afines al programa de Ingeniería Mecatrónica. El congreso actualmente cubre temas relacionados con Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Sistemas, Telecomunicaciones, Robótica y Mecatrónica.



### 9.2.3 Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada



**Figura 9.3.** Portada de la revista de Tecnologías de Avanzada

**Fuente:** Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada

**Año Inicio:** 2002

**Frecuencia:** Semestral

**Tipo de Publicación:** Publicación Periódica

**Soporte:** Impreso en papel y publicación en la Web

**Idioma:** Español

**ISSN:** 1692-7257

**Resumen.** La Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada tiene como propósito la difusión de conocimientos en las áreas de las tecnologías de avanzada. Se propone publicar artículos generales y artículos especializados donde se traten temas desde Control automático, Automatización, Procesamiento Digital de Señales, Electrónica, Eléctrica, Telecomunicaciones, Sistemas y áreas afines a la ingeniería.

Actualmente la Revista lleva un total de 14 números, y el último ejemplar fue el 2 Volumen del Año 2009.

**Temáticas:**



- Control y Automatización Industrial
- Inteligencia Artificial
- Robótica
- Procesamiento digital de señales
- Electrónica y Eléctrica
- Telecomunicaciones
- Telemetría
- Otras áreas de la Electrónica
- Percepción
- Dispositivos electrónicos

**9.3. Semilleros de investigación del programa.** El Programa de Ingeniería Mecatrónica fomenta la investigación a estudiantes propios y ajenos al programa por medio de los semilleros de investigación, en ellos, los docentes apoyan al estudiante en el desarrollo de proyectos, desde la formulación hasta la culminación satisfactoria del mismo, pasando por el diseño y desarrollo, todo esto teniendo en cuenta la metodología investigativa expuesta por entes nacionales.

Los semilleros de investigación del programa tienen como base las líneas de investigación de los grupos de investigación del programa, abarcando diversos campos de aplicación e incentivando a los estudiantes a la investigación. Los semilleros que se presentan en el programa son: Semillero de Investigación en detección y diagnóstico de fallas en Automatización Industrial (SIDDFAI) y el Semillero de Investigación en robótica móvil (SIRMOV).

Los semilleros mencionados se encuentran vinculados a la Red de Semilleros de investigación de la Universidad de Pamplona, la cual tiene como función, reunir y organizar los semilleros de los diversos programas de nuestra Universidad; esta red de semilleros se encuentran vinculados al nodo Norte de Santander,







comunidad de aprendizaje que bajo la figura de Semilleros de Investigación, reúne Estudiantes y Docentes, pertenecientes a Instituciones Educativas de nivel Básico, Medio y Superior del Departamento, con el propósito de incentivar La Investigación Formativa a través de la Formación en Investigación y el Trabajo en red; y a su vez pertenece a la Red Colombiana de Semilleros de Investigación (RedCOLSI), organización no gubernamental, expresión de un movimiento científico de cobertura nacional integrado principalmente por estudiantes de educación superior que tratan de dar cuerpo al proceso de formación de una cultura científica para todo el país.

#### **9.4. Maestría en controles industriales.**

Registro Calificado: Resolución 3819 de 29 Octubre de 2004

Código ICFES: 121266813385451811100

Modalidad: Presencial

Duración: 4 Semestres

Título: Magister en Controles Industriales

La Universidad de Pamplona, tiene como uno de sus propósitos el desarrollo y crecimiento académico e investigativo que le permita ampliar su radio de acción a todo el país, estableciendo la posibilidad de capacitar a profesionales en las diferentes áreas del conocimiento.

El Programa de la Maestría en Controles Industriales que ofrece la Universidad de Pamplona, constituye una experiencia enmarcadas en las políticas de desarrollo académico – científico, puesto al servicio de las demandas sociales y económicas del conocimiento investigativo y propuestas de solución en: Planes, Programas, Proyectos y Tecnología que conlleven al desarrollo sostenible de la sociedad Local, Regional, Nacional e Internacional.





La maestría en controles industriales persigue los siguientes objetivos:

- Formar Magísteres en Controles industriales capaces de acometer proyectos de investigación pura o aplicada
- Garantizar la formación integral de los estudiantes, elevando su nivel académico, a través de un programa de vanguardia.
- Consolidar una comunidad académica líder en generación de conocimiento y formación científica e investigativa en las áreas de competencia del programa.

El programa de maestría en controles industriales brinda a los estudiantes de ingeniería mecatrónica la oportunidad de crear productos mancomunadamente entre los estudiantes de los dos programas, lo cual se puede evidenciar claramente en el desarrollo de varias tesis.

**9.5 Asociación colombiana de olimpiadas de robótica “ACOR”.** Uno de los problemas que se ha presentado en el área de investigación de la robótica en Colombia, es la falta de unión de las personas que desarrollan proyectos encaminados a la investigación y desarrollo en el país; uno de estos problemas se ve reflejado en la organización de eventos y actividades paralelas en el país como son las olimpiadas de robótica o expo Mecatrónica. Con respecto a lo anterior se hace necesario la constitución de una asociación que trabaje en pro de la investigación en robótica, unión y apoyo en los eventos que se desarrollen en cualquier lugar de Colombia.

El desarrollo de esta iniciativa pretende dar a conocer al público en general, el mundo de la robótica y fomentar la investigación y desarrollo de esta rama de la ciencia, además la unificación de criterios de organización de eventos afines en Colombia.

La asociación persigue los siguientes objetivos:







- Desarrollar relaciones laborales y constructivas entre las diferentes organizaciones existentes en Colombia.
- Ofrecer espacios a la investigación en las áreas de la robótica y la ingeniería Mecatrónica.
- Fomentar el trabajo en equipo en la realización de proyectos de investigación y desarrollo.
- Realizar proyectos de investigación encaminados al fortalecimiento de la robótica y la ingeniería Mecatrónica en el país.

**9.6 Prospectiva de Desarrollo de la Investigación.** En prospectiva el programa promueve la formulación de proyectos de investigación a través de la participación de los estudiantes a las convocatorias internas y externas (Por ejemplo: Colciencias), para que sus desarrollos e innovaciones incrementen la producción de los grupos de investigación y fortalezcan las líneas pertenecientes a cada uno.

Los laboratorios de control y automatización, Telecomunicaciones, Optoelectrónica, Electrónica análoga y Digital, Mediciones, Maquinas Eléctricas y otros servirán de apoyo a la investigación.

En lo que respecta a trabajos de grado, como requisito para obtener el título de Ingeniero Mecatrónico, el estudiante dispone de las líneas de investigación que hacen parte de cada uno de los grupos de investigación.

Como requisito a la elaboración del trabajo de grado el estudiante debe presentar la propuesta (anteproyecto) teniendo en cuenta los siguientes aspectos según normas INCONTEC y la reglamentación interna que existe para tal fin al interior del programa.





## 10. LABORATORIOS

El programa de Ingeniería Mecatrónica de la universidad de Pamplona se apoya para su proceso de formación profesional en los laboratorios de las unidades de control, electrónica, robótica, mecánica industrial entre los que se cuenta: laboratorio de robótica, electro hidráulica, control analógico, control digital, electrónica digital, electrónico, circuitos impresos, ensayo de materiales, mecanizado CNC y procesamiento de plásticos, maquinas y herramientas, Soldadura y Simulación. Estos laboratorios que son propios del departamento de mecánica, mecatrónica e industrial son de vital importancia para que los estudiantes fundamenten su proceso formativo al interior del Alma Mater y desarrollen sus habilidades técnicas y creativas en beneficio del sector productivo de nuestro país y de donde preste sus servicios profesionales.

Los laboratorios especificados anteriormente corresponden al área de la formación profesional propios del programa, adicional a estos, el programa cuenta con el apoyo de otros laboratorios que permite a los estudiantes capacitarse en las áreas del saber científico e interdisciplinario, permitiéndoles englobar para su saber conceptos técnicos propios de las otras ingenierías y con las que irrefutablemente tendrá que interactuar en su vida profesional.

Entre los laboratorios que prestan apoyo al programa de Ingeniería Mecatrónica se encuentran los de ciencias básicas y las Ingenierías; Mecánica, Eléctrica, Electrónica, Sistemas y Telecomunicaciones. La descripción de los laboratorios de las diferentes ingenierías se puede consultar en los informes de registro calificado correspondientes. Se presenta a continuación una tabla con los diferentes recursos y la proyección establecida del Programa de Ingeniería Mecatrónica.





Una descripción detallada de los laboratorios de Ingeniería Mecatrónica se puede ver en la tabla 8.7 (Laboratorios del programa de Ingeniería Mecatrónica); de igual forma se pueden ver en la tabla 8.8 los laboratorios que sirven de soporte al proceso formativo (Laboratorios complementarios).

**Tabla 10.1 Laboratorios del Programa de Ingeniería Mecatrónica.**

DENOMINACIÓN DEL LABORATORIO	OBJETIVOS	EQUIPOS / MATERIALES	PROYECCIÓN PARA LOS PRÓXIMOS SIETE AÑOS	MATERIAS ASOCIADAS A LOS LABORATORIOS
Laboratorio de Electroneumática	Servir como apoyo al proceso de enseñanza de las diversas técnicas de la automatización de procesos, equipos y maquinarias, basadas en el empleo del aire comprimido y del aceite a presión y su combinación con las ventajas que provee los circuitos eléctricos.	Banco Neumático doble estación Bosch Rexroth Estación PVSCOL PLC CL200 Bosch Rexroth		ELECTRONEUMÁTICA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL PLC
Robótica	Realizar Laboratorios y prácticas de las técnicas modernas de modelado, simulación e implementación de sistemas robóticos, además de construir sistemas robóticos propios tanto manipuladores como robots móviles y los diferentes mecanismos	Brazo Robótico Mitsubishi Robot (GEOBOT) Prototipo de un robot SCARA para seguimiento de trayectorias por medio de tratamiento digital de imágenes. Banco de tratamiento digital de imágenes. Prototipos de brazos antropomórficos con servomotores	Implementar software y equipos de robótica con aplicaciones mecánicas. Desarrollar aplicaciones con brazos robóticos para corregir o mejorar procesos reales.	ROBÓTICA I ROBÓTICA II DISEÑO MECATRONICO I DISEÑO MECATRONICO II PROYECTOS DE ROBÓTICA MICROBÓTICA





DENOMINACIÓN DEL LABORATORIO	OBJETIVOS	EQUIPOS / MATERIALES	PROYECCIÓN PARA LOS PRÓXIMOS SIETE AÑOS	MATERIAS ASOCIADAS A LOS LABORATORIOS
	usados en los diseños mecatrónicos.	para control cinemático. Modelos de robots móviles usados en las diferentes olimpiadas a nivel nacional.		
Mecanizado CNC y procesamiento de polímeros	Realizar actividades relacionadas con el procesamiento de polímeros y el diseño y la manufactura asistida por computador CAD-CAM	Centro de Mecanizado CNC Máquina de Inyección de Polímeros Puente Grúa 1000 kg Calibradores pie de rey Micrómetros. Multímetros Mili-ohmmetros Herramientas de precisión	Automatizar el proceso de alimentación de la materia prima en la inyectora.	CIM Y FMS ROBÓTICA I ROBÓTICA II DISEÑO MECATRONICO I DISEÑO MECATRONICO II PROYECTOS DE ROBÓTICA MICROBÓTICA PROCESOS DE MANUFACTURA
Control Análogo	Reforzar el estudio de los métodos del control análogo, realizando prácticas aplicadas al control industrial (métodos de control de motores).	2 Stepping board 1 Ic board 1 Pc control board 1 Resi software 1 Logsim software 4 Pid board 4 Motor borrador 2 Convertidor de frecuencia 2 Servo board 4 Reflective sensor 4 Power board 4 Temperature and brightness controlled system 2 Medidor de potencia reactiva y activa 1 Medidor de potencia activa Motor derivación	La proyección planteada es incrementar el número de puestos de trabajo en proporción al número de estudiantes potencialmente usuarios de este laboratorio e igualmente, adquirir equipos de última tecnología para ir a la par con el desarrollo tecnológico.	CONTROL INDUSTRIAL I CONTROL INDUSTRIAL II CONTROL INTELIGENTE





DENOMINACIÓN DEL LABORATORIO	OBJETIVOS	EQUIPOS / MATERIALES	PROYECCIÓN PARA LOS PRÓXIMOS SIETE AÑOS	MATERIAS ASOCIADAS A LOS LABORATORIOS
		paralelo dc 2000 rpm Motor asíncrono de ac 1400 rpm 400 v Motor de anillos colectores 1340 rpm 1 Motor asíncrono trifasc 950/1450 rpm 2 Unidad de freno dc  2 Unidad de freno 2 Equipo de control 2 Resistencia universal 1 Corte de un motor de derivación 1 Corte de un motor asíncrono 1 Corte de un motor asíncrono de anillos 3 Osciloscopio digital 1 Osciloscopio analógico 6 Electronic multimeter 4 Dc supply board 5v supply board		
Control Digital	Realizar prácticas de control discreto utilizando software especializado (Intouch, scada) para el desarrollo de procesos industriales en tiempo real.	3 autómatas japonés NAIS FPO C10 1 autómatas alemán LOGO 230 r 1 autómatas alemán FEC 20 6 autómatas alemán FEC Standard 640	Bancos didácticos de manufactura flexible  Renovación de los computadores	CONTROL INDUSTRIAL I CONTROL INDUSTRIAL II CONTROL INTELIGENTE DISEÑO MECATRÓNICO II





DENOMINACIÓN DEL LABORATORIO	OBJETIVOS	EQUIPOS / MATERIALES	PROYECCIÓN PARA LOS PRÓXIMOS SIETE AÑOS	MATERIAS ASOCIADAS A LOS LABORATORIOS
		2 autómatas alemán fpc 101 2 convertidores de frecuencia 20 licencias del INTOUCH 10 computadores 1 robot 5 grados de libertad mitsubishi 10 válvulas electro neumáticas 10 actuadores neumáticos 6 sensores ópticos 6 sensores magnéticos 4 sensores inductivos		
Electrónica Digital	Fortalecer los conocimientos de la tecnología digital moderna mediante equipos y dispositivos modernos que permitan prácticas con circuitos digitales básicos, diseño asistido por computador, microcontroladores, PLD's.	3 Programadores Microchip PIC START PLUS 2 Entrenadores de microprocesadores de CEKIT 3 Entrenadores de circuitos lógicos I. 2 Módulos programadores de PLD's Max Plus II de Altera con sus respectivos FPGA's 10 Fuentes de voltaje variable 6 Osciloscopios Digitales y análogos 10 Generadores de funciones digitales 10 Multímetros digitales 1 Pinza voltiamperimétrica 1 motor paso a	Ampliar el número de KIT de programación estableciendo vínculos financieros y pedagógicos con las empresas líderes a nivel mundial en la tecnología digital.	LÓGICA DIGITAL MICROBÓTICA ROBÓTICA I ROBÓTICA II PROYECTOS DE ROBÓTICA





DENOMINACIÓN DEL LABORATORIO	OBJETIVOS	EQUIPOS / MATERIALES	PROYECCIÓN PARA LOS PRÓXIMOS SIETE AÑOS	MATERIAS ASOCIADAS A LOS LABORATORIOS
		paso 20 protoboard		
Electrónica	Realizar prácticas de la electrónica análoga básica, análisis de circuitos resistivos, capacitivos, inductivos, amplificadores operacionales y circuitos integrados básicos. Introducir y ejercitar a los alumnos en el correcto y debido uso de los equipos de medición electrónica.	8 Fuentes de voltaje variable 5 Osciloscopios Digitales y análogos 8 Generadores de funciones digitales 10 Multímetros digitales Dispositivos varios tales como pinzas, cortafíos, condensadores, resistencias, integrados, transistores, memorias, etc. 20 protoboard	Adun mayor número de osciloscopios	LÓGICA DIGITAL MICROBÓTICA ROBÓTICA I ROBÓTICA II PROYECTOS DE ROBÓTICA
Circuitos eléctricos	El estudiante reconoce lo básico de los montajes de circuitos en Board, la manipulación de amplificadores y los elementos básicos de la electrónica.	1 laboratorio de entrenamiento en circuitos eléctricos 8 unidad básica para trabajo manual en CA y CD 8 módulo fundamentos de ca1 8 módulo fundamentos de ca2 8 módulo fundamentos de dc 8 módulo teorema de red dc	2 Laboratorios de entrenamiento en circuitos eléctricos FACET	LÓGICA DIGITAL MICROBÓTICA ROBÓTICA I ROBÓTICA II PROYECTOS DE ROBÓTICA
Diseño y fabricación de circuitos impresos		Sistema completo de diseño, modelado y perforación de circuitos impresos.		MICROBÓTICA ROBÓTICA I Y II DISEÑO MECATRONICO I Y II ELECTIVAS







Tabla 10.2 **Laboratorios complementarios.**

DENOMINACIÓN DEL LABORATORIO	OBJETIVOS	EQUIPOS / MATERIALES	PROYECCIÓN PARA LOS PRÓXIMOS SIETE AÑOS	MATERIAS ASOCIADAS A LOS LABORATORIOS
Maquinas y Herramientas	<p>Capacitar al estudiante en las operaciones de taller, crear la cultura de la organización del trabajo, la eficiencia y la calidad.</p> <p>También apoyar al sector productivo de la región en el diseño y elaboración de elementos mecánicos. Se logran habilidades en el manejo de sistemas de medición y apoyan la labor investigativa.</p>	<p>Tornos Industriales (2) Fresadora (1) Taladro Fresadora (1) Calibradores pie de rey Micrómetros.</p>	<p>Dotar los equipos de trabajo con los accesorios necesarios para su óptimo funcionamiento. Acreditar los laboratorios ante la superintendencia de industria y comercio. Establecer una estructura organizacional que permita el funcionamiento autosostenido.</p>	<p>PROCESOS DE MANUFACTURA CIM Y FMS DISEÑO MECATRONICO I Y II</p>
Ensayo de Materiales y Metrología	<p>Determinar las propiedades mecánicas como dureza, resistencia a la tracción, resistencia ultima, resistencia a la flexión, resistencia a la compresión, de varios tipos de material</p> <p>Determinar la estructura de diversos metales y aleaciones.</p> <p>Además se consolidan las habilidades en el manejo de</p>	<p>Máquina Universal de Ensayos Durómetro Microscopio Metalográfico Montadora de Probetas Pulidora metalográfica Cortadora Metalográfica Termómetros digitales Termómetros infrarrojos Pistolas termómetro láser Escopómetros Osciloscopios</p>		<p>MECANICA DE MATERIALES DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINAS PROCESOS</p>





DENOMINACIÓN DEL LABORATORIO	OBJETIVOS	EQUIPOS / MATERIALES	PROYECCIÓN PARA LOS PRÓXIMOS SIETE AÑOS	MATERIAS ASOCIADAS A LOS LABORATORIOS
	sistemas de medición y apoyan la labor investigativa.	Fuentes de voltaje Fuentes de corriente Amperímetros Voltímetros		
Ensayo de Materiales y Metrología	Determinar las propiedades mecánicas como dureza, resistencia a la tracción, resistencia ultima, resistencia a la flexión, resistencia a la compresión, de varios tipos de material Determinar la estructura de diversos metales y aleaciones. Además se consolidan las habilidades en el manejo de sistemas de medición y apoyan la labor investigativa.	Máquina Universal de Ensayos Durómetro Microscopio Metalográfico Montadora de Probetas Pulidora metalográfica Cortadora Metalográfica Termómetros digitales Termómetros infrarrojos Pistolas termómetro láser Escopómetros Osciloscopios Fuentes de voltaje Fuentes de corriente Amperímetros Voltímetros		MECANICA DE MATERIALES DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINAS PROCESOS
Soldadura y Troquelado	Servir como apoyo al proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes de la Facultad en las áreas de Procesos de Manufactura. También apoya al sector productivo de la región en el diseño y elaboración de elementos mecánicos	Soldadura Eléctrica marca Bantam 400 DC (3) Soldadura Oxiacetilénica (2) Soldadura Tic marca Miller (1) Soldadura Mic marca Miller (1)		PROCESOS DE MANUFACTURA CIM Y FMS DISEÑO MECATRONICO I Y II
		3 osciloscopios		REDES Y





DENOMINACIÓN DEL LABORATORIO	OBJETIVOS	EQUIPOS / MATERIALES	PROYECCIÓN PARA LOS PRÓXIMOS SIETE AÑOS	MATERIAS ASOCIADAS A LOS LABORATORIOS
Telecomunicaciones		2 generadores de señal 1 analizador de espectro 1 generador de vídeo 1 medidor de campo 5 mallas 1 pánel de cabecera PAC 130 2 paneles PDF 130 2 antenas FM 3 antenas Yagi 1 sistema de microondas 1 antena parabólica		COMUNICACIONES INDUSTRIALES
Química	Fortalecer los conocimientos teóricos adquiridos por los estudiantes mediante la práctica para que en el futuro su desempeño sea competitivo	Equipo destilación simple. Equipo de destilación soxhlet Balanzas pH metros Centrífuga Agitadores magnéticos MATERIALES Material de laboratorio de vidrio	Fortalecer las instalaciones del laboratorio, con áreas especializadas para prácticas y proyectos de investigación.	QUIMICA BASICA LABORATORIO DE QUIMICA GENERAL
Física	Fomentar la comprobación de los conceptos básicos adquiridos en el área de física	Elementos y dispositivos de Física básica.		MECANICA ELECTROMAGNETISMO ONDAS Y PARTÍCULAS

