



**Universidad  
del Valle**



**Facultad de Ingeniería**



**Rediseño Curricular**

**INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

---

2020

## **CONSEJO SUPERIOR**

**CLARA LUZ ROLDÁN GONZÁLEZ**  
Gobernadora del Departamento del Valle del Cauca  
*Presidente del Consejo Superior*

**DIEGO FERNANDO HERNÁNDEZ LOSADA**  
*Representante Presidente de la República*

**JOSÉ MAXIMILIANO GÓMEZ TORRES**  
*Delegado de la Ministra de Educación Nacional*

**CARLOS ARTURO LOZANO MONCADA**  
*Representante Directivos Académicos*

**LUIS AURELIO ORDÓÑEZ BURBANO**  
*Representante Profesoral*  
**Bienestar Profesoral**

**KAREN ANDREA BAÑOL RICO**  
*Representante estudiantil*

**ALFREDO CARVAJAL SINISTERRA**  
*Representante Sector Productivo*

**ÓSCAR ROJAS RENTERÍA**  
*Representante Ex-rectores*

**EDGAR VARELA BARRIOS**  
*Rector*

**ANTONIO JOSÉ ECHEVERRY PÉREZ**  
*Secretario General*

## **CONSEJO ACADÉMICO**

**EDGAR VARELA BARRIOS**

*Rector*

**AURA LILIANA ARIAS CASTILLO**

*Vicerrectora Académica*

**INÉS MARÍA ULLOA VILLEGAS**

*Vicerrectora Administrativo*

**HÉCTOR CADAVID RAMÍREZ**

*Vicerrector de Investigaciones*

**ANA CLAUDIA SANTAMARÍA GAITÁN**

*Vicerrectora de Bienestar Universitario*

**JOSÉ SANTIAGO ARROYO MINA**

*Jefe de la Oficina de Planeación y*

*Desarrollo Institucional*

**JESÚS ALBERTO HERNÁNDEZ SILVA**

*Decano de la Facultad de Salud*

**CARLOS ARTURO LOZANO MONCADA**

*Decano de la Facultad de Ingeniería*

**LUIS JAVIER ECHEVERRI VÉLEZ**

*Decano de la Facultad de Artes*

*Integradas*

**DARÍO HENAO RESTREPO**

*Decano de la Facultad de*

*Humanidades*

**PEDRO QUINTÍN QUILEZ**

*Decano de la Facultad Ciencias Sociales y*

*Económicas*

**WALTER TORRES HERNÁNDEZ**

*Decano Facultad de Ciencias*

*Naturales y Exactas*

**OMAR DE JESÚS MONTILLA GALVIS**

*Decano Facultad Ciencias de*

*Administración*

**MARIO ALEJANDRO PÉREZ RINCÓN**

*Representante Profesoral*

**JHON ALEXANDER GIRALDO**

**CHAVARRIAGA**

*Representante Profesoral*

**ALFONSO CLARET ZAMBRANO**

*Director Instituto de Educación y Pedagogía*

**PACO ÁLVARO ENRÍQUEZ MARTÍNEZ**

*Director del Instituto de Psicología*

**JAIME HUMBERTO ESCOBAR MARTÍNEZ**

*Director de Regionalización*

**JUAN CARLOS OSORIO GÓMEZ**

*Representante Directores de Programas*

*Académicos*

**WILSON FELIPE SEGURA MORENO**

*Representante Estudiantil Principal*

**VÍCTOR ALFONSO POTOSÍ GUZMÁN**

*Representante Estudiantil Principal*

**ANTONIO JOSÉ ECHEVERRY PÉREZ**

*Secretario General*

**VICERRECTORÍA ACADÉMICA**  
**Dirección de Autoevaluación y Calidad Académica**

**CLAUDIA MARÍA PAYÁN VILLAMIZAR**  
*Directora*

**HAROLD MANZANO SÁNCHEZ**  
*Subdirector*

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARLOS ARTURO LOZANO MONCADA**  
**MARÍA HELENA PINZÓN CÁRDENAS**  
**DIEGO FERNANDO MANOTAS DUQUE**

*Decano*  
*Vicedecana Académica*  
*Vicedecano de Investigaciones y Posgrado*

**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**ASFUR BARANDICA LÓPEZ**

*Director del Programa*

**COMITÉ DE REDISEÑO DEL PROGRAMA ACADÉMICO**

**EVAL BLADIMIR BACCA CORTÉS**  
**FABIO GERMÁN GUERRERO MORENO**  
**SANDRA ESPERANZA NOPE RODRÍGUEZ**  
**MARTHA LUCÍA OROZCO GUTIÉRREZ**  
**JOSÉ MIGUEL RAMÍREZ SCARPETA**  
**ANDRÉS DAVID RESTREPO GIRÓN**  
**JAIME VELASCO MEDINA**

Santiago de Cali, febrero de 2020

# CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>6</b>
<b>2. FASE DE DISEÑO DE PERFIL</b>	<b>8</b>
2.1. Condiciones de Calidad	8
2.2. Rediseño curricular - Metodología.	9
2.3. Conformación del Comité Permanente de Autoevaluación - COPAP.	10
2.4. Análisis general del contexto.	11
2.5. Comparación con programas referentes.	13
2.6. Información general de las necesidades formativas.	14
2.7. Principios y propósitos de formación del Programa Académico.	16
2.8. Fundamentación teórica del Programa Académico.	17
2.9. Sensibilidades, Capacidades y Competencias - SCC.	18
2.10. Perfil de egreso.	19
2.11. Perfil ocupacional	20
2.12. Objetivos del Programa	20
<b>3. FASE MACRO Y MESOCURRICULAR</b>	<b>22</b>
3.1. Plan de estudios - Malla curricular y créditos académicos.	22
3.2. Análisis de coincidencias y diferencias con el plan antiguo.	26
3.3. Matriz de tributación.	28
3.4. Aspectos de interdisciplinariedad, integralidad y flexibilidad.	32
<b>4. FASE MICROCURRICULAR</b>	<b>36</b>
4.1. Estrategia para la elaboración de microcurrículos.	36
4.2. Programas de curso.	36
4.3. Lineamientos pedagógicos y didácticos (metodologías de aprendizaje).	37
<b>5. PLAN DE TRANSICIÓN</b>	<b>39</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>42</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>43</b>
<b>Anexo 1.</b> Resumen del Análisis de programas referentes nacionales e internacionales	43
<b>Anexo 2:</b> Estructura curricular por áreas temáticas	52
<b>Anexo 3:</b> Descripción básica de las asignaturas de la estructura transversal de la Facultad de Ingeniería	54
<b>Anexo 4.</b> Ejemplos de microcurrículos	57

# 1. INTRODUCCIÓN

Finalizada la autoevaluación con fines de renovación de la acreditación de alta calidad del Programa Académico en el año 2014, el rediseño curricular fue asumido por la Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (EIEE) como un asunto de máxima prioridad, pues varias de las acciones contempladas en el plan de mejoramiento dependían de éste. Además, tanto en el informe de los pares como en la Resolución del MEN se mencionaba la necesidad de hacer una revisión del currículo al ser notorio que la Resolución 071 completaba 12 años de vigencia. Por ello, en los primeros meses de 2014 se conformó el Comité Permanente de Autoevaluación del Programa Académico (COPAP) con profesores de las diferentes áreas de la EIEE, órgano que emprende acciones para realizar un seguimiento del plan de mejoramiento, que rápidamente se concentran en un análisis del contexto con miras a presentar una propuesta de rediseño curricular. Por iniciativa del COPAP, se pidió a los estudiantes del programa su opinión respecto del currículo vigente.

Con la aprobación del Acuerdo No. 025 del 25 de septiembre de 2015 del Consejo Académico (en adelante Acuerdo 025), -que actualiza la Política Curricular y el Proyecto Formativo de la Universidad del Valle-, la subsecuente expedición de la Resolución No. 136 del 22 de diciembre de 2017 del Consejo Académico -que tiene por objetivo dar legitimidad al Acuerdo 025 reglamentando las condiciones para la creación y reforma de los programas de formación de pregrado y dictando otras disposiciones para la implementación del proceso de Rediseño Curricular-, y con la conformación de la Comisión Curricular de la Facultad de Ingeniería (CCFI) en 2016, el proceso de rediseño debió ralentizarse para esperar los lineamientos generales para todos los programas de la Facultad, cuyos frutos quedaron plasmados en la Resolución 157 de mayo 22 de 2018 del Consejo de Facultad. Debe mencionarse que la CCFI también hizo un análisis del contexto para la ingeniería como un todo, definiendo las capacidades y competencias genéricas de la profesión y generando una estructura transversal para todos los programas de la Facultad.

Con resultados preliminares de la CCFI y el análisis del contexto previamente realizado por el COPAP, se definieron un perfil y una estructura curricular iniciales que fueron socializados entre los estudiantes en enero y junio de 2017 mediante citación general. También se difundió información a través de una viñeta exclusiva para el proceso en la Cartelera Virtual y mediante la distribución de archivos a la lista de correos. Se recibieron buenos aportes de los estudiantes y se observó en general una opinión muy positiva tanto del perfil como de la estructura curricular propuesta.

A principios del mes de abril de 2018 se distribuyó una encuesta a la lista de egresados del Programa Académico de Ingeniería Electrónica, con el fin de obtener su realimentación sobre las propuestas de perfil de egreso y malla curricular. Se recibieron 147 respuestas que ayudaron significativamente a ajustar estos dos elementos del rediseño curricular [1].

Finalmente, las encuestas a egresados y empleadores realizadas a finales de 2018 en el marco del proceso de autoevaluación con fines de renovación de la acreditación de alta calidad, suministraron más información relevante para culminar la elaboración del perfil de egreso y la malla curricular.

La propuesta de rediseño en diferentes etapas de desarrollo fue presentada al Comité de Currículo de la Facultad de Ingeniería y al claustro de profesores de la EIEE, recibiendo

inquietudes y aportes. Posteriormente hizo u trámite en las diferentes instancias definidas por la Institución para este tipo de procesos.

El presente documento fue elaborado para sustentar la modificación curricular del Programa Académico de Ingeniería Electrónica, adscrito a la Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle, como resultado del análisis del programa en sus procesos de autoevaluación y sus propuestas académicas, y siguiendo los lineamientos institucionales descritos anteriormente. En el diseño de la nueva estructura curricular participaron todas las áreas disciplinares de la Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica que dan soporte al Programa.

El programa académico de Ingeniería Electrónica reconoce el carácter fundamental de este proceso y se somete a consideración del Ministerio de Educación Nacional.

## 2. FASE DE DISEÑO DE PERFIL

El proceso de rediseño curricular se inicia con la fase de definición del perfil, la cual tiene como objetivos el ajustar el perfil del egreso y dar legitimidad a ese ajuste. En este capítulo se describe la forma como fue ejecutada esta fase en el proceso de rediseño curricular del Programa de Ingeniería Electrónica.

### 2.1 Condiciones de Calidad

El programa académico de Ingeniería Electrónica tiene una denominación aprobada mediante Resolución No. 020 de marzo 26 de 2010 del Consejo Superior, conforme a los contenidos curriculares definidos a través de la Resolución No. 071 de junio 6 de 2002 Consejo Académico, lo que se expresa en las asignaturas, la organización de las actividades académicas, la investigación y relación con el sector externo. En la tabla 2-1 se incluye la información básica del programa académico.

**Tabla 2-1. Información general del Programa Académico**

<b>Nombre del programa</b>	Ingeniería Electrónica
<b>Resolución y fecha de creación del programa</b>	113 de octubre 23 de 1991 del Consejo Superior
<b>Registro SNIES</b>	586
<b>Acreditación de alta calidad</b>	Resolución 7738 de mayo 26 de 2014 del MEN Vigente hasta mayo 26 de 2020
<b>Registro calificado</b>	Resolución 5520 de marzo 24 de 2017 del MEN Vigente hasta mayo 26 de 2021
<b>Título que otorga</b>	Ingeniero Electrónico / Ingeniera Electrónica
<b>Nivel de formación</b>	Universitario
<b>Jornada / Modalidad</b>	Diurna / Presencial
<b>Lugar de ofrecimiento</b>	Cali
<b>Extensiones del lugar de desarrollo</b>	Cartago, Zarzal (en proceso de creación)
<b>Duración</b>	10 semestres académicos (5 años)
<b>Semanas por período lectivo</b>	18
<b>Créditos totales del currículo anterior</b>	170 (Resolución 071 de junio 6 de 2002 del CA)
<b>Créditos totales del currículo reformado</b>	164 (Resolución 046 de abril 16 de 2020 del CA)
<b>Créditos obligatorios/electivos (Res. 071)</b>	148 / 22
<b>Créditos obligatorios/electivos (Res. 046)</b>	144 / 20
<b>Cupos y periodicidad de admisión por sede</b>	Cali 40 / semestral Cartago 40 / anual Zarzal 40 / anual
<b>Tiene como requisito de grado una 2da lengua</b>	Sí
<b>Idioma – nivel</b>	Inglés – B1 del MCER

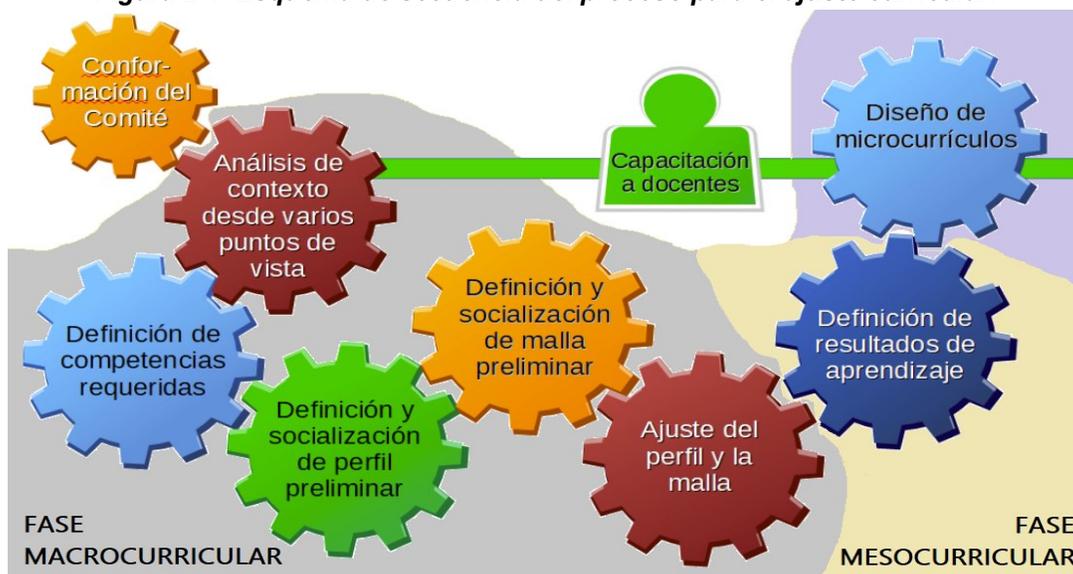
## 2.2 Rediseño Curricular - Metodología

Para elaborar la propuesta de rediseño curricular del programa académico de Ingeniería Electrónica debieron considerarse diferentes elementos condicionantes:

- Las necesidades formativas, entre las cuales aparecen el fortalecimiento de las capacidades de desarrollo de proyectos de ingeniería, de investigación, de emprendimiento y de las habilidades complementarias de los estudiantes.
- Un enfoque centrado en las competencias de los estudiantes, de manera que puedan realizar una actuación profesional acorde a las necesidades reales del entorno económico nacional y mundial.
- La actualización de la política curricular y el proyecto formativo institucional de la Universidad del Valle, definidos en el Acuerdo 025.

La propuesta fue consolidada utilizando la metodología esbozada en la Figura 2-1.

**Figura 2-1. Esquema de secuencia del proceso para el ajuste curricular.**



Como se ilustra, tras la conformación del Comité, el proceso se desarrolló en tres fases, al interior de las cuales se realizaron diferentes actividades.

- ❖ Conformación del Comité encargado de elaborar la propuesta
- Fase macrocurricular
  - Análisis del contexto. Es quizás la actividad más larga y dispendiosa de todo el proceso, dado que implicó el análisis de diferentes tipos y fuentes de información, entre las cuales las principales fueron:
    - Programas académicos similares de otras instituciones reconocidos por su calidad.
    - Criterios usados por organismos de acreditación de programas de ingeniería.
    - Tendencias de la educación en ingeniería y particularmente el modelo CDIO.

- Tendencias científicas y tecnológicas en las diferentes ramas de la ingeniería electrónica.
    - Trayectoria de los egresados y opiniones de egresados y empleadores.
    - Políticas estatales y recomendaciones de asociaciones de ingeniería nacionales e internacionales.
  - Definición de sensibilidades, capacidades y competencias del egresado.
  - Definición y ajuste del perfil de egreso. Una primera propuesta del Comité, soportada por las actividades previas, fue socializada con estudiantes, profesores y egresados. Las recomendaciones de estos estamentos permitieron ir puliendo el perfil de egreso y organizando una primera malla curricular, hasta disponer de una versión que permitiera iniciar la siguiente fase.
- Fase mesocurricular
  - Definición de los resultados de aprendizaje. Para el desarrollo de esta fase se convocó a todos los profesores, tanto nombrados como contratistas, e incluso colaboradores externos al Programa, mediante la conformación de grupos focales por núcleos temáticos.
- Fase microcurricular
  - Elaboración de microcurrículos de las asignaturas. Para esta fase se asume la plantilla de microcurrículo sugerida por la Facultad, ajustada posteriormente por la DACA. Se pueden identificar dos actividades:
    - Definición de los aspectos del microcurrículo inmodificables por el profesor, como la información general y la descripción del curso, los resultados de aprendizaje, los indicadores de logro y los contenidos mínimos. Al igual que en la fase anterior, este trabajo se realizó mediante la convocatoria abierta a grupos focales.
    - Definición de los aspectos que hacen parte de la autonomía del profesor, como la metodología, las actividades de enseñanza-aprendizaje, las actividades de evaluación y la bibliografía. Para ello, al interior del grupo focal se designó un responsable para cada asignatura.

Una acción permanente, llevada a cabo en paralelo con el desarrollo de las fases, consistió en la capacitación a docentes y personal directivo del programa, a fin de que pudieran adaptarse con facilidad al nuevo enfoque del Programa y aportar a la construcción de la propuesta.

Vale la pena indicar que durante la ejecución de las diferentes fases fueron necesarios ajustes a los productos de las fases previas; es así como durante la elaboración de los resultados de aprendizaje y de los microcurrículos, se recomendaron ajustes al perfil y a la malla, hasta llegar a una versión definitiva. De igual manera, durante la elaboración de los microcurrículos se realizaron mejoras a los resultados de aprendizaje.

### **2.3 Conformación del Comité Permanente de Autoevaluación - COPAP**

Como se ha mencionado, el inicio del proceso de rediseño curricular se dio con la conformación del COPAP a principios de 2014. Los integrantes de este Comité han cambiado en el tiempo, según se muestra en la Tabla 2-2.

**Tabla 2-2. Datos generales e integrantes del Comité Permanente de Autoevaluación**

Datos del Comité	
Dependencia a la que está adscrito el comité	Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
Nombre del responsable del proceso de rediseño	Hernando Vásquez P. (2014-2016) Asfur Barandica L. (2016-2019)
Cargo	Director de Programa
Dependencia a la que está adscrito el responsable	Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
Teléfono del responsable:	3212100 ext. 3277
Correo electrónico del responsable	direccion.ingenieriaelectronica@correounivalle.edu.co

Nombres y periodos de los integrantes del COPAP	Estamento al que pertenecen
Hernando Vásquez P. (2014-2019)	Docente
José Miguel Ramírez S. (2014-2017, 2019)	Docente
Leandro Antonio Villa B. (2014-2015)	Docente
Sandra Esperanza Nope R. (2014-2019)	Docente
Rubén Darío Nieto (2014-2016)	Docente
Eval Bladimir Bacca C. (2014-2019)	Docente
Gladys Nayiver Caicedo D. (2014-2015)	Docente
Jaime Velasco M. (2014-2019)	Docente
Fabio Germán Guerrero M. (2015-2018)	Docente
Andrés David Restrepo G. (2016-2019)	Docente
Martha Lucía Orozco G. (2016-2019)	Docente
Asfur Barandica L. (2016-2019)	Docente

## 2.4 Análisis general del contexto

Una primera parte del análisis del contexto fue realizada por la CCFI, en donde se apuntaba a las generalidades de lo que debe ser el ingeniero y la enseñanza de la ingeniería. La otra parte del análisis correspondió a las especificidades del programa de ingeniería electrónica, el cual fue abordado por el COPAP a través de la comparación con programas referentes, la trayectoria y opiniones de los egresados y otros elementos.

Durante la fase de contextualización la CCFI revisó un centenar de documentos en los cuales se abordan los diferentes contextos: internacional, nacional, regional e institucional, con el fin de identificar elementos o rasgos generales relacionados con la formación profesional en ingeniería. Algunos de los documentos revisados fueron organizados y almacenados en un repositorio de archivos disponible en la plataforma *Google Drive* con acceso exclusivo a personas que tengan una cuenta de correo institucional (@correounivalle.edu.co):

<https://drive.google.com/open?id=0B1pE7R1EpVJ3WE9vZGwtcXNrMGs1>

En el contexto internacional los documentos fueron clasificados en temas relacionados con

1 Activo a febrero de 2020

“*desarrollo competitivo*” y “*formación*”, de los cuales se pudo concluir que la práctica de la ingeniería en los últimos años ha tenido un acelerado cambio tecnológico, producto de la integración entre las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y los procesos de investigación, desarrollo, innovación y emprendimiento (I+D+I+E). Todo ello ha conducido a implementar modelos educativos centrados en el estudiante, diseñar nuevos currículos con estrategias de diseño en ingeniería que permitan realizar trabajos colaborativos en red con equipos multi, inter y transdisciplinarios, abordando problemas complejos de índole global y centrados en el desarrollo de soluciones de problemas de ingeniería ambientalmente sustentables.

Los sistemas de acreditación internacional en ingeniería fueron un suministro importante de información respecto de las tendencias actuales en términos de calidad académica y reconocimiento internacional. Particularmente se revisaron los criterios de acreditación ABET (*Accreditation Board for Engineering and Technology*) [2], los estándares de acreditación EUR-ACE (*European Accreditation of Engineering Programmes*) [3] y también la iniciativa internacional CDIO (*Conceiving - Designing - Implementing - Operating*) [4], reconociendo que esta última no es como tal un sistema de acreditación sino un entorno cooperativo que define un marco educativo innovador para la formación en ingeniería. En este contexto se pudo evidenciar la fuerte influencia que tienen los Resultados de Aprendizaje (*Learning Outcomes*) en los procesos formativos.

Los documentos revisados en el contexto nacional también fueron clasificados en “*desarrollo competitivo*” y “*formación*”. En ellos se evidencia la necesidad de realizar una mayor articulación entre las componentes profesionales, sociales y humanas para así responder a los requerimientos propios del contexto nacional; mayor articulación entre el desarrollo de los programas de formación y las organizaciones productivas y sociales; mejorar el desarrollo de las capacidades de investigación, innovación y emprendimiento, diseñando estrategias de proyectos integradores en diferentes momentos del currículo; mayor integración entre las competencias profesionales con las competencias personales e interpersonales.

En el contexto regional, uno de los documentos más importantes de analizar fue “*Visión Valle del Cauca 2032*” [5] el cual describe el estado actual del departamento en las cuatro subregiones identificadas: sur, centro, norte y pacífico, en cinco posibles escenarios de desarrollo: económico y competitividad; ciencia, tecnología e innovación; ambiental territorial; socio-cultural; institucional y de gobernabilidad. Se hace un diagnóstico general del Valle del Cauca, en el que se advierte un gran rezago del departamento y el estancamiento en varios aspectos. Finalmente, la Gobernación del Valle del Cauca define la nueva visión del departamento con mira al año 2032, donde se resalta: “...*el acceso de la población a la educación, el conocimiento de talla mundial, la infraestructura y diversificación productiva para el desarrollo y la sustentabilidad de su territorio.*”

A nivel institucional se revisaron documentos relacionados con la Universidad del Valle tales como: Plan Estratégico de Desarrollo 2015-2025 (Resolución No. 086 de 2015 del Consejo Superior), Proyecto Institucional (Acuerdo No. 010 de 2015 del Consejo Superior), Orientaciones de política para la gestión universitaria del Rector designado para el período 2015-2019 (Resolución No. 029 de 2016 del Consejo Superior), Plan de Nivelación Académica Talentos-Pilos (Resolución No. 016 de 2015 del Consejo Superior) y por supuesto la

Actualización de la Política Curricular y el Proyecto Formativo (Acuerdo No. 025 de 2015 del Consejo Superior). Toda la documentación se encuentra disponible en el siguiente enlace:

<https://drive.google.com/open?id=0B1pE7R1EpVJ3QXZlceEU2UVVLT0k2>

Por último, para analizar el contexto de formación en la Facultad de Ingeniería se tuvo en cuenta la actividad de *consulta a interesados*, para lo cual se examinaron las encuestas realizadas en la última autoevaluación de los programas académicos de ingeniería Industrial, Materiales, Topográfica, Química, Civil y Estadística, con el fin de conocer la percepción que tienen los estudiantes, profesores, egresados, administrativos, directivos y empleadores. Para facilitar el análisis, los interesados fueron clasificados en dos tipos: interno (estudiante, profesor, administrativo y directivo) y externo (egresados y empleadores), las preguntas fueron agrupadas de acuerdo a las siguientes temáticas: Evaluación, Calidad, Métodos Pedagógicos, Objetivos de Formación, Investigación, Trabajo Colaborativo, Interdisciplinariedad, Formación Integral, Flexibilidad, Extracurricular y Desarrollo Profesional.

En el siguiente enlace se encuentra toda la información relacionada con las encuestas realizadas en la autoevaluación a los programas académicos y también el análisis realizado por la Comisión Curricular a los resultados de las mismas:

<https://drive.google.com/open?id=0B1pE7R1EpVJ3SWxzeEtRYUpneTg2>

En el marco de la Semana de la Ingeniería - 2016 organizado por la Facultad de Ingeniería, se realizó una socialización donde fueron presentados en detalle los aspectos más relevantes encontrados en los diferentes contextos:

[https://drive.google.com/open?id=0B5eEv1wEp\\_1oNnFWZE11M2YwMTQ2](https://drive.google.com/open?id=0B5eEv1wEp_1oNnFWZE11M2YwMTQ2)

## 2.5 Comparación con programas referentes

El COPAP hizo análisis de programas similares que son referentes a nivel mundial y también de programas reconocidos a nivel nacional por su calidad. Se analizaron, entre otros, los siguientes programas:

- A nivel nacional
  - Universidad de los Andes - Programas de pregrado en Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica.
  - Universidad Nacional de Colombia - Ingeniería electrónica.
  - Pontificia Universidad Javeriana Cali - Ingeniería Electrónica.
- A nivel Latinoamericano
  - Universidad de Sao Paulo (Brasil) - Ingeniería eléctrica con énfasis en sistemas electrónicos.
  - Universidad Autónoma de México (México) - Ingeniería eléctrica electrónica.
- A nivel internacional
  - Universität Stuttgart (TH) (Alemania) - Elektrotechnik und Informationstechnik (Técnica Electrónica y Técnica Informática).

- Technische Universität München (Alemania) - Elektrotechnik und Informationstechnik (Técnica Electrónica y Técnica Informática).
- Universidad Politécnica de Catalunya (España) - The bachelor's degree in Electronic Systems.
- Universidad Politécnica de Catalunya (España) - Grado en Electrónica Industrial y Control Automático.
- Universidad Politécnica de Madrid (España) - Grado en Ingeniería.
- National University of Singapore (Singapur) - Bachelor in Electrical Engineering / Computer Engineering.

Los documentos de soporte se encuentran en una carpeta compartida en Dropbox. El resumen del análisis se presenta en el anexo 1.

La indagación sobre las características de programas similares referentes nacionales e internacionales, generó varias conclusiones:

- En general, todos estos programas se soportan en una sólida base en matemáticas.
- De igual manera todos los programas incluyen cursos de electrónica, señales, control y comunicaciones, a pesar de que los pesos relativos varían de una institución a otra.
- Muchos de ellos tienen un amplio ciclo común para ingeniería eléctrica e ingeniería electrónica. En los últimos semestres se define el perfil por medio de asignaturas electivas y en algunos casos, se promueve la doble titulación.
- Algunas universidades han establecido enfoques específicos, por lo que incluyen asignaturas que soportan el enfoque desde los primeros semestres.
- Algunas universidades disponen de líneas de énfasis en ingeniería electrónica, dando al estudiante la posibilidad de tomar las electivas correspondientes al énfasis, el cual aparece en su diploma.
- Algunas universidades incluyen en su currículo asignaturas orientadas al reconocimiento de problemas en el contexto nacional, mientras que otras exigen como requisito de grado la participación en actividades como seminarios y pasantías.
- En algunos países se definen ciclos de formación y el primer ciclo puede ser desarrollado en la secundaria, haciendo que las carreras se acorten, como es el caso de la Universidad de Stuttgart en Alemania, donde la carrera propiamente dicha, sólo dura 3 años.

## **2.6 Información general de las necesidades formativas**

Para la definición de las necesidades formativas se usaron los siguientes insumos:

- Revisión de las tendencias en la enseñanza de la ingeniería y en el desarrollo de las áreas de la ingeniería electrónica.
- Análisis de los sistemas de acreditación internacional ABET y EURACE, así como del modelo educativo CDIO.
- Encuesta específica a los graduados del Programa Académico, mediante la cual se socializó una primera versión del perfil y de la malla curricular.

- Análisis de las ocupaciones de los egresados, sectores industriales, capacidad de emprendimiento, etc. Se logró información de más del 40% de los graduados del Programa Académico.
- Resultados del análisis de la CCFI en lo que respecta a las necesidades formativas de cualquier ingeniero.
- Recomendaciones de organismos nacionales e internacionales como ACIEM, ACOFI y el Proyecto Tunning para América Latina.
- Análisis de los resultados de las pruebas SABER-PRO.

Se identificaron algunas características distintivas del Programa Académico y sus egresados, que fueron consideradas durante el diseño del perfil, de la estructura curricular y/o de los requisitos para graduación:

- El egresado del programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Valle tiene gran propensión por el emprendimiento. Alrededor de la tercera parte de los egresados ha intentado crear una empresa y un poco más del 22% tiene un emprendimiento activo.
- La electrónica ha tenido un desarrollo exponencial en las últimas décadas y además es aplicable a casi todas las áreas del conocimiento. Por ello, tratar de abarcar en un currículo todos los temas y aplicaciones resultaría imposible. Esta misma razón, ligada a las características de la industria nacional y al carácter público de la Institución, hacen que el perfil de nuestro egresado deba ser más genérico y no centrado en un conjunto de aplicaciones específicas, como ocurre en algunas universidades de países desarrollados.
- Las políticas nacionales han demostrado la importancia que las TICs tienen para el desarrollo del país (fue creado un ministerio específico) y el estado está fomentando la innovación y el emprendimiento para la reducción del desempleo.
- Los egresados del programa se desempeñan principalmente en proyectos/consultoría, capacitación/docencia, mantenimiento, operación, investigación, desarrollo de software y producción. Además, los principales sectores que acogen a los egresados son en su orden: educativo, telecomunicaciones, diseño electrónico, diseño de software y tecnologías de la información.

Del análisis de todos los insumos mencionados y de la realimentación recibida de los diferentes actores involucrados en el proceso, las necesidades formativas definidas para el programa de Ingeniería Electrónica se resumen así:

- Fuerte fundamentación en física y matemáticas.
- Conocimiento de los fundamentos y métodos de la ingeniería.
- Habilidades para la programación de dispositivos, equipos y sistemas electrónicos programables.
- Manejo de herramientas informáticas profesionales de diseño en su profesión.
- Habilidades para la resolución de problemas.
- Capacidad de gestión de proyectos de ingeniería.
- Creatividad y pensamiento sistémico.
- Capacidad de comunicación efectiva para interactuar con profesionales de otras disciplinas.

- Manejo del inglés como lengua extranjera.
- Capacidad de aprendizaje autónomo.
- Ética profesional, responsabilidad social y conciencia ambiental.
- Habilidades básicas en investigación.
- Conocimientos sobre desarrollo de iniciativas y emprendimientos en ingeniería.
- Capacidad de desarrollar soluciones en el área de las redes de computadores.
- Capacidad de desarrollar soluciones en el área de los sistemas de comunicación.
- Capacidad de desarrollar soluciones en el área del control y la automatización.
- Capacidad de desarrollar soluciones basadas en electrónica analógica, electrónica digital o su combinación.
- Capacidad de desarrollar soluciones que requieran el procesamiento digital de señales.

## **2.7 Principios y propósitos de formación del Programa Académico**

El Programa Académico de Ingeniería Electrónica asume los principios de formación institucionales de la Universidad del Valle definidos en el Anexo 2 del Acuerdo No. 025 de 2015:

- La formación integral como principio fundamental del proceso formativo.
- La flexibilidad académica, pedagógica, curricular y administrativa.
- El respeto por lo público, la convivencia, la solidaridad, y la democratización de los conocimientos, los saberes y las culturas.
- El reconocimiento de la diversidad del contexto institucional y de los actores que participan del proceso formativo.
- La práctica: formativa y profesional, como lineamiento pedagógico del Programa.

El Programa Académico de Ingeniería Electrónica, en concordancia con los propósitos de formación institucionales de la Universidad del Valle definidos en el Artículo 26 del Acuerdo No. 025 de 2015, considera los siguientes propósitos:

- Formar profesionales íntegros, conscientes de la realidad y responsables con su entorno ambiental.
- Favorecer la apertura y disposición hacia otras disciplinas y saberes, a través de una formación básica general en distintas áreas como Ciencias Naturales y Exactas, en Ciencias Sociales y Humanas, en Filosofía, Artes y Tecnologías.
- Fomentar en los estudiantes el pensamiento crítico, creativo y sistémico, así como el aprendizaje autónomo y permanente.
- Propiciar espacios para fortalecer las prácticas investigativas y de proyección social-extensión en la formación de pregrado.
- Propiciar espacios que favorezcan la creatividad, la construcción de identidad, el sentido de pertenencia con la Universidad, el desarrollo de la sensibilidad frente al entorno.
- Fomentar el aprendizaje para gestionar la información y el conocimiento, el aprendizaje colaborativo y la comunicación con lenguaje visual, mediados por las TIC y otras estrategias o herramientas.
- Estimular en los estudiantes el interés en lengua materna y otras lenguas y en su dominio, enriqueciendo sus capacidades expresivas orales y escritas y de comprensión. En el caso de la Facultad de Ingeniería la otra lengua es el inglés y el nivel mínimo alcanzado es B1.
- Estimular una actitud reflexiva, crítica, propositiva, abierta, flexible y una disposición hacia el trabajo con personas de otras disciplinas y saberes, procurando el desarrollo libre, autónomo y responsable de los estudiantes.

- Formar estudiantes con capacidades para desarrollar proyectos o iniciativas de ingeniería.
- Promover el trabajo intelectual, el mejoramiento y la cualificación de las prácticas de estudio en los estudiantes, la conformación de equipos de profesores y la realización de actividades que contribuyan a despertar el interés por la cultura académica.
- Favorecer la relación teoría-práctica a lo largo de los ciclos básico y profesional, mediante la revisión de las formas de interacción con el conocimiento, las modalidades pedagógicas y los métodos de trabajo.

## **2.8 Fundamentación teórica del Programa Académico**

La ingeniería se puede definir como una disciplina que utiliza los conocimientos técnicos, científicos, prácticos y empíricos para inventar, diseñar, desarrollar, construir, mantener y optimizar todo tipo de tecnologías, máquinas, estructuras, sistemas, herramientas, materiales y procesos, con el objetivo de ofrecer soluciones a los problemas prácticos de las personas y las sociedades.

Como una de las ramas de la ingeniería, la ingeniería electrónica se ocupa de la observación y el desarrollo de sistemas en los que se aprovecha la existencia y las propiedades de las cargas eléctricas de la materia. En tal sentido, la ingeniería electrónica se dedica a generar soluciones a las problemáticas de la sociedad, produciendo avances tecnológicos en una gran variedad de campos, tales como las telecomunicaciones, los sistemas de instrumentación, automatización y control, los sistemas de procesamiento digital y la robótica.

En muchos países la ingeniería electrónica no existe como carrera profesional, sino que se inserta en los programas de ingeniería eléctrica. En Colombia, desde hace muchos años apareció la ingeniería electrónica como profesión independiente de la ingeniería eléctrica. Si bien hay una relación estrecha entre las dos profesiones, la electrónica se dedica particularmente a controlar los procesos industriales, transformando la electricidad para poner en marcha distintos aparatos eléctricos. Se encarga de instrumentar y monitorear los sistemas electrónicos de potencia, así como de investigar, diseñar o gestionar áreas vinculadas como la mecatrónica, la automatización, las telecomunicaciones y la bioingeniería.

La ingeniería electrónica se fundamenta principalmente en la física, las matemáticas y las técnicas para identificación de problemas y planificación de proyectos. De la física son particularmente importantes para la ingeniería electrónica el electromagnetismo, la ciencia de los materiales, el estudio del electrón y la teoría de circuitos. Los sistemas electrónicos actuales se basan en dispositivos programables; ello hace que sean imprescindibles para un ingeniero electrónico los conocimientos en programación. Muchas de las aplicaciones de la ingeniería electrónica requieren también conocimientos en química, biología y ciencias de la salud.

Entre las características más importantes de un ingeniero se encuentran la capacidad analítica, la habilidad para resolver problemas, la creatividad, el razonamiento lógico y cuantitativo, la conciencia social y ambiental y la capacidad de trabajo en equipo.

## **2.9 Sensibilidades, capacidades, competencias**

Para la definición de las sensibilidades, capacidades y competencias de sus futuros egresados, el Programa Académico asumió los lineamientos definidos en la Resolución 157 de mayo 22 de 2018 del Consejo de Facultad y adicionó capacidades específicas, acordes con los ámbitos para el ejercicio de la profesión.

Las sensibilidades, capacidades y competencias definidas por la Facultad de Ingeniería de forma transversal para sus programas son:

- **Comprensión de las ciencias naturales, aplicación de las matemáticas, los fundamentos, métodos y herramientas propias de su disciplina.**

Comprende las ciencias naturales pertinentes a su especialidad; aplica las matemáticas, los fundamentos, métodos y herramientas propias de su disciplina. Reconoce la interacción de estos conocimientos con el entorno ambiental (social, cultural, político, tecnológico, artístico y estético).

- **Capacidad de resolución de problemas desde la ingeniería.**

Aplica principios de las ciencias y la ingeniería, para identificar el problema, plantear hipótesis, formular y representar el problema, identificar la información relevante, diseñar alternativas de solución, sustentar la elección de la solución, diseñar y ejecutar experimentos, analizar e interpretar los datos obtenidos, analizar la solución y probarla, evaluar la estrategia utilizada y el impacto de la solución en el contexto dado.

- **Pensamiento crítico, creativo y sistémico; aprendizaje autónomo y permanente.**

Pensamiento crítico: comprende la racionalidad de un argumento y decide sobre el mismo; está en capacidad de definir premisas y articularlas lógicamente para llegar a una conclusión sustentada.

Pensamiento creativo: Propone y desarrolla ideas que posibilitan cambios, transformaciones, nuevos usos, estrategias o aplicaciones; concibe perspectivas diferentes o complementarias a las usualmente empleadas para tratar un problema y llegar a su solución.

Pensamiento sistémico: Descompone una situación compleja en partes simples, establece sus interrelaciones; propone y evalúa metódicamente diversas alternativas, manteniendo una visión integral y global de la situación.

Aprendizaje autónomo: Aprende por su cuenta y adapta lo aprendido a nuevas situaciones; habilidad de autorregular su proceso de aprendizaje.

Aprendizaje permanente: Reconoce la necesidad de aprender a lo largo de la vida.

- **Comprensión de su entorno y sus responsabilidades éticas.**

Comprende problemas contemporáneos: ambientales, sociales, culturales y económicos, en sus contextos laboral, local, nacional e internacional. Comprende los impactos de las soluciones propuestas desde su disciplina, los aspectos éticos asociados al ejercicio de la profesión y a su actuar responsable en la sociedad.

- **Competencias para el trabajo en equipo y comunicación.**

Trabajo en equipo: Interactúa en equipos disciplinares e interdisciplinares de trabajo, con sentido integrador, identifica y respeta los diferentes derechos, roles y perspectivas de los demás, asume roles de liderazgo y apoyo, ayuda a la solución de conflictos en el grupo, y asume sus responsabilidades, para lograr una meta común.

Comunicación: Se comunica con coherencia, claridad y precisión con los demás, por medio de la expresión visual, no verbal, oral y escrita en español y al menos en nivel B1 del marco común europeo en inglés o su equivalente.

- **Actitudes personales e interpersonales para el ejercicio de la profesión.**

En su relación con los demás o consigo mismo, muestra una actitud reflexiva, crítica, propositiva, receptiva y flexible.

- **Capacidad para desarrollar proyectos de ingeniería.**

Formula, planifica, administra y ejecuta proyectos de ingeniería en su especialidad o con profesionales de otras disciplinas, estableciendo objetivos, actividades, cronograma, recursos requeridos, riesgos e impactos.

- **Capacidad para desarrollar iniciativas de ingeniería.**

Diagnostica una necesidad u oportunidad, para diseñar, desarrollar o innovar tecnologías, procesos, sistemas, productos o servicios.

Las capacidades específicas del ingeniero electrónico de la Universidad del Valle son:

- **[TEL]** Analiza, modela y diseña redes de computadores y sistemas de telecomunicaciones.
- **[ADM]** Concibe, modela y desarrolla sistemas analógicos, digitales y de señal mixta, considerando tecnologías (hardware/software) disponibles.
- **[ATM]** Concibe, modela, desarrolla e integra sistemas de control y automatización, considerando conceptos propios de la informática industrial.
- **[INT]** Concibe y desarrolla sistemas de procesamiento de señales, integrando conceptos de inteligencia computacional.

## 2.10 Perfil de egreso

El(la) Ingeniero(a) Electrónico(a) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle, es un(a) profesional formado(a) para generar soluciones electrónicas innovadoras usando metodologías formales, normas técnicas y buenas prácticas de diseño, en aplicaciones industriales, residenciales, comerciales y de la bioingeniería; para concebir, desarrollar y gestionar proyectos de ingeniería, gestar iniciativas de emprendimiento o participar en la generación de nuevo conocimiento. Para ello cuenta con las siguientes capacidades y habilidades genéricas:

- Interpretar y aplicar las ciencias naturales pertinentes a su especialidad.
- Utilizar las matemáticas, los fundamentos, los métodos y las herramientas propias de la

### Ingeniería Electrónica.

- Resolver problemas desde la ingeniería.
- Demostrar pensamiento crítico, creativo y sistémico al analizar, diseñar, implementar y poner a punto servicios, productos o sistemas electrónicos.
- Aprender de forma autónoma y reconocer la necesidad de aprender a lo largo de la vida.
- Trabajar individualmente y en equipo, y comunicarse efectivamente.
- Comprender y aportar a la solución de problemas contemporáneos ambientales, sociales, culturales y económicos, en sus contextos local, nacional e internacional.
- Comprender los impactos de las soluciones de ingeniería y los aspectos éticos asociados al ejercicio de la profesión y a su actuar responsable en la sociedad.

Y las siguientes capacidades específicas:

- Analizar, modelar y diseñar redes de computadores y sistemas de telecomunicaciones.
- Concebir, modelar y desarrollar sistemas analógicos, digitales y de señal mixta, considerando tecnologías hardware-software disponibles.
- Concebir, modelar, desarrollar e integrar sistemas de control y automatización, considerando conceptos propios de la informática industrial.
- Concebir y desarrollar sistemas de procesamiento de señales, integrando conceptos de inteligencia computacional.

## 2.11 Perfil Ocupacional

En el marco de los servicios, productos o sistemas electrónicos, el profesional en Ingeniería Electrónica de la Universidad del Valle podrá desempeñarse en cualquier sector económico de la sociedad como:

- Ingeniero de diseño.
- Ingeniero de producción, mantenimiento u operación.
- Ingeniero de soporte a mercadeo y ventas.
- Ingeniero de proyectos.
- Desarrollador de software para microsistemas.
- Gestor de emprendimientos.
- Administrador de sistemas de redes y comunicaciones.
- Instructor en aspectos técnicos y de ingeniería,
- Profesional en grupos interdisciplinarios de investigación.

## 2.12 Objetivos del Programa

A fin de lograr los objetivos trazados por el programa, se implementan diferentes estrategias pedagógicas y se usan herramientas didácticas que buscan garantizar la consecución de las metas formativas propuestas en el currículo del programa de Ingeniería Electrónica (ver

apartado 4-3). Estas estrategias se fundamentan principalmente en un modelo constructivista que permite alcanzar los objetivos de aprendizaje. La contribución de las asignaturas al logro de cada uno de los objetivos del programa se presenta en la Tabla 2-3.

**Tabla 2-3. Información de la coherencia del rediseño con los objetivos del Programa Académico**

Objetivo	Asignatura(s) que permite(n) su desarrollo:	
Formar profesionales íntegros, críticos, comprometidos con la sociedad, la profesión y el ambiente, capaces de gestionar su aprendizaje de forma autónoma y permanente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introducción a la ingeniería</li> <li>- Inserción a la vida universitaria</li> <li>- Seminario en constitución, legislación y ética de la ingeniería</li> <li>- Impactos ambientales</li> </ul>	
Formar profesionales en ingeniería electrónica con sólidos fundamentos en matemáticas, física y aspectos generales de la ingeniería, como sustento de sus capacidades de desarrollo y gestión de proyectos de ingeniería.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Matemáticas básicas</li> <li>- Cálculo multivariable</li> <li>- Física I + laboratorio</li> <li>- Ecuaciones diferenciales</li> <li>- Fundamentos de programación</li> <li>- Introducción a la programación orientada a objetos</li> <li>- Teoría electromagnética I</li> <li>- Administración de proyectos</li> <li>- Proyecto de ingeniería I y II</li> <li>- Ingeniería económica</li> <li>- Métodos numéricos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cálculo monovariable</li> <li>- Álgebra lineal</li> <li>- Probabilidad y estadística</li> <li>- Señales y sistemas I y II</li> <li>- Sistemas de comunicaciones</li> <li>- Fundamentos de control de sistemas lineales</li> <li>- Electrónica I</li> <li>- Redes de comunicaciones I y II</li> <li>- Análisis y compensación de sistemas lineales</li> <li>- Electrónica II</li> <li>- Electrónica de potencial</li> <li>- Circuitos eléctricos I y II</li> </ul>
Desarrollar en los estudiantes competencias transversales en comunicación y trabajo en equipo, capacidades de aprendizaje autónomo, creatividad, pensamiento crítico, y sensibilidades social y ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Taller de ingeniería I a IV</li> <li>Proyecto de ingeniería I a III</li> <li>Impactos ambientales</li> </ul>	
Promover en los estudiantes la apropiación de conocimientos y experiencias éticas, estéticas, artísticas, físicas, sociales y políticas que contribuyan al desarrollo de sus potencialidades, al ejercicio de su profesión y de una ciudadanía activa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Introducción a la ingeniería</li> <li>Deporte y salud</li> <li>Seminario en constitución, legislación y ética de la ingeniería</li> <li>Electivas complementarias</li> </ul>	
Proporcionar al estudiante los elementos para desarrollar emprendimientos en el campo de la ingeniería electrónica, que generen para su entorno soluciones innovadoras con soporte científico o tecnológico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ingeniería económica</li> <li>Administración de proyectos</li> <li>Además, el programa académico acepta como asignaturas electivas profesionales aquellas que se orienten a la creación de empresas o desarrollo de emprendimientos.</li> </ul>	
Proporcionar al estudiante los elementos fundamentales para participar en grupos y proyectos de investigación en el campo de la ingeniería electrónica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Seminario de trabajo de grado</li> <li>Trabajo de grado I y II</li> </ul>	

### 3. FASE MACRO Y MESOCURRICULAR

Esta fase tiene como objetivo presentar el rediseño curricular del Programa Académico dentro de los contextos del sector educativo colombiano y de la Universidad del Valle.

Es necesario tener presente que más que un simple cambio en la malla curricular, la nueva propuesta se basa en un enfoque por competencias y resultados de aprendizaje, que debe afectar hasta las metodologías de enseñanza-aprendizaje, con el que se pretende alcanzar la tan necesaria y anhelada integralidad del egresado. Es por ello que el programa, a partir de las capacidades y competencias definidas para el egresado, ha construido un conjunto de resultados de aprendizaje que deben ser alcanzados por sus estudiantes en las diferentes asignaturas y actividades formativas de la carrera, con los que se garantiza el logro de tales capacidades y competencias. Así, asignaturas como Español y Constitución política de Colombia dejan de ser un requisito para graduarse; las habilidades de comunicación y las competencias ciudadanas se integran como resultados de aprendizaje de otras asignaturas del currículo. De forma similar, en lugar de definir dos niveles obligatorios de inglés, se establece como requisito de grado el obtener una certificación de nivel B1 del marco común europeo de referencia para las lenguas, para lo cual la Universidad hará la clasificación de los admitidos y les ofrecerá los cursos que requieran.

#### 3.1 Plan de Estudios - Malla Curricular y Créditos Académicos

El plan de estudios del programa académico de Ingeniería Electrónica, es flexible y basado en un sistema de créditos que exige la aprobación de 164 créditos y se sustenta en dos ciclos de formación: el básico y el profesional. Ambos ciclos incluyen de forma transversal los componentes de la Formación General, reglamentados por la Resolución 136 de 2017 del Consejo Académico de la Universidad del Valle, la cual propende a la formación integral del estudiante. La Tabla 3-1 sintetiza el número de créditos y el porcentaje de cada ciclo y componente de formación, además de especificar la cantidad de créditos correspondientes a la formación general. La tabla 3-2 detalla las asignaturas por semestre en cada ciclo y los requerimientos en horas de trabajo académico.

**Tabla 3-1. Porcentaje de créditos de los ciclos básico y profesional.**

Ciclo	Asignaturas	Créditos y porcentajes por ciclo				
				Total por ciclo	Formación general	
Básico	Obligatorias	64	39.0%	70	42.7%	11.2%
	Electivas	6	3.7%			3.7%
Profesional	Obligatorias	80	48.8%	94	57.3%	7.1%
	Electivas	14	8.5%			--
<b>Total</b>				<b>164</b>	<b>100%</b>	<b>22.0%</b>

**Tabla 3-2. Asignaturas por semestre, con detalle de ciclo y horas de trabajo académico.**

Asignatura	Tipo			Crédito	Horas de trabajo académico por semana		
	Básica	Profesional	Electiva		Directo	Independiente	Totales
<b>Semestre I</b>							
Matemáticas básicas	x			3	3	6	9
Introducción a la Ingeniería	x			2	3	3	6
Taller de ingeniería I	x			3	3	6	9
Inserción a la vida universitaria	x			2	3	3	6
Deporte y salud	x			2	2	4	6
Lógica combinacional		x		2	3	3	6
Fundamentos de programación	x			3	3	6	9
<b>Semestre II</b>							
Cálculo monovariable	x			3	3	6	9
Probabilidad y Estadística	x			3	3	6	9
Física I + Laboratorio	x			4	4	8	12
Introducción a la programación orientada a objetos	x			3	3	6	9
Álgebra lineal	x			3	3	6	9
Diseño lógico combinacional		x		2	3	3	6
<b>Semestre III</b>							
Cálculo multivariable	x			3	3	6	9
Ecuaciones diferenciales	x			3	3	6	9
Teoría electromagnética I	x			3	3	6	9
Taller de ingeniería II	x			2	3	3	6
Metodologías de desarrollo de software		x		3	3	6	9
Diseño lógico secuencial		x		3	3	6	9
<b>Semestre IV</b>							
Señales y sistemas I	x			3	3	6	9
Métodos Numéricos	x			3	3	6	9
Teoría electromagnética II		x		3	3	6	9
Circuitos eléctricos I	x			3	3	6	9
Taller de ingeniería III	x			2	3	3	6
Sistemas basados en microcontroladores		x		3	3	6	9
<b>Semestre V</b>							
Señales y sistemas II		x		3	3	6	9
Física de dispositivos electrónicos		x		3	3	6	9
Electrónica I: amplificación		x		3	3	6	9
Circuitos eléctricos II	x			3	3	6	9
Taller de ingeniería IV		x		2	2	4	6
Plataformas de alto desempeño		x		3	3	6	9
<b>Semestre VI</b>							
Ingeniería económica	x			3	3	6	9
Electrónica II: diodos y transistores		x		3	3	6	9
Sistemas de comunicaciones		x		3	3	6	9
Fundamentos de control de sistemas lineales		x		3	3	6	9

Proyecto de ingeniería I		x		3	3	6	9
Electivas complementarias*	x		x	3	3	6	9
<b>Semestre VII</b>							
Administración de proyectos	x			3	3	6	9
Redes de comunicaciones I		x		3	3	6	9
Medidas e instrumentación		x		3	3	6	9
Análisis y compensación de sistemas lineales		x		3	3	6	9
Electrónica de potencia		x		3	3	6	9
Proyecto de ingeniería II		x		3	3	6	9
<b>Semestre VIII</b>							
Redes de comunicaciones II		x		3	3	6	9
Fundamentos de automatización		x		2	3	3	6
Sistemas electrónicos inteligentes		x		2	3	3	6
Proyecto de ingeniería III		x		3	3	6	9
Impactos ambientales		x		3	3	6	9
Seminario de trabajo de grado		x		2	2	4	6
Electivas complementarias*	x		x	3	3	6	9
<b>Semestre IX</b>							
Seminario en constitución, legislación y ética de la ing.	x			2	3	3	6
Trabajo de grado I		x		4	1	11	12
Electivas profesionales**		x	x	7	7	14	21
<b>Semestre X</b>							
Trabajo de grado II		x		4	1	11	12
Electivas profesionales**		x	x	7	7	14	21
Total número de horas					<b>167</b>	<b>325</b>	<b>492</b>
Total porcentaje horas					<b>33,9%</b>	<b>66,1%</b>	<b>100%</b>
Total número de créditos del programa	<b>70</b>	<b>94</b>	<b>20</b>	<b>164</b>			
Total porcentaje de créditos	<b>42,7%</b>	<b>57,3%</b>	<b>12,2%</b>	<b>100%</b>			

\* Los créditos en electivas complementarias deben ser al menos 6 y pueden ser tomados entre el segundo y el décimo semestre. No se especifica un número determinado de asignaturas.

\*\* Los créditos en electivas profesionales deben ser al menos 14 y pueden ser tomados entre el octavo y el décimo semestre. No se especifica un número determinado de asignaturas.

La distribución de asignaturas por semestre presentada en la tabla 3-2 puede observarse de forma gráfica en la figura 3-1. En ella se destacan los siguientes aspectos:

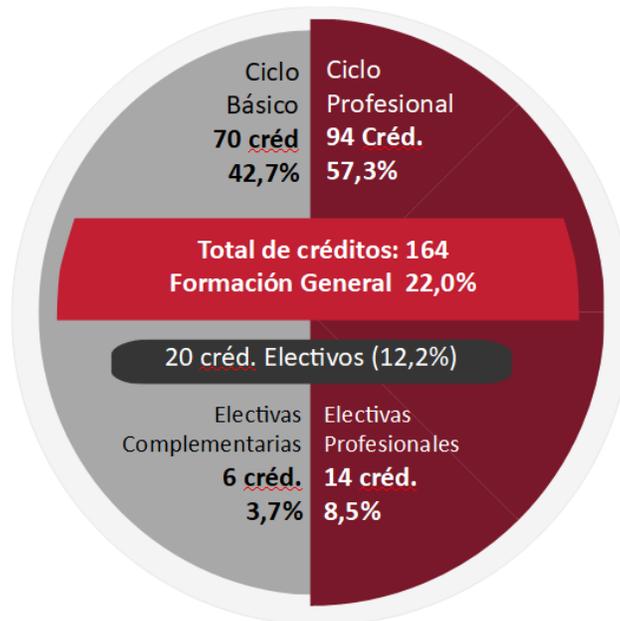
- Hay una distribución de créditos más uniforme entre primero y octavo semestre. Los semestres con mayor número de créditos tienen 18 (segundo y séptimo semestre). El número de créditos que más se repite es 17 (primero, tercero, cuarto y quinto semestre). Los restantes tienen 15 créditos (sexto y octavo semestre).
- El bajo número de créditos obligatorios de los dos últimos semestres facilita la realización de una práctica profesional o movilidad hacia otras instituciones educativas sin necesidad de alargar la carrera.
- Los 14 créditos en electivas profesionales pueden cursarse entre octavo y décimo semestre.
- Los 6 créditos en asignaturas electivas complementarias pueden cursarse entre el segundo y el último semestre. Sin importar el número de asignaturas, deben cumplir los requerimientos de formación general establecidos por la Universidad. Son válidas las actividades extracurriculares debidamente legalizadas ante el programa académico, acogiendo la normatividad definida por instancias superiores.

Semestre 1 (17)	Semestre 2 (18)	Semestre 3 (17)	Semestre 4 (17)	Semestre 5 (17)	Semestre 6 (15)	Semestre 7 (18)	Semestre 8 (15)	Semestre 9 (6)	Semestre 10 (4)	
400xxxM   2 Deporte y Salud *   BG   B	xxxxxxM Electivas complementarias EC								6 B	
700xxxM   2 Inserción a la vida universitaria *   BG   B	111xxxM   3 Cálculo monovariable BG   B	111xxxM   3 Ecuaciones diferenciales BG   B	710xxxM   3 Circuitos eléctricos I BEP   B	710xxxM   3 Circuitos eléctricos II BEP   B		710xxxM   3 Electrónica de potencia *   P   P	710xxxM   3 Impactos ambientales *   P   P	700xxxM   2 Seminario constitución, legislación y ética de la ing *   BG   B		
111xxxM   3 Matemáticas básicas *   BG   B	106xxxM   4 Física I + laboratorio BG   B	111xxxM   3 Cálculo multivariable BG   B	750xxxM   3 Métodos numéricos BG   B	710xxxM   3 Electrónica I: amplificación P   P	710xxxM   3 Electrónica II: diodos y transistores P   P	710xxxM   3 Medidas e instrumentación P   P	710xxxM   2 Sistemas electrónicos inteligentes P   P			
750xxxM   3 Fundamentos de Programación *   BG   B	H 111xxxM   3 Álgebra Lineal BG   B	710xxxM   3 Teoría electromagnética I BEP   B	710xxxM   3 Teoría electromagnética II *   P   P	710xxxM   3 Física de dispositivos electrónicos P   P	710xxxM   3 Sistemas de comunicaciones P   P	710xxxM   3 Redes de comunicaciones I P   P	710xxxM   3 Redes de comunicaciones II P   P			
700xxxM   2 Introducción a la Ingeniería *   BG   B	750xxxM   3 Introd. a la programación orientada a obj. BG   B	750xxxM   3 Metodologías de desarrollo de software P   P	710xxxM   3 Señales y sistemas I BEP   B	710xxxM   3 Señales y sistemas II P   P	710xxxM   3 Fundamentos de control lineal P   P	710xxxM   3 Compensación de sistemas lineales P   P	710xxxM   2 Fundamentos de automatización P   P			
700xxxM   3 Taller de Ingeniería I *   BG   B	761xxxM   3 Probabilidad y estadística *   BG   B	710xxxM   2 Taller de Ingeniería II *   BEP   B	710xxxM   2 Taller de Ingeniería III *   BEP   B	710xxxM   2 Taller de Ingeniería IV *   P   P	700xxxM   3 Proyecto de Ingeniería I *   P   P	700xxxM   3 Proyecto de Ingeniería II *   P   P	700xxxM   3 Proyecto de Ingeniería III *   P   P			
710xxxM   2 Lógica combinacional *   P   P	710xxxM   2 Diseño lógico combinacional P   P	710xxxM   3 Diseño lógico secuencial P   P	700xxxM   3 Sistemas basados en micro-controladores P   P	710xxxM   3 Plataformas de alto desempeño P   P	760xxxM   3 Ingeniería económica BG   B	760xxxM   3 Administración de proyectos BG   B	710xxxM   2 Seminario de trabajo de grado *   P   P	710xxxM   4 Trabajo de grado I *   P   P	710xxxM   4 Trabajo de grado II *   P   P	
	204xxxM Inglés						8	710xxxM Electivas profesionales EP		14 P

**Figura 3-1. Malla curricular sugerida para el programa de Ingeniería Electrónica.**

- El inglés es extracurricular. Obtener un nivel B1 del MCER es un requisito para grado y en la Facultad de Ingeniería es requisito para la matrícula de Trabajo de grado I. El estudiante que no acredite el nivel de suficiencia B1 del MCER, deberá iniciar a cursar y aprobar de manera consecutiva e ininterrumpida, los créditos necesarios de acuerdo a los cursos programados y ofertados por la Escuela de Ciencias del Lenguaje para el desarrollo de las competencias requeridas, así como el examen de suficiencia respectivo. Las asignaturas de inglés serían cursadas entre el segundo y el séptimo semestre.
- Aparece una columna vertebral de la estructura curricular, conformada por asignaturas integradoras (Taller de ingeniería I-IV y Proyecto de ingeniería I- III) y de grado, las cuales integran los conocimientos adquiridos por el estudiante en las diferentes asignaturas cursadas, dan cabida al desarrollo de habilidades complementarias y apoyan la formación general.

La figura 3-2 resume la distribución de créditos de la malla curricular, discriminando porcentajes por ciclos, por asignaturas electivas y en formación general.



**Figura 3-2. Malla curricular del programa de Ingeniería Electrónica.**

### 3.2 Análisis de coincidencias y diferencias con el plan anterior

Un primer análisis comparativo se presenta en la figura 3-3, en el cual se identifican tres tipos de asignaturas:

- Las asignaturas que conservan su nombre y número de créditos. Éstas acumulan cerca del 16% del total de créditos.
- Aquellas que tuvieron modificaciones en el nombre o en el número de créditos, pero pueden equipararse entre sí. Aquí aparecen cerca del 55% del total de créditos.
- Las asignaturas que por su nombre no pueden asimilarse a las del pensum existente y se consideran nuevas en el currículo. Representan cerca del 29% del total de créditos.

En el primer tipo de asignaturas, aunque se conserva el nombre y el número de créditos, las asignaturas acogen el enfoque por competencias y resultados de aprendizaje. Los contenidos temáticos seguramente son los mismos que sus homónimas anteriores, pero deben adaptar sus actividades de aprendizaje y evaluación para hacer seguimiento del desarrollo de las competencias definidas por el programa.

Se eliminaron asignaturas que se consideraban necesarias en su momento, pero que a la fecha no lo son; es el caso de Introducción a las tecnologías informáticas y Sistemas operativos. En otros casos las asignaturas ya no aparecen porque sus contenidos pasaron a ser parte de otras asignaturas, como en el caso de Prototipado rápido y VHDL, Cálculo III e Introducción a la gestión ambiental. Se retiraron asignaturas en las que buena parte de su contenido se repetía en otras, como son Física II y Dispositivos electrónicos, cuidando de no dejar por fuera temas necesarios. Se reforzaron las temáticas alrededor de la programación, teniendo en cuenta la ocupación de los egresados y las empresas que ellos constituyen, y se fortaleció la gestión de proyectos, atendiendo la realimentación de los egresados y la propuesta de la CCFI.

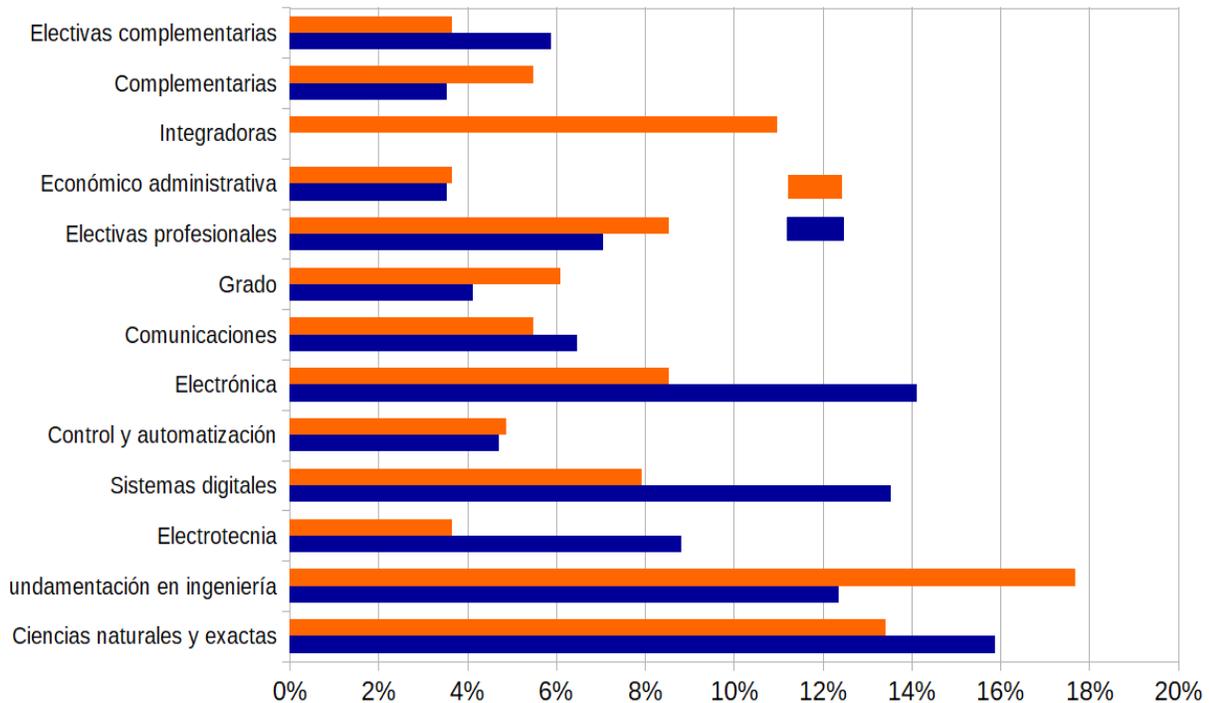
Un porcentaje del 71% en asignaturas que se conservan o se ajustan, muestra que el currículo

Semestre 1 (17)	Semestre 2 (18)	Semestre 3 (17)	Semestre 4 (17)	Semestre 5 (17)	Semestre 6 (15)	Semestre 7 (18)	Semestre 8 (15)	Semestre 9 (6)	Semestre 10 (4)
400xxxM   2	xxxxxxM								6
Deporte y Salud	Electivas complementarias								B
* BG B	EC								
700xxxM   2	761xxxM   3	111xxxM   3	710xxxM   3	710xxxM   3	710xxxM   3	710xxxM   3	710xxxM   3	710xxxM   3	
Inserción a la vida universitaria	Probabilidad y estadística	Ecuaciones diferenciales	Señales y sistemas I	Señales y sistemas II	Sistemas de comunicaciones	Redes de comunicaciones I	Redes de comunicaciones II		
* BG B	* BG B	BG B	BEP B	P P	P P	P P	P P		
111xxxM   3	111xxxM   3	111xxxM   3	750xxxM   3	710xxxM   3	710xxxM   3	710xxxM   3	710xxxM   3	710xxxM   2	
Matemáticas básicas	Cálculo monovariable	Cálculo multivariable	Métodos numéricos	Electrónica I: amplificación	Electrónica II: diodos y transistores	Medidas e instrumentación	Sistemas electrónicos inteligentes		
* BG B	BG B	BG B	BG B	P P	P P	P P	P P	P P	
750xxxM   3	106xxxM   4	710xxxM   3	710xxxM   3	710xxxM   3	710xxxM   3	710xxxM   3	710xxxM   3	710xxxM   3	
Fundamentos de Programación	Física I + laboratorio	Teoría electromagnética I	Teoría electromagnética II	Física de dispositivos electrónicos	Electrónica de potencia	Impactos ambientales			
* BG B	BG B	BEP B	* P P	P P	* P P	* P P		* P P	
700xxxM   2	750xxxM   3	750xxxM   3	710xxxM   3	710xxxM   3	710xxxM   3	710xxxM   3	710xxxM   3	710xxxM   2	
Introducción a la Ingeniería	Introd. a la programación orientada a obj.	Metodologías de desarrollo de software	Circuitos electrónicos I	Circuitos electrónicos II	Fundamentos de control lineal	Compensación de sistemas lineales	Fundamentos de automatización		
* BG B	BG B	P P	BEP B	BEP B	P P	P P	P P	P P	
700xxxM   3	H 111xxxM   3	710xxxM   2	710xxxM   2	710xxxM   2	700xxxM   3	700xxxM   3	700xxxM   3	700xxxM   2	
Taller de Ingeniería I	Álgebra Lineal	Taller de ingeniería II	Taller de ingeniería III	Taller de ingeniería IV	Proyecto de ingeniería I	Proyecto de ingeniería II	Proyecto de ingeniería III	Seminario constitución, legislación y ética	
* BG B	BG B	* BEP B	* BEP B	* P P	* P P	* P P	* P P	* BG B	
710xxxM   2	710xxxM   2	710xxxM   3	700xxxM   3	710xxxM   3	760xxxM   3	760xxxM   3	710xxxM   2	710xxxM   4	710xxxM   4
Lógica combinatorial	Diseño lógico combinatorial	Diseño lógico secuencial	Sistemas basados en micro-controladores	Plataformas de alto desempeño	Ingeniería económica	Administración de proyectos	Seminario de trabajo de grado	Trabajo de grado I	Trabajo de grado II
* P P	P P	P P	P P	P P	BG B	BG B	* P P	* P P	* P P
	204xxxM							8	
	Inglés								
	710xxxM							14	
	Electivas profesionales								
	EP								

Asignaturas que conservan el nombre y el número de créditos
Asignaturas con cambio en el nombre y/o en el número de créditos
Asignaturas nuevas en el currículo. Algunas integran temas de las eliminadas

**Figura 3-3. Coincidencias y diferencias entre mallas curriculares.**

anterior contaba con lo necesario en lo que respecta a la fundamentación del programa. Un 29% en asignaturas nuevas 3 puede interpretarse como porcentaje justo para renovar temáticas y ajustar de mejor manera el perfil del egresado.



**Figura 3-4. Comparativo de porcentajes de créditos por área temática entre mallas curriculares.**

Una segunda comparación, usando como elemento de referencia los créditos destinados a cada área temática, es ilustrada por la figura 3-4. Con este comparativo, se ratifica que el nuevo pensum mantiene, la fundamentación de la formación disciplinar, representada por las áreas temáticas Ciencias naturales y exactas, Fundamentación en ingeniería y Electrotecnia. También se mantiene la complementariedad, representada por las asignaturas Complementarias y Electivas complementarias. Las asignaturas Económico-administrativas básicamente conservan su peso. Se reducen y se equilibran los campos de especialización de la disciplina (Sistemas digitales, Control y automatización, Electrónica y Comunicaciones), pero al mismo tiempo se incrementan las asignaturas Electivas profesionales y las asignaturas de Grado. En el anexo 2 se detalla la distribución de créditos por áreas temáticas.

Además, es importante resaltar la presencia de asignaturas integradoras, tanto en el ciclo básico como en el profesional. El número total de créditos en asignaturas integradoras es 18, mientras que la CCFI recomendaba 14. Estas asignaturas permiten que el estudiante use los conceptos, adquiridos de forma aislada en diferentes asignaturas teóricas, fusionándolos y utilizando herramientas tecnológicas, técnicas y procedimientos, para generar soluciones a problemas reales. Todas ellas aportan a la formación general del estudiante, en componentes como formación social y ciudadana, lenguaje y comunicación, científico tecnológico y artístico/humanístico.

El Comité decidió no incluir asignaturas específicas para laboratorio, por cuanto esta estrategia implementada en el ajuste curricular anterior, se fue deteriorando con el tiempo al presentarse una separación casi total entre la asignatura teórica y su correspondiente asignatura de laboratorio. En su lugar, una parte de la experimentación se hará a través de actividades de aprendizaje en el marco de las asignaturas y otra en los cursos integradores que aparecen en todos los semestres de primero a octavo, salvo el segundo.

Finalmente, la tabla de equivalencias incluida en el plan de transición también permite comparar el currículo nuevo frente al anterior. La tabla muestra que 136 créditos del currículo anterior son reconocidos por 107 créditos del actual. Si se adicionan los créditos de las electivas profesionales y complementarias, se obtiene un factor de coincidencia del 73%, muy similar al que arroja el primer análisis.

### **3.3 Matriz de tributación**

La matriz de tributación de las asignaturas de la malla curricular, puede ser consultada en el archivo: *RA Ingeniería Electrónica.xlsx*.

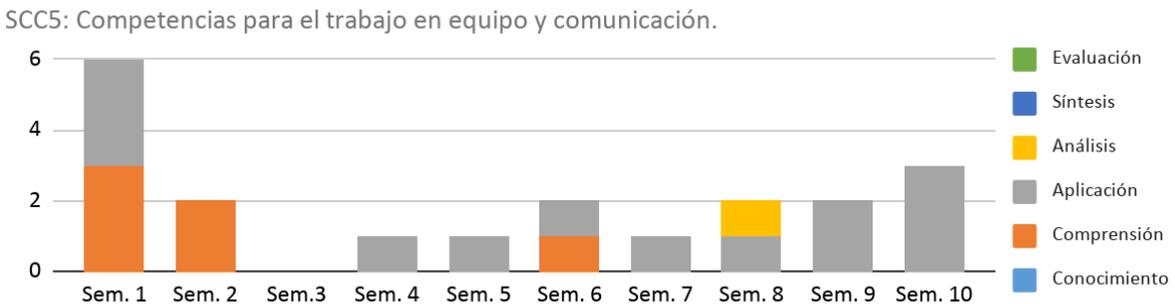
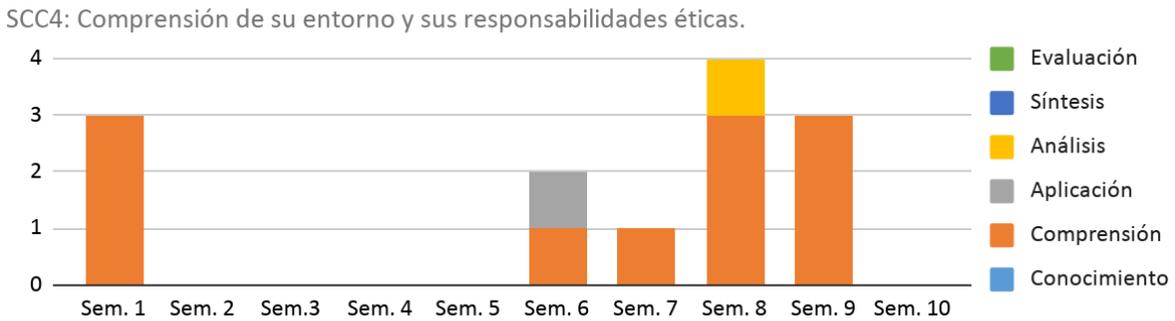
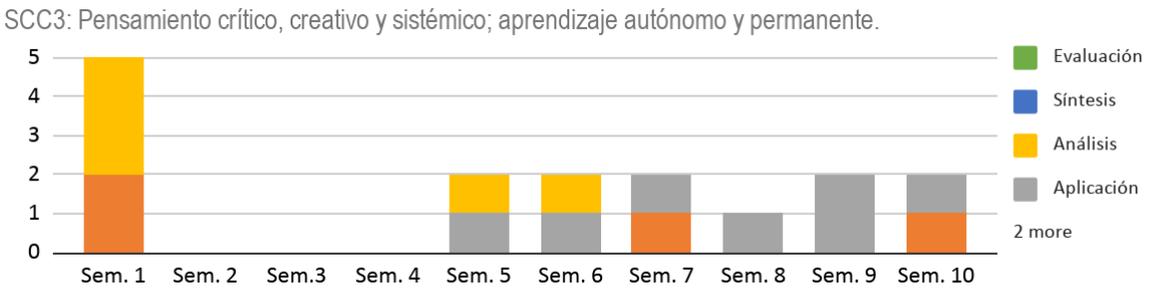
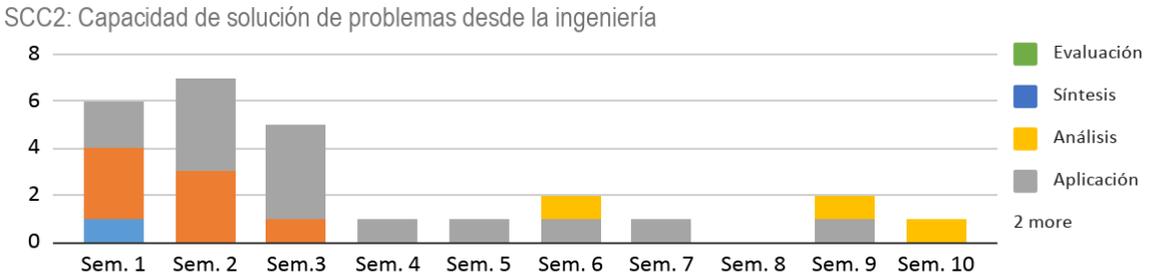
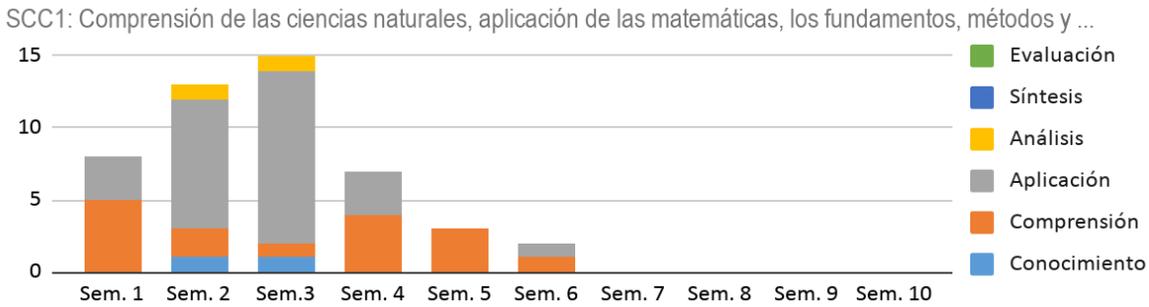
En ella se detallan los aportes que cada asignatura hace a la construcción del perfil de egreso, a través del desarrollo de resultados de aprendizaje transversales y disciplinares, según su naturaleza y ubicación en el currículo.

En la tabla 3-3 se presentan las diferentes asignaturas que aportan al desarrollo de cada una de las competencias.

La figura 3-5 presenta, para cada una de las SCCs, la distribución de resultados de aprendizaje en los diferentes semestres del pensum, discriminando el nivel en la taxonomía de Bloom.

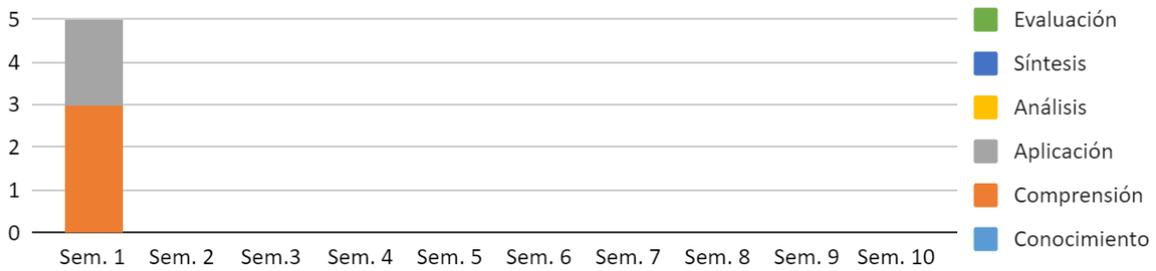
**Tabla 3-3. Tributación de las asignaturas del currículo a las competencias.**

Competencias	Asignaturas
<b>SCC1</b> - Comprensión de las ciencias naturales, aplicación de las matemáticas, los fundamentos, métodos y herramientas propias de su disciplina.	Matemáticas básicas, Introducción a la Ingeniería, Fundamentos de programación, Introducción a la programación orientada a objetos, Álgebra lineal, Cálculo monovariante, Probabilidad y estadística, Física I + lab., Cálculo multivariable, Ecuaciones diferenciales, Teoría electromagnética I, Taller de Ingeniería II, Teoría electromagnética II, Métodos numéricos, Circuitos eléctricos II, Señales y sistemas II, Ing. Económica.
<b>SCC2</b> - Capacidad de resolución de problemas desde la ingeniería.	Taller de Ingeniería I, Fundamentos de programación, Álgebra Lineal, Cálculo monovariante, Probabilidad y estadística, Física I + laboratorio, Cálculo multivariable, Ecuaciones diferenciales, Métodos numéricos, Taller de ingeniería IV, Proyecto de ingeniería I, Proyecto de Ingeniería II, Trabajo de grado I y II.
<b>SCC3</b> - Pensamiento crítico, creativo y sistémico; aprendizaje autónomo y permanente.	Deporte y salud, Inserción a la vida universitaria, Introducción a la Ingeniería, Fundamentos de programación, Taller de Ingeniería II, Taller de ingeniería IV, Proyecto de ingeniería I, Ingeniería económica, Proyecto de Ingeniería II, Administración de proyectos, Proyecto de Ingeniería III, Seminario en constitución, legislación y ética de la ingeniería, Trabajo de grado I, Trabajo de grado II.
<b>SCC4</b> - Comprensión de su entorno y sus responsabilidades éticas.	Inserción a la vida universitaria, Introducción a la Ingeniería, Taller de Ingeniería I, Introducción a la programación orientada a objetos, Proyecto de ingeniería I y II, Seminario de trabajo de grado, Impactos ambientales, Seminario en constitución, legislación y ética de la ing.
<b>SCC5</b> - Competencias para el trabajo en equipo y comunicación.	Taller de Ingeniería I, III y IV, Proyecto de ingeniería I y II, Seminario de trabajo de grado, Proyecto de Ingeniería III, Seminario en constitución, legislación y ética de la ingeniería, Trabajo de grado I y II.
<b>SCC6</b> - Actitudes personales e interpersonales para el ejercicio de la profesión.	Deporte y salud, Inserción a la vida universitaria, Taller de Ingeniería II,
<b>SCC7</b> - Capacidad para desarrollar proyectos de ing.	Proyecto de Ingeniería II, Administración de proyectos, Seminario de trabajo de grado, Trabajo de grado II.
<b>SCC8</b> - Capacidad para desarrollar iniciativas de ing.	Introducción a la Ingeniería,
<b>TEL</b> - Analiza, modela y diseña redes de computadores y sistemas de telecomunicaciones	Sistemas de comunicaciones, Redes de comunicaciones I, Redes de comunicaciones II.
<b>ADM</b> - Concibe, modela y desarrolla sistemas analógicos, digitales y de señal mixta, considerando tecnologías hardware/software disponibles.	Circuitos eléctricos I y II, Física de dispositivos electrónicos, Electrónica I, Electrónica II, Electrónica de potencia, Medidas e instrumentación, Lógica digital, Diseño lógico combinacional, Diseño lógico secuencial, Sistemas basados en microcontroladores, Plataformas de alto desempeño, Metodologías de desarrollo de software, Taller de ingeniería III
<b>ATM</b> - Concibe, modela, desarrolla e integra sistemas de control y automatización, considerando conceptos propios de la informática ind.	Fundamentos de control de sistemas lineales, Análisis y compensación de sistemas lineales, Fundamentos de automatización.
<b>INT</b> - Concibe y desarrolla sistemas de procesamiento de señales, integrando conceptos de inteligencia computacional.	Señales y sistemas I y II, Arquitectura de sistemas inteligentes, Taller Ingeniería de III,

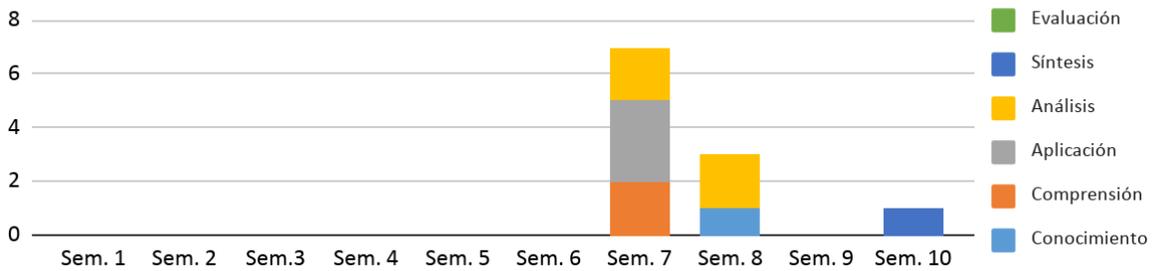


**Figura 3-5. Distribución de resultados de aprendizaje por semestres para cada SCC.**

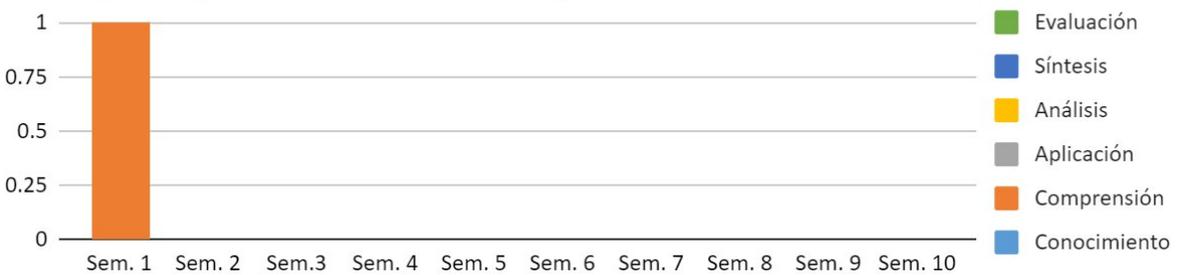
SCC6: Actitudes personales e interpersonales para el ejercicio de la profesión.



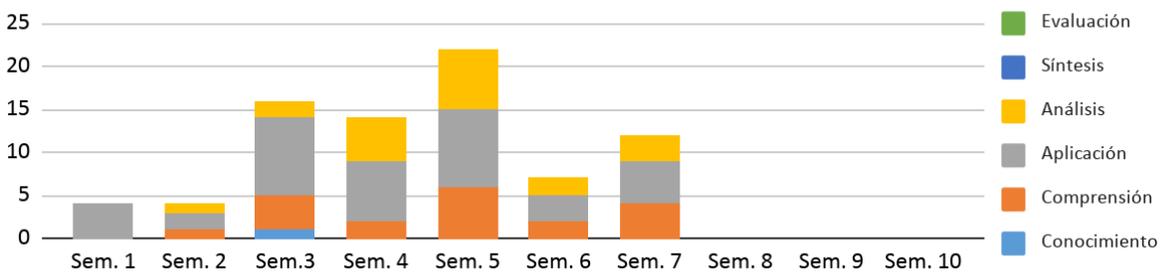
SCC7: Capacidad para desarrollar proyectos de ingeniería.



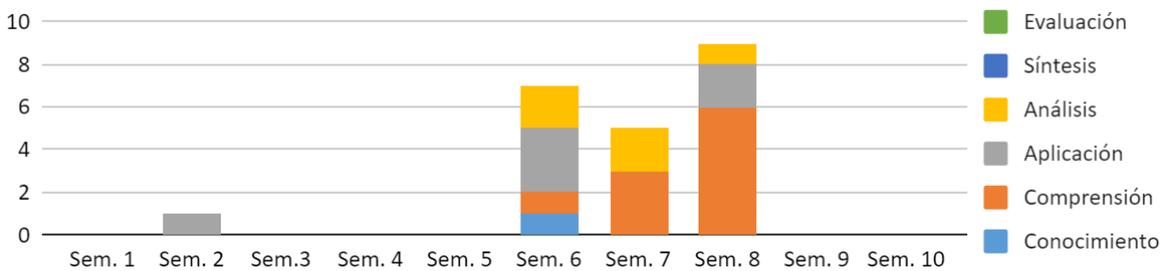
SCC8: Capacidad para desarrollar iniciativas de ingeniería.



ADM: Sistemas analógicos, digitales y de señal mixta.

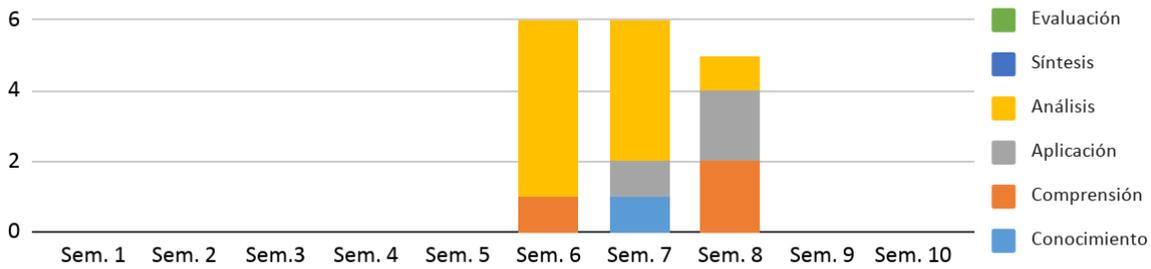


TEL: Redes de computadores y sistemas de telecomunicaciones.



**Figura 3-5 (cont.). Distribución de resultados de aprendizaje por semestres para cada SCC.**

ATM: Sistemas de control y automatización.



INT: Sistemas de procesamiento de señales.

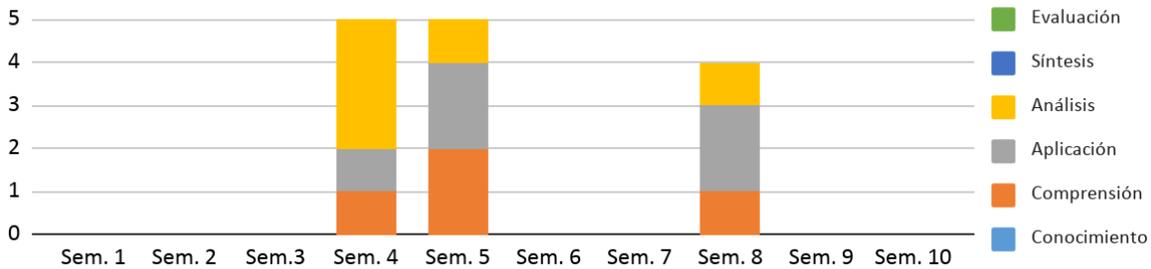


Figura 3-5 (cont.). Distribución de resultados de aprendizaje por semestres para cada SCC.

### 3.4. Aspectos de interdisciplinariedad, integralidad y flexibilidad.

El rediseño curricular de los programas de la Facultad de Ingeniería, y en particular del programa de Ingeniería Electrónica, tuvo en cuenta los fundamentos de integralidad y flexibilidad del Acuerdo 025. Esta normativa define el concepto de integralidad como un *“fundamento filosófico, un propósito y una cualidad de la formación”*; posteriormente se establece que la formación integral es el *“resultado de la confluencia de la formación básica: general, específica y complementaria; de la formación teórica, práctica y técnica; y de la relación entre la formación, la investigación y la proyección social-extensión”*.

La CCFI, en el contexto del Acuerdo 025, fue consciente de que el rediseño curricular de los programas académicos de la Facultad de Ingeniería debería incorporar aspectos metodológicos tales como la interdisciplinariedad, la transversalidad, la flexibilidad, la integralidad y la actualización pedagógica docente. Los currículos deberían superar los actuales modelos agregados y asignaturistas con el objetivo de diseñar currículos más integrados y transversales a las diferentes disciplinas de la ingeniería.

El artículo 69 del Acuerdo 025 menciona en el cuarto ítem *“El replanteamiento de los Ciclos básico y profesional, su diferenciación, interacción e integración. Establecimiento de núcleos comunes y transversalidades afines”* y en el quinto ítem *“La revisión y ajuste de los principios y condiciones del trabajo académico: multi, inter, transdisciplinariedad, transversalidad; integración horizontal y vertical; diálogo de saberes y modos de conocer; relación teoría-práctica; y reestructuración de los currículos”*. Ambos requerimientos sirvieron de sustento a la necesidad de diseñar una estructura curricular común con enfoque interdisciplinario y transversal.

Los currículos transversales e interdisciplinarios favorecen el aprendizaje centrado en el estudiante, la interdisciplinariedad, la transversalidad y el desarrollo de competencias (resultados de aprendizaje), ofreciendo una ventaja comparativa con los currículos disciplinares (forma tradicional de organización del currículo), los cuales se caracterizan por la excesiva fragmentación del conocimiento sin interconexión alguna, dificultando así la comprensión del conocimiento como un todo integrado. El currículo transversal propicia la convergencia de distintas disciplinas y saberes en un mismo espacio de aprendizaje, fomentando la interdisciplinariedad y la transversalidad, articulando e integrando actividades de aprendizaje y evaluativas comunes en el diseño microcurricular.

El problema conceptual sobre la orientación de la formación profesional transversal en el diseño de los planes de estudio, ha sido abordado de manera responsable, desarrollando una estructura curricular común a todos los programas académicos de la Facultad de Ingeniería, diseñando una ruta de aprendizaje coherente con las necesidades identificadas en los diferentes contextos (internacional, nacional, regional e institucional), marcando un nuevo camino tendiente a forjar la identidad propia en los futuros egresados de la Facultad de Ingeniería. Bajo esta estructura curricular transversal se proyecta el desarrollo de sensibilidades, capacidades y competencias en un proyecto formativo integral de alta calidad, inspirado en el estudiante como centro del aprendizaje.

En lo que corresponde al programa de Ingeniería Electrónica, el núcleo básico transversal definido por la CCFI ha sido modificado ligeramente, quedando constituido por las asignaturas que se presentan en la tabla 3-4. Las modificaciones consisten en que la CCFI estableció únicamente los Talleres de Ingeniería I y II, acumulando 6 créditos; el Programa decidió incluir cuatro cursos con un total de 9 créditos. De igual manera, la CCFI estableció únicamente los Proyectos de Ingeniería I y II, acumulando 8 créditos; el Programa decidió incluir tres cursos con un total de 9 créditos.

**Tabla 3-4. Asignaturas de la estructura transversal de la Facultad en la nueva malla curricular.**

Semestre 1		Semestre 2	
Deporte y salud, Introducción a la ingeniería, Matemáticas básicas, Fundamentos de programación, Inserción a la vida universitaria, Taller de ingeniería I		Probabilidad y estadística, Cálculo monovariable, Física I + laboratorio, Álgebra lineal	
Semestre 3	Semestre 4	Semestre 5	Semestre 6
Cálculo multivariable, Teoría Electromagnética I, Ecuaciones diferenciales, Taller de ing. II	Taller de ingeniería III, Señales y sistemas I, Métodos numéricos	Taller de ingeniería IV, Electivas complementarias	Proyecto de ingeniería I, Ingeniería económica
Semestre 7	Semestre 8	Semestre 9	Semestre 10
Proyecto de ingeniería II, Administración de proyectos	Impactos ambientales, Proyecto de ingeniería III, Seminario de trabajo de grado, Electivas complementarias	Trabajo de grado I, Seminario en constitución, legislación y ética de la ingeniería, Electivas profesionales	Trabajo de grado II, Electivas profesionales

Esta decisión se tomó considerando que las asignaturas Taller y Proyecto son el lugar en el que confluyen los conocimientos disciplinares y los complementarios, la formación teórica y la práctica, las habilidades técnicas y las capacidades de relación. En ellos también se posibilita el desarrollo de la creatividad y el liderazgo.

Además de todas las ventajas que ofrecen las asignaturas Taller y Proyecto en lo que respecta a integralidad, también tienen amplias posibilidades en lo referente a flexibilidad, las cuales se derivan de las innumerables alternativas de estrategias pedagógicas y de evaluación que pueden ser utilizadas, entre las cuales son de alta relevancia los proyectos supervisados por actores externos (egresados, ingenieros de la industria o profesores de otras unidades académicas), los proyectos con integración vertical en los que los estudiantes de un semestre supervisan el trabajo de estudiantes de semestres inferiores, los proyectos orientados a la participación en concursos, entre otros.

La estructura curricular transversal cuenta también con un conjunto de asignaturas organizadas intencionalmente con el objetivo de aportar en la formación integral de los estudiantes durante su proceso formativo. Estas asignaturas han sido denominadas “comunes” dado que hacen parte de la estructura curricular de todos los programas académicos de Ingeniería y Estadística de la Facultad de Ingeniería. En el anexo 3 se describe de manera resumida el propósito general de cada una de las asignaturas establecidas en la estructura curricular transversal.

La estructura transversal de la Facultad integrada al programa de Ingeniería Electrónica, permite identificar claramente aspectos de integralidad como las sensibilidades sociales y ambientales, el cuidado personal y el autoconocimiento, el manejo fluido de las tecnologías de la información y la comunicación, y el desarrollo de capacidades de autoaprendizaje e investigación.

El índice de flexibilidad, denotado por el porcentaje de créditos en electivas profesionales, es mayor al 8% exigido por la resolución 136 del CA. Otros aspectos de flexibilidad incluyen las posibilidades de homologación dentro de la Facultad y fuera de ella que brinda la estructura transversal y la posibilidad de uso de metodologías innovadoras de aprendizaje y evaluación.

En lo que se refiere a la interdisciplinariedad, hay que resaltar que la ingeniería electrónica es en sí misma una carrera interdisciplinar, por cuanto en la mayoría de los casos, sirve a otras disciplinas. De hecho, varias denominaciones han surgido como resultado de la fusión de la electrónica con otros saberes, como la mecatrónica, la autotrónica, la agrónoma y la ingeniería de sonido. En las ciencias de la salud, la electrónica se involucra con el diseño de equipos de monitoreo y diagnóstico, así como con la automatización de procedimientos, equipos e instalaciones. En ingeniería civil se habla de la salud estructural de todo tipo de construcciones. En los sectores comercial y financiero son imprescindibles los sistemas de comunicaciones dotados de mecanismos de seguridad contra deterioro de la información e intrusiones.

Por regla general, durante el ciclo profesional de la formación, los profesores han venido asignando trabajos y proyectos a los estudiantes en los que pueden notar la interdisciplinariedad de la carrera e interactuar con profesionales de diferentes disciplinas; es el caso de asignaturas como Procesamiento digital de señales, Prototipado rápido y VHDL, Microprocesadores y ensamblador e Instrumentación electrónica. Es así como se han

desarrollado proyectos de curso y trabajos de grado en los que están involucradas las Facultades de Salud y Ciencias Naturales y Exactas, el Instituto de Educación y Pedagogía, las Escuelas de Ingeniería Civil y Geomática, Ingeniería Química, Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Agrícola, Ingeniería de Materiales, Ingeniería de Sistemas y Computación. En el nuevo currículo, con la aparición de los cursos integradores, este tipo de proyectos ya no serán discrecionales del profesor de una asignatura, sino que serán promovidos por el programa e integrarán los conocimientos de varias asignaturas.

El rediseño curricular favorece el enfoque interdisciplinario a través de la columna vertebral conformada por los cursos Taller de Ingeniería y Proyecto de Ingeniería, sumados al ciclo de trabajo de grado. En estas asignaturas, que propenden por la integración de conocimientos y el desarrollo de diferentes tipos de habilidades y competencias, se promoverá la inclusión de actividades formativas y de evaluación que giren alrededor de problemas reales, presentados, propuestos y/o supervisados por los usuarios finales, generalmente profesionales de otras disciplinas. Un ejercicio de este tipo se viene realizando hace algunos años en cooperación con la firma Omnicon; las clases de la asignatura electiva Integración de Sistemas para Automatización son dictadas por profesionales de la empresa de diferentes disciplinas y en ella se mezclan estudiantes de diferentes carreras; el proyecto de curso es propuesto por ellos y la primera actividad que deben acometer los estudiantes es entablar comunicación con los usuarios finales para definir los requerimientos de la solución a desarrollar, la cual es evaluada al final del curso por personal de la empresa. Los satisfactorios resultados de esta experiencia pretenden ser escalados a asignaturas obligatorias del nuevo currículo, como son las de Proyecto de Ingeniería.

## 4. FASE MICROCURRICULAR

La fase microcurricular tiene como objetivo diseñar los programas de curso con la participación de los docentes responsables de la asignatura. Adicionalmente, en la fase microcurricular se presentan las metodologías de aprendizaje que el Programa Académico considera que pueden ser implementadas o afianzadas para mejorar el proceso formativo de sus estudiantes.

### 4.1 Estrategia para la elaboración de microcurrículos

La estrategia definida por el Programa Académico para la elaboración de los microcurrículos fue la siguiente:

- Establecer el orden en el cual se abordará la elaboración de los microcurrículos de las asignaturas obligatorias de la malla.
- Siguiendo el orden establecido, convocar a los profesores de la EIEE, de otras unidades académicas y colaboradores externos, interesados en participar en la elaboración del microcurrículo de una asignatura determinada.
- Fijar fechas para reuniones con quienes manifiesten su interés en participar.
- En no más de tres reuniones:
  - Contextualizar a los asistentes con los conceptos básicos del diseño microcurricular y los requerimientos de la Facultad y del programa, en caso de ser necesario.
  - Revisar los resultados de aprendizaje definidos para la asignatura y los contenidos que será necesario cubrir, asegurando su concordancia.
  - Distribuir los contenidos en las sesiones disponibles de la asignatura, revisar la información general de la asignatura y redactar los apartados introductorios.
  - Asignar responsables (preferiblemente quienes sean candidatos a responsabilizarse del curso en su primera versión) para completar los campos de metodología, actividades de aprendizaje, actividades de evaluación, bibliografía y demás.
- Presentar la versión completa del microcurrículo a quienes manifestaron interés en la asignatura, para sus comentarios.

Esta estrategia fue aplicada a los cursos bajo responsabilidad de la EIEE, dando prelación a los cursos de los primeros semestres, por tratarse de los primeros que serían implementados.

### 4.2 Programas de Curso

En el anexo 4, a manera de ejemplo, se incluyen los microcurrículos de dos asignaturas: *Lógica combinacional* del primer semestre y *Física I + Laboratorio* del segundo semestre.

### 4.3 Lineamientos Pedagógicos y Didácticos (metodologías de aprendizaje)

Como se establece en el PEP, el Programa Académico de Ingeniería Electrónica da prevalencia a un modelo pedagógico constructivista. Se pretende que cada estudiante pueda construir conceptos de manera progresiva, con la guía del profesor y con el acceso a diversos recursos formativos. Entre estos últimos pueden citarse las fuentes bibliográficas e informáticas, la interacción con sus compañeros, actividades generadas dentro y fuera de la institución, visitas y salidas de campo, etc.

El microcurrículo de cada asignatura contiene una descripción general y detalla los resultados de aprendizaje que se pretenden alcanzar, junto con las estrategias pedagógicas y los mecanismos de evaluación. En la tabla 4-1 se presentan algunas de las metodologías que se recomiendan para asignaturas del currículo.

**Tabla 4-1. Metodologías recomendadas para algunas de las asignaturas del currículo.**

Tipo de Metodologías	Asignaturas
Clases magistrales	Metodología utilizable en gran número de asignaturas, pero que no debe ser la única en el desarrollo de un curso.
Experimentación en el aula Clases en laboratorios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrónica I: amplificación</li> <li>• Electrónica II: diodos y transistores</li> <li>• Medidas e instrumentación</li> </ul>
Aprendizaje basado en problemas Estudio de casos Aprendizaje basado en proyectos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taller de ingeniería I a IV</li> <li>• Proyecto de ingeniería I a III</li> <li>• Fundamentos de automatización</li> <li>• Sistemas electrónicos inteligentes</li> <li>• Administración de proyectos</li> </ul>
Conferencias de expertos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impactos ambientales</li> <li>• Seminario en constitución, legislación y ética de la ingeniería</li> <li>• Introducción a la ingeniería</li> </ul>
Experimentación en laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Señales y sistemas I y II</li> <li>• Electrónica de potencia</li> <li>• Circuitos eléctricos I y II</li> </ul>
Aprendizaje colaborativo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metodologías de desarrollo de software</li> <li>• Sistemas basados en microcontroladores</li> <li>• Plataformas de alto desempeño</li> </ul>
Aprendizaje basado en el pensamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Física I + laboratorio</li> <li>• Teoría electromagnética I y II</li> <li>• Fundamentos de control de sistemas lineales</li> <li>• Análisis y compensación de sistemas lineales</li> </ul>

También se hace necesario expandir la gama de mecanismos de evaluación, no limitándose a los tradicionales exámenes parciales. Entre los posibles mecanismos de evaluación se tienen:

- exámenes acumulativos y exámenes cortos,
- tareas y reportes escritos,
- presentaciones orales y exposiciones,
- trabajos individuales y grupales,
- observación directa del desempeño,
- informes de experimentación,
- montajes, diseños y proyectos,
- autoevaluaciones y coevaluaciones.

Para promover el desarrollo de habilidades en el idioma inglés, se propone a los profesores de las asignaturas del ciclo profesional el uso de diferentes mecanismos, como son:

- Elaboración de materiales de clase en inglés,
- Asignación de lecturas de artículos en inglés evaluables mediante exámenes cortos,
- Asignación de trabajos en los que se requiera la consulta de catálogos u hojas de datos en inglés,
- Presentación en el aula de clase de charlas y webinars en inglés, relacionados con los temas del curso,
- Manejo de incentivos en las calificaciones por presentación de informes orales o escritos en inglés,

Varios de los mecanismos mencionados han sido utilizados por profesores del programa en asignaturas como Circuitos electrónicos I, Sistemas digitales II, Instrumentación electrónica y algunas electivas profesionales, logrando muy buena aceptación por parte de los estudiantes. De igual manera, varios estudiantes han elaborado el anteproyecto y el informe final del trabajo de grado en este idioma; la dirección de programa debe promover esta práctica.

## 5. PLAN DE TRANSICIÓN

Una vez entre en vigencia la nueva estructura curricular del programa de Ingeniería Electrónica, se presentarán varias situaciones derivadas de la coexistencia de dos resoluciones. Para ello se presenta el siguiente plan de transición.

- Los estudiantes del programa académico de Ingeniería Electrónica pertenecientes a las cohortes anteriores a la reforma curricular podrán acogerse voluntariamente a lo contemplado en la nueva Resolución. Para tal caso, el Comité de Programa ha establecido que se pueden hacer equivalencias de las asignaturas que se detallan en la tabla 5-1. Debe tenerse en cuenta que:
  - Las equivalencias de la tabla 5-1 sólo son aplicables para el régimen de transición y no pueden considerarse aplicables a otros casos que no correspondan a un cambio de Resolución. De igual manera, las equivalencias de la tabla sólo pueden ser hechas por bloques, según indican los colores; es así como los cursos Cálculo I, Cálculo II y Cálculo III de la resolución 071, serían homologados por Matemáticas básicas, Cálculo monovariado y Cálculo multivariado, siendo inaceptable la homologación individual de las mismas.
  - Los cursos de la nueva Resolución serán creados y programados en la medida que avance la primera cohorte de admitidos; no serán programados por solicitud de estudiantes que se quieran trasladar de la Resolución 071 de 2002.
- Quienes dentro de los 3 años siguientes a la entrada en vigencia de esta resolución reingresen o sean admitidos mediante los mecanismos de traslado o transferencia al programa académico de Ingeniería Electrónica, podrán acogerse a la resolución anterior únicamente si la equivalencia de asignaturas les permite nivelarse completamente en un semestre que aún esté activo de dicha resolución.

**Tabla 5-1. Equivalencias para acogerse a la nueva resolución.**

Asignaturas de la Resolución 071 de junio 6 de 2002 del C.A.		Asignaturas de la Resolución 046 de abril 16 de 2020 del C.A.	
Nombre	Créd.	Nombre	Créd.
404001M-Deporte formativo	2	Deporte y salud	2
710100M-Introd. a la ingeniería electrónica	2	Inserción a la vida universitaria	2
204001M-Español	3	Introducción a la Ingeniería	2
750082M-Introd. a la tecnología informática	2	Taller de ingeniería I	3
750001M-Algoritmia y programación	3	Fundamentos de programación	3
111048M-Álgebra lineal	3	Álgebra lineal	3
111050M-Cálculo I	4	Matemáticas básicas	3
111051M-Cálculo II	3	Cálculo monovariable	3
111052M-Cálculo III	3	Cálculo multivariable	3
111049M-Ecuaciones diferenciales	3	Ecuaciones diferenciales	3
106011M-Física I	3	Física I + Laboratorio	4
106070M-Exp. Física I	1		
750017M-Métodos Numéricos	3	Métodos Numéricos	3
761130M-Probabilidad y Estadística	3	Probabilidad y Estadística	3
710008M-Circuitos eléctricos I	4	Circuitos eléctricos I	3
710154M-Lab.circuitos eléctricos I	2		
710212M-Circuitos eléctricos II	4	Circuitos eléctricos II	3
710155M-Lab.circuitos eléctricos II	2		
710004M-Sistemas digitales I	3	Lógica combinacional	2
710168M-Lab. sistemas digitales I	2	Diseño lógico combinacional	2
710013M-Sistemas digitales II	3	Diseño lógico secuencial	3
710169M- Lab. sistemas digitales II	2		
710174M-Prototipado rápido y VHDL	3		
7100030M-Teoría electromagnética	3	Teoría electromagnética I	3
710007M-Matemáticas para ingenieros	3	Señales y sistemas I	3
710109M-Procesamiento digital de señales	3	Señales y sistemas II	3
710171M-Microprocesadores y ensamblador	3	Sistemas basados en microcontroladores	3
710164M-Lab. microprocesadores y ensamblador	1		
710175M-Física de semiconductores	3	Física de dispositivos electrónicos	3
710035M-Dispositivos electrónicos	3		
710159M-Lab dispositivos electrónicos	2		
710017M-Circuitos electrónicos I	3	Electrónica II: diodos y transistores	3
710018M-Lab. circuitos electrónicos I	2		
710033M-Circuitos electrónicos II	3	Electrónica I: amplificación	3
710034M-Lab. circuitos electrónicos II	2		
710048M-Circuitos electrónicos III	3	Electrónica de potencia	3
710047M-Lab. circuitos electrónicos III	2		
710043M-Instrumentación electrónica	3	Medidas e instrumentación	3
710162M-Lab. instrumentación electrónica	1		
710151M-Fundamentos de control de sist. lineales	3	Fundamentos de control de sistemas lineales	3
710180M-Lab. fund. de control de sist. lineales	1		
710147M-Análisis y comp. de sist. lineales	3	Análisis y compensación de sistemas lineales	3
710152M-Lab. análisis y comp. de sist. lineales	1		
710179M-Anteproyecto electrónica	1	Seminario de trabajo de grado	2
710052M-Comunicaciones I	3	Sistemas de comunicaciones	3

710156M-Lab. comunicaciones I	1		
710178M-Redes de comunicación	3	Redes de comunicaciones I	3
710062M-Comunicaciones II	3	Redes de comunicaciones II	3
710157M-Lab. comunicaciones II	1		
760102M-Análisis económico de inversiones	2	Ingeniería económica	3
760105M-Evaluación y admón. de proyectos	2	Administración de proyectos	3
730107M-Introd. a la gestión ambiental	2	Impactos ambientales	3
730069M-Medio ambiente y constitución política de Colombia	3	Seminario en constitución, legislación y ética de la ingeniería	2
710077M-Análisis de sistemas secuenciales	3	Fundamentos de automatización	2
710257M-Integración de sistemas para autom. o	3		
710119M-Controladores programables			
Electiva complementaria	2	Electiva complementaria	2
750008M-Sistemas operativos	3		
204101M-Lect. de textos acad. en inglés I	3		
204104M-Lect. de textos acad. en inglés II	3		
106015M-Física II	3		
106071M-Experimentación en física II	1		
760076M_Fundamentos de gestión tecnológica	2		
710210M_Trabajo de grado I	2		
710211M-Trabajo de grado II	4		
Electivas profesionales	9	Electivas profesionales	9
		Electivas profesionales	5
		Electivas complementarias	4
		Trabajo de grado I	4
		Trabajo de grado II	4
		Taller de ingeniería II	2
		Taller de ingeniería III	2
		Taller de ingeniería IV	2
		Proyecto de ingeniería I	3
		Proyecto de ingeniería II	3
		Proyecto de ingeniería III	3
		Plataformas de alto desempeño	3
		Introd. a la programación orientada a objetos	3
		Metodologías de diseño de software	3
		Sistemas electrónicos inteligentes	2
		Teoría electromagnética II	3
<b>TOTAL</b>	<b>170</b>	<b>TOTAL</b>	<b>164</b>

## 6. BIBLIOGRAFÍA

[1] INFORME DE LA SOCIALIZACIÓN A LOS EGRESADOS, DEL PROCESO DE AJUSTE CURRICULAR DEL PROGRAMA 3744, Mayo de 2018. Comunicación interna del COPAP.

[2] Accreditation Board for Engineering and Technology - ABET. Consultado en:  
<http://www.abet.org/>

[3] European Accreditation of Engineering Programmes - EUR-ACE. Consultado en:  
<http://www.enaee.eu/eur-ace-system>

[4] CDIO initiative (Conceive – Design — Implement — Operate). Consultado en:  
<http://www.cdio.org/>

[5] Gobernación del Valle del Cauca, (2015). Visión Valle del Cauca 2032 “Actualización del Plan Maestro de Desarrollo Regional del 2015 con proyección al 2032”. Consultado en:  
<http://www.valledelcauca.gov.co/planeacion/publicaciones.php?id=26636>

[8] Consejo Superior Universidad del Valle, (2015). Acuerdo No. 025 de septiembre 25 de 2015 “Actualización de la Política Curricular y el Proyecto Formativo de la Universidad del Valle”. Consultado en:  
<http://daca.univalle.edu.co/completo-acuerdo.pdf>

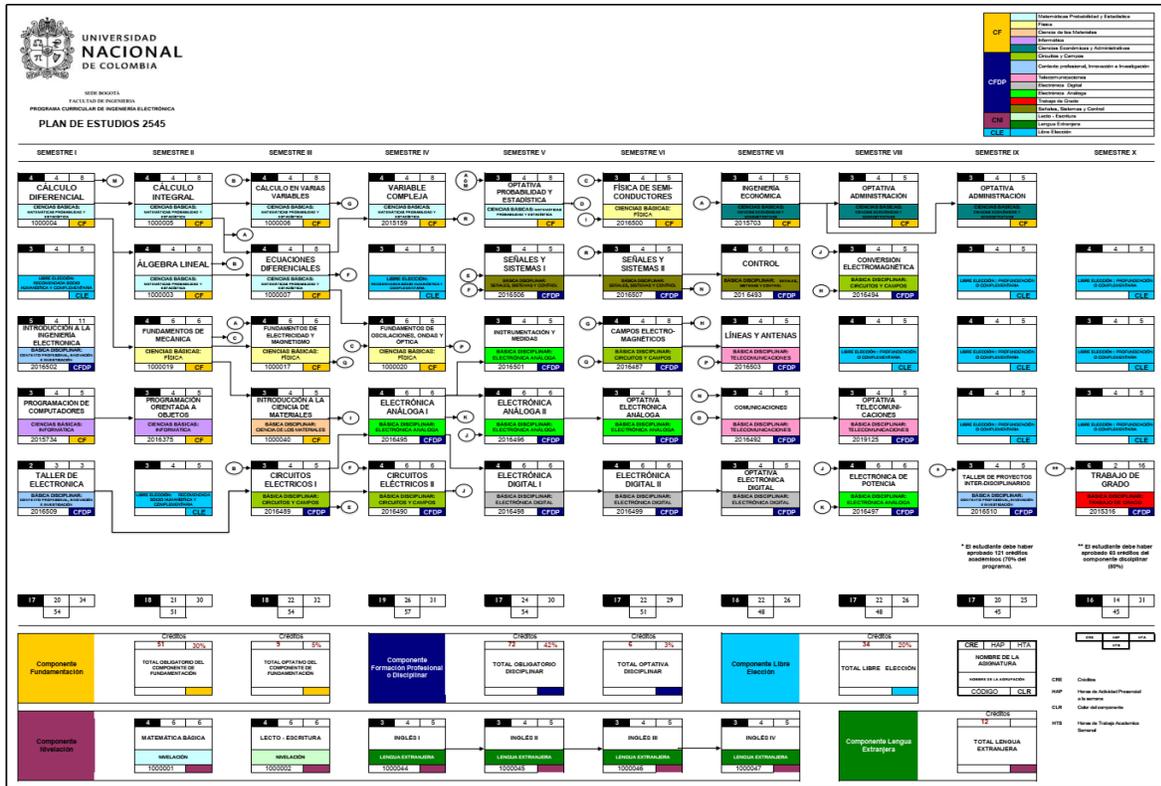
[9] Consejo Académico Universidad del Valle, (2017). Resolución No. 136 de diciembre 22 de 2017 “Por la cual se reglamentan las condiciones para la creación y reforma de los programas de formación de pregrado de la Universidad del Valle”.

## ANEXO 1: Resumen del Análisis de programas referentes nacionales e internacionales

Universidad, programa y ubicación	Sobre créditos y asignaturas	Duración	Descripción general				
Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica / <b>Universidad de los Andes</b> / Colombia	137 créditos 51 asignaturas (2 de ellas con 0 créd.)	4 años	Programa centrado en las bases fundamentales de la ingeniería. Solo incluye dos asignaturas de “fundamentos específicos”, tres denominadas “áreas mayores de profundización”, dos “electivas del programa” una “electiva en ciencias” y una “electiva de ingeniería”. Sólo 3 créditos para trabajo de grado. Llama la atención la formación complementaria, representada en el ciclo básico Uniandino (CBU), que acumula 18 créditos.				
Malla curricular							
Semestre 1	Semestre 2	Semestre 3	Semestre 4	Semestre 5	Semestre 6	Semestre 7	Semestre 8
Cálculo diferencial	Cálculo integral	Cálculo vectorial			Electiva en ciencias		Proyecto de grado
Física I	Álgebra lineal	Variable compleja	Probabilidad y estadística	Comp. científica en IEE	Optimización	Electiva programa	Electiva programa
Física exp. I	Física II	Sistemas dinámicos	Planeación académica	ANADEC	Electiva fund. Ingeniería	Seminario proy. Grado	Electiva ingeniería
Introd. Ingeniería EE	Física exp. II	CBU B	Teoría electromag.	CBU A	CBU A	Curso libre elección	Curso libre elección
APO I	Química/biología		Elementos sist. Electric.	Electrónica análoga (fund. Espec)	Sist. Electrón digitales (fund. Espec)	CBU A	CBU B
Constitución y democracia	CBU B	Materiales para IEE	Fundamentos de electrónica	Análisis sist. Control	Sist. Electrónicos (área mayor)	Telecomunicaciones (área mayor)	
Req. Español	Fundamentos de redes	Fundamentos de circuitos	Señales	Comunicaciones		Automatización (área mayor)	
			Lect. Inglés				Requisito idioma
19	19	18	15	18	18	15	15
Ingeniería Electrónica / <b>Universidad Nacional de Colombia</b> / Colombia	Reforma del 2017, 172 créditos, 49 cursos, 51 obligatorios y 9 electivos en fundamentación, 69 O y 9 E en formación profesional y 34 de libre elección;	5 años	Programa con fuerte componente de formación fundamental y profesional, con electivas en fundamentación, la formación complementaria es electiva, con énfasis en tres perfiles: comunicaciones, sistemas digitales y sistemas analógicos e instrumentación; taller de electrónica en primer semestre y taller interdisciplinar en noveno; seis créditos para el trabajo de grado y tres cursos en administración.				

puđen 12  
créditos en  
inglés  
extracurriculares

### Malla curricular



Ingeniería  
Electrónica /  
Pontificia  
Universidad  
Javeriana Cali  
/ Colombia

173 créditos  
51 asignaturas  
en la malla, más  
las asignaturas  
de opción  
complementaria  
(15 créditos) y  
hasta 12 créditos  
en electivas

5 años

Núcleo de formación fundamental 75%, línea de énfasis 9%, opción complementaria 9%, electivas 7%.  
Práctica profesional obligatoria (10 sem.)  
Tienen líneas de énfasis que empiezan en el VII semestre. 6 créditos en un solo curso de trabajo de grado. Poca flexibilidad.  
Soporte matemático similar, pero con matemáticas discretas.  
No se observan cursos de gestión de proyectos, ni integradores.

### Malla curricular

Fundam. De matemáticas	Cálculo diferencial	Cálculo integral	Cálculo multivariable	Análisis numérico	Probabilidad y estadística	Sistemas de comunicación	Telecomunicaciones		Ética
Expresión oral y escrita	Álgebra lineal	Matemáticas discretas	Ecuaciones diferenciales	Señales y sistemas		Sistemas realimentados	Control automático		Práctica profesional
Introd a la ing Electrónica	Electrónica para el desarrollo	Cinemática y dinámica	Térmica y ondas	Electromagnetismo	Medios de transmisión	Electrónica para radiofrecuencia	Electrónica de potencia	Fundamentos de investigación	
Introd a la programac.	Estructuras de datos		Circuitos de corriente directa	Circuitos de corriente alterna	Arquitectura de computadores	Sistemas digitales	Procesamiento digital de señales		
Teología I	Teología II			Física de dispositivos electrónicos	Instrumentación y sensores				
Humanidades I	Humanidades II		Constitución política y democracia	Electrónica digital	Electrónica analógica				
Inglés I	Inglés II	Inglés III			Problemas de ingeniería	Seminario (énfasis)	Electiva énfasis	Electiva énfasis	Trabajo de grado
17	17	13	15	17	15	16	13	9	14

Ingeniería eléctrica con énfasis en electrónica / <b>Universidad de Sao Paulo</b> / Brasil	195 créditos de asignaturas obligatorias más 33 créditos de asignaturas electivas. La malla corresponde a 2985 horas de trabajo en el aula (incluye laboratorios) y 870 horas de trabajo del estudiante, para un total de 3855 horas.	5 años	Alta formación en cálculo y física. Se incluye Química general y experimental. Las asignaturas electivas se toman a partir de segundo semestre, pero incrementando el número de créditos a partir de sexto semestre. El estudio de los problemas brasileiros es obligatorio y se enseña como una actividad integrada en los cursos de Gestión y Organización, y Principios de Economía. En décimo semestre los estudiantes realizan una pasantía supervisada de 6 créditos. En la malla curricular no se observan cursos integradores. Se observa una amplia oferta de electivas en Comunicaciones, Control, Automatización, Visión Artificial, Computación, Sistemas digitales, Electrónica de Potencia y Energía.
--	---	--------	---

<p><b>1º Período Ideal</b></p> <p>7600005 Física I 7600109 Laboratório de Física Geral I IAU0126 Humanidades e Ciências Sociais IAU0145 Desenho Técnico - E E SEL0300 Introdução à Engenharia Elétrica SMA0300 Geometria Analítica SMA0353 Cálculo I SSC0304 Introdução à Programação para Engenharias</p> <p><b>2º Período Ideal</b></p> <p>7600006 Física II 7600110 Laboratório de Física Geral II SEL0438 Projetos em Engenharia Elétrica SEL0452 Medidas e Circuitos Elétricos SETD188 Introdução à Isostática SMA0304 Álgebra Linear SMA0354 Cálculo II SQM0405 Química Geral e Experimental</p> <p><b>3º Período Ideal</b></p> <p>SEL0301 Circuitos Elétricos I SEL0414 Sistemas Digitais SEL0441 Laboratório de Medidas e Circuitos Elétricos SMA0355 Cálculo III SMA0356 Cálculo IV SME0320 Estatística I SME0340 Equações Diferenciais Ordinárias</p> <p><b>4º Período Ideal</b></p> <p>SEL0302 Circuitos Elétricos II SEL0309 Eletromagnetismo SEL0383 Sinais e Sistemas em Engenharia Elétrica SEL0384 Laboratório de Sistemas Digitais I SEL0415 Introdução à Organização de Computadores SEL0450 Semicondutores SEM0551 Fenômenos de Transporte SME0300 Cálculo Numérico</p>	<p><b>5º Período Ideal</b></p> <p>SEL0310 Ondas Eletromagnéticas SEL0313 Circuitos Eletrônicos I SEL0323 Laboratório de Sistemas Digitais II SEL0327 Laboratório de Fundamentos de Controle SEL0343 Processamento Digital de Sinais SEL0417 Fundamentos de Controle SEL0433 Aplicação de Microprocessadores I</p> <p><b>6º Período Ideal</b></p> <p>SEL0314 Circuitos Eletrônicos II SEL0316 Laboratório de Circuitos Eletrônicos I SEL0329 Conversão Eletromecânica de Energia SEL0337 Aplicação de Microprocessadores II SEL0345 Instrumentação Eletrônica I SEL0393 Laboratório de Instrumentação Eletrônica I SEL0453 Instalações Elétricas</p> <p><b>7º Período Ideal</b></p> <p>SEL0315 Circuitos Eletrônicos III SEL0317 Laboratório de Circuitos Eletrônicos II SEL0330 Laboratório de Conversão Eletromecânica de Energia SEL0360 Princípios de Comunicação SEL0401 Eletrônica de Potência</p>	<p><b>8º Período Ideal</b></p> <p>SEL0318 Laboratório de Circuitos Eletrônicos III SEL0346 Comunicação Digital I SEL0442 Projeto de Formatura I SEPO171 Gerenciamento de Projetos</p> <p><b>9º Período Ideal</b></p> <p>SEL0444 Projeto de Formatura II SEPO327 Gestão e Organização SEPO387 Princípios de Economia SHS0416 Sistema de Gestão Ambiental</p> <p><b>10º Período Ideal</b></p> <p>SEL0425 Estágio Supervisionado</p>	
<p>Ingeniería eléctrica / electrónica / <b>Universidad Nacional Autónoma de México / México</b></p>	<p>388 créditos de asignaturas obligatorias más 54 de asignaturas optativas. La malla corresponde a 3104 horas teóricas y 864 p racticas, para un total de 3968.</p>	<p>5 años</p>	<p>Núcleo de formación fundamental tanto en eléctrica como en electrónica del 87,8%, y 12,2% de asignaturas optativas a partir de noveno semestre. La formación fundamental incluye química. Se observan asignaturas que propenden por la formación integral en sociales, humanidades, cultura y comunicación, pero enfocadas a la práctica de la ingeniería. Así mismo, se destaca una asignatura en décimo semestre con relación a los recursos y necesidades de México. No se observan cursos integradores, ni referentes a líneas de énfasis o con la realización de un trabajo de grado.</p>
<p>Malla curricular</p>			

Semestre 1	Semestre 2	Semestre 3	Semestre 4	Semestre 5	Semestre 6	Semestre 7	Semestre 8	Semestre 9	Semestre 10
Álgebra 8	Álgebra Lineal 8	Termodinámica 10	Probabilidad 8	Estadística para Ingeniería Eléctrica Electrónica 4	Introducción a la Economía 8	Medición e Instrumentación 8	Automatización 10	Asignatura del Campo de Profundización 8	Asignatura del Campo de Profundización 6
Cálculo y Geometría analítica 12	Cálculo Integral 8	Cálculo Vectorial 8	Electricidad y Magnetismo 10	Acústica y Óptica 10	Teoría Electromagnética 10	Diseño Digital 10	Microprocesadores y Microcontroladores 10	Asignatura del Campo de Profundización 8	Asignatura del Campo de Profundización 6
Química 10	Mecánica 12	Ecuaciones Diferenciales 8	Análisis Numérico 8	Dinámica de Sistemas Físicos 8	Fundamentos de Control 10	Sistemas de Comunicaciones Electrónicas 10	Procesamiento Digital de Señales 8	Asignatura del Campo de Profundización 8	Asignatura del Campo de Profundización 6
Redacción y exposición de temas de Ingeniería 4	Cultura y Comunicación 2	Optativa de Competencias Profesionales 6	Análisis de Sistemas y Señales 10	Análisis de Circuitos Eléctricos 10	Dispositivos y Circuitos Electrónicos 10	Amplificadores Electrónicos 10	Instalaciones Eléctricas 10	Subestaciones Eléctricas 8	Plantas Generadoras 8
Fundamentos de programación 10	Estructura de Datos y Algoritmos 10	Modelos de Programación Orientada a Objetos 6	Costos y evaluación de Proyectos 6	Física de Semiconductores 8	Máquinas Eléctricas 10	Sistemas Eléctricos de Potencia I 10	Circuitos Integrados Analógicos 10	Electrónica de Potencia 8	Recursos y Necesidades de México 6
		Optativa de Ciencias Sociales y Humanidades 6		Energía e Impacto Ambiental 8				Ética Profesional 6	
44	40	44	42	48	48	48	48	46	32

Grado en Electrónica Industrial y Control Automático - **Universidad Politécnica de Catalunya** - España

240 créditos ECTS, 180 créditos obligatorios, 36 créditos optativos, y 24 para el trabajo de grado

4 años

Los graduandos adquirirán conocimientos necesarios para la supervisión y manejo de proyectos de ingeniería en los campos de electrónica industrial y control automático. Diseño y desarrollo de electrónica de potencia analógica y digital, y sistemas de control industrial.

También recibirán entrenamiento multidisciplinar en los campos de la electrónica de potencias analógica y digital, modelamiento y simulación de sistemas, regulación, técnicas de control y sus aplicaciones en la automatización industrial, y en los principios y aplicaciones de sistemas robóticos, informática industrial y comunicaciones.

#### First semester

- Calculus 6
- Chemistry 6
- Graphic Expression 6
- Informatics 6
- Physics I: Fundamentals of Mechanics 6

#### Second semester

- Algebra and Multivariable Calculus 6
- Materials Science and Technology 6
- Mechanical Systems 6
- Numerical Calculus. Differential Equations 6
- Physics II: Fundamentals of Electromagnetism 6

#### Third semester

- Electrical Systems 6
- Environmental Technologies and Sustainability 6
- Fluid Mechanics 6
- Industrial Control and Automation 6
- Statistics 6

#### Fourth semester

- Business 6
- Circuit Theory and Electrical Machines 6
- Electronic Systems 6
- Information Systems and Industrial Communication 6
- Thermodynamics and Heat Transfer 6

#### Fifth semester

- Analogue Electronics 6
- Automatic Regulation 6
- Digital Electronics 6
- Electronic Technology 6
- Engineering Design 6

#### Sixth semester

- Control Techniques 6
- Electronic Instrumentation 6
- Industrial Computer Science 6
- Industrial Robotics and Computer Vision 6
- Power Electronics 6

Seventh semester			
<input type="checkbox"/>	Additive Manufacturing 1		3
<input type="checkbox"/>	Additive Manufacturing 2		3
<input type="checkbox"/>	Advanced Computer-Aided Design		6
<input type="checkbox"/>	Advanced Control		6
<input type="checkbox"/>	Advanced Statistics and Applications in Engineering		6
<input type="checkbox"/>	Applied Photonics		6
<input type="checkbox"/>	Artificial Intelligence for Engineering		6
<input type="checkbox"/>	Audio and Video Electronics		6
<input type="checkbox"/>	Climate Change: Science, Energy, Economics, Politics and the Future		3
<input type="checkbox"/>	Communication in Technical English		9
<input type="checkbox"/>	Computational Engineering		6
<input type="checkbox"/>	Design and Implementation of Electronics Prototypes		6
<input type="checkbox"/>	Design Validation		6
<input type="checkbox"/>	Digital Microelectronic Design		6
<input type="checkbox"/>	Electronic Equipement		6
<input type="checkbox"/>	Facilities Projects		6
<input type="checkbox"/>	Fire Engineering		6
<input type="checkbox"/>	Geometry for Design		6
<input type="checkbox"/>	Green Functions and Linear Differential Equations: Diffusive Problems, Static Inverters		6
<input type="checkbox"/>	Implementation of Arduino-Based Acquisition Systems		6
<input type="checkbox"/>	Implementation of Automatic Control System		6
<input type="checkbox"/>	Industrial Equipments and Installations		6
<input type="checkbox"/>	Innovation Management		6
<input type="checkbox"/>	Integration of Automatic Systems		6
<input type="checkbox"/>	Leadership and Management		6
<input type="checkbox"/>	Management Skills		6
<input type="checkbox"/>	Mobile Devices Programming		6
<input type="checkbox"/>	Numerical Simulation Applied to Engineering		6
<input type="checkbox"/>	Physical Chemistry		6
<input type="checkbox"/>	Process Control Systems Design		6
<input type="checkbox"/>	Production Organisation		6
<input type="checkbox"/>	Programming for Engineers		6
<input type="checkbox"/>	Project Engineering & Management		6
<input type="checkbox"/>	Resources Recovery and Circular Economy		6
<input type="checkbox"/>	Technology and Sciences in Ancient Times: Egypt and Mesopotamia		6
<input type="checkbox"/>	Telecommunications and Internet		6
<input type="checkbox"/>	Transport Phenomena		6
Eighth semester			
<input type="checkbox"/>	Bachelor's Thesis		24

Compulsory	ECTS	
Optional	ECTS	
Project	ECTS	

Grado en Ingeniería - <b>Universidad Politécnica de Madrid</b> - España	240 créditos ECTS, 120 obligatorios, 31.5 optativos, 22.5 comunes, 54 especializados, y 12 para trabajo de grado	4 años	Los titulados, tras completar sus estudios, estarán capacitados para: * Desempeñar actividades de carácter profesional en el campo de la Ingeniería Electrónica de Comunicaciones / Telecomunicaciones, aplicando los conocimientos y competencias obtenidos al diseño, la gestión y el mantenimiento de productos, procesos y sistemas.
---	--	--------	---

			<p>* Implantar soluciones a problemas de ingeniería utilizando argumentos profesionales fundamentados en el pensamiento crítico y tomando en consideración aspectos científicos, técnicos, sociales y éticos, así como de responsabilidad profesional.</p> <p>* Aportar su valía como miembro y/o líder de equipos multidisciplinarios, y comunicar ideas, soluciones e información oral y escrita de manera eficaz en entornos nacionales e internacionales.</p> <p>* Enriquecerse por medio del aprendizaje continuo con un alto nivel de autonomía para obtener cualificaciones adicionales, favorecer su crecimiento profesional y dominar las tecnologías, herramientas y metodologías emergentes.</p>
--	--	--	---

<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">SEMESTRE:1</th> </tr> <tr> <th>Asignatura</th> <th>ECTS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Álgebra Lineal</td><td>6</td></tr> <tr><td>Análisis de Circuitos I</td><td>6</td></tr> <tr><td>Cálculo I</td><td>6</td></tr> <tr><td>Introducción a las Telecomunicaciones</td><td>3</td></tr> <tr><td>Programación I</td><td>6</td></tr> <tr><td>Talleres de Iniciación a la Ingeniería</td><td>3</td></tr> </tbody> </table>	SEMESTRE:1		Asignatura	ECTS	Álgebra Lineal	6	Análisis de Circuitos I	6	Cálculo I	6	Introducción a las Telecomunicaciones	3	Programación I	6	Talleres de Iniciación a la Ingeniería	3	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">SEMESTRE:2</th> </tr> <tr> <th>Asignatura</th> <th>ECTS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Análisis de Circuitos II</td><td>6</td></tr> <tr><td>Cálculo II</td><td>6</td></tr> <tr><td>Comunicación Profesional</td><td>3</td></tr> <tr><td>Electrónica I</td><td>6</td></tr> <tr><td>Programación II</td><td>6</td></tr> <tr><td>Técnicas de Búsqueda y Sistemas de Información</td><td>3</td></tr> </tbody> </table>	SEMESTRE:2		Asignatura	ECTS	Análisis de Circuitos II	6	Cálculo II	6	Comunicación Profesional	3	Electrónica I	6	Programación II	6	Técnicas de Búsqueda y Sistemas de Información	3	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">SEMESTRE:3</th> </tr> <tr> <th>Asignatura</th> <th>ECTS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Electromagnetismo y Ondas</td><td>6</td></tr> <tr><td>Electrónica II</td><td>6</td></tr> <tr><td>Estadística y Procesos Estocásticos</td><td>6</td></tr> <tr><td>Redes y Servicios de Telecomunicación</td><td>6</td></tr> <tr><td>Señales y Sistemas</td><td>6</td></tr> </tbody> </table>	SEMESTRE:3		Asignatura	ECTS	Electromagnetismo y Ondas	6	Electrónica II	6	Estadística y Procesos Estocásticos	6	Redes y Servicios de Telecomunicación	6	Señales y Sistemas	6
SEMESTRE:1																																																
Asignatura	ECTS																																															
Álgebra Lineal	6																																															
Análisis de Circuitos I	6																																															
Cálculo I	6																																															
Introducción a las Telecomunicaciones	3																																															
Programación I	6																																															
Talleres de Iniciación a la Ingeniería	3																																															
SEMESTRE:2																																																
Asignatura	ECTS																																															
Análisis de Circuitos II	6																																															
Cálculo II	6																																															
Comunicación Profesional	3																																															
Electrónica I	6																																															
Programación II	6																																															
Técnicas de Búsqueda y Sistemas de Información	3																																															
SEMESTRE:3																																																
Asignatura	ECTS																																															
Electromagnetismo y Ondas	6																																															
Electrónica II	6																																															
Estadística y Procesos Estocásticos	6																																															
Redes y Servicios de Telecomunicación	6																																															
Señales y Sistemas	6																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">SEMESTRE:4</th> </tr> <tr> <th>Asignatura</th> <th>ECTS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Ciencia, Tecnología y Sociedad</td><td>3</td></tr> <tr><td>Electrónica Analógica I</td><td>6</td></tr> <tr><td>Microprocesadores</td><td>6</td></tr> <tr><td>Procesado Digital de la Señal</td><td>4.5</td></tr> <tr><td>Propagación de Ondas</td><td>4.5</td></tr> <tr><td>Teoría de la Comunicación</td><td>6</td></tr> </tbody> </table>	SEMESTRE:4		Asignatura	ECTS	Ciencia, Tecnología y Sociedad	3	Electrónica Analógica I	6	Microprocesadores	6	Procesado Digital de la Señal	4.5	Propagación de Ondas	4.5	Teoría de la Comunicación	6	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">SEMESTRE:5</th> </tr> <tr> <th>Asignatura</th> <th>ECTS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Diseño Digital I</td><td>4.5</td></tr> <tr><td>Economía y Dirección de Empresas</td><td>4.5</td></tr> <tr><td>Sistemas Audiovisuales</td><td>4.5</td></tr> <tr><td>Sistemas Basados en Microprocesador</td><td>6</td></tr> <tr><td>Sistemas de Control</td><td>6</td></tr> <tr><td>Sistemas Operativos</td><td>4.5</td></tr> </tbody> </table>	SEMESTRE:5		Asignatura	ECTS	Diseño Digital I	4.5	Economía y Dirección de Empresas	4.5	Sistemas Audiovisuales	4.5	Sistemas Basados en Microprocesador	6	Sistemas de Control	6	Sistemas Operativos	4.5	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">SEMESTRE:6</th> </tr> <tr> <th>Asignatura</th> <th>ECTS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Diseño Digital II</td><td>6</td></tr> <tr><td>Electrónica Analógica II</td><td>6</td></tr> <tr><td>Redes de Ordenadores</td><td>4.5</td></tr> <tr><td>Tecnología de Producción de Sistemas Electrónicos</td><td>4.5</td></tr> </tbody> </table>	SEMESTRE:6		Asignatura	ECTS	Diseño Digital II	6	Electrónica Analógica II	6	Redes de Ordenadores	4.5	Tecnología de Producción de Sistemas Electrónicos	4.5		
SEMESTRE:4																																																
Asignatura	ECTS																																															
Ciencia, Tecnología y Sociedad	3																																															
Electrónica Analógica I	6																																															
Microprocesadores	6																																															
Procesado Digital de la Señal	4.5																																															
Propagación de Ondas	4.5																																															
Teoría de la Comunicación	6																																															
SEMESTRE:5																																																
Asignatura	ECTS																																															
Diseño Digital I	4.5																																															
Economía y Dirección de Empresas	4.5																																															
Sistemas Audiovisuales	4.5																																															
Sistemas Basados en Microprocesador	6																																															
Sistemas de Control	6																																															
Sistemas Operativos	4.5																																															
SEMESTRE:6																																																
Asignatura	ECTS																																															
Diseño Digital II	6																																															
Electrónica Analógica II	6																																															
Redes de Ordenadores	4.5																																															
Tecnología de Producción de Sistemas Electrónicos	4.5																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">SEMESTRE:7</th> </tr> <tr> <th>Asignatura</th> <th>ECTS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>English For Professional And Academic Communication</td><td>6</td></tr> <tr><td>Instrumentación Electrónica</td><td>6</td></tr> <tr><td>Sistemas Electrónicos de Alimentación</td><td>4.5</td></tr> </tbody> </table>	SEMESTRE:7		Asignatura	ECTS	English For Professional And Academic Communication	6	Instrumentación Electrónica	6	Sistemas Electrónicos de Alimentación	4.5	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">SEMESTRE:8</th> </tr> <tr> <th>Asignatura</th> <th>ECTS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Gestión de Proyectos</td><td>4.5</td></tr> <tr><td>Ingeniería de Sistemas Electrónicos</td><td>4.5</td></tr> <tr><td>Proyecto Fin de Grado</td><td>12</td></tr> </tbody> </table>	SEMESTRE:8		Asignatura	ECTS	Gestión de Proyectos	4.5	Ingeniería de Sistemas Electrónicos	4.5	Proyecto Fin de Grado	12																											
SEMESTRE:7																																																
Asignatura	ECTS																																															
English For Professional And Academic Communication	6																																															
Instrumentación Electrónica	6																																															
Sistemas Electrónicos de Alimentación	4.5																																															
SEMESTRE:8																																																
Asignatura	ECTS																																															
Gestión de Proyectos	4.5																																															
Ingeniería de Sistemas Electrónicos	4.5																																															
Proyecto Fin de Grado	12																																															

<p>Bachelor of Science (B.Sc.) - <b>Technische Universitaet Stuttgart</b> - Alemania</p>	<p>Requisito de grado: Trabajo de grado (duración: seis meses)</p> <p>180 Créditos (ECTS), de los cuales 61 en asignaturas básicas, 84 en asignaturas propias, 9 en prácticas de laboratorio, 12 en electivas y 12</p>	<p>3 años (Seis semestres)</p>	<p>Solo ingresan quienes han desarrollado una línea especializada tecnológica en la secundaria.</p> <p>Estudios básicos de ingeniería del primero al cuarto semestre.</p> <p>Estudios de profundización del quinto al sexto semestre, con siete opciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Sistemas de energía eléctrica</li> <li>● Técnicas de automatización y de control</li> <li>● Sistemas de comunicación y procesamiento de señales</li> <li>● Informática técnica</li> <li>● Microelectrónica y optoelectrónica</li> <li>● Sistemas de sensores</li> <li>● Movilidad eléctrica (vehículos eléctricos)</li> </ul>
--	--	--------------------------------	--

en el Trabajo de Grado

**Malla curricular  
Bachelor-Studiengang  
„Elektrotechnik und Informationstechnik“**

Makrostruktur Studiengang B.Sc. Elektrotechnik und Informationstechnik					
1. Semester (WS)	2. Semester (SS)	3. Semester (WS)	4. Semester (SS)	5. Semester (WS)	6. Semester (SS)
Höhere Mathematik I + II Matemática avanzada I + II 9 LP PL 9 LP	Höhere Mathematik III Matemática avanzada III 6 LP PL 6 LP	Schwerpunktmodul Módulo de énfasis 6 LP PL 6 LP	Schwerpunktmodul Módulo de énfasis 6 LP PL 6 LP	Schwerpunktmodul Módulo de énfasis 6 LP PL 6 LP	Schwerpunktmodul Módulo de énfasis 6 LP PL 6 LP
Experimentalphysik Laboratorio de física 6 LP BSL 6 LP	Energietechnik Electrotecnia 4,5 LP PL 4,5 LP			Schwerpunktmodul Módulo de énfasis 6 LP PL 6 LP	Schwerpunktmodul Módulo de énfasis 6 LP PL 6 LP
Mikroelektronik Microelectrónica 4,5 LP PL 4,5 LP	Schaltungstechnik Técnicas de conmutación 4,5 LP PL 4,5 LP			Schwerpunktmodul Módulo de énfasis 6 LP PL 6 LP	
Grundlagen der Elektrotechnik & Grundlagenpraktikum ET Circ. eléctricos y lab. 4,5 LP PL (VL) + USL (Prak) 4,5 LP	Elektrodynamik Teoría electromagnética 4,5 LP PL 4,5 LP			Wahlfach Electiva del énfasis 6 LP PL 6 LP	Wahlfach Electiva del énfasis 6 LP PL 6 LP
nichttechn. Pflichtfach (Effekt. OA-Techniken) Electiva USL complem. 3 LP USL 3 LP	nichttechn. Wahlfach Electiva complem. 3 LP USL 3 LP	Nachrichtentechnik Comunicaciones 4,5 LP PL 4,5 LP			
Grdlg. d. Programmierung & Prog.-Praktikum PL (VL) + USL (Prak) Programación 6 LP	Grundlagen der Software-Systeme Fund. de sist. software 3 LP BSL 3 LP	Grundlagen der Informationsverarbeitung Fundamentos de procesamiento de información 3 LP PL 3 LP			
	Signale und Systeme Señales y sistemas 6 LP PL 6 LP	Praktische Vertiefung im Labor (Fachpraktika) Laboratorio de profundización 4,5 LP BSL 4,5 LP			Bachelor-Arbeit Trabajo de grado 12 LP PL 12 LP
Summe: 33 LP	Summe: 28,5 LP	Summe: 33 LP	Summe: 27 LP	Summe: 28,5 LP	Summe: 30 LP

Gesamtzahl der Leistungspunkte = 180 (Die Zahlen bedeuten Leistungspunkte eines Moduls pro Semester) (Universität Stuttgart, Stand 12.07.2017)

Legende:  : Basismodule  : Kernmodule  : Ergänzungsmodule

(ECTS)  : Schlüsselqualifikationen (fachübergreifend)  : Schlüsselqualifikationen (fachaffin)  : Bachelor-Arbeit

Bachelor of Engineering (B.Eng.) - **National University of Singapore (NUS)** - Singapur

El número mínimo de créditos modulares (MC) para obtener el grado es de 160, entendido cada MC como 2.5 horas de trabajo a la semana por parte del estudiante. Estos 160 créditos se reparten en 108 MC para Ingeniería (incluyendo electivas técnicas), 20 MC del componente

4 años (ocho semestres)

Todo programa de esta universidad se estructura con base en tres componentes fundamentales:

- los **requerimientos a nivel universitario**, compuestos por módulos de Educación General que abarcan 5 pilares formativos (cultura humana, pensamiento y expresión, estudios sobre Singapur, indagación y argumentación, y razonamiento cuantitativo);
- los **requerimientos del programa**, que comprenden el núcleo común y específico de cada disciplina;
- los **módulos electivos**, requeridos para enfocarse en alguna especialización ofrecida por la Facultad, dependiendo del programa.

Las particularidades más interesantes de la estructura curricular de cualquier programa de Ingeniería son:

	de Educación General, y 32 MC de módulos electivos de énfasis.		<ul style="list-style-type: none"> <li>● la definición de una <b>formación general profesional</b> que busca el contacto de los estudiantes con la cultura universal y local, y con el humanismo, así como una aproximación hacia la indagación sobre diferentes situaciones y tópicos actuales, a la par de la adquisición de capacidades para inferir conclusiones a partir de datos y conocimiento disponibles. Esta característica coincide en gran medida con la formación general propuesta para la Universidad del Valle en la nueva política académica expedida en 2015;</li> <li>● la incorporación de una <b>práctica profesional, pasantía o intercambio estudiantil</b> que busca ofrecerle al estudiante la perspectiva de una experiencia de ejercicio real de su profesión, trabajando en proyectos reales con futuros colegas;</li> <li>● la característica más importante es la articulación de un módulo de formación que pretende entregar <b>herramientas básicas para el ejercicio profesional con un enfoque específico (pathway)</b>, de acuerdo con los intereses y expectativas de cada estudiante. Este enfoque puede dirigirse hacia la práctica profesional en la industria, hacia la investigación o hacia el diseño y la innovación. De la escogencia de este enfoque dependerá la experiencia de práctica, pasantía o intercambio, y el proyecto final de carrera;</li> </ul>
--	--	--	--

Estructura curricular de un programa de Ingeniería en la NUS.

Año 1	Módulos del núcleo de Ingeniería	Módulos del núcleo de la profesión específica		Módulos de Educación General	Módulos electivos
Año 2					
Año 3	Pasantía o intercambio	Electivas técnicas / Módulos de especialización	Electivas de enfoque en el ejercicio profesional ( <i>pathway</i> )		
Año 4	Proyecto de último año				
<b>No. mínimo de MC</b>	<b>108</b>			<b>20</b>	<b>32</b>

## ANEXO 2: Estructura curricular por áreas temáticas

**Tabla A2-1. Asignaturas y créditos organizados por áreas temática.**

Área temática	Nombre de la asignatura	Créditos		Tipo*
		Asignatura	Área	
<b>Asignaturas del ciclo básico</b>				
Ciencias naturales y exactas	Matemáticas básicas	3	22	BG
	Cálculo monovariante	3		BG
	Cálculo multivariante	3		BG
	Álgebra lineal	3		BG
	Ecuaciones diferenciales	3		BG
	Física I + Laboratorio	4		BG
	Teoría electromagnética I	3		BEP
Fundamentación en Ingeniería	Introducción a la Ingeniería	2	17	BG
	Fundamentos de programación	3		BG
	Introducción a la programación orientada a objetos	3		BG
	Señales y sistemas I	3		BEP
	Probabilidad y Estadística	3		BG
	Métodos Numéricos	3		BG
Integradoras	Taller de ingeniería I	3	7	BG
	Taller de ingeniería II	2		BEP
	Taller de ingeniería III	2		BEP
Económico administrativa	Ingeniería económica	3	6	BG
	Administración de proyectos	3		BG
Electrotecnia	Circuitos eléctricos I	3	6	BEP
	Circuitos eléctricos II	3		BEP
Complementarias	Inserción a la vida universitaria	2	6	BG
	Seminario en constitución, legislación y ética de la ing.	2		BG
	Deporte y salud	2		BG
Electivas	Electivas complementarias	6	6	EC
<b>Asignaturas del ciclo profesional</b>				
Fundamentación en Ingeniería	Señales y sistemas II	3	12	P
	Metodologías de desarrollo de software	3		P
	Teoría electromagnética II	3		P
	Física de dispositivos electrónicos	3		P
Sistemas digitales	Lógica combinacional	2	13	P
	Diseño lógico combinacional	2		P
	Diseño lógico secuencial	3		P
	Sistemas basados en microcontroladores	3		P
	Plataformas de alto desempeño	3		P
Control y automatización	Fundamentos de control de sistemas lineales	3	8	P
	Análisis y compensación de sistemas lineales	3		P
	Fundamentos de automatización	2		P
Electrónica	Electrónica I: amplificación	3	14	P
	Electrónica II: diodos y transistores	3		P
	Electrónica de potencia	3		P
	Medidas e instrumentación	3		P
	Sistemas electrónicos inteligentes	2		P
Comunicaciones	Sistemas de comunicaciones	3	9	P
	Redes de comunicaciones I	3		P
	Redes de comunicaciones II	3		P
Integradoras	Taller de ingeniería IV	2	11	P
	Proyecto de ingeniería I	3		P
	Proyecto de ingeniería II	3		P

	Proyecto de ingeniería III	<b>3</b>		<b>P</b>
Complementarias	Impactos ambientales	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>P</b>
Grado	Seminario de trabajo de grado	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>P</b>
	Trabajo de grado I	<b>4</b>		<b>P</b>
	Trabajo de grado II	<b>4</b>		<b>P</b>
Electivas	Electivas Profesionales	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>EP</b>

\* Tipos definidos en el artículo 52 del Acuerdo 025 de sept. 25 de 2015 del CS. BG: Básica general, BEP: Básica específica de la profesión, EC: Electiva complementaria, P: Profesional, EP: Electiva profesional.

**Tabla A2-2. Distribución de créditos según el área temática y el ciclo.**

Tipo de asignatura	Créditos		%
	Ciclo básico	Ciclo profesional	
Ciencias naturales y exactas	22		13,4
Fundamentación en Ingeniería	17	12	17,7
Integradoras	7	11	11,0
Económico administrativa	6		3,7
Electrotecnia	6		3,7
Complementarias	6	3	5,5
Sistemas digitales		13	7,9
Control y automatización		8	4,9
Electrónica		14	8,5
Comunicaciones		9	5,5
Grado		10	6,1
Electivas profesionales		14	8,5
Electivas complementarias	6		3,7
<b>Total</b>	<b>70 (42,7%)</b>	<b>94 (57,3%)</b>	<b>100,0</b>

### **ANEXO 3: Descripción básica de las asignaturas de la estructura transversal de la Facultad de Ingeniería**

- **Introducción a la Ingeniería:** es el primer acercamiento del estudiante con la profesión. Sus contenidos permitirán al estudiante entender lo que es ingeniería, conocer su historia, sus diferentes variantes, sus métodos, el quehacer del ingeniero, el perfil del ingeniero Univalluno y otros aspectos ligados a la profesión. Desarrolla capacidades de aprendizaje autónomo, así como competencias para el trabajo en equipo y la comunicación, y adicionalmente actitudes receptiva y flexible para el trabajo con los demás. El estudiante interactúa con sus pares y con profesores de otras disciplinas.
- **Inserción a la Vida Universitaria:** permite al estudiante reconocer aspectos importantes de su personalidad de forma tal que facilite su inserción a la vida universitaria, promueve el sentido de pertenencia con la Universidad, desarrolla en el estudiante competencias para la comunicación y el trabajo en equipo, además de incentivar el pensamiento creativo, el aprendizaje autónomo y la habilidad para autorregular su proceso de aprendizaje.
- **Taller de Ingeniería I:** introduce al estudiante en la identificación y diseño de soluciones a problemas desde la ingeniería, involucrando actividades de planeación, manejo de información, representación matemática y gráfica, y métodos de definición y solución de problemas en ingeniería.
- **Deporte y Salud:** promueve la actividad física como herramienta para el autocuidado, de tal manera que los estudiantes adquieran conocimientos y habilidades que les permitan reflexionar y adoptar comportamientos, formas de pensar y actitudes relacionadas con el estilo de vida saludable, que redunden en su calidad de vida y un mejor desarrollo de su vida académica y personal.
- **Matemáticas Básicas:** aporta al estudiante unas bases en matemáticas que favorecen el desarrollo del razonamiento cuantitativo indispensable para afrontar con éxito la componente de formación matemática en el plan de estudios.
- **Cálculo Monovariante:** proporciona al estudiante conocimiento matemático necesario para manejar con destreza las técnicas propias del cálculo integro-diferencial y sus aplicaciones para modelar, evaluar y resolver problemas propios de la matemática, la ingeniería o la ciencia.
- **Cálculo Multivariante:** proporciona al estudiante conocimiento matemático necesario para el estudio del cálculo integro-diferencial en espacios multidimensionales y sus diferentes aplicaciones en la solución de problemas de la ingeniería.
- **Señales y sistemas I:** en el contexto de la ingeniería electrónica reemplaza el curso de matemáticas para ingenieros definido por la CCFI. Se definen los principales tipos de señales y de sistemas, así como las transformadas más usadas para el tratamiento de información.
- **Álgebra Lineal:** facilita al estudiante una clara comprensión y manejo de los conceptos básicos del álgebra lineal tales como: matrices, espacios vectoriales, transformaciones lineales, valores y vectores propios, sistemas de ecuaciones lineales, para aplicarlos en la solución de problemas en la ingeniería y vincularlos con otras ramas de las matemáticas.

- Ecuaciones diferenciales: proporciona al estudiante técnicas útiles en la determinación de soluciones explícitas de ecuaciones diferenciales: separación de variables, ecuaciones exactas, cambios de variables, polinomio característico, reducción de orden, variación de parámetros, series de potencias y separación de variables en ecuaciones parciales.
- Métodos numéricos: ofrece al estudiante diferentes técnicas para hallar soluciones numéricas a problemas que se expresan en ecuaciones o fórmulas matemáticas.
- Probabilidad y estadística: ofrece al estudiante una metodología general para describir probabilísticamente un fenómeno aleatorio con base en modelos de probabilidad y en variables aleatorias.
- Física I + laboratorio: Desarrolla en el estudiante habilidades para aplicar las leyes fundamentales de la mecánica Newtoniana en la solución de problemas o análisis de situaciones aplicando dichas leyes a sistemas descritos mediante modelos mecánicos simples.
- Teoría electromagnética I: en el contexto de la ingeniería electrónica reemplaza el curso de Física II definido por la CCFI. Se estudian los conceptos fundamentales de la electricidad y el magnetismo estáticos.
- Fundamentos de programación: proporciona al estudiante habilidades y herramientas para diseñar e implementar algoritmos computacionales para la solución de problemas de manejo de información, mediante el uso de los paradigmas de programación estructurada y modular, y el manejo de estructuras de datos.
- Taller de ingeniería II, III y IV: ofrecen al estudiante un espacio de aprendizaje introductorio orientado al diseño conceptual de productos y/o servicios que contribuyan a la solución de problemas del entorno desde un enfoque disciplinar. Integra conocimientos con asignaturas del mismo semestre y anteriores.
- Proyecto de ingeniería I, II y III: ofrecen al estudiante un espacio de aprendizaje en el que integra las habilidades y conocimientos necesarios para el desarrollo de un proyecto de ingeniería, en grupos de trabajo disciplinares o interdisciplinares, orientado a la solución de problemas del entorno.
- Seminario de trabajo de grado: proporciona al estudiante las herramientas básicas para la formulación de la propuesta del trabajo de grado. Incluye elementos relacionados con habilidades para la escritura de documentos técnicos, presentaciones orales, vigilancia tecnológica y búsquedas bibliográficas.
- Trabajo de grado I y II: consiste en una aplicación teórica o teórico-práctica de los conocimientos y destrezas adquiridos por el estudiante en el proceso de formación profesional, para el análisis y solución de un determinado problema dentro del área o campo de formación.
- Administración de proyectos: prepara al estudiante con bases teóricas y prácticas para enfrentar el desarrollo de proyectos y el uso eficaz de los recursos asignados; se integra con el proyecto de ingeniería a realizar en el semestre.
- Ingeniería económica: provee al estudiante las bases teóricas y prácticas necesarias para la evaluación económica de proyectos de ingeniería con el fin de tomar la mejor decisión en términos de su valor y costo.
- Impactos ambientales: desarrolla en el estudiante la capacidad para analizar los impactos de tipo ambiental relacionados con la solución de problemas del entorno que

desde la ingeniería se pueden abordar. Cada programa académico orienta los impactos ambientales desde su enfoque disciplinar.

- Seminario en constitución, legislación y ética de la ingeniería: ofrece al estudiante un espacio de aprendizaje en el cual se aborde el estudio de la Constitución Política de Colombia y se contribuya al fortalecimiento de la cultura política necesaria para el desarrollo de una participación ciudadana más activa, a la comprensión de los aspectos éticos asociados al ejercicio de la profesión y a su actuar responsable en la sociedad.
- Electivas complementarias: según el Acuerdo 025 se definen como: “el conjunto de conocimientos y experiencias humanas, éticas, estéticas, artísticas, físicas, sociales, políticas y científico-técnicas que contribuyen al desarrollo de las potencialidades del estudiante y al ejercicio de una ciudadanía activa; complementan lo imprescindible y lo estrictamente profesional y disciplinario” [8]. La estructura curricular transversal contiene 6 créditos académicos para las actividades formativas complementarias, los cuales pueden ser asignaturas electivas complementarias o también actividades académicas reconocidas: trabajo social, participación en grupos estudiantiles, organización de eventos académicos o culturales, participación en eventos académicos, entre otros.
- Electivas profesionales: según el Acuerdo 025 se definen como: “aquellas asignaturas que permiten profundizar en una determinada área o campo de una profesión” [8]. El Programa de Ingeniería Electrónica decidió que sus estudiantes deben aprobar un mínimo de 14 créditos académicos en electivas profesionales para poder optar por el título.

## ANEXO 4: Ejemplos de microcurrículos

# Lógica Combinacional

INFORMACIÓN BÁSICA	
<b>Código y Nombre</b>	710xxx Lógica Combinacional
<b>Créditos</b>	2
<b>Horas de trabajo</b>	Presenciales: 3 Trabajo independiente: 3
<b>Unidad(es) Académica(s)</b>	Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
<b>Programas Académicos</b>	3744 - Ingeniería Electrónica
<b>Prerrequisitos</b>	
<b>Validable</b>	Sí
<b>Habilitable</b>	Sí
<b>Tipo de Asignatura</b>	PROFESIONAL (P)

## DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CURSO

La asignatura Lógica Combinacional tiene como propósito crear las bases de toda la electrónica digital, a través de la estructuración de un pensamiento lógico en el estudiante y el desarrollo de conceptos fundamentales del álgebra booleana y de los sistemas de codificación binarios. Siendo del tipo profesional y estando en el primer semestre de la carrera, inicia mostrando al estudiante la línea de los sistemas digitales dentro del panorama completo de la electrónica. En la asignatura el estudiante adquiere conocimientos y elabora conceptos requeridos para la manipulación de variables digitales en forma individual, de códigos o como representación numérica. A través de ejemplos de aplicación de diversa naturaleza (domótica, automatización, procesamiento de datos, etc.), el estudiante comprende la utilidad de la lógica combinacional, la importancia del uso de técnicas de análisis y el potencial del diseño de la lógica combinacional. En una buena parte del curso se usa un lenguaje de descripción de hardware a través de herramientas software, posibilitando al estudiante la representación de sistemas combinacionales simples. La aplicación de los principios de lógica proposicional aporta al desarrollo del pensamiento lógico y con ello, a la formación general del estudiante.

DESARROLLO DEL CURSO			
SCC	RESULTADO DE APRENDIZAJE	INDICADORES DE LOGRO	CONTENIDO
ADM. Concibe, modela y desarrolla sistemas analógicos, digitales y de señal mixta, considerando tecnologías hardware/software disponibles.	ADM.1. Aplica los principios de la lógica proposicional para representar problemas reales a través de expresiones booleanas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifica los conectores lógicos y los utiliza para formar proposiciones compuestas</li> <li>- Determina el valor de verdad de una proposición simple</li> <li>- Elabora tablas de verdad con proposiciones simples y compuestas</li> </ul>	- Conceptos de lógica proposicional.
	ADM.2. Aplica técnicas para el análisis de sistemas digitales combinacionales con el fin de entender su funcionalidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplica las leyes fundamentales del álgebra de Boole para reducir expresiones lógicas.</li> <li>- Utiliza mapas de Karnaugh de hasta tres variables para generar expresiones mínimizadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Álgebra de Boole.</li> <li>- Representación en los diferentes niveles de abstracción de las funciones booleanas.</li> </ul>
	ADM.3. Explica el concepto de codificación digital a fin de determinar la pertinencia de un código según la aplicación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conoce los sistemas de representación numérica posicional.</li> <li>- Realiza conversiones de números entre diferentes bases numéricas.</li> <li>- Representa cantidades numéricas utilizando diferentes formatos binarios.</li> <li>- Utiliza códigos digitales apropiados, de acuerdo a la aplicación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemas de numeración.</li> <li>- Cambio de base.</li> <li>- Códigos digitales y sus aplicaciones.</li> <li>- Representación de números en sistemas digitales.</li> </ul>
	ADM.4. Utiliza lenguajes de descripción de hardware a través de herramientas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utiliza la funcionalidad básica de una herramienta computacional (EDA</li> </ul>	- Introducción a las herramientas para la representación de sistemas digitales

	<p>computacionales profesionales (EDA tools), para la representación de sistemas combinacionales.</p>	<p>tool) para la representación de sistemas combinacionales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Emplea lenguajes formales para representar problemas expresados en lenguaje natural.</li> <li>- Implementa y simula bloques combinacionales en una EDA tool.</li> <li>- Identifica las jerarquías en sistemas digitales y sus niveles de descripción asociados.</li> </ul>	<p>(lenguajes para automatización, síntesis y simulación).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introducción a las herramientas de descripción de hardware.</li> <li>- Bloques de función combinacionales y principios de escalabilidad (diseño jerárquico).</li> </ul>
--	---	--	---

## METODOLOGÍA

Teniendo en cuenta que el curso está ubicado en el primer semestre, la metodología debe permitir una adaptación gradual del estudiante a su nuevo entorno. Por ello, las primeras sesiones serán completamente magistrales y se irán involucrando progresivamente estrategias y actividades propias del ambiente universitario

En el curso se combinan varias estrategias de enseñanza aprendizaje:

- Clases magistrales. Presentaciones por parte del profesor, utilizando ayudas audiovisuales, para desarrollar temáticas asociadas a la asignatura.
- Conferencias por parte de expertos. Se presentaría al menos una conferencia por parte de un experto en diseño digital, como experiencia motivadora para los estudiantes matriculados.
- Trabajo en sala de cómputo usando software especializado.
- Trabajo individual o grupal asesorado por el profesor, mediante la asignación de tareas y talleres.

## RECURSOS DE APOYO

Aula de clase con proyector. Para las sesiones en las que se use VHDL, se requiere una sala de cómputo con software especializado. Será utilizado el Campus Virtual para la coordinación de las actividades y la distribución de material didáctico. Se requieren plataformas de experimentación programables (kits de desarrollo basados en FPGA, con elementos de entrada y actuación); al menos una por cada 8 estudiantes.

## EVALUACIÓN DEL CURSO

El curso será evaluado usando diferentes estrategias:

- 2 exámenes parciales que serían realizados al completar el 50% y el 100% del curso. Los exámenes tienen por objetivo verificar la elaboración de los conceptos teóricos y de los aspectos procedimentales de la asignatura.
- 4 evaluaciones cortas (quices). Su propósito es permitir al docente y al estudiante tener realimentación inmediata del proceso de elaboración de los conceptos. Se realizarán mientras se estudian las temáticas asociadas a los conceptos de lógica proposicional, sistemas de numeración y códigos.
- 2 tareas de carácter individual o grupal. Las tareas, al ser desarrolladas como trabajo fuera del aula, permiten que el estudiante desarrolle su capacidad de búsqueda de información por su propia cuenta, tenga acceso a información adicional a la suministrada por el profesor y pueda construir soluciones más elaboradas a los problemas propuestos. Las tareas serán asignadas en los temas de Representación en los diferentes niveles de abstracción de las funciones booleanas y Introducción a las herramientas de descripción de hardware. Las tareas podrían requerir el uso de plataformas de experimentación programables.
- 2 talleres a desarrollar durante la clase. Estos talleres serán utilizados para verificar el dominio logrado por el estudiante en lo relativo al uso de las herramientas computacionales para el análisis de sistemas combinatoriales. Los talleres podrían requerir el uso de plataformas de experimentación programables.

EVALUACIÓN	RA	[%]	TOTAL [%]
Examen parcial 1	ADM.3	30	30
Examen parcial 2	ADM.1 ADM.2	24 6	30
Evaluación corta 1	ADM.3	4	4
Evaluación corta 2	ADM.3	4	4
Evaluación corta 3	ADM.3	4	4
Evaluación corta 4	ADM.1	4	4
Tarea 1	ADM.2	7	7
Tarea 2	ADM.4	7	7
Taller 1	ADM.4	5	5
Taller 2	ADM.4	5	5

## BIBLIOGRAFÍA

[1] John F. Wakerly, *Diseño Digital: Principios y Prácticas*, 3ra Edición, 2006.

[2] John F. Wakerly, *Digital Design: Principles and Practices*, 5th Edition, 2018.

[3] David Harris, Sarah Harris, *Digital Design and Computer Architecture*, 5th Edition, 2012.

## Física I + Laboratorio

### INFORMACIÓN BÁSICA

<b>Código y Nombre</b>	Física I + Laboratorio
<b>Créditos</b>	4
<b>Horas / Semana</b>	Presenciales: 6 Trabajo independiente: 6
<b>Unidad Académica</b>	Facultad de Ciencias Naturales y Exactas Departamento de Física
<b>Programas Académicos</b>	TODOS LOS PROGRAMAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
<b>Prerrequisitos</b>	MATEMÁTICAS BÁSICAS (CO) CÁLCULO MONOVARIABLE
<b>Validable</b>	
<b>Habilitable</b>	
<b>Tipo de Asignatura</b>	Asignatura Básica

### DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CURSO

Este curso pretende proporcionar al estudiante una “comprensión funcional” del sistema conceptual de la mecánica newtoniana elemental; este sistema está conformado por los conceptos descritos en los contenidos de cada una de las unidades temáticas en que se divide el curso, y por las técnicas de análisis y modelamiento de las situaciones físicas a las que se refieren los “problemas tipo” explicados en los textos de física universitaria para ingeniería más usuales, como los indicados en la bibliografía del curso. Por comprensión funcional se entiende, no la memorización a corto plazo de las definiciones de los conceptos y de los procedimientos de resolución de problemas de aplicación que se encuentran en la bibliografía, sino la capacidad de utilizar de manera autónoma el sistema conceptual de la mecánica newtoniana para el análisis y resolución de problemas nuevos, similares a los problemas tipo estudiados.

---

## SENSIBILIDADES, CAPACIDADES Y COMPETENCIAS (SCC)

SCC	RESULTADO DE APRENDIZAJE
1. Comprensión de las ciencias naturales, aplicación de las matemáticas, los fundamentos, métodos y herramientas propias de su disciplina.	RA1. Aplica los conceptos de la cinemática con relación a la posición de la partícula y su evolución temporal, implementando el lenguaje matemático, a fin de describir el movimiento de sistema.
	RA2. Aplica la dinámica de Newton y los conceptos de energía mecánica, considerando la cinemática, para predecir los movimientos de partículas puntuales y cuerpo rígido.
2. Capacidad de resolución de problemas desde la ingeniería.	RA3. Obtiene e interpreta datos, siguiendo adecuadamente métodos y protocolos experimentales, trabajando en forma individual o en equipo para modelar fenómenos de mecánica.

## METODOLOGÍA

---

El curso consiste en clases magistrales (3 horas semanales), donde se exponen todos y cada uno de los temas del contenido del curso. En las sesiones de talleres (3 hora semanales) se resuelven ejemplos de aplicación de cada tema y se asignan, adicionalmente, ejercicios para realizar fuera de clase. El curso se estructura con base a distintas metodologías que fomenta la participación del estudiante e incluyen principalmente:

- a. Comprensión funcional, el curso ofrece a los estudiantes dos tipos de actividades formativas complementarias e interrelacionadas:
    - El estudio, la discusión y la aplicación de los contenidos teóricos a través de textos, clases magistrales y de taller, y materiales audiovisuales.
    - La enseñanza y aprendizaje de la metodología de la investigación científica e ingenieril, abordando problemas que requieren el modelamiento teórico de los sistemas mecánicos disponibles en el laboratorio hasta proponer hipótesis sobre su comportamiento, susceptibles de validación experimental, planificando, realizando, analizando y reportando los correspondientes experimentos. Se espera que esta componente del curso brinde a los estudiantes una mayor comprensión de los principios teóricos al adquirir una experiencia directa de los fenómenos que describen.
  - b. La enseñanza y aprendizaje del método de investigación científica e ingenieril :
    - Abordando el modelamiento teórico de sistemas mecánicos disponibles en el laboratorio.
    - Proponiendo hipótesis sobre el comportamiento mecánico de sistemas físicos susceptibles de corroboración experimental. Planificando, realizando y reportando los resultados del experimento correspondiente.
-

DESARROLLO DEL CURSO		
RA	Contenidos [Bibliografía]	Indicadores de Logro
RA3	1.1 La naturaleza de la física 1.2 Medición <ul style="list-style-type: none"> <li>· ¿Qué es medir?</li> <li>· Medidas directas e indirectas</li> <li>· Cifras significativas</li> <li>· Incertidumbre de una medida</li> </ul> 1.3 Estrategia general para resolución de problemas. 1.4 Vectores <ul style="list-style-type: none"> <li>· Cantidades escalares y vectoriales</li> <li>· Propiedades de los vectores</li> <li>· Operaciones básicas (suma y producto)</li> <li>· Componentes de un vector</li> <li>· Vector unitario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Identifica las características básicas de las ciencias físicas y su impacto en la vida diaria.</li> <li>· Soluciona operaciones con vectores en dos y tres dimensiones.</li> <li>· Explica el concepto de variación de un vector en magnitud y orientación</li> <li>· Examina los aspectos básicos de la medición y cómo reportar adecuadamente una medida.</li> <li>· Aplica los conceptos asociados a la medición en la realización de prácticas experimentales de laboratorio.</li> </ul>
RA1 RA3	2.1 Descripción del movimiento en 1D <ul style="list-style-type: none"> <li>· Marcos de referencia y vector posición</li> <li>· Desplazamiento</li> <li>· Velocidad</li> <li>· Aceleración</li> <li>· Movimiento con aceleración constante</li> <li>· Caída libre</li> </ul> 2.2 Descripción del movimiento en 2D y 3D. <ul style="list-style-type: none"> <li>· Cinemática vectorial: Posición, velocidad y aceleración.</li> <li>· Movimiento en dos dimensiones con aceleración constante</li> <li>· Movimiento de un proyectil</li> <li>· Velocidad relativa*</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Diferencia y relaciona los conceptos de desplazamiento, velocidad y aceleración en un movimiento rectilíneo.</li> <li>· Calcula los vectores de posición, velocidad y aceleración en coordenadas cartesianas y polares.</li> <li>· Determina e interpreta las variables físicas, las relaciones matemáticas y los gráficos de un movimiento rectilíneo uniforme y uniformemente acelerado, solucionando problemas de aplicación.</li> <li>· Aplica los fundamentos del movimiento parabólico en la solución de problemas de aplicación</li> <li>· Interpreta y analiza la naturaleza del movimiento (si es rectilíneo, velocidad constante, aceleración constante, de tipo parabólico...) y su utilización práctica en diferentes situaciones cotidianas.</li> <li>· Realiza experimentos y actividades de laboratorio relacionadas con <b>la cinemática</b>, siguiendo adecuadamente métodos y protocolos experimentales.</li> </ul>
RA1 RA3	3.1 Movimiento circular de una masa puntual. 3.2 Posición, desplazamiento, velocidad y aceleración angulares. 3.3 Movimiento circular con velocidad angular constante. 3.4 Aceleración centrípeta. 3.5 Movimiento curvilíneo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Plantea las transformaciones de coordenadas entre los sistemas cartesiano, polar y esférico.</li> <li>· Determina e interpreta las variables cinemáticas y las relaciones matemáticas de un movimiento rotacional, solucionando problemas de aplicación.</li> <li>· Reconoce y discrimina entre movimientos radiales y tangenciales en un movimiento rotacional.</li> <li>· Distingue y establece el paralelo entre el movimiento lineal 1D y el angular 2D.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Realiza experimentos y actividades de laboratorio relacionadas con la cinemática rotacional, siguiendo adecuadamente métodos y protocolos experimentales.</li> </ul>
RA2 RA3	<p>4.1 Definición de masa 4.2 Primera Ley de Newton, sistema inercial de referencia 4.3 Cantidad de movimiento 4.4 Interacciones y Fuerzas 4.5 Segunda y tercera ley de Newton 4.6 Aplicaciones de las Leyes de Newton</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprende el sistema conceptual de la dinámica newtoniana elemental interrelacionando sus principios y conceptos básicos mediante la superación de las ideas intuitivas prenewtonianas sobre el movimiento y el análisis y resolución de problemas de aceleración constante de sistemas mecánicos simples.</li> <li>Aplica la dinámica newtoniana en el modelamiento de sistemas en el laboratorio, analizando los resultados y protocolos.</li> <li>Realiza experimentos y actividades de laboratorio relacionadas con la cinemática rotacional, siguiendo adecuadamente métodos y protocolos experimentales.</li> </ul>
RA1 RA2 RA3	<p>5.1 Trabajo 5.2 Teorema del trabajo y la energía cinética 5.3 Fuerzas conservativas y no conservativas. 5.4 Energía potencial 5.5 Conservación de la energía mecánica. 5.6 Potencia.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprende el concepto de trabajo como un mecanismo de transferencia de energía debido a las fuerzas que lo realizan.</li> <li>Calcula el trabajo realizado por varios tipos de fuerza, identificando la dependencia entre las direcciones de la fuerza aplicada y el desplazamiento.</li> <li>Enuncia y aplica con claridad el teorema del trabajo y la energía cinética.</li> <li>Reconoce que el trabajo realizado por una fuerza conservativa es independiente de la trayectoria y que el trabajo realizado por una fuerza no conservativa depende de la trayectoria.</li> <li>Define y deduce la energía potencial con base en el trabajo realizado por diferentes fuerzas conservativas.</li> <li>Utiliza el principio de conservación de energía mecánica, cuando corresponde, para correlacionar el estado de una partícula en dos instantes dados.</li> <li>Formula y aplica el concepto general de potencia.</li> <li>Realiza experimentos y actividades de laboratorio relacionadas con el trabajo y la energía mecánica, siguiendo adecuadamente métodos y protocolos experimentales.</li> </ul>
RA1 RA2 RA3	<p>6.1 Centro de masa y su dinámica 6.2 Colisiones 6.3 Teorema de trabajo y energía para sistema de partículas 6.4 Energía interna</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calcula el centro de masa para objetos no regulares y regulares.</li> <li>Comprende y aplica el teorema de trabajo y energía para un sistema de partículas en la solución de problemas físicos.</li> <li>Identifica el concepto de energía interna de un sistema de partículas.</li> <li>Aplica la dinámica de Newton, considerando la cinemática, para predecir el movimiento de un sistema de partículas.</li> <li>Describe el movimiento de un sistema de partículas puntuales después de una colisión, utilizando las leyes de Newton y el principio de conservación de la energía mecánica.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Realiza experimentos y actividades de laboratorio relacionadas con sistemas de partículas, siguiendo adecuadamente métodos y protocolos experimentales</li> </ul>
RA1 RA2 RA3	<p>7.1 Dinámica rotacional para un sistema de partículas</p> <p>7.2 Energía Cinética rotacional.</p> <p>7.3 Torque</p> <p>7.4 Momento de Inercia</p> <p>7.5 Momento angular</p> <p>7.6 Conservación de momento angular.</p> <p>7.7 Aplicaciones</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprende y aplica los conceptos y principios de la dinámica rotacional y la energía cinética rotacional.</li> <li>Identifica al torque de una fuerza como la capacidad de una fuerza para hacer rotar un cuerpo rígido.</li> <li>Determina la inercia rotacional con respecto a un eje fijo según el cuerpo rígido.</li> <li>Utiliza los conceptos de momento angular y su conservación en la solución de problemas.</li> <li>Evalúa las condiciones necesarias para que un sólido rígido se encuentre en equilibrio.</li> <li>Realiza experimentos y actividades de laboratorio relacionadas con la dinámica rotacional, siguiendo adecuadamente métodos y protocolos experimentales.</li> </ul>
RA1 RA2	<p>8.1 Movimiento planetario, leyes de Kepler</p> <p>8.2 Ley de Newton de la Gravitación.</p> <p>8.3 Universalidad de la ley de Gravitación.</p> <p>8.4 Experimento de Cavendish</p> <p>8.5 Simetría de rotaciones y conservación de momento angular. demostración de Leyes de Kepler</p> <p>8.6 Energía potencial gravitacional de Newton y ley de la conservación de la energía.</p> <p>8.7 Campo Gravitacional y potencial gravitacional.</p> <p>8.8 Aplicaciones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Describe un movimiento de dos cuerpos bajo la acción de una fuerza gravitacional.</li> <li>Describe el comportamiento del movimiento de los cuerpos celestes comprendiendo la interacción gravitacional entre dos cuerpos.</li> <li>Identifica y describe el modelo Gravitacional Newtoniano fundamental y explica la descripción observacional de las leyes de Kepler.</li> <li>Utiliza la conservación de momento angular para reducir el problema de tres dimensiones a dos dimensiones.</li> <li>Explica las regiones posibles de movimiento de dos cuerpos, para fuerzas centrales, usando la conservación de la energía.</li> <li>Contrasta la diferencia entre una descripción de la interacción por campos continuos y el concepto de fuerza a distancia.</li> </ul>

## EVALUACIÓN DEL CURSO

La propuesta de evaluación es de proceso y considera distintas instancias, entre las que se pueden mencionar: Propuesta es 30 % el laboratorio y 70 % la teoría.

## RECURSOS DE APOYO – PRÁCTICAS DE LABORATORIO SUGERIDAS

Laboratorios 1, 2, 3, 4. – Guía: Laboratorios introductorios (K. Gross, L.A. Rodríguez)
Tiro parabólico – Guía: Física Fundamental-1 (Vergara-Colorado 2015) y Caída libre – Guía: Laboratorios introductorios (K. Gross, L.A. Rodríguez)
Análisis del movimiento (circular) con un teléfono inteligente – Guía: Ver bibliografía 4 y 5.
Máquina de Atwood – Guía: Experimentación Física-1 (A. Bohórquez), Rozamiento – Guía: Experimentación Física-1 (K. Gross , L.A. Rodríguez) y Carril de aire (medición de g) – Guía: Experimentación física-1 (L. Zamora)
Péndulo balístico – Guía : Experimentación física-1 (L. Zamora), Choque de péndulos – Guía:

Experimentación física-1 (A. Bohórquez) y Conservación de energía sistema masa-resorte – Momento de Fuerzas – Guía: Experimentación Física-1 (L. Zamora), Cilindros rodando – Guía: Experimentación física-1 (A. Bohórquez), Atwood considerando la polea – Guía: Experimentación física (A. Bohórquez) y Equilibrio estático – Guía: Experimentación física-1 (A. Bohórquez).

## BIBLIOGRAFÍA

[L-Guía] Cap. 1, [L1] Cap. 1, [L2] Cap. 1 y 3, y [L5] Cap. 1

[L-Guía] Cap. 2 y 3 y [L1] Cap.2 y 3.

[L-Guía] Cap 3 y Cap. 9, [L3] Cap. 3 y Cap. 9 y [L5] Cap. 9. Patrik Vogt and Jochen Kuhn "Analyzing radial acceleration with a Smartphone acceleration sensor," Phys. Teach. 51, 182 (March 2013). Jochen Kuhn, Patrik Vogt, "Smartphones as experimental tools: Different methods to determine the gravitational acceleration in classroom physics by using everyday devices," Eur. J. Phys. Educ. 4, 16 (2013). Simulaciones:

- [http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/cinematica/circular/circular\\_1.html](http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/cinematica/circular/circular_1.html)
- <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/cinematica/paraguas/paraguas.html>

Demostraciones:

<http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/mramrodp/2016/09/21/movimiento-esquemas/>

[L-Guía] Cap. 4 y Cap. 5, [L1] Cap.4 y Cap.5 y Física Vol 1, Alonso y Finn, Addison-Wesley, 1986 [530.12 A454 v1].

[L-Guía] Cap.6 y Cap.7, Física Vol 1, Alonso y Finn, Addison-Wesley, 1986. Capítulo 8. <https://archive.org/details/FisicaVollMecanicaAlonsoFinn/page/n5>, Física Para Ciencias e Ingeniería. Raymond A. Serway, John W. Jewett Jr. Volumen 1. Sexta Edición. Thomson 2005. Capítulos 7 y 8. Mecánica. berkeley physics course(Kittel, Knight, Ruderman) Editorial reverté 1968 - volumen 1. Capítulo5.

[L-Guía] Cap. 7 y Berkeley physics course - vol I - Cap. 5 "Conservation of energy".

[L1] Cap. 10, 11 y 12, [L2] Cap. 10, 11 y 12, [L4] Cap. 9, 10 y 11 y [L5] Cap. 10 y 11.

[L2] Cap 13, [L3] Cap 11, [L4] Cap 13, [L7] Vol 1 Cap 7, [L8] Cap 9. Feynman, The Character or Physics Law, Pinguin Books, cap 1.

[https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits\\_es.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits_es.html)  
Capítulo 13 del libro de Gil P1, Buenos Aires. Ángel García. Física para ordenador.



## Facultad de Ingeniería

### Contacto

Programa Académico de Ingeniería Electrónica  
Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica - EIEE

<http://eiee.univalle.edu.co/ingenieria-electronica>

- Secretaría 3212100 ext. 2200  
[pregrado.eiee@correounivalle.edu.co](mailto:pregrado.eiee@correounivalle.edu.co)
- Dirección del Programa Académico 3212100 ext. 3277  
[direccion.ingenieriaelectronica@correounivalle.edu.co](mailto:direccion.ingenieriaelectronica@correounivalle.edu.co)