

# CONSEJO NACIONAL DE RECTORES

Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES)

## DICTAMEN SOBRE LA PROPUESTA DE CREACIÓN DE LA MAESTRÍA EN ELECTRÓNICA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

*OPES-33/2011*

M.Sc. Alexander Cox Alvarado  
División Académica



Consejo Nacional de Rectores. Oficina de Planificación de Educación Superior  
OPES 33/2011 Dictamen sobre la propuesta de creación de la Maestría en Electrónica  
del Instituto Tecnológico de Costa Rica / CONARE. --- San José C.R. : Académica  
2011.

76 p. ; 28 cm.

1. ELECTRONICA. 2. PERFIL ACADEMICO PROFESIONAL. 4. PROGRAMA  
DE LOS CURSOS. 5. PLAN DE ESTUDIOS. 6. INGENIERIA ELECTRONICA.

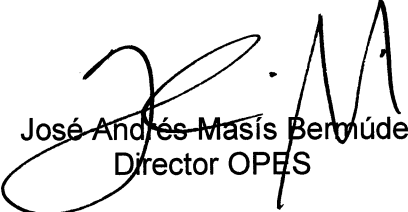


# Presentación

El estudio que se presenta en este documento, (OPES-33/2011) se refiere al dictamen sobre la propuesta de creación de la Maestría en Electrónica del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

El dictamen fue realizado por el M.Sc. Alexander Cox Alvarado, investigador IV de la División Académica de la Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES). La revisión del documento estuvo a cargo del Mag. Fabio Hernández Díaz, Jefe de la División citada.

El presente dictamen fue aprobado por el Consejo Nacional de Rectores en la sesión 17-2011, artículo 6, celebrada el 21 de junio de 2011.



José Andrés Masís Bermúdez  
Director OPES

**DICTAMEN SOBRE LA PROPUESTA DE CREACION  
DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**

*Índice*

	Página
1. Introducción	1
2. Datos generales	2
3. Autorización de la unidad académica para impartir posgrados	2
4. Justificación	3
5. Desarrollo académico del campo de la Maestría propuesta	6
6. Propósitos del posgrado	9
7. Perfil académico-profesional	10
8. Requisitos de ingreso	16
9. Requisitos de graduación	17
10. Listado de las actividades académicas del posgrado	17
11. Descripción de las actividades académicas del posgrado	18
12. Correspondencia del equipo docente con las actividades académicas	18
13. Recursos físicos, administrativos, financieros y bibliográficos e infraestructura que se usará para el desarrollo del posgrado	18
14. Conclusiones	20
15 Recomendaciones	20
Anexo A: Plan de estudios	21
Anexo B: Programas de los cursos	32
Anexo C: Profesores y tutores de las actividades de la Maestría en Ingeniería en Electrónica	70
Anexo D: Profesores de los cursos de la Maestría en Ingeniería en Electrónica	73

## 1. Introducción

La solicitud para impartir la *Maestría en Electrónica* en el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) fue solicitada al Consejo Nacional de Rectores por el señor Rector del ITCR, M. Sc. Eugenio Trejos Benavides, en nota SCI-254-2011, del 5 de abril, con el objeto de iniciar los procedimientos establecidos en el *Fluxograma para la creación de nuevas carreras o la modificación de carreras ya existentes*<sup>1</sup>. El CONARE, en la sesión 12-2011, del 26 de abril, artículo 5, inciso b), acordó que la Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES) realizara el estudio correspondiente.

Cuando se proponen posgrados nuevos se utiliza lo establecido en el documento *Metodología de acreditación de programas de posgrado: Especialidad Profesional, Maestría y Doctorado*<sup>2</sup> y en el Fluxograma mencionado, el cual establece doce grandes temas, que serán la base del estudio que realice la OPES para autorizar los programas de posgrado que se propongan. Estos son los siguientes:

- Datos generales
- Autorización para impartir posgrados
- Justificación del posgrado.
- El desarrollo académico del campo de estudios en que se enmarca el posgrado.
- Propósitos del posgrado
- Perfil académico-profesional
- Requisitos de ingreso
- Requisitos de graduación
- Listado de las actividades académicas del posgrado
- Descripción de las actividades académicas del posgrado
- Correspondencia del equipo docente con las actividades académicas.

- Recursos físicos, administrativos, financieros y bibliográficos, e infraestructura que se usará para el desarrollo del posgrado.
- Otros aspectos que se consideren importantes según criterio de la universidad o de la OPES.

A continuación se analizarán cada uno de estos aspectos.

## 2. Datos generales

La unidad académica base de la Maestría en Electrónica será la Escuela de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Costa Rica. La maestría será de la modalidad académica. Se otorgará el diploma de *Maestría en Electrónica* con los siguientes énfasis:

- Diseño VSLI <sup>1</sup>
- Sistemas Microelectromecánicos
- Sistemas Empotrados
- Procesamiento Digital de Señales
- Manufactura Electrónica

La duración total del posgrado será de seis cuatrimestres de quince semanas cada uno. Se ofrecerán tres cuatrimestres por año. Se abrirá la matrícula una vez cada dos años. Se aceptará un mínimo de 10 estudiantes por énfasis en cada promoción.

## 3. Autorización de la unidad académica para impartir posgrados

La Escuela de Ingeniería Electrónica será la unidad base de la Maestría en Electrónica. Ha ofrecido los grados académicos de Bachillerato y de Licenciatura. La Escuela de Ingeniería Electrónica tiene experiencia en el campo docente desde

---

<sup>1</sup> VLSI es el acrónimo en inglés de *very large scale integration*, el proceso de crear circuitos integrados por medio de la combinación de miles de transistores en un mismo chip.

1976 y cuenta con personal de diferentes disciplinas de la Electrónica con formación de posgrado obtenida en Alemania, Dinamarca, Italia, México y Estados Unidos, y más recientemente, con profesores en proceso de obtención de posgrados en Alemania, Holanda, Japón, España, Suiza y Argentina.

La Escuela de Ingeniería Electrónica ha obtenido reconocimiento de la calidad de su programa de licenciatura al ser acreditada por el CEAB en noviembre de 2004.

Cuando se establecen posgrados en una unidad académica que no los ha ofrecido, ésta debe someterse a un proceso de acreditación, para lo cual se utiliza lo establecido en el documento *Metodología a emplear en el estudio de carreras de posgrado* (OPES-22/1978). Esta metodología toma en cuenta el grado académico, la experiencia, la dedicación y el número de idiomas que dominan los académicos.

Para la Escuela de Ingeniería Electrónica, el puntaje total obtenido es de 92,8 y el detalle se presenta en el Cuadro N°1. El puntaje es superior al mínimo de 80 requerido para impartir posgrados, establecido en el documento mencionado.

#### 4. Justificación

Sobre la justificación, el Instituto Tecnológico de Costa Rica envió el siguiente resumen:

“La influencia de la Electrónica en el quehacer cotidiano de la sociedad moderna se hace notar en equipos de procesamiento de datos, equipos especializados en procesos matemáticos, equipos de diagnóstico y análisis en la medicina, biomedicina, biotecnología y ciencias naturales, sistemas de comunicación altamente sofisticados para transmitir voz, video y datos que permiten el intercambio mundial de información en cuestión de fracciones de segundo, sistemas de automatización y perfeccionamiento de los procesos industriales, sistemas que liberan a las personas de tareas de alto riesgo para su salud, y sistemas que permiten alcanzar niveles de precisión que escapan a las capacidades humanas. Muchos otros ejemplos ponen en claro que la tecnología electrónica es un componente fundamental en el funcionamiento de la sociedad moderna.

## Cuadro Nº 1

**PUNTAJE DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA. 2010**

Profesor	Formación		Dedicación		Experiencia		Idiomas	
	Grado	Ptos.	Jornada	Ptos.	Años	Ptos.	Idiomas	Ptos.
José Pablo Alvarado Moya	D.	100	TC	100	11	85	Inglés, alemán	4
Carlos Badilla Corrales	M.	90	TC	100	32	100	Inglés	2
Arys Indira Carrasquilla Batista	M.	90	TC	100	11	85	Inglés	2
Johan Carvajal Godínez	Lic.	80	½ TC	70	4	60	Inglés	2
Alfonso Chacón Rodríguez	D.	100	TC	100	8	85	Inglés, francés	4
Adolfo Chaves Jiménez	Lic.	80	TC	100	4	60	Inglés	2
Anibal Coto Cortés	M.	90	TC	100	5	70	Inglés, italiano	4
José Alberto Díaz García	M.	90	TC	100	25	100	Inglés	2
José David Gómez Tames	Lic.	80	½ TC	70	4	60	Inglés, japonés	4
Saúl Guadamuz Brenes	M.	90	TC	100	8	85	Inglés	2
Néstor Hernández Hostaller	M.	90	TC	100	32	100	Inglés	2
Marvin Hernández Cisneros	Lic.	80	TC	100	8	85	Inglés	2
Miguel Hernández Rivera	Lic.	80	TC	100	22	100	Inglés	2
Eduardo Interiano Salguero	M.	90	TC	100	24	100	Inglés, alemán	4
Juan Carlos Jiménez Robles	Lic.	80	TC	100	8	85	Inglés	2
William Marín Moreno	Lic.	80	TC	100	10	85	Inglés	2
Luis Paulino Méndez Badilla	M.	90	TC	100	27	100	Alemán	2
Faustino Montes de Oca Murillo	Lic.	80	TC	100	23	100	Inglés	2
Sergio Morales Hernández	Lic.	80	TC	100	10	85	Inglés	2
Francisco Navarro Henríquez	M.	90	TC	100	8	85	Inglés	2
Gabriela Ortiz León	M.	90	TC	100	10	85	Inglés, alemán	4
Roberto Pereira Arroyo	M.	90	TC	100	8	85	Inglés	2
Renato Rímolo Donadío	D.	100	TC	100	8	85	Inglés, alemán	4
Arnoldo Rojas Coto	M.	90	TC	100	5	70	Inglés, italiano	4
Julio Stradi Granados	M.	90	½ TC	70	21	100	Inglés	2
Paola Vega Castillo	D.	100	TC	100	11	85	Inglés, alemán	4
<b>Puntajes promedio</b>		88,1		96,5		85,6		2,7
<b>Puntaje total</b>								<b>92,8</b>

+

Como área de la ingeniería, la Electrónica permite orientar la investigación a la solución de problemas complejos, utilizando para ello los últimos avances de la investigación aplicada. De esta manera, el país podrá estar en capacidad de producir productos de alta tecnología, que tienen alto valor agregado, a corto y mediano plazo.

La instalación de empresas de alta tecnología en el país prevé una demanda creciente de personal capacitado, con experiencia en investigación y desarrollo de proyectos. En muchos casos, esta necesidad ha sido temporalmente resuelta contratando personal extranjero en las áreas necesarias, con los grados de maestría y doctorado ocupando puestos de dirección. A corto y mediano plazo esta situación no es sostenible para mantener a estas empresas operando en el país, o bien para ampliar las operaciones de las ya existentes, así como para atraer nuevas empresas.

Es por esto que se vuelve imperativo y urgente contar con programas de formación propios. El acelerado cambio en las áreas de la Electrónica y el constante incremento en su grado de complejidad requieren de programas universitarios de posgrado que garanticen al profesional las capacidades de investigación, desarrollo y actualización tecnológica.

El Gobierno de la República ha establecido la Electrónica como un área estratégica de desarrollo y por lo tanto se compromete a apoyar a las instituciones de enseñanza superior para impulsar nuevos programas. Hoy más que nunca, es claro que el conocimiento y la información son bienes, y los países que hoy lideran el desarrollo tecnológico lo son por su pertinente inversión en educación.

Por otra parte, el desarrollo de productos de alta tecnología es el resultado de procesos multidisciplinarios, que justifican la apertura de los programas de posgrados a profesionales de diferentes áreas, que puedan brindar soluciones integrales a los problemas de la sociedad actual.

La industria electrónica en Costa Rica ha experimentado un acelerado crecimiento marcado por la llegada de la empresa Componentes Intel de Costa Rica en 1997, así como otras empresas de gran envergadura que se han instalado en el país en los últimos años.

Dentro de la industria electrónica instalada en Costa Rica se encuentran empresas relacionadas con las telecomunicaciones, ensamble electrónico, componentes electrónicos, semiconductores, ingeniería y software, manufactura por contrato, electrónica de consumo, ingeniería y reparación de circuitos impresos (Printed Circuit Boards) y componentes para la industria automovilística.

Más recientemente se han establecido en el país empresas biomédicas que actualmente se dedican al ensamble de dispositivos médicos.

De acuerdo con la Coalición Costarricense de Iniciativas para el Desarrollo (CINDE), 'las compañías en la industria han creado cerca de 11,000 empleos calificados, lo que representa aproximadamente el 30% del total de la fuerza laboral de las zonas francas en las siguientes áreas de manufactura y servicio:

- Microprocesadores
- Telecomunicaciones
- Electrónica de consumo
- Componentes electrónicos
- Reparación de tarjetas
- Componentes y dispositivos automotrices
- Ensamble de tarjetas.'

El sector de manufactura avanzada es uno de los sectores más fuertes de la industria de alta tecnología establecida en el país, y hasta ahora, las necesidades de educación superior de estas industrias han sido desatendidas por las universidades. Esta es parte de las necesidades del país que el Programa de Maestría Académica en Ingeniería Electrónica vendrá a solucionar.”<sup>3</sup>

##### 5. Desarrollo académico del campo de la Maestría propuesta

El Instituto Tecnológico de Costa Rica envió el siguiente resumen sobre el desarrollo académico en el campo de la Maestría propuesta:

“El diseño VLSI de ASICs (circuitos integrados de aplicación especial, por sus siglas en inglés) es un área de investigación con un gran potencial de interdisciplinariedad, puesto que consiste en el diseño de circuitos integrados para aplicaciones personalizadas, pudiendo abarcar áreas de aplicación tan diversas como la electrónica misma, la industria, la electromedicina, la agricultura, la ingeniería ambiental, la biotecnología y otras áreas de la ingeniería.

Adicionalmente, el énfasis en Diseño VLSI tendrá una relación muy cercana con el énfasis de Tecnologías Electrónicas Aplicadas del Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo impartido por el ITCR en colaboración con otras universidades nacionales y extranjeras. El componente de automatización del diseño electrónico y comprobación de circuitos microelectrónicos de dicho énfasis también posee gran potencial para investigación con el Centro de Investigaciones en Computación del ITCR y con instituciones similares y el desarrollo conjunto de actividades con el Programa de Maestría en Computación del ITCR y similares.

La apertura de la Maestría Académica en Ingeniería Electrónica permitirá además estrecha colaboración a nivel de posgrado con el Laboratorio Nacional de Nanotecnología, Microsensores y Materiales Avanzados (LANOTEC), tanto con el énfasis de Diseño VLSI como con el de sistemas microelectromecánicos, así como

alianzas con la industria de dispositivos médicos y hospitales, con industria y entes de investigación relacionados con la biología y ciencias conexas, y con la industria automotriz.

Adicionalmente, se cuenta en el ITCR con los únicos proyectos de investigación a nivel de microrrobótica del país, específicamente los siguientes:

- Dispositivo miniaturizado para el análisis de fallas de circuitos integrados sub-micrométricos.
- Dispositivo miniaturizado para el análisis de fallas de circuitos integrados sub-micrométricos: materiales y estudio de las interacciones termo electro estructurales.
- Dispositivo miniaturizado para el análisis de fallas de circuitos integrados sub-micrométricos: fase de sistemas microelectromecánicos.

Otros ejemplos de proyectos de investigación llevados a cabo en los últimos cuatro años en temáticas relacionadas con los énfasis de la Maestría Académica en Ingeniería Electrónica son los siguientes:

- Redes inalámbricas de sensores para aplicaciones de monitorización ambiental
- Visión en tres dimensiones por computador en aplicaciones industriales
- Análisis por computador de imágenes de geles de electroforesis para la caracterización molecular de organismos
- Análisis de imágenes de microscopía de nemátodos
- Reconocimiento de nemátodos con microscopía
- Análisis automatizado de imágenes PCR
- Optimización de circuitos en modo de corriente basada en algoritmos genéticos, patrocinado por Intel.
- Optimización de circuitos basada en algoritmos genéticos para operación en la región de subumbral, patrocinado por Intel.
- Optimización de circuitos basada en algoritmos genéticos para operación en la región de subumbral.

Adicionalmente, en noviembre de 2009 se creó en el ITCR el Programa de Investigación en Nanotecnología, el cual es coordinado por la Escuela de Ingeniería Electrónica. Esta Escuela ha incursionado ya en el campo de las aplicaciones biomédicas.

En suma, los campos de docencia e investigación de la Escuela de Ingeniería Electrónica, así como los énfasis de la Maestría Académica en Ingeniería Electrónica contribuyen a incrementar el potencial del país para la atracción de inversión en centros de investigación privados, pertenecientes a la industria.

El Programa de Maestría Académica en Ingeniería Electrónica puede potencialmente relacionarse con los siguientes centros de investigación dentro del ITCR:

- CIC: Centro de investigación en Computación
- CIVCO: Centro de Investigación en Vivienda y Construcción
- CIIBI: Centro de Investigación en Integración Bosque Industria
- CEQUIATEC: Centro de Química Aplicada del Tecnológico
- CETMA: Centro de Evaluación y Transferencia de Tecnología Moderna de Manufactura
- CiB: Centro de Investigación en Biotecnología
- CIPA: Centro de Investigación en Protección Ambiental
- CITE: Centro de Investigación en Tecnologías Electrónicas (en gestación).

La Maestría Académica en Ingeniería Electrónica tendrá una relación muy cercana con el énfasis de Tecnologías Electrónicas Aplicadas del Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo impartido por el ITCR en colaboración con otras universidades tanto a nivel nacional como internacional. La componente de automatización del diseño electrónico y comprobación de circuitos microelectrónicos de dicho énfasis también permite una alta interacción con el Centro de Investigaciones en Computación del ITCR y con instituciones similares.

El programa de Maestría Académica en Ingeniería Electrónica servirá como base para el establecimiento del Centro de Investigación en Tecnologías Electrónicas (CITE), el cual se encuentra en su etapa de gestación y estará adscrito a la Escuela de Ingeniería Electrónica. El CITE, a través del programa de investigación en microelectrónica, formará junto con el DOCINADE, la Maestría Académica en Ingeniería Electrónica y la Licenciatura en Ingeniería Electrónica una estructura de investigación multidisciplinaria y multinivel dirigida por profesores investigadores del DOCINADE y de la Maestría Académica en Ingeniería Electrónica, involucrando tesis de licenciatura, maestría y doctorado.

Así, el programa de Maestría Académica en Ingeniería Electrónica cerrará la brecha académica entre el programa de Licenciatura en Ingeniería Electrónica y el DOCINADE. De esta manera, las actividades de investigación realizadas por los doctorandos del DOCINADE se apoyarían en las investigaciones de los estudiantes de esta maestría, y éstos a su vez se apoyarían en los proyectos de graduación de los estudiantes de Licenciatura en Ingeniería Electrónica del ITCR. Estos tres niveles de jerarquía de investigación estarán en contacto directo y supervisión de los profesores investigadores de la Maestría y del DOCINADE, quienes pueden sugerir temas y/o proyectos de investigación dentro de las líneas del DOCINADE o según la demanda de la industria y los convenios nacionales e internacionales de cooperación del ITCR con centros de investigación y universidades." <sup>4</sup>

Según el Instituto Tecnológico de Costa Rica, las líneas de investigación se relacionan directamente con los énfasis de la Maestría. Éstas son:

- Diseño VLSI/Microelectrónica: diseño de circuitos integrados de aplicación especial y automatización del diseño electrónico.
- Sistemas microelectromecánicos.
- Nanotecnología.
- Procesamiento digital de señales, particularmente el procesamiento digital de imágenes y la visión industrial (*machine vision*)
- Redes inalámbricas de sensores
- Aplicaciones biomédicas.

#### 6. Propósitos del posgrado

- Formar profesionales especializados, capaces de asegurar el desarrollo sostenido de la Electrónica en el país, integrando a sus conocimientos específicos del campo, los elementos de planificación, ejecución, investigación y desarrollo que los lleven a ofrecer verdaderas soluciones a los problemas que plantea la sociedad actual y el desarrollo tecnológico en general.
- Ofrecer a los profesionales en disciplinas afines al campo de la electrónica, una opción nacional para desarrollarse en su campo de interés, aumentando su competitividad en el mercado de trabajo.
- Ofrecer un programa de estudios flexible, que pueda adaptarse fácilmente a las corrientes mundiales de cambio en la tecnología y a las necesidades de las empresas establecidas en Costa Rica.
- Ofrecer a los graduados de programas de Ingeniería Electrónica y en campos afines a la Electrónica en la Región (Centroamérica y el Caribe) una opción geográficamente más cercana para realizar sus estudios de posgrado.
- Ofrecer profesionales altamente especializados con experiencia en la ejecución de proyectos de desarrollo e investigación en el campo de la industria electrónica a las empresas nacionales y extranjeras que actualmente operan en el país y a

aquellas que se instalen en el futuro, con experiencia en la ejecución de proyectos de desarrollo e investigación en el campo de la industria electrónica.

- Propiciar un ambiente adecuado a nivel regional para la generación de conocimiento científico y tecnológico en el campo de la electrónica.
- Propiciar la creación de una masa crítica de desarrolladores e investigadores para la industria electrónica de alta tecnología.
- Propiciar la creación de un nodo de investigación y desarrollo de alta tecnología en el país y la región centroamericana.
- Contribuir a mejorar las ventajas competitivas del país para la atracción de empresas de alta tecnología y el establecimiento de complejos de investigación y desarrollo para la industria electrónica de alta tecnología en Costa Rica.

## 7. Perfil académico-profesional

### Saber conceptual

- Posee un conocimiento científico y tecnológico, amplio y profundo en relación con el énfasis elegido dentro del campo de la electrónica.
- Posee capacidad de abstracción y de discernimiento para proponer nuevos modelos de solución de problemas.
- Domina los principios fundamentales relacionados con la administración y desarrollo de las actividades propias de proyectos de investigación y desarrollo en electrónica.
- Plantea nuevas propuestas de aplicación de la electrónica.
- Aplica el método científico en la solución de problemas ligados a su tema de investigación.
- Sabe planificar y programar el desarrollo de experimentos que le permitan validar las hipótesis producto de sus investigaciones.
- Con capacidad para inferir sobre las consideraciones de la revolución científica en el desarrollo humano y el desarrollo e implementación de tecnologías limpias asequibles.

- Con capacidad para desenvolverse en un régimen de derecho en aspectos laborales de la empresa o institución en la cual se desarrolla, y en las investigaciones que realiza.
- Con capacidad para comprender las implicaciones político-económicas del desarrollo social y tecnológico de la sociedad en la que se desenvuelve.
- Con capacidad para proponer nuevas líneas de investigación y desarrollarlas.
- Con capacidad para proponer nuevas líneas de desarrollo y aplicación del conocimiento tendientes a concretarse en nuevos productos comerciales.
- Con capacidad para establecer vínculos entre diversas disciplinas científicas y campos de la electrónica, visualizando posibles aplicaciones de éstas en su propia investigación.

De forma particular, se detallan a continuación las competencias del saber conceptual de los graduados de los diferentes énfasis.

#### *Diseño VLSI*

El graduado está preparado para laborar en empresas e instituciones públicas y privadas que requieren el diseño innovador de circuitos microelectrónicos de alto grado de integración. Así, el graduado está en capacidad de:

- Diseñar y optimizar circuitos microelectrónicos digitales, analógicos y de señal mixta.
- Validar y verificar circuitos microelectrónicos.
- Aplicar los flujos de diseño frente a fondo de circuitos microelectrónicos y utilizar las herramientas de software requeridas para correr los flujos de diseño.
- Comprender los fenómenos físicos implicados en el diseño de circuitos microelectrónicos de alta densidad de integración, para su consideración en el diseño y optimización de productos.
- Con base en los conocimientos de Diseño VLSI, realizar investigación, desarrollo e innovación en la producción en dicho campo.

### *Procesamiento Digital de Señales*

El graduado está preparado para laborar en empresas e instituciones públicas y privadas que requieren del procesamiento digital de señales en el tiempo y en el espacio. Así, el graduado está en capacidad de:

- Diseñar y especificar la captura de señales temporales y espaciales a ser analizadas por medios computacionales digitales
- Modelar y especificar representaciones digitales para señales de entrada y salida.
- Modelar, especificar, diseñar e implementar sistemas virtuales y reales de tratamiento digital de señales.
- Utilizar herramientas matemáticas y computacionales para representar y simular sistemas de tratamiento lineales y no lineales, adaptativos y de función de transferencia fija.
- Conocer técnicas avanzadas de tratamiento de señales provenientes de otras áreas como la inteligencia artificial.
- Con base en los conocimientos de Procesamiento Digital de Señales, realizar investigación, desarrollo e innovación en la producción en dicho campo.

### *Sistemas Empotrados*

El graduado está preparado para laborar en empresas e instituciones públicas y privadas que requieren del desarrollo de sistemas digitales empotrados, es decir, sistemas informáticos de tiempo real (hardware y software) integrados en un sistema de mayor jerarquía y funcionalidad, en el que realiza funciones de control, procesamiento y/o monitorización. El graduado está en capacidad de:

- Describir, diseñar y optimizar sistemas empotrados, desde la perspectiva del hardware y la interfaz hardware/software, tomando en cuenta estándares industriales.

- Validar y verificar sistemas digitales empotrados desde la perspectiva de hardware y de software.
- Evaluar requisitos de hardware y software para comunicaciones y control en sistemas empotrados.
- Conocer y utilizar métodos y herramientas para el desarrollo y depuración de sistemas empotrados.
- Con base en los conocimientos de Sistemas Empotrados, realizar investigación, desarrollo e innovación en la producción en dicho campo.

### *Sistemas Microelectromecánicos*

El graduado está preparado para laborar en empresas e instituciones públicas y privadas que requieren del desarrollo, evaluación y selección de sistemas microelectromecánicos, es decir, sistemas electromecánicos miniaturizados. El graduado está en capacidad de:

- Crear soluciones innovadoras para el sensado y actuación mediante el diseño de sistemas electromecánicos miniaturizados, desde su concepción hasta su fabricación y encapsulado.
- Diseñar, modelar, simular y seleccionar sistemas microelectromecánicos para una aplicación específica.
- Determinar los materiales y flujos de fabricación de un dispositivo microelectromecánico para cumplir los parámetros geométricos, eléctricos/magnéticos, mecánicos o térmicos establecidos.
- Determinar los mecanismos de falla de sistemas microelectromecánicos y establecer soluciones para mejorar su confiabilidad.
- Aplicar las técnicas de laboratorio requeridas para la caracterización, prueba y evaluación de sistemas microelectromecánicos.
- Con base en los conocimientos de Sistemas Microelectromecánicos, realizar investigación, desarrollo e innovación en la producción en dicho campo.

### *Manufactura Electrónica*

El graduado está preparado para laborar en empresas e instituciones públicas y privadas que requieren de expertos en materiales, interfaces humano-máquina y procesos de ensamblado y manufactura específicos de la industria electrónica. El graduado está en capacidad de:

- Aplicar de forma eficiente los recursos y técnicas de manufactura y ensamble para implementar procesos productivos en la industria electrónica bajo los principios de calidad, costo y tiempo al mercado.
- Desarrollar e implementar métodos, pruebas y flujos de manufactura y ensamble considerando la optimización de sus costos.
- Desarrollar nuevos métodos, procesos o equipos de manufactura y ensamble o adaptar los existentes.
- Diseñar procedimientos de medición o seleccionar los procedimientos adecuados para caracterizar un proceso o dispositivo.
- Utilizar el diseño estadístico de experimentos para caracterizar y optimizar un proceso de manufactura o ensamble y analizar datos experimentales de un dispositivo para extraer parámetros de desempeño.
- Con base en los conocimientos de Manufactura Electrónica, realizar investigación, desarrollo e innovación en la producción en dicho campo.

### Saber hacer (común para todos los énfasis)

- Busca la información necesaria para el planteo y desarrollo de alguna aplicación particular de la electrónica.
- Es capaz de diseñar experimentos para verificar sus hipótesis con respecto a un tema de investigación específico o una realidad de proyecto determinadas.
- Establece con propiedad los alcances y limitaciones de los resultados obtenidos durante sus investigaciones.
- Aplica las técnicas de comunicación oral y escrita en su quehacer profesional e investigativo.

- Utiliza los formatos internacionales en la redacción de documentos cuyo fin sea la divulgación de resultados de investigación.
- Aplica el método científico en la evaluación de hipótesis.
- Dirige investigaciones tanto en el ámbito académico como industrial.
- Dirige actividades de desarrollo tanto en el ámbito académico como industrial.
- Lidera grupos de investigación y/o desarrollo tanto en la academia como en la industria.
- Genera nuevo conocimiento en el campo de la electrónica por medio de investigación, desarrollo e innovación, específicamente en el énfasis estudiado, y lo utiliza para el desarrollo de aplicaciones académicas y comerciales.

#### Saber vivir (común para todos los énfasis)

- Tiene habilidad para utilizar el lenguaje oral y escrito en forma asertiva tanto en las relaciones interpersonales como en su disciplina y en el entorno de investigación en el que se desarrolla.
- Muestra sensibilidad y comprensión hacia la normativa existente sobre equiparación de igualdades de las personas con discapacidad.
- Muestra disposición al trabajo en equipo.
- Muestra capacidad para integrar y conducir cambios tecnológicos considerando el factor humano y la sostenibilidad ambiental.
- Con capacidad de visualizar el uso de la tecnología y sus consecuencias en el desarrollo humano.

#### Saber ser (común para todos los énfasis)

- Cuenta con una formación integral que lo capacita para enfrentar la realidad en forma crítica y creativa.
- Participa en grupos interdisciplinarios de investigación y desarrollo.
- Interactúa asertivamente con personas de otras nacionalidades y culturas.
- Se desempeña con ética para impulsar tecnologías ambientalmente amigables.

- Se muestra comprometido con los procesos de cambio que contribuyan a la calidad de vida de la sociedad.
- Se muestra con sensibilidad social.
- Posee principios humanísticos y éticos que orientan su desempeño profesional e investigativo.
- Muestra facilidad de comunicación con las personas con quienes convive.
- Conduce cambios tecnológicos considerando el factor humano, las tecnologías limpias y la preservación del ambiente.
- Muestra espíritu emprendedor en las investigaciones que desempeña.
- Es consciente de la sociedad que hereda y contribuye en el proceso de su continuación en beneficio del bien social y el derecho social.
- Se muestra con juicio crítico para comprender los límites entre el bien y el mal de las tecnologías modernas.
- Se percibe a sí mismo como un ser inmerso en una comunidad de relaciones entre el yo, el otro y la sociedad en la cual las interrelaciones coadyuvan en la realización tanto personal como colectiva.
- Fomenta la equiparación de oportunidades en la organización y la sociedad.

#### 8. Requisitos de ingreso

Según el Instituto Tecnológico de Costa Rica, los requisitos de ingreso son los siguientes:

- Poseer grado de Bachillerato en Ingeniería Electrónica, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Biomédica, Ingeniería Industrial, Ingeniería en Producción Industrial, Ingeniería en Computación, Ingeniería de Computadoras, Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electromecánica, Ciencia e Ingeniería de Materiales y Física.
- Se requerirá el dominio del idioma inglés, y para comprobarlo será necesario realizar una prueba en la Escuela de Ciencias del Lenguaje.

Los postulantes deberán además cumplir con los requisitos administrativos o de otra índole que señale el Instituto Tecnológico de Costa Rica.

La permanencia en la Maestría está determinada por lo siguiente:

- El estudiante debe matricular al menos dos cursos por cuatrimestre.
- El retiro del programa por un cuatrimestre o más debe ser notificado por escrito ante el coordinador del programa, con copia a la oficina de registro.
- El estudiante tendrá un plazo máximo de tres años para concluir el programa, de lo contrario, será separado del mismo.

Además, el estudiante deberá cumplir con lo que establece al respecto el Reglamento de Posgrado del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

#### 9. Requisitos de graduación

Se establece como requisito de graduación la aprobación de todos los cursos y las actividades del plan de estudios, incluyendo la presentación y defensa de una tesis de Maestría.

#### 10. Listado de las actividades académicas del posgrado

El plan de estudios de la Maestría, presentado en el Anexo A, consta de 63 créditos y tiene una duración de seis ciclos lectivos cuatrimestrales de quince semanas cada uno. Para los cinco énfasis, la estructura curricular, presentada en el Anexo A, consiste en lo siguiente:

- Veintiún créditos de cursos obligatorios de cada énfasis.
- Doce créditos de cursos electivos.
- Treinta créditos en investigación, divididos en un Seminario de Investigación de cinco créditos y dos actividades denominadas Investigación de tesis I y II, con diez y quince créditos, respectivamente.

Los programas de los cursos se muestran en el Anexo B.

11. Descripción de las actividades académicas del posgrado

Los programas de los cursos y las actividades de investigación se muestran en el Anexo B.

12. Correspondencia del equipo docente con las actividades académicas.

Los requerimientos mínimos para el personal docente que participa en una maestría académica son los siguientes:

- El personal académico debe poseer al menos el nivel académico de Maestría debidamente reconocido y equiparado, si fuese del caso, o bien el de Especialidad Profesional en aquellas disciplinas en las cuales tradicionalmente se ha favorecido la especialidad como formación de posgrado.
- Al menos la mitad deberán ser doctores o investigadores activos y los demás deberán poseer una trayectoria comprobable y relevante en investigación.
- Los profesores del posgrado deben tener una dedicación mínima de un cuarto de tiempo.

Los profesores de los cursos de la Maestría en Electrónica son los que se indican en el Anexo C. En el Anexo D se indica el título y grado del diploma respectivo de posgrado de cada uno de los docentes. Todas las normativas vigentes se cumplen.

13. Recursos físicos, administrativos, financieros y bibliográficos, e infraestructura que se usará para el desarrollo del posgrado.

Según el Instituto Tecnológico de Costa Rica, los estudiantes de Maestría se beneficiarán con el apoyo de la Biblioteca José Figueres Ferrer. También asumirán cuentas de Internet que les permitirán acceder a otros Centros de Documentación y Bibliotecas especializadas del mundo. El Instituto Tecnológico de Costa Rica envió la siguiente información referida a los recursos físicos y administrativos con que contará el posgrado para su funcionamiento:

“Este programa de Maestría será autofinanciado y ofrecido por medio de la Fundación Tecnológica. El financiamiento se realizará por medio del cobro de dere-

chos de estudio. Para la implementación del programa se contratarán tiempos parciales para los profesores y los asistentes estudiantiles y administrativos por medio de la Fundatec; de la misma manera se procederá con el coordinador del programa. Por este motivo, no se requieren plazas del ITCR.”<sup>5</sup>

“Para la operación de esta Maestría se cuenta con el Laboratorio Institucional de Nanotecnología, se tiene acceso a los laboratorios del Centro de Investigación en Materiales, y los laboratorios de química de la Escuela de Química. También se cuenta con acceso al laboratorio de simulación multifísica con COMSOL Multiphysics en la Escuela de Ciencia e Ingeniería de Materiales, el laboratorio de Diseño VLSI, el laboratorio de Procesamiento Digital de Señales, los laboratorios de computadores y los laboratorios de electrónica de la Escuela de Ingeniería Electrónica.

A continuación una lista del equipo más significativo con el que se cuenta para esta maestría:

- Tres microscopios de fuerza atómica
- Un microscopio electrónico de barrido
- Un microscopio de transmisión electrónica (orden de compra emitida y pagada, el equipo llegará a finales de este año)
- Una unidad de fuente medidor
- Dos estaciones de prueba de microestructuras
- Un reactor de deposición química gaseosa
- Un recubridor por sputtering
- Equipo de caracterización no destructiva de materiales
- Espectroscopía Raman
- Microscopio estereoscópico digital
- Equipos de caracterización química
- Servidores multinúcleo
- Licencia de investigación de COMSOL Multiphysics
- Kits de FPGA para el procesamiento digital de señales
- Cámaras industriales digitales
- Licencias de Matlab
- Licencia de Cadence Design Framework II
- Licencias de Synopsis
- Licencias de Mentor Graphics
- Equipamiento de medición en electrónica: osciloscopios, fuentes, analizadores de señales, analizadores lógicos, multímetros
- Kits de desarrollo de sistemas empujados”<sup>6</sup>

#### 14. Conclusiones

- La propuesta cumple con la normativa aprobada por el CONARE en el *Convenio para crear una nomenclatura de grados y títulos de la Educación Superior Estatal*, en el *Convenio para unificar la definición de crédito en la Educación Superior* y con los procedimientos establecidos por el *Flujograma para la creación de nuevas carreras o la modificación de carreras ya existentes* <sup>1</sup> y en la *Metodología de acreditación de programas de posgrado: Especialidad Profesional, Maestría y Doctorado* <sup>2</sup>.

#### 14. Recomendaciones

Con base en las conclusiones del presente estudio, se recomienda lo siguiente:

- Que se autorice al Instituto Tecnológico de Costa Rica para que imparta la Maestría en Electrónica con los siguientes énfasis:
  - Diseño VSLI
  - Sistemas Microelectromecánicos
  - Sistemas Empotrados
  - Procesamiento Digital de Señales
  - Manufactura Electrónica
- Que el Instituto Tecnológico de Costa Rica realice evaluaciones internas durante el desarrollo del posgrado.
- Que la OPES considere la evaluación del posgrado propuesto después de cinco años de iniciado.

---

1) Aprobado por CONARE en la sesión N°02-04 del 27 de enero de 2004 y modificado por el Consejo Nacional de Rectores en la sesiones N°16-2005, artículo 3, celebrada el 7 de junio de 2005, N°27-05, artículo 3, celebrada el 6 de setiembre de 2005 y N°33-2009, artículo 5, celebrada el 3 de noviembre de 2009.

2) Aprobada por el CONARE en la sesión 19-03, artículo 2, inciso c), del 17 de junio de 2003.

3, 4), y 5) Propuesta de apertura de la Maestría en Electrónica, Universidad de Costa Rica, 2010.

6) Correo electrónica de la Dra. Paola Vega Castillo al M.Sc. Alexander Cox.

**ANEXO A**

**PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA EN ELECTRÓNICA  
DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**

## ANEXO A.1

### PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA EN ELECTRÓNICA CON ÉNFASIS EN DISEÑO VLSI DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

<u>CICLO Y NOMBRE DEL CURSO</u>	<u>CRÉDITOS</u>
<u>Primer cuatrimestre</u>	<u>9</u>
Metodologías del diseño microelectrónico	3
Lenguajes de descripción de hardware	3
Diseño VLSI	3
<u>Segundo cuatrimestre</u>	<u>9</u>
Diseño de circuitos integrados analógicos	3
Verificación funcional	3
Diseño para comprobación	3
<u>Tercer cuatrimestre</u>	<u>9</u>
Diseño de señal mixta	3
Electiva I	3
Electiva II	3
<u>Cuarto cuatrimestre</u>	<u>11</u>
Seminario de investigación	5
Electiva III	3
Electiva IV	3
<u>Quinto cuatrimestre</u>	<u>10</u>
Investigación de tesis I	10
<u>Sexto cuatrimestre</u>	<u>15</u>
Investigación de tesis II	15
<b><i>Total de créditos de la Maestría</i></b>	<b><i>63</i></b>

## **Lista de electivas**

Diseño para baja potencia y bajo voltaje  
Circuitos microelectrónicos de alta velocidad  
Procesamiento digital de señales  
Arquitecturas VLSI para el procesamiento digital de señales  
Circuitos integrados para el procesamiento digital de señales  
Optoelectrónica  
Sistemas empotrados  
Técnicas de microfabricación  
Dispositivos electrónicos avanzados  
Arquitecturas de procesamiento paralelo  
Automatización del diseño electrónico  
Sistema en chip  
Arquitecturas de sistemas empotrados  
Compatibilidad electromagnética  
Propiedad intelectual  
Diseño de experimentos  
Calidad de productos electrónicos  
Prototipado con FPGAs  
Diseño de PCBs  
Integridad de señales  
Sensores y actuadores

## ANEXO A.2

### PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA EN ELECTRÓNICA CON ÉNFASIS EN SISTEMAS MICROELECTROMECAÑICOS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

<u>CICLO Y NOMBRE DEL CURSO</u>	<u>CRÉDITOS</u>
<u>Primer cuatrimestre</u>	<u>9</u>
Sensores y actuadores microelectromecánicos	3
Técnicas de microfabricación	3
Materiales para sistemas microelectromecánicos	3
<u>Segundo cuatrimestre</u>	<u>9</u>
Simulación y modelado de sistemas microelectromecánicos	3
Metodologías del diseño microelectrónico	3
Aplicaciones de la nanotecnología	3
<u>Tercer cuatrimestre</u>	<u>9</u>
Diseño de sistemas microelectromecánicos	3
Electiva I	3
Electiva II	3
<u>Cuarto cuatrimestre</u>	<u>11</u>
Seminario de investigación	5
Electiva III	3
Electiva IV	3
<u>Quinto cuatrimestre</u>	<u>10</u>
Investigación de tesis I	10
<u>Sexto cuatrimestre</u>	<u>15</u>
Investigación de tesis II	15
<b><i>Total de créditos de la Maestría</i></b>	<b>63</b>

## **Lista de electivas**

Optoelectrónica  
Dispositivos electrónicos avanzados  
Dispositivos electrónicos  
Sistema en chip  
Compatibilidad electromagnética  
Propiedad intelectual  
Materiales para la industria electrónica  
Diseño de experimentos  
Técnicas de caracterización y prueba  
Confiabilidad de productos electrónicos  
Diseño térmico  
Encapsulado electrónico y tecnologías de montaje  
Calidad de productos electrónicos  
Análisis de fallas  
Diseño de PCBs  
Sensores y actuadores  
Tecnología de nanotubos de carbono

### ANEXO A.3

## PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA EN ELECTRÓNICA CON ÉNFASIS EN SISTEMAS EMPOTRADOS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

<u>CICLO Y NOMBRE DEL CURSO</u>	<u>CRÉDITOS</u>
<u>Primer cuatrimestre</u>	<u>9</u>
Sistemas empotrados	3
Diseño de sistemas de tiempo real	3
Lenguajes de descripción de hardware	3
<u>Segundo cuatrimestre</u>	<u>9</u>
Arquitectura de sistemas empotrados	3
Verificación y validación de software	3
Verificación funcional	3
<u>Tercer cuatrimestre</u>	<u>9</u>
Sistema en chip	3
Electiva I	3
Electiva II	3
<u>Cuarto cuatrimestre</u>	<u>9</u>
Seminario de investigación	3
Electiva III	3
Electiva IV	3
<u>Quinto cuatrimestre</u>	<u>10</u>
Investigación de tesis I	10
<u>Sexto cuatrimestre</u>	<u>15</u>
Investigación de tesis II	15
<b><i>Total de créditos de la Maestría</i></b>	<b>63</b>

## **Lista de electivas**

Compatibilidad electromagnética  
Propiedad intelectual  
Diseño de experimentos  
Diseño de PCBs  
Sensores y actuadores  
Procesamiento digital de señales  
Prototipado con FPGAs

## ANEXO A.4

### PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA EN ELECTRÓNICA CON ÉNFASIS EN PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

<b>CICLO Y NOMBRE DEL CURSO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
<u>Primer cuatrimestre</u>	<u>9</u>
Procesamiento digital de señales	3
Análisis funcional y teoría de operadores lineales	3
Sistemas empotrados	3
<u>Segundo cuatrimestre</u>	<u>9</u>
Procesamiento digital de imágenes	3
Análisis avanzado de sistemas dinámicos	3
Procesamiento adaptativo	3
<u>Tercer cuatrimestre</u>	<u>9</u>
Reconocimiento de patrones	3
Electiva I	3
Electiva II	3
<u>Cuarto cuatrimestre</u>	<u>11</u>
Seminario de investigación	5
Electiva I	3
Electiva II	3
<u>Quinto cuatrimestre</u>	<u>10</u>
Investigación de tesis I	10
<u>Sexto cuatrimestre</u>	<u>15</u>
Investigación de tesis II	10
<b><i>Total de créditos de la Maestría</i></b>	<b>63</b>

## **Lista de electivas**

Propiedad intelectual  
Diseño de experimentos  
Diseño de PCBs  
Prototipado con FPGAs  
Circuitos microelectrónicos de alta velocidad  
Arquitecturas VLSI para el procesamiento digital de señales  
Circuitos integrados para el procesamiento digital de señales  
Arquitecturas de procesamiento paralelo  
Diseño de sistemas en tiempo real  
Arquitecturas de sistemas empotrados  
Visión por computadora  
Visión industrial

## ANEXO A.5

### PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA EN ELECTRÓNICA CON ÉNFASIS EN MANUFACTURA ELECTRÓNICA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

<b>CICLO Y NOMBRE DEL CURSO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
<u>Primer cuatrimestre</u>	<u>9</u>
Materiales para la industria electrónica	3
Diseño de experimentos	3
Técnicas de caracterización y prueba	3
<u>Segundo cuatrimestre</u>	<u>9</u>
Encapsulado electrónico y tecnologías de montaje	3
Calidad de productos electrónicos	3
Confiabilidad de productos electrónicos	2
<u>Tercer cuatrimestre</u>	<u>9</u>
Diseño térmico	3
Electiva I	3
Electiva II	3
<u>Cuarto cuatrimestre</u>	<u>11</u>
Seminario de investigación	5
Electiva I	3
Electiva II	3
<u>Quinto cuatrimestre</u>	<u>10</u>
Investigación de tesis I	10
<u>Sexto cuatrimestre</u>	<u>15</u>
Investigación de tesis I	15
<b>Total de créditos de la Maestría</b>	<b>63</b>

## **Lista de electivas**

Propiedad Intelectual  
Diseño de PCBs  
Prototipado con FPGAs  
Visión industrial  
Compatibilidad electromagnética  
Sensores y actuadores  
Dispositivos electrónicos  
Análisis de fallas  
Técnicas de microfabricación  
Automatización de la manufactura electrónica  
Integridad de señales  
Materiales para sistemas microelectromecánicos

**ANEXO B**

**PROGRAMAS DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN ELECTRÓNICA  
DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**

## ANEXO B

### **PROGRAMAS DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN ELECTRÓNICA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**

Nota: Todos los cursos tienen un valor de tres créditos.

#### ***Cursos del énfasis en Diseño VLSI***

Nombre del curso: Metodologías del diseño microelectrónico

Propósitos:

En este curso se expone el flujo de diseño front to back para el diseño de circuitos analógicos, digitales y de señal mixta.

Al final de este curso, el estudiante estará en capacidad de:

- Aplicar las etapas del flujo de diseño front-to-back analógico, digital y de señal mixta
- Utilizar la jerarquía de diseño y los niveles de abstracción necesarios para la implementación de un circuito microelectrónico
- Utilizar herramientas CAD para completar los flujos de diseño front-to-back analógico, digital y de señal mixta
- Describir los principios de fabricación de circuitos integrados CMOS

Contenidos:

- Fundamentos de diseño y tecnología CMOS
- Diseño analógico
- Diseño digital
- El flujo de diseño de señal mixta
- Tapeout

Nombre del curso: Lenguajes de descripción de hardware

Propósitos:

En este curso se presentan los principales lenguajes de descripción de hardware para el modelado y diseño de sistemas analógicos y digitales.

Al finalizar este curso, el estudiante estará en capacidad de:

- Utilizar los fundamentos de los lenguajes de descripción de hardware
- Utilizar los lenguajes de descripción de hardware de mayor difusión para modelar sistemas analógicos y digitales
- Crear de manera apropiada y eficiente descripciones orientadas a la síntesis de sistemas digitales

- Crear descripciones que faciliten la depuración y comprobación de los sistemas diseñados
- Aplicar los conceptos de jerarquía de diseño a la descripción y modelado de sistemas con lenguajes de descripción de hardware

Contenidos:

- Conceptos básicos del modelado con lenguajes de descripción de hardware
- El lenguaje de descripción de hardware Verilog
- El lenguaje de descripción de hardware VHDL
- SystemVerilog

Nombre del curso: Diseño VLSI

Propósitos:

En este curso se resumen las técnicas de análisis y de diseño para los circuitos digitales a escala VLSI. Adicionalmente, se pretende que el estudiante aplique nociones básicas del flujo de diseño front-to-back de circuitos digitales.

Al finalizar este curso, el estudiante estará en capacidad de:

- Aplicar el flujo de diseño digital front-to-back para sistemas digitales VLSI.
- Diseñar y aplicar metodologías de diseño digital para sistemas VLSI
- Describir los conceptos básicos de temporización de diseño basado en cerrojos y diseño basado en flip-flops
- Describir estilos de diseño de lógica combinacional estática y dinámica.
- Aplicar técnicas de análisis y diseño para la correcta temporización y distribución de reloj en sistemas digitales VLSI.

Contenidos:

- Fundamentos de escalamiento y su problemática en VLSI
- Estrategias de implementación de circuitos digitales
- El flujo de diseño digital front-to-back
- Lógica combinacional estática y dinámica
- Lógica secuencial
- Interconexiones
- Consumo de potencia
- Temporización

Nombre del curso: Diseño de circuitos integrados analógicos

Propósitos:

En este curso se presentan los fundamentos teóricos requeridos para el análisis, dimensionamiento, construcción y verificación de circuitos analógicos básicos y avanzados fabricados en una tecnología CMOS estándar.

Al finalizar el curso el estudiante estará en la capacidad de:

- Utilizar los modelos compactos de primer y segundo orden del transistor MOSFET de canal largo para analizar y dimensionar subcircuitos analógicos básicos de terminación sencilla y diferencial.
- Dimensionar estructuras de procesamiento básico de señales analógicas, tal como copiado de corrientes, multiplicación de tensión, conversión voltaje-corriente, generación de referencias de tensión estables y mejoramiento de las características de amplificación de subcircuitos básicos.
- Analizar, minimizar y compensar los efectos del ruido y de la respuesta de frecuencia inherentes a los dispositivos MOS, al construir circuitos analógicos.
- Diseñar y verificar estructuras complejas de amplificación de señales, tal como amplificadores operacionales y de transconductancia.
- Optimizar el diseño de amplificadores operacionales y de transconductancia en términos de consumo, linealidad, respuesta temporal y de frecuencia.
- Analizar y dimensionar estructuras típicas de procesamiento avanzado de señales analógicas, tal como filtrado continuo y discreto, a través de filtros activos con AmpOp, filtros GmC y filtros a capacitores conmutados.
- Minimizar los efectos de incertidumbre y desapareamiento en el layout de estructuras analógicas.
- Diseñar estructuras analógicas MOSFET utilizando todas las regiones de operación del mismo, a través de los modelos compactos de orden superior: BSIM, EKV y ACM.

Contenidos:

- Modelado básico de dispositivos MOSFET
- Subcircuitos analógicos
- Ruido en CMOS
- Respuesta de frecuencia de amplificadores
- Realimentación
- amplificadores operacionales
- Estabilidad y compensación de frecuencia
- Comparadores
- Referencias de tensión
- Filtros

Nombre del curso: Verificación funcional

Propósitos:

En este curso se exponen los conceptos básicos sobre verificación funcional de circuitos descritos por HDL, el significado de verificación funcional y su rendimiento, dando a conocer la importancia del proceso de verificación en el diseño de circuitos integrados y las técnicas utilizadas en la industria.

Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de:

- Abstraer a partir de la especificación y arquitectura de un diseño lógico una estrategia de verificación.

- Emplear métodos y herramientas de verificación para circuitos integrados.
- Aplicar conocimientos de software para la creación de ambientes de verificación.
- Aplicar los criterios de diseño de la verificación funcional.
- Establecer criterios de valoración de la calidad en el esfuerzo de diseño y verificación.
- Aplicar herramientas de software para el análisis de resultados

Contenidos:

- Flujo de diseño en circuitos integrados.
- Verificación funcional
- Simulación dinámica
- Simulación estática
- Verificación basada en aserciones
- Plan de verificación
- Ejecución de la verificación

Nombre del curso: Diseño para comprobación

Propósitos:

Este curso presenta las técnicas de diseño para facilitar la observabilidad y la comprobación circuitos electrónicos, así como las principales técnicas de prueba de componentes microelectrónicos.

Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de:

- Aplicar técnicas de diseño para mejorar la observabilidad y la comprobación de los sistemas electrónicos.
- Describir el origen de las fallas y aplicar sus modelos.
- Aplicar las pruebas correspondientes de acuerdo con las técnicas de diseño implementadas en un circuito integrado en particular

Contenidos:

- Defectos físicos, fallas funcionales, modelado de fallas
- Tipos de comprobación
- Comprobación de manufactura
- Algoritmos de generación automática de patrones de prueba
- Fallas de retardo, ATPG para circuitos secuenciales
- Algoritmos de simulación de fallas
- Arquitecturas y técnicas de rastreo
- Autocomprobación incorporada (BIST)
- Diseño jerárquico para comprobación
- Síntesis para comprobación
- Estándares de diseño para comprobación
- Flujos de diseño incluyendo diseño para comprobación
- Arquitecturas y técnicas de comprobación de memorias
- Fundamentos de comprobación de sistemas embebidos
- Redundancia y corrección de errores

- Técnicas de reconfiguración

Nombre del curso: Diseño de señal mixta

Propósitos:

En este curso se resumen las técnicas de análisis y de diseño para los circuitos CMOS de señal mixta y bloques básicos de los sistemas de adquisición de datos con miras a su implementación en aplicaciones que requieran tratamiento de señal.

Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de:

- Describir las métricas utilizadas para la especificación de diseño de circuitos convertidores de datos
- Diseñar las etapas básicas de sistemas de adquisición de datos y acondicionamiento de señal
- Aplicar el flujo de diseño front to back de señal mixta en diseños reales
- Aplicar las técnicas de diseño para reducción de ruido en circuitos de señal mixta

Contenidos:

- Sistemas de adquisición de datos
- Convertidores analógico-digital
- Convertidores digital-analógico
- Ruido en convertidores de datos
- Técnicas de reducción de ruido
- Convertidores de datos basados en conformado de ruido
- Filtros CMOS basados en integradores
- Fundamentos de filtros digitales

### ***Cursos del énfasis en Sistemas Microelectromecánicos***

Nombre del curso: Sensores y actuadores microelectromecánicos

Propósitos:

Este curso se presentan los principales tipos de transductores y actuadores microelectromecánicos, de forma que sea capaz de elegir el mejor dispositivo para una aplicación específica.

Al finalizar este curso, el estudiante estará en capacidad de:

- Explicar las consecuencias de las leyes de escalamiento en el comportamiento de sistemas físicos en la microescala
- Explicar el principio de funcionamiento de sensores y actuadores en la microescala
- Aplicar los principios físicos de funcionamiento de sensores y actuadores en la microescala para el diseño de sistemas microelectromecánicos.

#### Contenidos:

- Introducción a los sistemas microelectromecánicos.
- Leyes de escalamiento y microciencias.
- Introducción al mercado de MEMS
- Sensores resistivos
- Sensores capacitivos
- Sensores piezoeléctricos
- Sensores magnetostrictivos
- Sensores piezoresistivos
- Sensores ópticos
- Sensores resonantes
- Sensores basados en semiconductores
- Sensores acústicos
- Sensores poliméricos
- Sensores de nanotubos de carbono
- Actuadores electrostáticos y electrodinámicos
- Actuadores electromagnéticos
- Actuadores piezoeléctricos
- Actuadores electrostrictivos
- Actuadores magnetostrictivos
- Actuadores electrotérmicos
- Actuadores térmicos

Nombre del curso: Técnicas de microfabricación

#### Propósitos:

En este curso se estudian las diferentes técnicas de microfabricación por utilizar para fabricar una microestructura según su material y forma.

Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de:

- Describir las diferentes técnicas de microfabricación, incluyendo materiales compatibles, parámetros
- Comparar las diferentes técnicas, determinando sus ventajas y desventajas
- Establecer criterios para la elección de técnicas de microfabricación de una microestructura, de acuerdo con su material y forma.
- Describir y evaluar flujos de microfabricación disponibles comercialmente para el prototipado a bajo costo

#### Contenidos:

- Cuartos limpios
- Litografía
- Oxidación
- Difusión
- Deposición química
- Deposición física

- Decapado
- Galvanizado y micromoldeado metálico
- Micromaquinado mecánico y de haz
- Procesos de moldeo
- Micromaquinado superficial
- Micromaquinado de sustrato
- Flujos de microfabricación comerciales

Nombre del curso: Materiales para sistemas microelectromecánicos

Propósitos:

En este curso se estudian las propiedades y efectos físicos de los materiales utilizados para el diseño de sensores y actuadores, orientado al desarrollo de sistemas microelectromecánicos.

Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de:

- Explicar y aplicar los conceptos y efectos físicos más utilizados para el diseño de sistemas microelectromecánicos
- Elegir el efecto físico más adecuado para el diseño de un sistema microelectromecánico según su aplicación, tomando en cuenta el rendimiento.
- Elegir el material más adecuado para el diseño de un sistema microelectromecánico según su aplicación, tomando en cuenta el rendimiento y costo del material

Contenidos:

- Tensión y desgaste
- Elasticidad
- Piezoelectricidad
- Piezoresistencia
- Resistividad eléctrica
- Conductividad térmica
- Expansión térmica
- Piroelectricidad
- Termoelectricidad
- Fenómeno Galvomagnético y Termomagnético
- Ondas acústicas
- Fenómenos no lineales

Nombre del curso: Simulación y modelado de sistemas microelectromecánicos

Propósitos:

El curso expone cómo realizar modelado de sistemas físicos y multifísicos para el diseño de un microsistema.

Al finalizar este curso el estudiante estará en capacidad de

- Utilizar técnicas de simulación de sistemas físicos y multifísicos
- Modelar sistemas físicos y multifísicos tomando en cuenta los efectos de escala
- Comparar y evaluar el efecto físico adecuado para la operación del microsistema, tomando en cuenta parámetros como: microfabricación, costo, consumo de potencia y rendimiento.

Contenidos:

- El roadmap de MEMS
- Escalamiento y sus consecuencias
- Modelado de sistemas físicos y multifísicos
  - Modelado de fenómenos de convección, difusión, radiación y conducción
  - Sistemas térmicos
  - Sistemas piezoeléctricos y piezoresistivos
  - Sistemas electromagnéticos
  - Sistemas microfluídicos
  - Sistemas neumáticos
  - Sistemas mecánicos
  - Sistemas acústicos
- Métodos de resolución de ecuaciones diferenciales parciales

Nombre del curso: Metodologías del diseño microelectrónico

Ver énfasis en Diseño VLSI

Nombre del curso: Aplicaciones de la nanotecnología

Propósitos:

Este curso presenta los fundamentos de la nanotecnología y sus aplicaciones desde el punto de vista multidisciplinario, involucrando conceptos de Física, Biología, Química, Electrónica, Ciencias de los Materiales y Medicina al nivel molecular.

Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de:

- Aplicar los principios básicos de física para entender el comportamiento de los materiales a escala molecular.
- Explicar aspectos fundamentales de las propiedades eléctricas de los materiales a escala molecular así como los procesos de fabricación y aplicaciones.
- Explicar los conceptos de "top down" y "bottom up" en nanotecnología y aplicarlos en procesos de manufactura.
- Diseñar el concepto para un producto y/o proceso a escala nanométrica.

Contenidos:

- Introducción.
- Fundamentos de ingeniería y física cuántica.
- Fundamentos de diseño de sistemas y circuitos a base de nanotubos de carbono.

- Técnicas de caracterización, microscopía y metrología.
- Aplicaciones de la nanotecnología.

Nombre del curso: Diseño de sistemas microelectromecánicos

Propósitos:

En este curso se exponen los principios físicos, metodologías, herramientas, escogencia de materiales y técnicas de fabricación para el diseño eficiente de sistemas microelectromecánicos, tomando en cuenta las consecuencias del escalamiento.

Al finalizar este curso, el estudiante estará en capacidad de:

- Describir las consecuencias de las leyes de escalamiento en el comportamiento de sistemas físicos en la microescala
- Comparar y evaluar el principio de funcionamiento adecuado para el diseño de sensores y actuadores en la microescala, según la aplicación
- Aplicar los principios físicos de funcionamiento de sensores y actuadores en la microescala para el diseño de sistemas microelectromecánicos
- Aplicar un flujo de diseño de MEMS, desde la concepción hasta la preparación para su fabricación

Contenidos:

- Flujo de diseño de MEMS
  - Pasos en el flujo de diseño
  - Definición del flujo de fabricación
  - Layout
  - Encapsulado
  - Pruebas
- Diseño y casos de estudio
  - Microsistemas eléctricos y magnéticos
  - Microsistemas mecánicos
  - Microsistemas químicos
  - Microsistemas biomédicos
  - Microsistemas ópticos
  - Microsistemas térmicos
  - Microsistemas fluídicos

### ***Cursos del énfasis en Sistemas Empotrados***

Nombre del curso: Sistemas empotrados

Propósitos:

En este curso resumen los principales conceptos y técnicas para la implementación de sistemas empotrados.

Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de:

- Describir los componentes esenciales de un computador y la relación entre sus componentes, bien sean de hardware o software
- Desarrollar y documentar programas y bibliotecas de rutinas, cerrando la brecha entre los detalles de una máquina específica y los programas escritos en los lenguajes de programación tradicionales.
- Diseñar sistemas digitales empujados simples y hacer predicciones razonables en relación con su velocidad, área y consumo de energía

Contenidos:

- Estructura de procesadores de propósito general
- Diseño e implementación de procesadores especializados
- Integración de componentes complejos a través de buses, específicamente conformando los llamados sistemas-en-chip (SoC, System on a chip)
- Programación en el nivel de máquinas específicas
- Introducción a la multiprogramación y sistemas operativos de tiempo real

Nombre del curso: Diseño de sistemas de tiempo real

Propósitos:

En este curso se estudian técnicas modernas para el diseño de Sistemas de Tiempo Real, concentrándose en los aspectos de diseño, validación e implementación.

Al finalizar el curso el estudiante estará en capacidad de:

- Describir las características y categorizaciones de sistemas de tiempo real.
- Especificar las características particulares de hardware para aplicaciones con necesidades de procesamiento en tiempo real.
- Evaluar y comparar las características particulares de sistemas operativos para sistemas de tiempo real.
- Utilizar herramientas teóricas para el modelado de sistemas de tiempo real.
- Utilizar la teoría de planificación y análisis de planificabilidad en sistemas operativos de tiempo real.

Contenidos:

- Definición, características y clasificación de los sistemas de tiempo real
- Hardware para tiempo real
- Programación de sistemas de tiempo real
- Métodos de especificación
- Métodos y fases de diseño
- Modelo orientado a objetos
- Realización, sistemas embebidos, el lenguaje Ada
- Teoría de planificación
- Análisis de planificabilidad
- Planificadores estáticos y dinámicos
- Sistemas inteligentes de tiempo real

Nombre del curso: Lenguajes de descripción de hardware

Ver énfasis en Diseño VLSI

Nombre del curso: Arquitectura de sistemas empotrados

Propósitos:

En este curso se resumen las arquitecturas más importantes en el diseño de sistemas empotrados.

Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de:

- Describir las arquitecturas básicas de sistemas empotrados y elegir la arquitectura adecuada para una aplicación específica
- Diseñar sistemas empotrados de acuerdo con la arquitectura elegida, aplicando componentes existentes o diseñando componentes personalizados
- Modelar sistemas empotrados tomando en cuenta los conceptos de jerarquía, ejecución lineal y ejecución concurrente, según la aplicación específica del sistema a modelar

Contenidos:

- El concepto de sistema empotrado
- Estructuras de procesamiento y cálculo para sistemas embebidos
- Organización de memoria para sistemas empotrados
- Temporizadores, contadores y temporizadores watchdog
- Sensores y dispositivos de entrada/salida para sistemas empotrados
- Interfaces para sistemas empotrados
- Modelado de sistemas empotrados

Nombre del curso: Verificación y validación de software

Propósitos:

El curso presenta las técnicas para verificar y validar la calidad del software así como de diseñar planes de verificación y aseguramiento de calidad de software.

Al finalizar el curso el estudiante estará en la capacidad de:

- Identificar los procesos de Ingeniería de Software relevantes para el desarrollo de sistemas empotrados.
- Describir los conceptos fundamentales de Ingeniería de Software, de Ingeniería de Requerimientos y verificación y validación de software
- Explicar y utilizar los conceptos de desarrollo de pruebas de verificación, las metodologías de desarrollo de casos de prueba y el proceso de desarrollo de procedimientos de prueba manuales y automatizados.
- Analizar los estándares aplicables al aseguramiento de calidad y desarrollo de planes de verificación y aseguramiento de calidad
- Diseñar planes de verificación y aseguramiento de calidad de software

Contenidos:

- Conceptos de ingeniería de software
- Conceptos de ingeniería de software
- Conceptos de ingeniería de requerimientos
- Conceptos de verificación de software
- Métodos estáticos
- Estándares de calidad de software
- Pruebas de software
- Diseño de pruebas de software
- Pruebas unitarias
- Pruebas de integración
- Análisis de cobertura estructural
- Presentación de proyectos finales

Nombre del curso: Verificación funcional

Ver énfasis en Diseño VLSI

Nombre del curso: Sistema en chip

Propósitos:

En este curso se describen los conceptos básicos del sistema en chip y sus diferencias con respecto a otros sistemas electrónicos, así como de utilizar las técnicas de diseño y métricas de desempeño.

Al finalizar este curso el estudiante estará en capacidad de

- Describir los conceptos fundamentales de un diseño de sistema en chip.
- Utilizar las plataformas y flujos de diseño para un eficiente proceso de diseño de sistemas en chip
- Categorizar las propiedades de las diferentes arquitecturas de buses y comparar las arquitecturas basadas en buses y en red-en-chip, para su elección basada en capacidad de memoria y las estrategias de interconexión dentro y fuera del chip.
- Evaluar la influencia de la topología, mecanismos de enrutamiento y de control de flujo en los sistemas red-en-chip
- Utilizar las métricas de desempeño para la evaluación de sistemas en chip para su elección en una aplicación determinada, así como técnicas de diseño para mejorar el desempeño de un sistema.

Contenidos:

- El concepto de sistema en chip
- Diseño de Sistemas en Chip
- Sistemas en chip multiprocesadores
- Sistemas de Interconexión
- Implementación de SOC

## ***Cursos del énfasis en Procesamiento Digital de Señales***

Nombre del curso: Procesamiento digital de señales

Propósitos:

En este curso se presentan los fundamentos del procesamiento digital de señales necesarios para el diseño de circuitos procesadores de señales.

Al finalizar el curso el estudiante estará en capacidad de:

- Describir profundamente las bases teóricas del procesamiento digital de señales moderno
- Aplicar y adaptar la teoría del procesamiento digital de señales para su implementación en proyectos de desarrollo e investigación
- Aplicar y adaptar los conceptos básicos del procesamiento digital de señales en el diseño básico de circuitos electrónicos para este tipo de aplicaciones

Contenidos:

- Señales, sistemas y procesamiento de señales
- Señales y sistemas en tiempo discreto
- La transformada  $z$
- Análisis en Frecuencia
- DFT y FFT
- Diseño e implementación de filtros digitales
- Predicción lineal
- Análisis estocástico de señales
- Wavelets y otros métodos de procesamiento multitasas

Nombre del curso: Análisis funcional y teoría de operadores lineales

Propósitos:

En este curso se proveer de una formación básica en los temas de Análisis Funcional y teoría de operadores lineales en general, y de la teoría de medida e integración en particular.

Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de

- Describir y utilizar los conceptos básicos de los espacios métricos y topológicos.
- Utilizar la teoría de medida como base para la integración
- Definir y caracterizar los espacios normados como generalización de los espacios vectoriales
- Deducir los teoremas fundamentales de los espacios normados y de Banach
- Definir y analizar las propiedades de los espacios completos normados, o de Hilbert.

Contenidos:

- Nociones básicas de espacios métricos y topológicos
- Espacios normados. Espacios de Banach
- Teoremas fundamentales para espacios normados y de Banach

- Espacios de Hilbert
- Medida e integración

Nombre del curso: Sistemas empotrados.

Ver énfasis en Sistemas Empotrados

Nombre del curso: Procesamiento digital de imágenes

Propósitos:

El curso resume los conceptos y herramientas matemáticas necesarias para procesar y analizar imágenes digitales por medios computacionales.

Al finalizar el curso el estudiante estará en capacidad de:

- Describir los fundamentos del procesamiento digital de imágenes digitales, incluyendo la formación de las imágenes, la percepción visual humana como modelo, las representaciones de estructuras de datos básicas de imágenes digitales.
- Aplicar principios de procesamiento digital de imágenes en los dominios espacial y frecuencial.
- Utilizar diferentes métodos para representar y tratar la información de color en imágenes digitales.
- Describir los principios básicos y aplicaciones de la morfología de imágenes.
- Aplicar diferentes algoritmos y técnicas para el análisis de imágenes, orientado a la extracción de información sobre estructuras contenidas en imágenes digitales (bordes, esquinas, regiones, líneas, etc.)
- Aplicar herramientas de software y lenguajes de programación en la solución de problemas de procesamiento digital de imágenes.

Contenidos:

- Introducción
- Fundamentos de adquisición
- Procesamiento en el dominio espacial
- Procesamiento en el dominio de la frecuencia
- Procesamiento de color
- Morfología
- Aplicaciones (mejora, restauración, compresión)

Nombre del curso: Análisis avanzado de sistemas dinámicos

Propósitos:

En este curso se exponen las herramientas matemáticas y computacionales para análisis cualitativo y cuantitativo de la dinámica de un sistema utilizando diferentes.

Al final de este curso el estudiante estará en capacidad de:

- Explicar los métodos matemáticos más utilizados para el análisis de sistemas dinámicos lineales.
- Explicar los métodos matemáticos más utilizados para el análisis de sistemas dinámicos no lineales
- Explicar las diferencias entre los diferentes métodos de análisis e identificar las condiciones en que su aplicación es apropiada.
- Explicar la base teórica matemática para los métodos de análisis presentados.
- Emplear herramientas de análisis y simulación de sistemas dinámicos. Se hará especial atención en aquellas herramientas de código abierto y libre distribución (e.g., Scilab y Maxima).
- Utilizar métodos análisis de sistemas dinámicos adecuados para el correcto abordaje de problemas de investigación.
- Discernir entre el nicho de aplicación de diferentes herramientas de software científico y su aptitud para atacar diferentes tipos de sistemas dinámicos
- Modelar y analizar un sistema dinámico complejo.

Contenidos:

- Representación y modelado de sistemas dinámicos
- Análisis de sistemas dinámicos lineales
- Análisis de sistemas dinámicos no lineales
- Linealización e identificación

Nombre del curso: Procesamiento adaptativo

Propósitos:

En este curso se describen los algoritmos principales y modelos matemáticos utilizados en el filtrado adaptativo de señales para el diseño, análisis, evaluación y comparación de filtros.

Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de:

- Utilizar las técnicas de estimación óptima
- Aplicar los conceptos de estimación lineal
- Describir y utilizar las técnicas de descenso máximo aplicables en filtrado adaptativo
- Analizar el desempeño de filtros (estimadores) adaptativos

Contenidos:

- Estimación óptima
- Estimación lineal
- Algoritmos de máximo descenso (*steepest-descent*)
- Algoritmos de gradiente estocástico
- Desempeño de filtros adaptativos
- Filtros Recursivos, Arreglo RLS, Filtros rápidos de orden fijo.

Nombre del curso: Reconocimiento de patrones

### Propósitos:

Exponer el uso de técnicas del reconocimiento de patrones en la solución de problemas complejos.

Al finalizar el curso el estudiante estará en capacidad de:

- Describir y utilizar técnicas de decisión probabilísticas paramétricas y no paramétricas
- Evaluar mecanismos de reducción de dimensión de descriptores.
- Analizar técnicas de reconocimiento de patrones supervisadas y no supervisadas.
- Describir y utilizar principios y técnicas de meta-clasificación

### Contenidos:

- Percepción de máquina
- Sistemas de reconocimiento de patrones y su ciclo de diseño
- Aprendizaje y adaptación
- Teoría de decisión bayesiana
- Estimación de máxima verosimilitud y de parámetros bayesianos
- Técnicas no paramétricas de estimación de densidad
- Funciones discriminantes lineales y superficies de decisión
- Redes neuronales con múltiples capas
- Métodos estocásticos
- Métodos no Métricos
- Aprendizaje de máquina independiente del algoritmo

### ***Cursos del énfasis en Manufactura Electrónica***

Nombre del curso: Materiales para la industria electrónica

### Propósitos:

En este curso se estudian los conceptos y propiedades más importantes de los materiales utilizados en la industria electrónica con miras a la manufactura de productos utilizando los materiales más robustos, tomando además en cuenta el costo, impacto ambiental y facilidad de procesamiento.

Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de:

- Explicar las definiciones y propiedades de los materiales más utilizados para la manufactura de productos electrónicos
- Explicar las ventajas y desventajas de los materiales disponibles para una aplicación específica
- Comparar materiales tomando en cuenta la robustez del producto, costo y facilidad de procesamiento.
- Elegir materiales que reduzcan o eliminen el impacto ambiental de los productos electrónicos.

### Contenidos:

- Semiconductores
- Plásticos, elastómeros y compuestos

- Cerámicas y glasses
- Metales
- Aleaciones
- Materiales para soldadura
- Materiales electrodepositados
- Adhesivos, materiales de relleno y recubrimientos en el ensamble electrónico
- Substratos

Nombre del curso: Diseño de experimentos

Propósitos:

En este curso se resumen los conceptos requeridos para desarrollar experimentos eficientes en ámbito industrial e ingenieril, utilizando procedimientos y métodos estadísticos para la optimización de la manufactura electrónica.

Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de:

- Aplicar la metodología del diseño de experimentos como un componente importante en la optimización de la manufactura electrónica.
- Aplicar los procedimientos de modelado estadístico y el análisis y la evaluación de los modelos propuestos.
- Elegir la estrategia experimental más adecuada según la situación en estudio.
- Aplicar los conceptos y procedimientos de optimización estadística.

Contenidos:

- Principios básicos del diseño estadístico de experimentos
- Diseños con un factor completamente aleatorizado
- Diseños con un factor con restricciones en su aleatorización
- Introducción a los diseños factoriales
- Diseños factoriales fraccionados
- Diseño en parcelas divididas
- Optimización estadística
- Estimación de modelos
- Métodos de optimización estadística del proceso

Nombre del curso: Técnicas de caracterización y prueba

Propósitos:

Este curso presenta las técnicas de caracterización eléctrica, mecánica y térmica de los productos electrónicos, con el fin de validarlos o determinar experimentalmente la falla.

Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de:

- Explicar y aplicar las técnicas de caracterización estudiadas
- Determinar cuál es la técnica más apropiada para la caracterización o determinación de la falla
- Operar los equipos de laboratorio necesarios para la caracterización

#### Contenidos:

- Técnicas no destructivas de análisis de fallas.
- Técnicas destructivas de análisis de fallas.
- Inspección y caracterización estructural de materiales.
- Caracterización química.
- Revisión de dispositivos bajo estrés eléctrico.
- Otras pruebas
- Conceptos en aceleración de pruebas.
- Ingeniería de confiabilidad termodinámica

Nombre del curso: Encapsulado electrónico y tecnologías de montaje

#### Propósitos:

En este curso se resume las técnicas de montaje y encapsulado más utilizadas en la industria electrónica y las consideraciones de manufactura requeridas para la confiabilidad de los productos electrónicos.

Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de:

- Explicar, aplicar y comparar las tecnologías de encapsulado de productos electrónicos.
- Explicar, aplicar y comparar las tecnologías de ensamble de productos electrónicos.
- Explicar las causas y los mecanismos de falla de los encapsulados de productos electrónicos, con el fin de prevenir factores de riesgo en la manufactura electrónica.
- Explicar las causas y los mecanismos de falla del ensamble de productos electrónicos, con el fin de prevenir factores de riesgo en la manufactura electrónica.

#### Contenidos:

- Introducción al encapsulado electrónico
- Tecnologías de montaje.
- Encapsulado a nivel de chip.
- Circuitos impresos.
- Conectividad.
- Empaquetado de materiales, procesos y tensiones.
- Soldaduras y sus reacciones.
- Tecnologías de empaquetado de segundo nivel.
- Tensiones térmicas en estructuras de empaquetado.
- Degradación de los contactos y conexiones de empaquetados.
- Degradación de contactos y conectores.
- Arrastre y fatiga de la soldadura.
- Confiabilidad y falla de juntas de soldadura.
- Efectos dinámicos de carga en equipos electrónicos.

Nombre del curso: Calidad de productos electrónicos

Propósitos:

Presentar la metodología y las técnicas de Seis – Sigma ( $6\sigma$ ) aplicadas a los productos electrónicos. Busca presentar un enfoque práctico y una visión general que permita facilitar la implementación de las herramientas utilizadas para la metodología de Seis – Sigma ( $6\sigma$ ). Se realiza una revisión de los principales conceptos en cada una de las etapas descritas por el ciclo DMAIC, así como de las herramientas estadísticas necesarias. Inicia con una valoración del impacto de la metodología Seis – Sigma ( $6\sigma$ ) en un proceso productivo, la descripción de la métricas, la organización necesaria y la formulación de un proyecto  $6\sigma$ . Luego, se trata en detalle cada una de las etapas de la metodología DMAIC.

En este curso se pretende que el estudiante sea capaz de aplicar los conceptos, la metodología y las técnicas de Seis – Sigma ( $6\sigma$ ). Implementar un proyecto  $6\sigma$  para un producto electrónico, cubriendo las diferentes fases que involucra el desarrollo de la solución planteada.

Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de:

- Aplicar los conceptos básicos la metodología de Seis – Sigma ( $6\sigma$ ).
- Elaborar el planteamiento de un proyecto  $6\sigma$ .
- Utilizar las diversas herramientas estadísticas para la metodología de Seis – Sigma ( $6\sigma$ ).

Contenidos:

- El significado de Seis – Sigma ( $6\sigma$ )
- Metodología Seis – Sigma ( $6\sigma$ ) – DEFINE.
- Metodología Seis – Sigma ( $6\sigma$ ) – MEASURE.
- Metodología Seis – Sigma ( $6\sigma$ ) – ANALYZE.
- Metodología Seis – Sigma ( $6\sigma$ ) – IMPROVE.
- Metodología Seis – Sigma ( $6\sigma$ ) – CONTROL.

Nombre del curso: Confiabilidad de productos electrónicos

Propósitos:

En este curso se discuten los conceptos estadísticos y pruebas requeridas para determinar la confiabilidad de un producto electrónico.

Al terminar el curso, el estudiante estará en capacidad de:

- Conocer los métodos estadísticos más utilizados para el análisis de confiabilidad de un producto electrónico.
- Interpretar la información obtenida a través de métodos estadísticos para determinar las condiciones de falla de los productos electrónicos
- Determinar estadísticamente el riesgo de falla de los productos electrónicos
- Implementar pruebas de evaluación de la confiabilidad de un producto electrónico

#### Contenidos:

- Introducción: mecanismos de falla de los productos electrónicos.
- Confiabilidad de la ciencia
- Pruebas de diseño de evaluación de confiabilidad
- Pruebas de madurez de diseño (DMT)
- Proyección y monitoreo
- Confiabilidad de estadísticas simplificadas
- Evaluación de riesgo del producto

Nombre del curso: Diseño térmico

#### Propósitos:

En este curso se expone la evaluación del impacto del ambiente térmico exterior y el calor disipado en el sistema en el rendimiento del producto, por medio de modelos de análisis térmico y herramientas para cuantificar y gestionar los aspectos térmicos de diseño y, por tanto, mejorar el rendimiento y la fiabilidad del producto.

Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de:

- Describir y analizar el impacto del calor ambiental y la disipación de potencia propia de un producto electrónico en su rendimiento y confiabilidad funcional.
- Determinar las técnicas más adecuadas para evaluar el rendimiento térmico de un componente electrónico, así como el modelado más adecuado para describir el comportamiento térmico del componente, evaluando su exactitud, validez y aplicabilidad a casos generales.
- Aplicar las técnicas de diseño y metodologías para optimizar el rendimiento térmico de un dispositivo electrónico.
- Interpretar los resultados de estimaciones de rendimiento térmico y simulaciones para un representante de ensamblaje y formular las decisiones de diseño adecuadas para lidiar con las influencias ambientales y el calor generado internamente en un producto electrónico.

#### Contenidos:

- Aspectos térmicos de funcionamiento de circuito
- Modelado y simulación térmica
- Manejo de calor
- Verificación de rendimiento: pruebas térmicas, pruebas de inmersión y resistencia a temperatura

### **Cursos optativos** (ordenados alfabéticamente)

Nombre del curso: Análisis de fallas

Propósitos:

En este curso se describen y las principales causas de falla de los productos electrónicos, el diagnóstico del mecanismo de falla y su prevención.

Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de

- Describir y prevenir las principales causas de falla de los productos electrónicos
- Explicar los mecanismos físicos que dan origen a las fallas en los productos electrónicos
- Diagnosticar las fallas de productos electrónicos

Contenidos:

- Defectos, contaminantes y productividad.
- Fallas inducidas por transporte de masa
- Reacciones en contactos metal-semiconductor.
- Física de electromigración y modelos de daños.
- Stress voiding
- Daño inducido por carga electrónica
- Ruptura de dieléctrico.
- Efectos de portadores de carga calientes.
- Sobreesfuerzo eléctrico y descarga electrostática.
- Daños ambientales a los productos electrónicos.
- Corrosión de metales.
- Migración de metales.
- Daño por radiación a materiales y dispositivos electrónicos

Nombre del curso: Arquitectura de sistemas empotrados

Ver énfasis en Sistemas Empotrados

Nombre del curso: Arquitecturas VLSI para el Procesamiento Digital de Señales

Propósitos:

En este curso se resumen los conceptos básicos de la arquitectura de los circuitos VLSI para el procesamiento digital de señales, para el diseño y la óptima implementación de las mismas desde el punto de vista de precisión y rapidez de procesamiento

Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de:

- Diseñar y utilizar procesadores digitales programables
- Diseñar una arquitectura de procesamiento digital de señales utilizando el encauzamiento y procesamiento paralelo para mejorar la velocidad de procesamiento

- Diseñar una arquitectura de procesamiento digital de señales tomando en cuenta criterios de precisión numérica
- Evaluar, comparar y elegir la arquitectura para el procesamiento digital de señales para una aplicación específica tomando en cuenta parámetros como precisión y velocidad de procesamiento

Contenidos:

- Introducción a las arquitecturas VLSI
- Sistemas numéricos y bloques constitutivos básicos
- Escalamiento y ruido de redondeo
- Representación gráfica y límites de iteración
- Encauzamiento y procesamiento paralelo
- Retemporización
- Caso de estudio: transformada rápida de Fourier
- Desenrollamiento, enrollamiento
- Caso de estudio: procesamiento de imágenes
- Reducción de fortaleza de algoritmo
- Procesadores digitales programables

Nombre del curso: Arquitecturas de procesamiento paralelo

Propósitos:

En este curso se resumen los conceptos requeridos en el diseño de hardware de un sistema de procesamiento paralelo y los conceptos de programación aplicados en dichos sistemas.

Al finalizar este curso, el estudiante estará en capacidad de:

- Describir, evaluar y comparar el funcionamiento y las características de hardware de las arquitecturas de procesamiento paralelo
- Describir, evaluar y comparar el funcionamiento y las características de la programación para procesamiento paralelo
- Comparar y evaluar arquitecturas de procesamiento paralelo para determinar la arquitectura adecuada para una aplicación específica

Contenidos:

- Introducción a las arquitecturas paralelas
- Programación paralela
- Programación orientada al rendimiento
- Evaluación del rendimiento
- Multiprocesadores de memoria compartida
- Diseño de sistemas multiprocesadores basado en Snoop
- Coherencia de cache basada en directorios
- Redes de interconexión

Nombre del curso: Automatización de la manufactura electrónica

Propósitos:

En este curso se resumen los conceptos básicos de diseño y manufactura electrónica mediante la revisión histórica de los procesos más utilizados por la industria y los conceptos requeridos para la automatización de la manufactura de dispositivos electrónicos.

Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de:

- Determinar las características relevantes del proceso de ensamble de dispositivos electrónicos que puedan ser abordados mediante las técnicas de automatización.
- Diseñar procesos de prueba automatizados para su utilización en la manufactura de dispositivos electrónicos

Contenidos:

- Introducción a la manufactura electrónica
- Ensamble de dispositivos electrónicos
- Prueba de dispositivos electrónicos

Nombre del curso: Automatización del diseño electrónico

Propósitos:

Este curso se centra en la descripción de problemas computacionales y la aplicación de algoritmos y metodologías para la generación de herramientas de diseño automatizadas para el diseño de circuitos integrados.

Al finalizar el curso el estudiante estará en la capacidad de:

- Aplicar los fundamentos de las teorías de grafos, complejidad algorítmica y los métodos de optimización en la construcción de algoritmos para distintas partes del flujo top-down de diseño de circuitos integrados de señal mixta.
- Analizar métodos de síntesis lógica automatizables y sus restricciones dependiendo del nivel de representación.
- Analizar estrategias avanzadas de particionamiento, colocación, planeamiento de piso y asignación de pines para el layout físico de diseños VLSI.
- Analizar y desarrollar estrategias de enrutamiento global y local de dispositivos VLSI.
- Comprender el impacto sobre los algoritmos de diseño físico de las restricciones de frecuencia, disipación de potencia y ruido, particularmente en tecnologías nanométricas.

Contenidos:

- Repaso de los fundamentos de teoría de grafos, complejidad de algoritmos y métodos de propósito general para optimización combinatoria
- Métodos de síntesis automática desde descripciones de alto nivel
- Síntesis de las descripciones de comportamiento a nivel de transferencia de registros y a nivel de transacciones

- Estrategias de síntesis lógica y particionamiento lógico
- Estrategias de particionamiento
- Colocación, planeamiento de piso y asignación de pines
- Enrutamiento global
- Enrutamiento detallado
- Minimización de vías y enrutamiento sobre la celda
- Enrutamiento especializado
- Compactación de layout
- Complejidades de las restricciones de frecuencia, consumo y ruido en herramientas para tecnologías nanométricas
- Estudios de casos con tecnologías avanzadas

Nombre del curso: Calidad de productos electrónicos.

Ver énfasis en Manufactura Electrónica

Nombre del curso: Circuitos Integrados para el Procesamiento Digital de Señales

Propósitos:

En este curso se resumen las técnicas y conceptos fundamentales del diseño de circuitos integrados dedicados al procesamiento digital de señales.

Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de:

- Aplicar el estado del arte de las técnicas de diseño y circuitos para el procesamiento digital de señales
- Diseñar sistemas electrónicos para el procesamiento digital de señales utilizando circuitos integrados industriales, arreglos programables o circuitos personalizados

Contenidos:

- Fundamentos de procesamiento digital de señales
- Procesadores de señales integrados
- Diseño de sistemas de procesadores digitales de señales
- Transformada rápida de Fourier y filtrado en el dominio de la frecuencia
- Procesadores digitales de señales de punto flotante
- Aplicaciones de transformada rápida de Fourier
- Diseño de procesadores para filtros FIR utilizando arquitecturas de multiplicación-acumulamiento
- Filtros IIR y sus especificaciones
- Mapeo de funciones de transferencia y estructuras de filtrado analógicas
- Sistemas multitasa, interpolación
- Efectos de longitud de palabra finita
- Arquitecturas para el procesamiento digital de señales
- Arreglos sistólicos y de frente de onda
- Arquitecturas de memoria compartida

- Mapeo de algoritmos de procesamiento digital de señales en hardware
- Sistemas numéricos convencional, redundante y de residuo
- Aritmética paralela y serial. Cálculo en FPGAs e implementación de procesamiento digital de señales en FPGAs

Nombre del curso: Circuitos microelectrónicos de alta velocidad

Propósitos:

En este curso resumen las técnicas de análisis y de diseño para los circuitos analógicos, digitales y de señal mixta para aplicaciones de alta velocidad. Asimismo, se desea que el estudiante describa los problemas que se presentan al diseñar este tipo de circuitos.

- Utilizar los principios básicos de diseño digital para aplicaciones de alto rendimiento
- Diseñar arquitecturas de convertidores de datos analógico-digital y digital-analógico de alta velocidad.
- Diseñar amplificadores y comparadores de alta velocidad.
- Diseñar sintetizadores de frecuencia: DLLs y PLLs

Contenidos:

- Desempeño de circuitos integrados
- Principios básicos del diseño digital para aplicaciones de alta velocidad
- Arquitecturas de convertidores de datos de alta velocidad
- Amplificadores de alta velocidad/alta frecuencia
- Sintetizadores de frecuencia

Nombre del curso: Compatibilidad electromagnética

Propósitos:

En este curso se describen los conceptos de compatibilidad electromagnética y utilizarlos para analizar el rendimiento de los productos electrónicos, aplicando las técnicas de diseño para diseñar productos robustos, así como las técnicas de medición adecuadas para evaluar la compatibilidad electromagnética de un producto.

Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de:

- Aplicar los conceptos de compatibilidad electromagnética en el diseño de circuitos electrónicos y circuitos impresos.
- Evaluar los efectos de la compatibilidad electromagnética en el rendimiento de productos electrónicos.
- Analizar topologías de interconexión de PCB tanto para disminuir la radiación y susceptibilidad.
- Analizar topologías de interconexión de PCB para disminuir la degradación de la señal, incluyendo retardos de propagación y reflexiones de señal.

#### Contenidos:

- Cumplimiento de las Normas de la Comunidad Europea y la marca CE
- Descripción general de las Directivas EMC
- Métodos de prueba de EMC
- Teoría de Campos Electromagnéticos pertinentes
- El Impacto de la EMC y LVD en la fase de diseño de productos
- Integridad de señal digital
- Análisis de elementos finitos

Nombre del curso: Confiabilidad de productos electrónicos

Ver énfasis en Manufactura Electrónica

Nombre del curso: Diseño de experimentos

Ver énfasis en Manufactura Electrónica

Nombre del curso: Diseño de PCBs

#### Propósitos:

En este curso se presentan las técnicas de diseño avanzado de tarjetas de circuitos impresos, tomando en cuenta los estándares industriales y haciendo uso de las herramientas de diseño de PCBs.

Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de:

- Describir el proceso general de diseño de PCB.
- Utilizar las herramientas de CAD y su utilización en la creación de esquemas de trazado de PCB.
- Aplicar el flujo de fabricación de PCBs, las reglas de diseño y su relación con la creación de diseños robustos desde el punto de vista mecánico, eléctrico y térmico

#### Contenidos:

- Introducción
- Tecnología de circuitos impresos
- Diseño y análisis
- Manufactura
- Ensamblaje
- Pruebas
- Aseguramiento de la calidad
- Confiabilidad
- Producción
- Resguardo de estrés ambiental
- Preocupaciones ambientales de PCB

Nombre del curso: Diseño de sistemas en tiempo real

Ver énfasis en Sistemas Empotrados

Nombre del curso: Diseño térmico

Ver énfasis en Manufactura Electrónica

Nombre del curso: Diseño para baja potencia y bajo voltaje

Propósitos:

En este curso se exponen las técnicas más relevantes para reducir el consumo de potencia y el voltaje de alimentación de los circuitos integrados.

Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de:

- Utilizar y diseñar circuitos digitales de las familias lógicas CMOS utilizadas para disminuir el consumo de potencia
- Utilizar las técnicas de diseño para disminuir el consumo de potencia en circuitos y sistemas digitales CMOS
- Aplicar las técnicas de estimación de consumo de potencia de sistemas digitales

Contenidos:

- Consumo de potencia en circuitos CMOS
- Dispositivos de bajo voltaje y sistemas de voltaje dual
- Dispositivos de baja potencia de fuga de umbral dual
- Reducción de potencia dinámica
- Técnicas de reducción de potencia por corrientes de fuga
- Análisis de potencia
- Familias lógicas para baja potencia
- Diseño en la región de subumbral
- Lógica adiabática y de recuperación de energía
- Consumo de potencia en memorias y técnicas de diseño para bajo consumo
- Procesadores para bajo consumo
- Paralelismo multiCORE y sistemas de baja potencia
- Reducción de potencia en FPGAs
- Consumo de potencia en redes de distribución de reloj

Nombre del curso: Dispositivos electrónicos

Propósitos:

En este curso se expone la teoría básica de los dispositivos electrónicos semiconductores más importantes, sus curvas características, modelos matemáticos, análisis y diseño de circuitos en que son empleados, así como nociones básicas del proceso de fabricación de

circuitos integrados CMOS y del flujo de back-end. Además, se incluyen las características constructivas y nomenclatura de elementos pasivos.

Al finalizar el curso el estudiante estará en la capacidad de:

- Explicar a nivel electrónico y utilizando fundamentos de la física del semiconductor el funcionamiento los siguientes dispositivos semiconductores diodos, transistores MOSFET y bipolar.
- Interpretar el funcionamiento de un dispositivo (diodo, transistor, etc) a partir de sus curvas características y hojas de datos.
- Aplicar técnicas de análisis y diseño en circuitos constituidos por diodos y transistores.
- Describir los principios de fabricación de circuitos integrados CMOS
- Aplicar técnicas básicas de layout y principios básicos del flujo back-end

Contenidos:

- Elementos pasivos
- Semiconductores
- Contactos metal-semiconductor y semiconductor-semiconductor
- El diodo
- El transistor de efecto de campo MOSFET y la tecnología CMOS
- Principios de fabricación de circuitos integrados
- El transistor bipolar BJT

Nombre del curso: Dispositivos electrónicos avanzados

Propósitos:

En este curso se describen los conceptos básicos de la física de pequeñas dimensiones que hacen posible la implementación de dispositivos electrónicos nanométricos, así como los principales dispositivos de este tipo.

Al finalizar este curso el estudiante estará en capacidad de

- Describir y analizar los principios de la física cuántica, que permiten la implementación de dispositivos electrónicos nanométricos
- Describir las estructuras derivadas de la ingeniería nanométrica que permiten la implementación de los dispositivos electrónicos nanométricos
- Comparar y evaluar los principales dispositivos electrónicos nanométricos emergentes

Contenidos:

- Fundamentos
- Heteroestructuras
- Pozos cuánticos y sistemas de pequeña dimensión
- Dispositivos nanométricos

Nombre del curso: Encapsulado electrónico y tecnologías de montaje

Ver énfasis en Manufactura Electrónica

Nombre del curso: Fundamentos de microfabricación

Ver énfasis en Sistemas Microelectromecánicos

Nombre del curso: Integridad de señales

Propósitos:

En este curso se describe el concepto de integridad de señal y utilizar las técnicas de diseño necesarias para garantizar la integridad de señal tanto en circuitos microelectrónicos como en sistemas digitales conectados por circuitos impresos.

Al finalizar el curso, el estudiante será capaz de:

- Diseñar y simular secciones de sistemas y circuitos que afectan a la integridad de la señal de señales digitales, incluidos los efectos en PCB.
- Describir los efectos parásitos de componentes, retardos de interconexión y líneas de transmisión y su efecto sobre la integridad de la señal.
- Evaluar y simular el desempeño de las redes críticas de PCB, teniendo en cuenta las condiciones parásitas de los componentes y sus efectos.
- Analizar la integridad de señales en sistemas diferenciales, diseñar y simular de circuitos lógicos digitales diferenciales.
- Evaluar el efecto de la degradación de la integridad de la señal afecta en el rendimiento de productos electrónicos.

Contenidos:

- Descripción de integridad de señal
- Integridad de señal de señales digitales
- Información de especificación del buffer de entrada/salida (IBIS, *Input/Output Buffer Information Specification*)
- Familias lógicas desde el punto de vista de la integridad
- Componentes electrónicos pasivos desde el punto de vista de la integridad
- Integridad de Señal de Sistemas Electrónicos Diferenciales

Nombre del curso: Materiales para la industria electrónica

Ver énfasis en Manufactura Electrónica

Nombre del curso: Materiales para sistemas microelectromecánicos

Ver énfasis en Sistemas Microelectromecánicos

Nombre del curso: Optoelectrónica

Propósitos:

Este curso tiene como propósito fundamental estudiar los principios de funcionamiento y aplicaciones principales de los dispositivos electrónicos utilizados en aplicaciones ópticas, principalmente en las comunicaciones.

Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de:

- Describir los principios físicos en los que se sustenta la optoelectrónica y aplicarlos para el diseño de sistemas optoelectrónicos
- Describir el funcionamiento de los dispositivos optoelectrónicos más relevantes, así como utilizarlos en el diseño de sistemas optoelectrónicos

Contenidos:

- Definición de óptica
- Principios físicos
- Componentes ópticos
- Principios de funcionamiento del laser
- Detectores
- Fibra óptica
- Amplificadores ópticos EDFA y Raman
- Aplicaciones

Nombre del curso: Procesamiento digital de señales

Ver énfasis en Procesamiento Digital de Señales

Nombre del curso: Propiedad intelectual

Propósitos:

Al finalizar el curso, el estudiante tendrá un conocimiento general sobre la propiedad intelectual y su ámbito de aplicación nacional e internacional y será capaz de distinguir las formas de protección y sus características, así como las formas más convenientes de protección según la propiedad a proteger.

Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de:

- Discutir sobre los elementos jurídicos de los derechos de propiedad intelectual en sus dos grandes ramas: derecho de la propiedad industrial y derechos de autor.
- Explicar las diversas modalidades de protección de la producción intelectual.
- Emplear adecuadamente los términos relacionados con la propiedad intelectual en especial en lo relacionado con los requisitos de patentabilidad
- Describir las partes típicas de un documento de patente y explicar su importancia
- Aplicar los pasos para la presentación y tramitación de solicitudes de patentes y los acuerdos internacionales sobre el particular

- Describir el panorama de la propiedad intelectual en su ámbito jurídico nacional e internacional.
- Analizar los elementos básicos en la negociación de derechos de propiedad intelectual
- Emplear herramientas básicas para la gestión de la propiedad intelectual y las técnicas y estrategias de búsqueda especializadas en propiedad intelectual
- Ilustrar sobre la creatividad y el uso estratégico de las diversas modalidades de protección de las producciones intelectuales

Contenidos:

- Concepto de propiedad intelectual
- La OMPI y la propiedad intelectual
- La creatividad, la invención, y la innovación como elementos de la propiedad intelectual
- El ámbito de acción de la propiedad intelectual
- Derechos conexos al derecho de autor
- Marcas
- Indicaciones geográficas
- Dibujos y modelos industriales
- Modelos de utilidad
- Sistemas de trazado de circuitos integrados
- Patentes
- Obtenciones vegetales
- Información no divulgada
- Competencia desleal
- Legislación nacional en materia de propiedad intelectual y la observancia de los derechos
- Tratados internacionales en materia de propiedad intelectual
- La novedad, el nivel inventivo y la aplicación industrial como requisitos de patentabilidad
- La negociación de derechos de propiedad intelectual
- Vigilancia tecnológica
- La utilización de la información sobre patentes en la investigación y la competitividad (en la academia y en las empresas)
- Bases de datos sobre patentes
- Estrategias para la búsqueda de información científica y técnica
- Creatividad y propiedad intelectual

Nombre del curso: Prototipado con FPGAs

Propósitos:

En este curso se presentan las técnicas de diseño de sistemas electrónicos usando Field Programmable Gate Arrays (FPGA), con miras a la especificación y creación de un diseño de alto nivel de un sistema utilizando una FPGA y software embebido.

Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de:

- Explicar las ventajas y limitaciones del prototipado con FPGAs.
- Evaluar los aspectos técnicos y comerciales de los núcleos IP disponibles.

- Diseñar sistemas electrónicos utilizando FPGAs con código HDL y verificar el rendimiento del sistema utilizando un kit de desarrollo de FPGA
- Aplicar el flujo de diseño con FPGAs, del código HDL a un producto autónomo
- Diseñar y aplicar programas de prueba pre y post síntesis
- Diseñar y verificar un complejo sistema utilizando FPGA's para cumplir con las especificaciones de velocidad / potencia / requerimientos de tamaño.
- Especificar los requisitos del sistema y desarrollar metodologías de análisis y pruebas de los productos basados en FPGA.

Contenidos:

- Orígenes y conceptos de los dispositivos FPGA.
- Arquitectura de un FPGA
- Flujo de diseño con FPGAs utilizando HDL's
- Uso de recursos IP
- Consideraciones de diseño
- Sistema de Verificación de Diseño

Nombre del curso: Sensores y actuadores

Propósitos:

Este curso se presentan los principios físicos del funcionamiento de sensores y actuadores, con el fin de utilizarlos y desarrollarlos para sistemas de adquisición de señal.

Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de:

- Explicar y aplicar los principios físicos básicos en el uso y diseño de sensores y actuadores
- Interpretar las características estáticas y dinámicas de sensores y tomarlas en cuenta para el diseño de sensores y de sistemas de adquisición de señal.

Contenidos:

- Introducción a los sistemas de medida y control.
- Tipos de sensores.
- Termistores: PTC, NTC.
- Termopar.
- Fotorresistencias: LDR.
- Diodo emisor de luz (LED).
- Fotodiodo.
- Fototransistor.
- Acoplamiento a fibra óptica.
- Emisores-receptores de luz integrados (optoacopladores).
- Codificación. Sensor de pH.
- Sensor de conductividad.
- Sensores de gases basados en transistores MOSFET: CO, NH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>.
- Actuadores electromecánicos.

- Fundamentos.
- Actuadores neumáticos, electroneumáticos e hidráulicos.
- Celdas Peltier.
- Acondicionamiento de señal.

Nombre del curso: Sistema en chip

Ver énfasis en Sistemas Empotrados

Nombre del curso: Sistemas empotrados

Ver énfasis en Sistemas Empotrados

Nombre del curso: Técnicas de caracterización y prueba

Ver énfasis en Manufactura Electrónica

Nombre del curso: Tecnología de nanotubos de carbono

Propósitos:

En este curso se exponen las características electrónicas y cuánticas de los nanomateriales, y su uso en los campos de la Ciencia, Ingeniería y Medicina. Además familiarizará el estudiante con las diferentes técnicas modernas de manufactura de los nanotubos de carbono y otros materiales de ingeniería nanométrica.

Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de:

- Aplicar los principios básicos de física, electrónica y mecánica cuántica para poder resolver el confinamiento cuántico el cual da como resultado la reducción de las dimensiones de los materiales a escala molecular.
- Describir los diferentes procesos tecnológicos modernos usados in la Nanotecnología para el crecimiento de cristales, Nanotubos de Carbono, capas delgadas, y estructuras cuánticas a escala molecular incluyendo la epitaxia de los semiconductores.
- Describir los conceptos de “top down” y “bottom up” en nanotecnología y aplicarlos en procesos de manufactura.
- Describir el principio de las diferentes técnicas de nanofabricación, como litografía, patrones, auto-ensamblado, manipulación de un átomo, etc.
- Describir los efectos de reducción de dimensionalidad en el transporte de cargas eléctricas.
- Reconocer implementaciones nanotecnológicas e identificar aplicaciones potenciales de los nanomateriales.

Contenidos:

- Introducción a nanomateriales.

- Fundamentos de ingeniería mecánica cuántica.
- Fabricación de nanotubos de carbono.
- Técnicas de caracterización, microscopía y metrología.
- Nanodispositivos.
- Sociedad, salud e impacto ambiental de la nanotecnología

Nombre del curso: Verificación y validación de software

Propósitos:

El curso presenta las técnicas para verificar y validar la calidad del software así como de diseñar planes de verificación y aseguramiento de calidad de software.

Al finalizar el curso el estudiante estará en la capacidad de:

- Identificar los procesos de Ingeniería de Software relevantes para el desarrollo de sistemas empotrados.
- Describir los conceptos fundamentales de Ingeniería de Software, de Ingeniería de Requerimientos y verificación y validación de software
- Explicar y utilizar los conceptos de desarrollo de pruebas de verificación, las metodologías de desarrollo de casos de prueba y el proceso de desarrollo de procedimientos de prueba manuales y automatizados.
- Analizar los estándares aplicables al aseguramiento de calidad y desarrollo de planes de verificación y aseguramiento de calidad
- Diseñar planes de verificación y aseguramiento de calidad de software

Contenidos:

- Conceptos de ingeniería de software
- Conceptos de ingeniería de software
- Conceptos de ingeniería de requerimientos
- Conceptos de verificación de software
- Métodos estáticos
- Estándares de calidad de software
- Pruebas de software
- Diseño de pruebas de software
- Pruebas unitarias
- Pruebas de integración
- Análisis de cobertura estructural
- Presentación de proyectos finales

Nombre del curso: Visión industrial

Propósitos:

En este curso se describen y analizan los algoritmos y sistemas utilizados en la solución de problemas frecuentes de la visión industrial.

Al finalizar el curso el estudiante estará en la capacidad de:

- Describir y utilizar las principales tecnologías existentes para la captura de imágenes en la industria, incluyendo la iluminación, la configuración de escena, los sistemas ópticos y los sensores.
- Describir los conceptos fundamentales de la metrología visual.
- Describir y utilizar estructuras de sistemas utilizados en el reconocimiento visual de objetos.
- Aplicar los conocimientos adquiridos en matemáticas del álgebra lineal, cálculo y probabilidad.
- Aplicar los conocimientos adquiridos en la construcción de un sistema computacional para la visión por computador

Contenidos:

- Introducción
- Captura de imágenes
- Algoritmos
- Visión Industrial en la Manufactura

Nombre del curso: Visión por computador

Propósitos:

En este curso se describen y analizan los algoritmos y sistemas utilizados en la solución de problemas frecuentes de la visión por computador.

Al finalizar el curso el estudiante estará en la capacidad de:

- Describir, comparar y aplicar las estrategias utilizadas para la detección de lugares de interés en imágenes bidimensionales.
- Describir, comparar y aplicar estrategias utilizadas en la reconstrucción de la estructura tridimensional de escenas a partir de imágenes bidimensionales.
- Introducir diferentes estructuras de sistemas utilizados en el reconocimiento visual de objetos.
- Aplicar en la solución de problemas concretos las técnicas matemáticas del álgebra lineal, cálculo y probabilidad.
- Aplicar los conocimientos adquiridos en la construcción de un sistema computacional para la visión por computador

Contenidos:

- Detección de lugares de interés
- Reconstrucción tridimensional de escenas
- Introducción al reconocimiento de patrones
- Reconocimiento visual de objetos
- Reconocimiento por descriptores locales

### **Actividades de investigación**

Nombre de la actividad: Seminario de Investigación

Créditos: 5

Propósitos:

Esta actividad tiene como propósito fundamental la preparación de la propuesta de tesis de maestría.

Al finalizar la actividad, el estudiante estará capacidad de:

- Realizar un estudio del estado del arte para determinar la novedad de un tema de investigación
- Plantear los objetivos de una investigación científica
- Aplicar los criterios de novedad, pertinencia y factibilidad para plantear un proyecto de investigación
- Determinar si los potenciales resultados obtenidos de la investigación son susceptibles de protección de propiedad intelectual.
- Plantear un proyecto de investigación contemplando análisis de riesgo, indicadores, productos y actividades requeridas para lograr llevar a término la investigación.

Contenidos:

En esta actividad el estudiante, bajo la supervisión del profesor del Seminario y de un profesor asesor, plantea un tema de investigación por desarrollar como tesis de maestría tomando en cuenta elementos de novedad, pertinencia y factibilidad, así como una propuesta de investigación por desarrollar como tesis de maestría en los cursos Investigación I e Investigación II. El planteamiento incluye el cronograma y la investigación bibliográfica previa. El profesor del curso junto con el profesor asesor, el cual determinarán la pertinencia e importancia del tema, el grado de innovación, el grado de dificultad, así como la factibilidad de su realización en el tiempo establecido para el desarrollo de la tesis.

Nombre de la actividad: Investigación I

Créditos: 10

Propósitos:

Esta actividad tiene como propósito fundamental la investigación del tema de investigación elegido como tesis de maestría.

Al finalizar la actividad, el estudiante estará capacidad de:

- Seguir la metodología planteada para la investigación y obtención de datos
- Comparar sus resultados con respecto al estado del arte indicando cómo su investigación contribuye a la generación de conocimiento
- Integrar sus habilidades técnicas y científicas para el desarrollo de su tema de tesis

## Contenidos:

En esta actividad el estudiante realiza las acciones para la investigación de su tema de tesis, además de revisar y analizar información relacionada con el tema y datos recopilados por otros investigadores en el mundo, por medio de la presentación y discusión del estado del arte en comparación con los avances de su investigación. Al final la Investigación I, se evaluará el desempeño del estudiante y el alcance de objetivos según el cronograma establecido en el Seminario de Investigación. Esto sirve como punto de control del avance de la tesis.

Nombre de la actividad: Investigación II

Créditos: 15

## Prpósitos:

Esta actividad tiene como propósito fundamental la investigación del tema de investigación elegido como tesis de maestría y su conclusión en la escritura de una tesis.

Al finalizar esta actividad, el estudiante estará capacidad de:

- Seguir la metodología planteada para la investigación y obtención de datos
- Comparar sus resultados con respecto al estado del arte indicando cómo su investigación contribuye a la generación de conocimiento
- Integrar sus habilidades técnicas y científicas para el desarrollo de su tema de tesis
- Integrar el conocimiento adquirido en una tesis científica que constituya un aporte al estado actual del conocimiento.

## Contenidos:

En esta actividad el estudiante continúa las actividades requeridas para la investigación de su tema de tesis y procesa los resultados obtenidos. Al finalizar Investigación II, el estudiante debe haber concluido su tema de tesis y la redacción de ésta. La actividad concluye con la presentación de la tesis y su defensa pública ante un tribunal de tesis establecido por el coordinador del Programa de Maestría.

**ANEXO C**

**PROFESORES DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN ELECTRÓNICA DEL  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**

## ANEXO C

### **PROFESORES DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN ELECTRÓNICA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**

#### CURSO

#### PROFESOR

Diseño para baja potencia y bajo voltaje

Paola Vega Castillo  
Alfonso Chacón Rodríguez

Diseño de sistemas microelectromecánicos

Simulación y modelado de sistemas microelectromecánicos

Paola Vega Castillo

Circuitos microelectrónicos de alta velocidad

Paola Vega Castillo

Procesamiento digital de señales

Alfonso Chacón Rodríguez

Arquitecturas VSLI para el procesamiento digital de señales

Pablo Alvarado Moya

Alfonso Chacón Rodríguez

Circuitos integrados para el procesamiento digital de señales

Juan Chaves Noguera

Alfonso Chacón Rodríguez

Optoelectrónica

Juan Chaves Noguera

Sistemas empotrados

Aníbal Coto Cortés

Juan Chaves Noguera

Carlos Meza Benavides

Técnicas de microfabricación

Paola Vega Castillo

Dispositivos electrónicos avanzados

Juan Chaves Noguera

Paola Vega Castillo

Dispositivos electrónicos

Juan Chaves Noguera

Paola Vega Castillo

Arquitecturas de procesamiento paralelo

Juan Chaves Noguera

Automatización del diseño electrónico

Pablo Alvarado Moya

Roberto Pereira Arroyo

Sistema en chip

Alfonso Chacón Rodríguez

Juan Chaves Noguera

Tecnología de nanotubos de carbono

Alfonso Chacón Rodríguez

Aplicaciones de la nanotecnología

Juan Chaves Noguera

Diseño de sistemas en tiempo real

Juan Chaves Noguera

Verificación y validación de software

Pablo Alvarado Moya

Luis Montoya Poitevien

Arquitecturas de sistemas empotrados

Gustavo Cubas Euceda

Juan Chaves Noguera

Carlos Meza Benavides

Compatibilidad electromagnética

Paola Vega Castillo

Diseño de circuitos integrados analógicos

Alfonso Chacón Rodríguez

Reconocimiento de patrones

Roberto Pereira Arroyo

Procesamiento digital de imágenes

Pablo Alvarado Moya

Pablo Alvarado Moya

Procesamiento adaptativo

Pablo Alvarado Moya

## **CURSO**

Análisis avanzado de sistemas dinámicos  
Análisis funcional y teoría de operadores lineales  
Visión por computadora  
Visión industrial  
Diseño VLSI

Lenguajes de descripción de hardware

Metodologías del diseño microelectrónico

Diseño de señal mixta  
Diseño para comprobación  
Verificación funcional

Propiedad intelectual  
Materiales para la industria electrónica  
Diseño de experimentos  
Técnicas de caracterización y prueba  
Confiabilidad de productos electrónicos  
Diseño térmico  
Encapsulado electrónico y tecnologías de montaje  
Calidad de productos electrónicos  
Análisis de fallas  
Automatización de la manufactura electrónica  
Prototipado con FPGAs  
Diseño de PCBs  
Integridad de señales  
Sensores y actuadores  
Sensores y actuadores microelectromecánicos  
Materiales para sistemas microelectromecánicos

## **PROFESOR**

Carlos Meza Benavides  
Carlos Meza Benavides  
Pablo Alvarado Moya  
Pablo Alvarado Moya  
Alfonso Chacón Rodríguez  
Roberto Pereira Arroyo  
Paola Vega Castillo  
Juan Chaves Noguera  
Roberto Pereira Arroyo  
Alfonso Chacón Rodríguez  
Alfonso Chacón Rodríguez  
Paola Vega Castillo  
Juan Chaves Noguera  
Alfonso Chacón Rodríguez  
Alfonso Chacón Rodríguez  
Roberto Pereira Arroyo  
Alfonso Chacón Rodríguez  
Juan Carlos Carvajal Morales  
Paola Vega Castillo  
Carmen Madriz Quirós  
Juan Chaves Noguera  
Carmen Madriz Quirós  
Paola Vega Castillo  
Arys Carrasquilla Batista  
Carmen Madriz Quirós  
Juan Chaves Noguera  
Arys Carrasquilla Batista  
Roberto Pereira Arroyo  
Roberto Pereira Arroyo  
Paola Vega Castillo  
Arys Carrasquilla Batista  
Paola Vega Castillo  
Paola Vega Castillo

**ANEXO D**

**PROFESORES DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN ELECTRÓNICA DEL  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
Y SUS GRADOS ACADÉMICOS**

## **ANEXO D**

### **PROFESORES DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN ELECTRÓNICA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA Y SUS GRADOS ACADÉMICOS**

#### **PABLO ALVARADO MOYA**

Doctorado en Ciencias de la Ingeniería, Universidad Técnica de Renania-Westfalia, Aquisgrán, Alemania. Bachillerato en Ingeniería Electrónica, Instituto Tecnológico de Costa Rica.

#### **ARYS CARRASQUILLA BATISTA**

Licenciatura en Ingeniería Electrónica, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Maestría en Computación con énfasis en Telemática, Instituto Tecnológico de Costa Rica.

#### **JUAN CARLOS CARVAJAL MORALES**

Bachillerato en Administración de Empresas con énfasis en Mercadeo, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Maestría en Comunicación y Mercadeo, Universidad Latina de Costa Rica. Asesor de Propiedad Intelectual en el Centro de Vinculación Universidad-Empresa, Instituto Tecnológico de Costa Rica.

#### **ALFONSO CHACÓN RODRÍGUEZ**

Doctorado en Ingeniería Electrónica, Universidad Nacional de Mar del Plata, República Argentina.

#### **JUAN CHAVES NOGUERA**

Maestría en Ingeniería Eléctrica, Universidad Estatal de California en Long Beach, Estados Unidos de América.

### **ANÍBAL COTO CORTÉS**

Maestría en Comunicaciones Ópticas y Tecnologías Fotónicas, Politécnico de Turín, Italia. Bachillerato en Ingeniería Electrónica, Instituto Tecnológico de Costa Rica.

### **GUSTAVO CUBAS EUCEDA**

Bachillerato en Ingeniería Electrónica, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Maestría en Computación con énfasis en Telemática, Instituto Tecnológico de Costa Rica.

### **CARMEN MADRIZ QUIRÓS**

Doctorado en Ingeniería Industrial, Universidad de Houston, Texas, Estados Unidos de América.

### **CARLOS MEZA BENAVIDES**

Doctorado en Automatización Avanzada y Robótica, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.

### **LUIS MONTOYA POITEVIEN**

Maestría en Ciencias de la Computación, Universidad de Florida Occidental, Estados Unidos de América.

### **ROBERTO PEREIRA ARROYO**

Bachillerato en Ingeniería Electrónica, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Maestría en Ingeniería, Universidad Técnica de Dinamarca.

### **PAOLA VEGA CASTILLO**

Doctorado en Ingeniería, Universidad Técnica de Hamburgo – Harburgo, Alemania. Bachillerato en Ingeniería Electrónica, Instituto Tecnológico de Costa Rica.