

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES

**PROYECTO EDUCATIVO DE
PROGRAMA (PEP)
INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

Comité de Autoevaluación y Mejoramiento
Medellín, Mayo de 2018

Comité de Autoevaluación y Mejoramiento del programa

| | |
|----------------------------------|---|
| Rubén Darío Echavarría Cifuentes | Jefe de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones |
| Felipe Cabarcas Jaramillo | Profesor del departamento |
| Eugenio Antonio Duque Perez | Profesor del departamento |
| Juan Esteban Martinez Pabon | Profesor del departamento |
| Gustavo Adolfo Patiño Alvarez | Profesor del departamento |

Tabla de Contenido

| | |
|---|-----------|
| Tabla de Contenido | 2 |
| 0. PRESENTACIÓN | 4 |
| Identidad del Programa | 5 |
| 2. Antecedentes Históricos del Programa y tradición | 6 |
| 2.1 Historia del Programa y Cambios en la estructura curricular | 6 |
| 2.2 Normas Internas y externas que regulan la vida del programa | 8 |
| Normativa interna | 8 |
| Normativa externa: | 8 |
| Aunque no existen Reglamentaciones específicas de la disciplina, las siguientes entidades regulan y hacen seguimiento a los programas de Ingeniería | 8 |
| Referentes Estratégicos | 8 |
| 3. Enfoque conceptual y contextual del programa | 9 |
| 3.1 Concepciones Teóricas Que Orientan el Ejercicio de la Profesión | 9 |
| 3.2 Pertinencia Social y Científica | 9 |
| 3.3. Tendencias en el desarrollo de la disciplina | 10 |
| 3.3.1 Evolución Histórica del Campo de la Ingeniería Electrónica | 10 |
| 3.3.2 Industria de los Semiconductores | 11 |
| 3.3.3 Estado Actual de la Electrónica en Colombia | 12 |
| 3.4. Comparativo con programas afines a nivel nacional e internacional | 13 |
| 3.4.1 Referentes nacionales e internacionales | 13 |
| 3.4.2 Comisión para la Acreditación de la Ingeniería, ABET | 14 |
| Plan de estudios: | 14 |
| 3.4.3 ACOFI (ACOFI, Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, 2008-2017) | 15 |
| Definición ingeniería electrónica (ICFES – ACOFI 1996, Actualización curricular Ingeniería Eléctrica – Electrónica, revisión 2005). | 15 |
| 3.5. Rasgos distintivos del programa | 16 |
| 3.5.1. Objetivos de Formación del Programa | 16 |
| 3.5.2. Resultados Esperados en los estudiantes | 16 |
| 3.6. Perfiles | 17 |
| 3.6.1. Perfil del aspirante | 17 |
| 3.6.2. Perfil del egresado | 17 |
| 3.6.3. Perfil de los docentes | 17 |
| 4. Componentes pedagógicos y curriculares | 18 |
| 4.1 Componentes Curriculares | 18 |
| 4.1.1 Organización de los contenidos curriculares | 18 |

| | |
|--|-----------|
| 4.1.2. Plan de Estudio del Programa de Ingeniería Electrónica | 19 |
| 4.1.3. Estrategias para el desarrollo de los principios curriculares | 29 |
| 4.1.4. Flexibilidad del Currículo | 29 |
| 4.1.5. Carácter Interdisciplinario del Plan de Estudios | 30 |
| 4.1.6. Posibilidades de Doble Titulación y Movilidad Académica | 30 |
| 4.1.7. Competencias en un segundo idioma | 31 |
| 4.1.8. Prácticas y Pasantías | 31 |
| 4.1.9. Articulación con la Investigación | 31 |
| 4.1.9. Estrategias materiales para el desarrollo de los principios curriculares | 32 |
| Locaciones e infraestructura que posibilitan la ejecución del programa académico | 33 |
| 4.1.10. Gestión del currículo | 34 |
| 5. Evaluación y autoevaluación | 34 |
| 5.1. Los procesos de evaluación | 34 |
| 5.1.1. Docentes | 34 |
| 5.1.2. Gestión del programa y del plan de estudio | 34 |
| 5.1.3. Políticas y estrategias de seguimientos a egresados | 34 |
| 5.1.4. Bienestar Universitario | 35 |
| 5.2 Los procesos de autoevaluación | 35 |
| 6. Bibliografía | 35 |
| 7. ANEXOS | 37 |
| 7.1 Documento Rector de la Facultad de Ingeniería. | 37 |

PRESENTACIÓN

Este documento actualiza a 2018 del Documento Rector del programa de Ingeniería Electrónica que fue creado en 2005 por la Reunión de Profesores del departamento de Ingeniería Electrónica en el marco de un proceso de transformación curricular. Además, recopila información presente en otros documentos del programa (como el documento maestro) para crear el PEP a partir de los lineamientos de la vicerrectoría de docencia.

Este documento es la guía del proceso de formación de los estudiantes del programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad de Antioquia.

El programa de Ingeniería Electrónica comparte los lineamientos fundamentales de los entes a los que pertenece: a la Universidad de Antioquia y a la Facultad de Ingeniería. Como no puede ser de otra manera, el programa comparte la misión, visión y objetivos de la universidad y de la facultad, eso sí, dentro del ámbito de la ingeniería electrónica. Éstos se pueden encontrar en los documentos oficiales y en el portal institucional.

Este documento complementa el documento rector de la Facultad de Ingeniería (ver Anexo 1) respecto a los aspectos particulares de la ingeniería electrónica.

El programa enseñará los fundamentos teóricos, la experimentación y la práctica de la Electrónica, las Telecomunicaciones y la Informática. La electrónica, como tecnología matriz, es el primer objeto de estudio.

Frederick Terman, llamado el Padre del Valle del Silicio, en 1998, muestra la gran diversidad de temas en los que están involucrados los ingenieros eléctricos (electrónicos) debido a la infinidad de aplicaciones de la electricidad: "Están involucrados no solo en las actividades tradicionales de la eléctrica como telefonía, telegrafía, wireless, y la generación y transmisión de electricidad, sino también en campos como las nuevas fuentes de electricidad, la óptica representado por las posibilidades de las fibras ópticas y el láser, las propiedades misteriosas de los materiales semiconductores, electrónica médica, computadores (desde gigantes computadores a calculadoras de bolsillo), técnicas digitales, instrumentos de complejidad increíble que no solo calculan respuestas, pero incluso grafican los resultados, etc., etc., aparentemente sin límite" [1].

Por estos motivos, hoy en día la interdisciplinariedad es muy importante, ya que las contribuciones más creativas en la electrónica se obtienen de individuos que saben de varias disciplinas. Los ingenieros que aplican sus habilidades entre ellas son muy valorados por la sociedad, ya que son los que resuelven los problemas más difíciles. Los equipos modernos usados por las personas en su vida diaria, en empresas y la industria, basan su operación en la electrónica, se comunican entre sus módulos y con otros equipos; además deben ejecutar algoritmos por medio de uno o varios procesadores.

1. Identidad del Programa

| | |
|--------------------------------|---|
| Código Institución | 1201 |
| Nombre Institución | UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA |
| Código SNIES del Programa | 446 |
| Reconocimiento del Ministerio | Registro Alta Calidad |
| Resolución de Aprobación No. | 20143 |
| Fecha de Resolución | 11/12/2015 |
| Vigencia (Años) | 4 |
| Área de Conocimiento | INGENIERÍA, ARQUITECTURA, URBANISMO Y AFINES |
| Núcleo Básico del Conocimiento | INGENIERÍA ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES Y AFINES |
| Nivel Académico | PREGRADO |

| | |
|-----------------------------|-----------------------|
| Nivel de Formación | Universitaria |
| Metodología | Presencial |
| Número de créditos | 175 |
| Duración | 10 SEMESTRES |
| Título otorgado | INGENIERO ELECTRÓNICO |
| Departamento | ANTIOQUIA |
| Municipio | MEDELLÍN |
| ¿ciclos propedéuticos? | NO |
| Periodicidad de la admisión | SEMESTRAL |

2. Antecedentes Históricos del Programa y tradición

2.1 Historia del Programa y Cambios en la estructura curricular

La primera escuela colombiana de Ingeniería aparece en la Universidad de Antioquia en agosto de 1814, iniciada la Guerra de Independencia, bajo el nombre de Academia de Ingenieros Militares, y dirigida por Francisco José de Caldas.

Este fue el “primer intento”, que sólo duró hasta 1815, y que marcó el inicio de una serie de iniciativas o intentos por tener estudios de ingeniería en la Universidad de Antioquia. Se consolida finalmente en el “octavo intento” en enero 26 de 1943, cuando el Consejo Directivo de la Universidad de Antioquia creó la Escuela de Ciencias Químicas, que se constituye en la creación más reciente de la Facultad de Ingeniería.

En la década de 1960, se realizó una ampliación y se promovió la diversificación de las carreras. Se crean los programas de Ingeniería Industrial (1966). Metalúrgica (1967), y en 1968, el Consejo Superior aprobó otros cuatro programa, entre ellos el de Ingeniería Electrónica. También se adoptó el nombre de Facultad de Ingeniería con los programas de Ingeniería Química, Industrial, Metalúrgica, Eléctrica, Electrónica, Mecánica y Sanitaria.

En 1970 se fundó el departamento de Ingeniería Electrónica, y en 2001, recibe la acreditación de alta calidad otorgada por el Ministerio de Educación Nacional mediante resolución No. 098 del 22 de mayo de ese año.

En lo referente al plan de estudios, este ha tenido dos grandes reformas: una en 1979, en la cual se cambió el concepto de los cursos socio-humanísticos aislados, que el estudiante matriculaba de acuerdo con sus intereses personales, por el de una secuencia de diez cursos interrelacionados entre sí y con un objetivo común; se introdujeron cursos electivos profesionales, se estableció el trabajo de grado y el número de créditos se aumentó hasta 248. La segunda reforma se da en 1986, esta desmonta la secuencia socio-humanística y redujo el número de cursos en esa área, rebajó el número de créditos del programa a 212, creó áreas electivas y ofreció la opción de una práctica profesional en lugar de trabajo de grado. En esta reforma se definieron cuatro áreas terminales en el programa: técnicas digitales, comunicaciones, bioingeniería y control.

La Facultad de Ingeniería comenzó un proceso de transformación curricular para todos los programas adscritos a ella, con el objetivo de modernizar los planes de estudio y establecer un tronco común para todas las ingenierías ofrecidas. Es así como el 1 de diciembre de 2005, mediante el Acuerdo de Facultad No. 064, se aprobó el Documento Rector de la Facultad, adoptando una estructura curricular cuyos componentes son fundamentación, contextualización, solución de problemas, propósitos de formación, campos del conocimiento y estrategias didácticas. Toda esta nueva estructura se definió en tres etapas: macro currículo, meso currículo y micro currículo. El Programa de Ingeniería Electrónica completó la fase de macro currículo y fue presentada en el Documento Rector del Programa. Finalmente, el meso currículo, que corresponde al plan de estudios del Programa, fue aprobado según Acuerdo del Consejo de Facultad N.º 176 del 26 de marzo de 2009.

El Programa ha tenido cinco versiones del plan de estudios. Del 2006 al 2013 se realizaron modificaciones sustanciales respecto a la segunda versión, entre las que se incluyen cambios en cursos y sus respectivos pre y co requisitos; además se han introducido seis cursos obligatorios de inglés en la versión 4. La versión 5, solicitada en marzo de 2017 y aprobada por la resolución 15477 del 4 de agosto de 2017 por el Ministerio de educación Nacional, se realizó para ajustarse al Decreto Único Reglamentario del Sector Educación No. 1075 del 26 de mayo de 2015 del Ministerio de Educación Nacional.

En 2007, mediante resolución 3767 del 6 de julio, el CNA otorgó acreditación por 6 años. El siguiente registro calificado fue aprobado por el ministerio nacional con la Resolución 1552 de Marzo 20 de 2009 por 7 años, contados a partir del 5 julio de 2007. La resolución 17777 del 6 de diciembre de 2013 otorgó el nuevo registro calificado por 7 años.

El 11 de diciembre de 2015, mediante resolución número 20143, el ministerio de educación nacional, por recomendación del Consejo Nacional de Acreditación otorgó acreditación de alta calidad al programa por 4 años.

2.2 Normas Internas y externas que regulan la vida del programa

Normativa interna

- Estatuto General: Acuerdo Superior 1 de 1994.
- Estatuto Profesorado: Acuerdo Superior 083 de 1991.
- Sistema Universitario de Investigación: Acuerdo superior 204 de 2001.
- Estatuto Básico de Extensión: Acuerdo Superior 124 de 1997.

- Política de Internacionalización: Acuerdo Superior 191 de 2001.
- Estatuto de Bienestar: Acuerdo Superior 173 de 2000.
- Estatuto Presupuestal: Acuerdo Superior: Acuerdo Superior 121 de 1997.
- Estatuto Financiero: Acuerdo Superior 350 de 2007.
- Estatuto sobre la Propiedad Intelectual: Resolución Rectoral de 2005.
- Programa de Egresados: Acuerdo Superior 108 de 1997.
- Reglamento Estudiantil de pregrado: Acuerdo Académico 236 de 2002 que unifica el régimen para aspirantes nuevos a los programas de pregrado.
- Creación del programa: Acuerdo No 1 del 2 de febrero de 1968
- Plan de estudios: Acuerdo de facultad No. 691 del 19 de octubre de 2016

Normativa externa:

- Ley 30 de 1992 por el cual se organiza el servicio público de la Educación Superior en Colombia.
- Decreto 1075 de 2015: Decreto único Reglamentario de Sector Educación.
- Decreto 2904 de 1994: Decreto reglamentario para el Sistema Nacional de Acreditación.
- Lineamientos, guías y orientaciones emitidos por el Consejo Nacional de Acreditación.
- Decreto 1279 de 2002: Por el cual se establece el régimen salarial y prestacional de los docentes de las universidades públicas de Colombia.
- Registro calificado: Resolución 17777 del 6 de diciembre de 2013, modificado por la resolución 15477 del 4 de agosto de 2017, del ministerio de educación
- Registro de acreditación: Resolución 20143 del 11 de diciembre de 2015, del ministerio de educación.

Aunque no existen Reglamentaciones específicas de la disciplina, las siguientes entidades regulan y hacen seguimiento a los programas de Ingeniería

- Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería – ACOFI
- El Consejo Profesional Nacional de Ingeniería – COPNIA
- Consejo Profesional de Ingeniería Eléctrica, Mecánica y afines, la Sociedad Antioqueña de Ingenieros y Arquitectos – SAI –
- La Asociación Colombiana de Ingenieros ACIEM.

Referentes Estratégicos

- Plan de Desarrollo Institucional
- Plan de Acción Institucional

3. Enfoque conceptual y contextual del programa

3.1 Concepciones Teóricas Que Orientan el Ejercicio de la Profesión

La ingeniería electrónica se puede definir como aquella disciplina dentro de la ingeniería eléctrica que diseña sistemas con componentes no lineales, activos o pasivos como son los circuitos electrónicos, dispositivos VLSI e incluso las mismas componentes son objeto de estudio y diseño, es por ello que esta disciplina se relaciona con muchos otros campos como por ejemplo: física del estado sólido, sistemas de control y telecomunicaciones, procesamiento de señales, ingeniería de los computadores, ingeniería de instrumentación, control de la potencia eléctrica, robótica, etc. [3] Es por esto que usualmente los subcampos de esta disciplina se clasifican como: procesamiento de señales, telecomunicaciones, electromagnetismo, ingeniería de control, ingeniería de instrumentación, ingeniería de la computación, ingeniería de muy alta integración [4]. Por tanto, el ejercicio de la profesión de la ingeniería electrónica se encontrará en dichos subcampos o campos relacionados mencionados [5].

En el programa de ingeniería electrónica de la Universidad de Antioquia se ofrece un programa de estudios con fuerte fundamentación en las áreas básicas como en los subcampos señalados anteriormente, específicamente en sistemas digitales, telecomunicaciones, sistemas de control y electivas transversales, que permiten al futuro egresado desempeñarse con éxito en dichas líneas ya sea en la investigación, estudios de posgrado, emprendimiento o ámbito empresarial.

3.2 Pertinencia Social y Científica

La Universidad de Antioquia pretende formar un ingeniero electrónico comprometido en un desempeño profesional y científico que consulte las necesidades y proyecciones del país, con una actitud crítica, investigativa, creadora y de liderazgo del cambio, tanto en el sector privado como público.

En las últimas décadas, el ingeniero electrónico ha asumido un papel protagónico en el desarrollo del país. Debido al desarrollo acelerado tanto de las comunicaciones como del sector energético, el estado ha encontrado en el ingeniero electrónico un profesional indispensable para el exitoso desempeño de políticas de planeación y ejecución en el área energética y de comunicaciones.

De la misma manera, el ingeniero electrónico es parte fundamental en las corporaciones de desarrollo regional y en las auditorías de obras públicas y en una serie de actividades de gran impacto en el bienestar comunitario y de desarrollo industrial.

El ingeniero electrónico tiene en su ejercicio profesional una amplia proyección social, pues las actividades que desarrolla, buscan elevar la calidad de vida de las personas de su entorno, en áreas de gran impacto social como: las comunicaciones (televisión, Internet, radiodifusión, telefonía), automatización y seguridad electrónica en las ciudades (redes de semaforización, cámaras de seguridad electrónica, sistemas de transporte masivo).

3.3. Tendencias en el desarrollo de la disciplina

3.3.1 Evolución Histórica del Campo de la Ingeniería Electrónica

Su evolución histórica está ligada a la investigación científica de la electricidad que empezó a realizarse a partir del siglo XVIII, basada en los experimentos de Benjamín Franklin y las aplicaciones de la electricidad por empresarios como Edison, Morse, Weston, Brush, Bell, Sprague, Westing-house, Thomson, etc. [1].

El fin de la década de 1870 y principios de la década de 1880, fue un período de rápidos cambios en la tecnología eléctrica, con desarrollos como el teléfono (1876), la luz eléctrica y la generación de electricidad. El Instituto Americano de Ingeniería Eléctrica, AIEE, fue conformado en el año de 1884, para “promover las Artes y las Ciencias conectadas con la producción y utilización de la electricidad” [1].

A principios del siglo XX, se dio el nacimiento de varias tecnologías que causaron gran impacto. La más importante de éstas, fue la radio, o como fue llamada en ese tiempo, “wireless”. Esta empezó a romper las distancias en el campo de la comunicación humana. La existencia de las ondas electromagnéticas, que viajaban como la luz, había sido prevista por James Maxwell en el año 1860 y probada por Germán Hertz en 1880. Hacia el año 1912, se fundó el Institute of Radio Engineers, IRE, para agrupar las personas dedicadas al campo de la Radio.

Ningún otro evento tuvo tanta influencia en el desarrollo de la ingeniería eléctrica como la segunda guerra mundial, 1939-1945. En medio del calor de la guerra, la radio ingeniería, fue transformada en electrónica, donde la manipulación de los electrones y las ondas electromagnéticas, no sólo se orientaron al campo de las comunicaciones, sino también al control, a la detección de fenómenos y a la búsqueda de soluciones a los problemas de la sociedad. La presión de la guerra desarrolló una fuerte relación entre ingenieros y físicos. Esta relación de ciencia y tecnología se ha mantenido hasta nuestros días. Igualmente la presión de la guerra aumentó el uso de la electrónica en el cálculo y la evolución de la teoría de la información; todo lo anterior fue plasmado en una moderna máquina digital para cálculo de la época, desarrollada por un grupo de investigación de la Universidad de Pennsylvania, a la cual se le dio el nombre de ENIAC.

La verdadera importancia de la fusión de la ciencia e ingeniería, en los laboratorios industriales, se observó cuando en 1947, en los laboratorios Bell, tres investigadores: John Bardeen, Walter Brattian y William Shockley, crearon El Transistor (posiblemente la más importante invención de la era).

De las tecnologías que emergieron después de la segunda guerra mundial, la que ha tenido más efectos sobre las recientes décadas, es la aparición del computador digital. Éste marcó una revolución en la ciencia, los negocios, los gobiernos, y la ingeniería, al suministrar la facilidad de manejar gran cantidad de datos de una forma rápida y segura.

Los circuitos integrados tuvieron gran auge a partir de la década del 60, por la demanda de dispositivos electrónicos de pequeño tamaño y de bajo consumo de potencia, para ser usados en equipos aeroespaciales y de uso militar. Todos estos avances han permitido un gran desarrollo de los computadores. Por un lado, la masificación de computadores personales, que han revolucionado la sociedad. Y por otro lado la creación de supercomputadores que han permitido la ejecución de cálculos cada vez más complejos para el avance de todos los campos de la ciencia a través de simulación y análisis de gran cantidad de datos. Además la aparición de gran número de computadores con diferentes usos ha permitido la tarea de conectarlos entre sí, facilitando la comunicación entre ellos. A través de los 1970s y los 1980s, Arpanet creció hasta convertirse en lo que hoy conocemos como Internet [2].

La aparición de potentes computadores ha permitido el avance en la actividad industrial, desde el uso de robots y diseño de manufactura asistido por computador, hasta los computadores usados en publicidad y cinema.

El gran desarrollo de los circuitos integrados ha impulsado la electrónica de consumo, orientada a mejorar la calidad de vida de la sociedad. Sin embargo el más importante avance ha sido el enlace de esos computadores en redes de amplio cubrimiento vía Internet. Ésta inicialmente fue concebida como una aplicación militar, ahora es indispensable para el desarrollo personal y profesional de millones de personas a nivel mundial.

Los avances en las telecomunicaciones, la masificación de los celulares e internet, la continua miniaturización de los transistores en los integrados, la masificación de la inteligencia artificial, el internet de las cosas, plantean hoy (2018) un panorama de automatización de todas las labores humanas, donde la electrónica está llamada a cumplir un papel determinante.

3.3.2 Industria de los Semiconductores

Uno de los indicadores más claros sobre las tendencias en electrónica son las proyecciones realizadas en los documentos titulados ITRS (International Technology Road Map for Semiconductor). Los documentos ITRS son financiados por las asociaciones de semiconductores y electrónica más importantes del mundo: European Semiconductor Industry Association, Japan Electronics and Information Technology Industries Association, Korean Semiconductor Industry Association, Semiconductor Industry Association y Taiwan Semiconductor Industry Association. En su informe de 2015, resaltan las siguiente tendencias:

- El fin de la predicción de las tendencias basado en el aumento del número de transistores que puede contener un circuito integrado para conjeturar sus efectos sobre la evolución de los circuitos integrados.
- Los integradores de sistemas, no los fabricantes de semiconductores, son quienes principalmente están llevando el paso de la innovación en la industria electrónica.
- La integración de sistemas ha pasado de los “System on Chip” (SOC) a “System in Package” (SIP), permitiendo mejores y más eficientes diseños.
- La gran masificación y aumento en la importancia de Internet.
- La arquitectura de computadores ha mantenido los conceptos introducidos por Von Neumann. Desde la década del 2000 la frecuencia de los procesadores no ha aumentado, lo que ha implicado que el aumento de rendimiento se base en el aumento de núcleos y mejores maneras de programarlos.
- Una gran expansión de las redes Wi-Fi y redes de datos de celulares, y la respectiva expansión de aplicaciones de aparatos móviles, para la comunicación y el acceso de cualquier tipo de información en cualquier momento.
- Construcción de “Data Centers” (centros de datos) inmensos, para todo tipo de aplicaciones a través de internet.
- La generalización de diseños de bajo consumo en todas las áreas de la electrónica.
- El fin del espacio horizontal (al acercarse a transistores de 10nm) para los circuitos integrados, y la llegada de la tercera dimensión para mejor uso del espacio: “3D Power Scaling”.
- Una industria que se prepara para la época más allá del CMOS.
- La evolución del internet de las cosas (IoT) a el internet de todas las cosas (IoE).

3.3.3 Estado Actual de la Electrónica en Colombia

Para efecto de este análisis dividiremos la evolución de la industria electrónica en cuatro etapas: una inicial de conformación, comprendida entre los años setenta y ochenta del siglo XX; una segunda en la década de

los noventa de ese siglo, considerada por algunos como de grandes cambios; la tercera etapa, el período iniciado entre el 2000 y el 2009; finalmente del 2009 en adelante.

En los años setenta y ochenta, la industria estuvo dominada fundamentalmente por empresas ensambladoras, nacionales o con capital extranjero, dedicadas a la electrónica del entretenimiento (televisión y sonido). Al final de este periodo, cuando se produjo la gran explosión de los computadores personales, también se incursionó en el ensamblaje de computadores. Otra parte de la industria, de origen nacional, estaba dedicada a las telecomunicaciones, especialmente a pequeñas centrales de conmutación, a transmisores RF y al sector de la energía con base en reguladores y equipos de respaldo UPS (fuentes de alimentación ininterrumpidas). Es de destacar en esta época la existencia de empresas orientadas a la fabricación de componentes pasivos como condensadores.

La segunda etapa se caracterizó por la gran variación en el número, tipo y tamaño de las empresas, hechos ocurridos en medio de una gran variación en las políticas económicas del país, como la apertura económica y la privatización de empresas públicas, que, en principio, acabaron con las políticas de protección implementadas para las industrias nacionales.

El primer impacto de estas políticas en la industria electrónica, fue la desaparición de las ensambladoras de origen extranjero, las cuales, ante la apertura en todo el hemisferio sur, se reubicaron en los países de mejores condiciones tanto económicas como de seguridad.

En la segunda parte de este periodo, un buen número de empresas nacionales comenzó a sentir el impacto de las medidas económicas y debió cerrar su operación al no poder sostener la competencia de los productos importados, mientras que aquellas con mayor solidez, no sólo tecnológica, sino administrativa y financiera, abrieron sus mercados y entraron a participar de esta nueva economía.

La tercera etapa de análisis comprende desde el año 2000, fecha arbitraria por no encontrar un hito que nos dé un punto de partida.

Según un estudio realizado por el Centro de Estudios del Tercer Mundo (Creset), entidad privada especializada en estudios sectoriales que ha realizado varios trabajos en el sector de la electrónica para el Proyecto Iberchip 16 de la Unión Europea, después de que la experiencia aperturista mostró resultados poco exitosos, los analistas económicos han reencontrado el tema de la electrónica como insumo básico de una industria globalizada y competitiva (Acosta, 2000). A esta conclusión se llegó después de profundizar en los factores fundamentales para que las exportaciones ganarán en competitividad, y esto ha vuelto a poner sobre el tapete la ventaja o desventaja, según la óptica con que se mire, de que el cambio tecnológico de los últimos treinta años nos pone frente a una industria electrónica diferente y que toca crear.

Con estos indicadores arrancamos el nuevo siglo, teniendo un par de elementos básicos para iniciar el análisis del actual estado de la industria. Un primer punto de necesaria referencia, es la apertura globalizada y el de los tratados regionales de comercio, los cuales, si bien plantean unas reglas de juego pactadas y más claras que las de la apertura de los noventa, impondrán restricciones que pueden llegar a ser más severas desde el punto de vista de normalización y estandarización, para las cuales el país no está preparado, pero le toca enfrentar. El segundo punto de esta última etapa, es el gran incremento de profesionales en electrónica en los próximos años, el cual, dadas las actuales condiciones del mercado, tendrá que encontrar en la creación de empresas su futuro.

La cuarta etapa arranca en el 2009 con la creación del ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (Min TIC). Este período ha mostrado una reducción del interés del país en la electrónica y un aumento en la importancia del sector de las comunicaciones y la informática. Aunque se puede ver

como un énfasis en las aplicaciones que permiten la electrónica, ya que sin este componente esencial, toda la revolución de la computación y las telecomunicaciones sería imposible. Es por esto que la electrónica sigue siendo tan vigente (y tan importante para el desarrollo del país) hoy como hace 50 años cuando nació este programa.

3.4. Comparativo con programas afines a nivel nacional e internacional

3.4.1 Referentes nacionales e internacionales

Se toma como referentes el Proyecto Educativo del Programa (PEP) de importantes instituciones a nivel nacional e internacional. En particular, entre los mayores referentes nacionales está la Universidad de los Andes, el cual cuenta con una acreditación internacional ABET para su programa de Ingeniería Electrónica¹. A nivel internacional, este tipo de acreditación se observa también en los programas de Ingeniería Electrónica de la University of Massachusetts Boston² y en la Florida International University³, entre otras.

Por otro lado, los Programas Educativos del Programa, de instituciones como la Universidad Nacional, sede Manizales, Universidad Pontificia Bolivariana, y la Universidad de Quindío, presentan una estructura y una descripción de sus respectivos programas de Ingeniería Electrónica acordes a las recomendaciones de ACOFI, y a las normas de acreditación del CNA.

A continuación se hace una breve descripción de las definiciones y recomendaciones dadas por estas instituciones internacionales y nacionales de acreditación de la Ingeniería Electrónica.

3.4.2 Comisión para la Acreditación de la Ingeniería, ABET

De acuerdo al Criterio para la Acreditación de programas de Ingeniería del ABET para el ciclo 2018-2019, los siguientes criterios aplican para programas de ingeniería que incluyen “eléctrica”, “electrónica”, “computación”, “comunicación(es)”, “Telecomunicaciones” o modificadores semejantes en sus títulos. Estas recomendaciones concuerdan con las características del programa.

Plan de estudios:

La estructura del plan de estudios debe proporcionar tanto amplitud como profundidad en toda la gama de temas de la ingeniería implicados por el título del programa.

El plan de estudios debe incluir probabilidad y estadística, incluyendo aplicaciones apropiadas de acuerdo al nombre del programa; matemáticas estudiadas a través del cálculo diferencial e integral; ciencias (definidas como ciencia biológica, química o física); y temas de ingeniería (incluida la informática)

1 <https://electronica.uniandes.edu.co/es/programas/pregrado/informacion-general-pregrado>.

2 Electrical and Computer Engineering Undergraduate Advising Manual

3 College of Engineering and Computing Undergraduate Catalog 2017-2018

necesarios para analizar y diseñar dispositivos eléctricos y electrónicos complejos, software y sistemas que contienen componentes de hardware y software.

El plan de estudios para los programas que contienen el modificador "eléctrica", "electrónica", "comunicación(es)" o "telecomunicación(es)" en el título debe incluir matemáticas avanzadas tales como ecuaciones diferenciales, álgebra lineal, variable compleja y matemáticas discretas.

Así mismo, el plan de estudios para los programas que contienen el modificador "computación" en el título debe incluir también las matemáticas discretas.

El plan de estudios para los programas que contienen el modificador "comunicación(es)" o "telecomunicación(es)" en el título debe incluir temas en teoría y sistemas de comunicación.

Finalmente, el plan de estudios para los programas que contienen el modificador "telecomunicación(es)" debe incluir el diseño y operación de redes de telecomunicaciones para servicios tales como transporte de voz, datos, imágenes y video.

3.4.3 ACOFI (ACOFI, Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, 2008-2017)

La Asociación Colombiana de Facultades de Ingenierías es una asociación que cumple con la misión de propender por el impulso y el mejoramiento de la calidad de las actividades de docencia, investigación y extensión en ingeniería que desarrollan las facultades, escuelas y programas de ingeniería en Colombia. Dentro de los capítulos conformados por ACOFI, se encuentra el de Ingeniería de Electrónica, el cual posee la siguiente definición con unas recomendaciones de las capacidades que deben tener los estudiantes al graduarse. En general estas recomendaciones son acogidas por el programa.

Definición ingeniería electrónica (ICFES – ACOFI 1996, Actualización curricular Ingeniería Eléctrica – Electrónica, revisión 2005).

El ingeniero es un profesional que sintetiza toda una serie de conocimientos científicos, tecnológicos y técnicos para la solución de los problemas de la sociedad en un campo de acción específico. El ingeniero es el puente entre las necesidades y las soluciones.

De acuerdo con lo anterior, se puede definir al ingeniero electrónico como una persona capaz de:

- Analizar, diseñar, fabricar, investigar, operar, planear, mantener, adaptar, integrar e instalar sistemas electrónicos.
- Identificar problemas u oportunidades, proponer alternativas y escoger e implementar soluciones aceptables en el área de la Ingeniería Electrónica o en situaciones interdisciplinarias donde esta sea requerida.
- Trabajar armónica y eficientemente en grupos multidisciplinarios.
- Comunicarse efectivamente en forma oral y escrita, sea en Castellano como en otro idioma con el cual pueda compartir el resultado de su trabajo con la comunidad internacional.

Así mismo, como ser humano integral, el ingeniero electrónico debe:

- Tener una sólida formación cultural que le permita desempeñarse adecuadamente en el medio socio-económico del país, comprendiendo, así mismo, el impacto de su trabajo en una dimensión globalizada.
- Tener una formación y conocimientos básicos de las técnicas generales de administración, economía y legislación laboral, así como de las normas técnicas y jurídicas que controlan el ejercicio profesional, de manera que pueda adaptarse rápidamente a un ambiente de empresa o emprender su propia empresa.
- Asumir una actitud crítica frente a los problemas nacionales y tomar parte activa en la solución.
- Ser consciente de la necesidad de formarse permanentemente y tener las habilidades para asimilar nuevos conocimientos científicos y tecnológicos necesarios en su práctica profesional.
- Tener valores que le permitan comprender su responsabilidad ética y profesional y enmarcar todos sus actos dentro de estos principios.
- Tener conciencia social de los recursos nacionales, tanto humanos como técnicos, para que desarrolle su profesión desde una perspectiva global dirigida al desarrollo sostenible.
- De otra parte, un Ingeniero Electrónico debe estar preparado para desarrollarse profesionalmente, entre otros, en los siguientes campos de acción:
 - Comunicaciones
 - Control y automatización
 - Computación y sistemas
 - Electrónica de potencia
 - Microelectrónica
 - Bioingeniería
 - Electrónica general

Si bien, cada uno de estos campos de acción tiene innumerables especializaciones, se entiende que los mencionados anteriormente son básicos y que unidos a las competencias descritas favorecen el adecuado desempeño profesional de un Ingeniero Electrónico.

Además, la formación del Ingeniero Electrónico propende por el desarrollo de una metodología de endogenización de la tecnología electrónica entendida ésta como la acción combinada y coherente de adaptar, apropiar, adecuar, transferir, acorde con el desarrollo y crecimiento del país y de la región con un amplio sentido de responsabilidad Social.

El Ingeniero Electrónico debe entender la conveniencia de crear empresas que produzcan equipos electrónicos que proporcione soluciones que hagan más competitivos los diferentes sectores de la economía, por ejemplo logrando la incrementar la productividad y la automatización en la industria.

Así mismo, el ingeniero electrónico debe ser capaz de desarrollar las investigaciones que permitan incorporar lo más avanzado de la electrónica a los proyectos que se adelantan en el país.

De acuerdo a estas definiciones, y recomendaciones de entidades de acreditación nacional e internacional, se presentan a continuación los resultados esperados en los estudiantes del programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad de Antioquia, así como el perfil del aspirante y del egresado.

3.5. Rasgos distintivos del programa

3.5.1. Objetivos de Formación del Programa

Formar exitosos profesionales que sean útiles para la sociedad con responsabilidad ética, profesional y ambiental, a través del desarrollo de pensamiento sistémico y crítico en el análisis de su entorno.

3.5.2. Resultados Esperados en los estudiantes

- Habilidad para aplicar conocimientos de matemáticas, ciencia e ingeniería.
- Habilidad para diseñar y conducir experimentos, como también para analizar e interpretar datos.
- Habilidad para diseñar un sistema, componente o proceso que cumpla con restricciones realistas (económicas, medioambientales, sociales, éticas, de salud y de seguridad).
- Habilidad para funcionar en equipos multidisciplinarios.
- Habilidad para identificar, formular, y resolver problemas de ingeniería.
- Un entendimiento de la responsabilidad ética y profesional.
- Habilidades para comunicarse efectivamente en Español e Inglés.
- Una educación amplia necesaria para entender el impacto de las soluciones de ingeniería en el contexto global, económico, medioambiental y social.
- Un entendimiento de la necesidad y la habilidad para comprometerse a una vida de permanente aprendizaje.
- Un conocimiento de asuntos contemporáneos.
- Habilidad para usar las técnicas y herramientas de ingeniería modernas necesarias para la práctica de la ingeniería.

3.6. Perfiles

3.6.1. Perfil del aspirante

Los aspirantes al Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad de Antioquia deben ser personas curiosas, creativas, dispuestas a trabajar en equipo, con gran capacidad de razonamiento lógico, gusto por el estudio de las matemáticas, la física y los desarrollos tecnológicos.

3.6.2. Perfil del egresado

El Ingeniero Electrónico de la Universidad de Antioquia es un profesional con conocimientos científicos y tecnológicos, capaz de investigar, analizar, diseñar, apropiar tecnologías, implementar, mantener y dar soporte a procesos en los cuales intervienen dispositivos y sistemas electrónicos, y paralelamente desarrollar su espíritu creativo y cultivar una actitud científica y crítica que le permita ejercer con suficiencia su actividad profesional en el contexto de la realidad tecnológica industrial nacional. El egresado del programa de Ingeniería Electrónica puede desempeñarse en cualquiera de los siguientes campos: Ingeniero administrador o de soporte en empresas afines a las Telecomunicaciones, la Automatización y el Diseño Digital; Ingeniero diseñador, asesor, auditor, consultor o interventor en proyectos de Ingeniería Electrónica en las áreas de Telecomunicaciones, Automatización y Diseño Digital; Investigador o docente vinculado a centros de investigación o universidades, como desarrollador, apropiador o transmisor de conocimientos en Ingeniería Electrónica; Diseñador, proyectista, instalador, operario de soporte y mantenimiento de equipos y sistemas electrónicos.

3.6.3. Perfil de los docentes

El Comité de Carrera del programa, con el acompañamiento del Consejo de la Facultad y la administración central universitaria definen el perfil de los profesores que se van a vincular. Ese está determinado por las necesidades académicas del programa, los lineamientos para extensión e investigación. Las vinculaciones de los profesores de planta se hacen a través de convocatorias públicas de concursos por méritos abiertas a todo el mundo, se evalúa por pares académicos del más alto nivel quienes determinan, a la luz de los términos de referencia, quienes son los elegidos.

Las plazas que están vacantes, ya sea por licencias o renunciaciones, son llenadas temporalmente por profesores de la más alta calidad, con contratos temporales (ocasionales).

4. Componentes pedagógicos y curriculares

El programa de Ingeniería Electrónica ha determinado regirse en los componentes pedagógicos y curriculares por los lineamientos de la facultad de ingeniería, y los cuales están descritos en el Documento Rector de la facultad (Ver anexo 1).

4.1 Componentes Curriculares

4.1.1 Organización de los contenidos curriculares

Los egresados del programa se formarán en siguientes áreas: discriminadas en formación básica (comunes a todos los egresados), y las específicas dependiendo del énfasis que cada estudiante escoja. Cabe resaltar que la facultad ha definido que todos los egresados deberán tener formación en áreas socio-humanísticas y la comunicación en una segunda lengua y el programa acoge estos lineamientos. A continuación sólo se mencionan las áreas específicas de la ingeniería electrónica y objetivos específicos importantes para el ingeniero.

1. Formación básica
 - Español
 - lenguaje hablado y escrito
 - Inglés
 - Matemáticas
 - Física
 - Informática
 - simulación
 - programación gráfica
 - Electrónica
 - especificación, montaje y homologación de equipos
 - Automatización de procesos
 - Integración de dispositivos
2. Énfasis en Control
 - sistemas electrónicos aplicados a procesos industriales e instrumentación industrial

- redes de interconexión entre equipos de cómputo, dispositivos periféricos y equipos electrónicos para control de procesos industriales
 - sistemas de comunicación alámbrica e inalámbrica y redes de computación para máquinas eléctricas
3. Énfasis en Sistemas Digitales
- microprocesadores, microcontroladores y sistemas embebidos
 - interfaces hombre-máquina
 - redes de computadores
 - diseño digital
 - dispositivos lógicos programables
 - redes de computadores
 - Procesadores Digitales de Señales
 - Algoritmia, bases de datos, compiladores y sistemas operativos para sistemas embebidos.
4. Énfasis en telecomunicaciones
- procesamiento y la transmisión de señales
 - sistemas de telecomunicaciones
 - procesamiento y análisis de información.

4.1.2. Plan de Estudio del Programa de Ingeniería Electrónica

Versión 5, Ajustado al Decreto 1075.

Convenciones

| | | | | | |
|-----|----------------------|-----|-----------------------|-----|--------------------------|
| CB: | Ciencias Básicas | FP: | Formación Profesional | FC: | Formación Complementaria |
| BI: | Básica de Ingeniería | EP: | Electiva Profesional | EC: | Electiva Complementaria |
| CO: | Co-requisitos | PR: | Pre-requisitos | CR: | Créditos |
| H: | Habilitable | V: | Validable | C: | Clasificable |

| SEMESTRE 1 | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|------|------------------|----------------------------|-----------|---------------------|-----------------------|----------|------------------------------|-------------|--------------|
| Código | Nombre de la Materia | Área | Semanas Lectivas | Intensidad Horaria Semanal | | | | Créditos | CO, Pr y CR | H, V o C | Calificación |
| | | | | Acompañamiento Docente | | | Trabajo Independiente | | | | |
| | | | | Teóricas | Prácticas | Teórico - Prácticas | | | | | |
| 2555101 | Álgebra y Trigonometría | CB | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | NO | (H) (V) (C) | Cuantitativa |
| 2555121 | Geometría Vectorial y Analítica | CB | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | NO | (H) (V) (C) | Cuantitativa |
| 2555131 | Cálculo Diferencial | CB | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 2555101 (CO) | (H) (V) (C) | Cuantitativa |
| 2536101 | Descubriendo la Física | CB | 16 | 0 | 0 | 4 | 5 | 3 | NO | (C) | Cuantitativa |
| 2598511 | Informática I | BI | 16 | 4 | 3 | 0 | 6 | 4 | NO | NO | Cuantitativa |
| 2537101 | Vivamos la Universidad | FC | 16 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | NO | (C) | Cuantitativa |
| 2538101 | Inglés I | FC | 16 | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | NO | (V) (C) | Cuantitativa |
| Total créditos académicos del semestre: | | | | | | | | 18 | Horas de trabajo por semana: | | 57 |

| SEMESTRE 2 | | | | | | | | | | | |
|---|--|------|------------------|----------------------------|-----------|---------------------|-----------------------|----------|--|-------------|--------------|
| Código | Nombre de la Materia | Área | Semanas Lectivas | Intensidad Horaria Semanal | | | Trabajo Independiente | Créditos | CO, Pr y CR | H, V o C | Calificación |
| | | | | Acompañamiento Docente | | | | | | | |
| | | | | Teóricas | Prácticas | Teórico - Prácticas | | | | | |
| 2555221 | Álgebra Lineal | CB | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 2555101 (PR), 2555121 (PR) | (H) (V) | Cuantitativa |
| 2555231 | Cálculo Integral | CB | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 2555101 (PR), 2555131 (PR) | (H) (V) | Cuantitativa |
| 2536201 | Física Mecánica | CB | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 2536101 (PR), 2555121 (PR), 2555231 (CO) | (H) (V) | Cuantitativa |
| 2598521 | Informática II | BI | 16 | 4 | 3 | 0 | 6 | 4 | 2598511 (PR) | NO | Cuantitativa |
| 2598522 | Introducción a la Ingeniería Electrónica | BI | 16 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | NO | NO | Cuantitativa |
| 2539101 | Lectoescritura | FC | 16 | 0 | 0 | 4 | 5 | 3 | NO | (H) (V) (C) | Cuantitativa |
| 2538201 | Inglés II | FC | 16 | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2538101 (PR) | (V) (C) | Cuantitativa |
| Total créditos académicos del semestre: | | | | | | | | 18 | Horas de trabajo por semana: | | 57 |

| SEMESTRE 3 | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------------|------|------------------|----------------------------|-----------|---------------------|-----------------------|----------|--|----------|--------------|
| Código | Nombre de la Materia | Área | Semanas Lectivas | Intensidad Horaria Semanal | | | Trabajo Independiente | Créditos | CO, Pr y CR | H, V o C | Calificación |
| | | | | Acompañamiento Docente | | | | | | | |
| | | | | Teóricas | Prácticas | Teórico - Prácticas | | | | | |
| 2555331 | Cálculo Vectorial | CB | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 2555121 (PR), 2555231 (PR) | (H) (V) | Cuantitativa |
| 2536302 | Física de Ondas | CB | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 2555231 (PR), 2536201 (PR) | (H) (V) | Cuantitativa |
| 2598531 | Ecuaciones Diferenciales | BI | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 2555221 (PR), 2555231 (PR), 2536201 (PR) | (H) (V) | Cuantitativa |
| 2598532 | Circuitos Eléctricos I | BI | 16 | 4 | 3 | 0 | 6 | 4 | 2598531 (CO), 2598522 (PR) | NO | Cuantitativa |
| 2599431 | Probabilidad y Estadística | BI | 16 | 4 | 0 | 0 | 4 | 3 | 2555231 (PR) | (H) (V) | Cuantitativa |
| 2538301 | Inglés III | FC | 16 | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2538201 (PR) | (V) (C) | Cuantitativa |
| 2517362 | Formación Ciudadana y Constitucional | FC | 8 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 36 (CR) | (C) | Cuantitativa |
| Total créditos académicos del semestre: | | | | | | | | 18 | Horas de trabajo por semana: | | 56 |

| SEMESTRE 4 | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------|------|------------------|----------------------------|-----------|---------------------|-----------------------|----------|------------------------------|----------|--------------|
| Código | Nombre de la Materia | Área | Semanas Lectivas | Intensidad Horaria Semanal | | | | Créditos | CO, Pr y CR | H, V o C | Calificación |
| | | | | Acompañamiento Docente | | | Trabajo Independiente | | | | |
| | | | | Teóricas | Prácticas | Teórico - Prácticas | | | | | |
| 2536311 | Física de Campos | CB | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 2536201 (PR), 2555231 (PR) | (H) (V) | Cuantitativa |
| 2598541 | Matemáticas Especiales | BI | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 2555331 (PR), 2598531 (PR) | (H) (V) | Cuantitativa |
| 2598542 | Circuitos Eléctricos II | BI | 16 | 4 | 3 | 0 | 6 | 4 | 2598531 (PR), 2598522 (PR) | NO | Cuantitativa |
| 2598543 | Matemáticas Discretas | BI | 16 | 4 | 0 | 0 | 4 | 3 | 2598511 (PR), 2598522 (PR) | (H) (V) | Cuantitativa |
| 2598544 | Métodos Numéricos | BI | 16 | 4 | 0 | 0 | 4 | 3 | 2598511 (PR), 2598531 (PR) | (H) (V) | Cuantitativa |
| 2538401 | Inglés IV | FC | 16 | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2538301 (PR) | (V) (C) | Cuantitativa |
| Total créditos académicos del semestre: | | | | | | | | 17 | Horas de trabajo por semana: | | 51 |

| SEMESTRE 5 | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|------|------------------|----------------------------|-----------|---------------------|-----------------------|----------|--|----------|--------------|
| Código | Nombre de la Materia | Área | Semanas Lectivas | Intensidad Horaria Semanal | | | | Créditos | CO, Pr y CR | H, V o C | Calificación |
| | | | | Acompañamiento Docente | | | Trabajo Independiente | | | | |
| | | | | Teóricas | Prácticas | Teórico - Prácticas | | | | | |
| 2536502 | Laboratorio Integrado de Física | CB | 16 | 0 | 6 | 0 | 1 | 2 | 2536302 (PR), 2536311 (PR) | NO | Cuantitativa |
| 2598551 | Física del Estado Sólido | BI | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 2536302 (PR), 2536311 (PR), 2598541 (PR), 2599431 (PR) | (H) (V) | Cuantitativa |
| 2598552 | Electrónica Analógica I | BI | 16 | 4 | 3 | 0 | 6 | 4 | 2598542 (PR) | NO | Cuantitativa |
| 2598553 | Electrónica Digital I | BI | 16 | 4 | 3 | 0 | 6 | 4 | 2598543 (PR) | NO | Cuantitativa |
| 2598554 | Electromagnetismo | BI | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 2598541 (PR), 2536502 (CO) | (H) (V) | Cuantitativa |
| 2538501 | Inglés V | FC | 16 | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2538401 (PR) | (V) (C) | Cuantitativa |
| Total créditos académicos del semestre: | | | | | | | | 17 | Horas de trabajo por semana: | | 55 |

| SEMESTRE 6 | | | | | | | | | | | |
|------------|----------------------|------|------------------|----------------------------|--|--|--|----------|-------------|----------|--------------|
| Código | Nombre de la Materia | Área | Semanas Lectivas | Intensidad Horaria Semanal | | | | Créditos | CO, Pr y CR | H, V o C | Calificación |

| | Materia | Área | Semanas Lectivas | Acompañamiento Docente | | | Trabajo Independiente | Créditos | CR | C | |
|---|------------------------------|------|------------------|------------------------|-----------|---------------------|-----------------------|----------|------------------------------|---------|--------------|
| | | | | Teóricas | Prácticas | Teórico - Prácticas | | | | | |
| 2598561 | Electrónica Analógica II | BI | 16 | 4 | 3 | 0 | 6 | 4 | 2598552 (PR) | NO | Cuantitativa |
| 2598562 | Electrónica Digital II | BI | 16 | 4 | 3 | 0 | 6 | 4 | 2598553 (PR) | NO | Cuantitativa |
| 2598563 | Sistemas de Control Continuo | BI | 16 | 4 | 3 | 0 | 6 | 4 | 2598542 (PR), 2598541 (PR) | NO | Cuantitativa |
| 2599461 | Tratamiento de Señales I | BI | 16 | 4 | 3 | 0 | 6 | 4 | 2598541 (PR), 2599431 (PR) | NO | Cuantitativa |
| 2538601 | Inglés VI | FC | 16 | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2538501 (PR) | (V) (C) | Cuantitativa |
| Total créditos académicos del semestre: | | | | | | | | 17 | Horas de trabajo por semana: | | 56 |

| SEMESTRE 7 | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------------|------|------------------|----------------------------|-----------|---------------------|-----------------------|----------|------------------------------|-----------------------|--------------|
| Código | Nombre de la Materia | Área | Semanas Lectivas | Intensidad Horaria Semanal | | | Trabajo Independiente | Créditos | CO, Pr y CR | H, V o C | Calificación |
| | | | | Acompañamiento Docente | | | | | | | |
| | | | | Teóricas | Prácticas | Teórico - Prácticas | | | | | |
| 2598571 | Electrónica Digital III | BI | 16 | 4 | 3 | 0 | 6 | 4 | 2598562 (PR), 2598552 (PR) | NO | Cuantitativa |
| 2598572 | Tratamiento de Señales II | BI | 16 | 4 | 3 | 0 | 6 | 4 | 2599461 (PR) | NO | Cuantitativa |
| 2598573 | Acondicionamiento de Señales | BI | 16 | 4 | 3 | 0 | 6 | 4 | 2598561 (PR) | NO | Cuantitativa |
| 2598574 | Máquinas Eléctricas | BI | 16 | 4 | 3 | 0 | 6 | 4 | 2598554 (PR) | NO | Cuantitativa |
| | Electiva Transversal I (Ver nota 1) | EP | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | Aplica según el banco | Aplica según el banco | Cuantitativa |
| Total créditos académicos del semestre: | | | | | | | | 19 | Horas de trabajo por semana: | | 61 |

| SEMESTRE 8 | | | | | | | | | | | |
|------------|--------------------------------------|------|------------------|----------------------------|-----------|---------------------|-----------------------|----------|----------------------------|-----------------------|--------------|
| Código | Nombre de la Materia | Área | Semanas Lectivas | Intensidad Horaria Semanal | | | Trabajo Independiente | Créditos | CO, Pr y CR | H, V o C | Calificación |
| | | | | Acompañamiento Docente | | | | | | | |
| | | | | Teóricas | Prácticas | Teórico - Prácticas | | | | | |
| 2599475 | Procesamiento Digital de Señales | BI | 16 | 4 | 3 | 0 | 5 | 4 | 2599461 (PR) | NO | Cuantitativa |
| 2598581 | Electrónica de Potencia | BI | 16 | 4 | 3 | 0 | 6 | 4 | 2598563 (PR), 2598561 (PR) | NO | Cuantitativa |
| 2599462 | Redes de Computadores I | BI | 16 | 2 | 2 | 0 | 4 | 3 | 2598553 (PR) | NO | Cuantitativa |
| | Electiva Profesional I (Ver nota 2) | EP | 16 | 3 | 3 | 0 | 6 | 4 | Aplica según el banco | Aplica según el banco | Cuantitativa |
| | Electiva Transversal II (Ver nota 1) | EP | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | Aplica según el banco | Aplica según el banco | Cuantitativa |

| | | | | | | | | | | | |
|---|--|----|----|---|---|---|---|----|------------------------------|-----------------------|--------------|
| | Electiva Complementaria I (Ver nota 3) | EC | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | Aplica según el banco | Aplica según el banco | Cuantitativa |
| Total créditos académicos del semestre: | | | | | | | | 21 | Horas de trabajo por semana: | | 63 |

| SEMESTRE 9 | | | | | | | | | | | |
|---|---|------|------------------|----------------------------|-----------|---------------------|-----------------------|----------|------------------------------|-----------------------|--------------|
| Código | Nombre de la Materia | Área | Semanas Lectivas | Intensidad Horaria Semanal | | | | Créditos | CO, Pr y CR | H, V o C | Calificación |
| | | | | Acompañamiento Docente | | | Trabajo Independiente | | | | |
| | | | | Teóricas | Prácticas | Teórico - Prácticas | | | | | |
| 2598591 | Seminario Ingeniería Electrónica | BI | 16 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 140 (CR) | NO | Cuantitativa |
| | Electiva Profesional II (Ver nota 2) | EP | 16 | 3 | 3 | 0 | 6 | 4 | Aplica según el banco | Aplica según el banco | Cuantitativa |
| | Electiva Profesional III (Ver nota 2) | EP | 16 | 4 | 3 | 0 | 6 | 4 | Aplica según el banco | Aplica según el banco | Cuantitativa |
| | Electiva Profesional IV (Ver nota 2) | EP | 16 | 3 | 3 | 0 | 3 | 3 | Aplica según el banco | Aplica según el banco | Cuantitativa |
| | Electiva Complementaria II (Ver nota 3) | EC | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | Aplica según el banco | Aplica según el banco | Cuantitativa |
| Total créditos académicos del semestre: | | | | | | | | 15 | Horas de trabajo por semana: | | 46 |

| SEMESTRE 10 | | | | | | | | | | | |
|---|--|------|------------------|----------------------------|-----------|---------------------|-----------------------|----------|------------------------------|-----------------------|--------------|
| Código | Nombre de la Materia | Área | Semanas Lectivas | Intensidad Horaria Semanal | | | | Créditos | CO, Pr y CR | H, V o C | Calificación |
| | | | | Acompañamiento Docente | | | Trabajo Independiente | | | | |
| | | | | Teóricas | Prácticas | Teórico - Prácticas | | | | | |
| | Electiva Complementaria III (Ver nota 3) | EP | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | Aplica según el banco | Aplica según el banco | Cuantitativa |
| | Electiva Práctica Académica (Ver nota 4) | FP | 16 | 2 | 0 | 0 | 34 | 12 | Aplica según el banco | Aplica según el banco | Cuantitativa |
| Total créditos académicos del semestre: | | | | | | | | 15 | Horas de trabajo por semana: | | 45 |

Resumen del total de créditos del plan de estudios del programa de Ingeniería Electrónica versión 5

| | Total créditos | Porcentaje |
|--|----------------|------------|
| Ciencias Básicas: | 32 | 18,3% |
| Básicas de Ingeniería: | 90 | 51,4% |
| Formación Complementaria (incluye inglés): | 11 | 6,3% |

| | | |
|---------------------------|----|-------|
| Electivas Profesionales | 21 | 12,0% |
| Electivas Complementarias | 9 | 5,1% |
| Práctica Profesional: | 12 | 6,9% |

TOTAL CRÉDITOS DEL PLAN DE ESTUDIO: 175

El estudiante debe aprobar como mínimo 6 (seis) créditos correspondientes al banco de materias ELECTIVAS TRANSVERSALES (Banco 9001), listadas a continuación.

| Banco de materias ELECTIVAS TRANSVERSALES (Banco 9001) | | | | | | | | | | | |
|--|---|------|------------------|----------------------------|-----------|---------------------|-----------------------|----------|---|----------|--------------|
| Código | Nombre de la Materia | Área | Semanas Lectivas | Intensidad Horaria Semanal | | | | Créditos | CO, Pr y CR | H, V o C | Calificación |
| | | | | Acompañamiento Docente | | | Trabajo Independiente | | | | |
| | | | | Teóricas | Prácticas | Teórico - Prácticas | | | | | |
| 2598011 | Programación Avanzada | EP | 16 | 3 | 3 | 0 | 3 | 3 | 2598521 (PR), 124 (CR) | NO | Cuantitativa |
| 2599007 | Fundamentos de Inteligencia Computacional | EP | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 2598563 (PR) | (H) (V) | Cuantitativa |
| 2599464 | Materiales en Ingeniería | EP | 16 | 4 | 3 | 0 | 6 | 4 | 2598551 (PR) | NO | Cuantitativa |
| 2599441 | Referenciación Geográfica | EP | 16 | 0 | 2 | 0 | 2 | 1 | 2598522 (PR), 71 (CR) | NO | Cuantitativa |
| 2599474 | Técnicas de Optimización | EP | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 2555221 (PR), 2555331 (PR), 2599431 (PR), 88 (CR) | (H) (V) | Cuantitativa |
| 2599014 | Desarrollo de Aplicaciones Web | EP | 16 | 0 | 0 | 4 | 5 | 3 | 2598521 (PR), 71 (CR) | NO | Cuantitativa |
| 2599009 | Programación de Dispositivos Móviles | EP | 16 | 0 | 0 | 6 | 6 | 4 | 2598521 (PR), 71 (CR) | NO | Cuantitativa |

El plan de estudios contempla tres bancos de materias Electivas Profesionales, a saber:

- (1) ELECTIVAS PROFESIONALES TELECOMUNICACIONES (Banco 9002)
- (2) ELECTIVAS PROFESIONALES SISTEMAS DIGITALES (Banco 9003)
- (3) ELECTIVAS PROFESIONALES AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL (Banco 9004)

El estudiante debe aprobar como mínimo 15 (quince) créditos correspondientes a los bancos de materias electivas profesionales, de los cuales, como mínimo 11 (once) créditos deben corresponder a un mismo banco o área.

Las asignaturas que conforman cada una de las líneas de énfasis son las siguientes:

| Banco de materias ELECTIVAS PROFESIONALES TELECOMUNICACIONES (Banco 9002) | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------|------|------------------|----------------------------|-----------|---------------------|-----------------------|----------|-----------------------|----------|--------------|
| Código | Nombre de la Materia | Área | Semanas Lectivas | Intensidad Horaria Semanal | | | | Créditos | CO, Pr y CR | H, V o C | Calificación |
| | | | | Acompañamiento Docente | | | Trabajo Independiente | | | | |
| | | | | Teóricas | Prácticas | Teórico - Prácticas | | | | | |
| 2598021 | Circuitos de Radio Frecuencia | EP | 16 | 3 | 3 | 0 | 3 | 3 | 2598572 (PR), 2598552 | NO | Cuantitativa |

| | | | | | | | | | | | |
|---------|-----------------------------------|----|----|---|---|---|---|---|----------------------------|---------|--------------|
| | | | | | | | | | (PR) | | |
| 2599473 | Transmisión por Medios Confinados | EP | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 2598554 (PR) | (H) (V) | Cuantitativa |
| 2599483 | Radiotransmisión | EP | 16 | 3 | 3 | 0 | 3 | 3 | 2599441 (PR), 2599473 (PR) | NO | Cuantitativa |
| 2599472 | Redes de Computadores II | EP | 16 | 2 | 4 | 0 | 3 | 3 | 2599462 (PR) | NO | Cuantitativa |
| 2599001 | Redes de Computadores III | EP | 16 | 3 | 3 | 0 | 3 | 3 | 2599472 (PR) | NO | Cuantitativa |
| 2599002 | Servicios Telemáticos | EP | 16 | 3 | 3 | 0 | 3 | 3 | 2599462 (PR) | NO | Cuantitativa |
| 2599003 | Seguridad de la Información | EP | 16 | 3 | 3 | 0 | 3 | 3 | 2599002 (PR) | NO | Cuantitativa |
| 2599013 | Fundamentos de Radar | EP | 16 | 2 | 2 | 0 | 5 | 3 | 2599462 (PR) | NO | Cuantitativa |

Banco de materias ELECTIVAS PROFESIONALES SISTEMAS DIGITALES (Banco 9003)

| Código | Nombre de la Materia | Área | Semanas Lectivas | Intensidad Horaria Semanal | | | | Créditos | CO, Pr y CR | H, V o C | Calificación |
|---------|---|------|------------------|----------------------------|-----------|---------------------|-----------------------|----------|--|----------|--------------|
| | | | | Acompañamiento Docente | | | Trabajo Independiente | | | | |
| | | | | Teóricas | Prácticas | Teórico - Prácticas | | | | | |
| 2598031 | Arquitecturas Avanzadas de Computadores | EP | 16 | 2 | 2 | 0 | 5 | 3 | 2598562 (PR) | NO | Cuantitativa |
| 2598032 | Diseño de Sistemas Digitales Complejos | EP | 16 | 3 | 3 | 0 | 4 | 3 | 2598571 (PR) | NO | Cuantitativa |
| 2598033 | Sistemas Embebidos Avanzados | EP | 16 | 4 | 3 | 0 | 3 | 3 | 2598571 (PR) | NO | Cuantitativa |
| 2598034 | Procesamiento Digital de Imágenes | EP | 16 | 3 | 3 | 0 | 3 | 3 | 2599461 (PR), 2598544 (PR), 2598521 (PR) | NO | Cuantitativa |
| 2598035 | Procesamiento Digital de Imágenes II | EP | 16 | 3 | 3 | 0 | 3 | 3 | 2598034 (PR) | NO | Cuantitativa |
| 2598036 | Sistemas en Tiempo Real | EP | 16 | 2 | 2 | 0 | 5 | 3 | 2598571 (PR) | NO | Cuantitativa |
| 2598037 | Computación Cuántica | EP | 16 | | | | | | | | |

Banco de materias ELECTIVAS PROFESIONALES AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL (Banco 9004)

| Código | Nombre de la Materia | Área | Semanas Lectivas | Intensidad Horaria Semanal | | | | Créditos | CO, Pr y CR | H, V o C | Calificación |
|---------|------------------------------|------|------------------|----------------------------|-----------|---------------------|-----------------------|----------|----------------------------|----------|--------------|
| | | | | Acompañamiento Docente | | | Trabajo Independiente | | | | |
| | | | | Teóricas | Prácticas | Teórico - Prácticas | | | | | |
| 2598041 | Sistemas de Control Discreto | EP | 16 | 4 | 3 | 0 | 6 | 4 | 2598563 (PR) | NO | Cuantitativa |
| 2598042 | Instrumentación Industrial | EP | 16 | 4 | 3 | 0 | 6 | 4 | 2598561 (PR) | NO | Cuantitativa |
| 2598043 | Automatización con PLC | EP | 16 | 4 | 3 | 0 | 6 | 4 | 2598573 (PR), 2598563 (PR) | NO | Cuantitativa |
| 2598044 | Electrónica | EP | 16 | 4 | 3 | 0 | 6 | 4 | 2598581 | NO | Cuantitativa |

| | | | | | | | | | | | |
|---------|-----------------------------|----|----|---|---|---|---|---|--------------|----|--------------|
| 4 | Industrial | | | | | | | | (PR) | | |
| 2598045 | Comunicaciones Industriales | EP | 16 | 3 | 2 | 0 | 6 | 3 | 2598043 (PR) | NO | Cuantitativa |
| 2598046 | Robótica Industrial | EP | 16 | 4 | 2 | 0 | 3 | 3 | 2598563 (PR) | NO | Cuantitativa |

El estudiante debe aprobar como mínimo 9 (nueve) créditos correspondientes al banco de materias ELECTIVAS COMPLEMENTARIAS (Banco 9005), listadas a continuación.

| Banco de materias ELECTIVAS COMPLEMENTARIAS (Banco 9005) | | | | | | | | | | | |
|--|---|------|------------------|----------------------------|-----------|-------------------|-----------------------|----------|-----------------------|----------|--------------|
| Código | Nombre de la Materia | Área | Semanas Lectivas | Intensidad Horaria Semanal | | | Trabajo Independiente | Créditos | CO, Pr y CR | H, V o C | Calificación |
| | | | | Acompañamiento Docente | | | | | | | |
| | | | | Teóricas | Prácticas | Teórico-Prácticas | | | | | |
| 2566329 | Autocuidado, salud pública, seguridad industrial y atención de emergencias | EC | 16 | 0 | 0 | 4 | 5 | 3 | 60 (CR) | NO | Cuantitativa |
| 2566330 | Creatividad para emprender | EC | 16 | 0 | 0 | 4 | 5 | 3 | 60 (CR) | NO | Cuantitativa |
| 2566341 | Emprendimiento | EC | 16 | 0 | 0 | 4 | 5 | 3 | 80 (CR) | NO | Cuantitativa |
| 2566342 | Plan de Negocios | EC | 16 | 0 | 0 | 4 | 5 | 3 | 120 (CR) | NO | Cuantitativa |
| 2566331 | Economía social y desarrollo humano | EC | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 60 (CR) | (H) | Cuantitativa |
| 2566332 | Geopolítica mundial (Español) | EC | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 60 (CR) | (H) | Cuantitativa |
| 2566333 | Geopolítica mundial (Inglés) | EC | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 2538601 (PR), 60 (CR) | (H) | Cuantitativa |
| 2566334 | Geografía e historia de Medellín | EC | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 60 (CR) | (H) | Cuantitativa |
| 2566335 | Responsabilidad ambiental (Inglés) | EC | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 2538601 (PR), 60 (CR) | (H) | Cuantitativa |
| 2566111 | La ingeniería en la literatura y el cine | EC | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 60 (CR) | (H) | Cuantitativa |
| 2566112 | Aficiones, afecciones y adicciones del sujeto contemporáneo y el vínculo social | EC | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 60 (CR) | (H) | Cuantitativa |
| 2566113 | Habilidades sociales y herramientas comunicativas | EC | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 60 (CR) | (H) | Cuantitativa |
| 2566114 | Responsabilización del sujeto en la construcción social y política | EC | 16 | 0 | 0 | 4 | 5 | 3 | 60 (CR) | (H) | Cuantitativa |
| 2566115 | Genius of the Industry (History of the Great Inventions) | EC | 16 | 0 | 0 | 4 | 5 | 3 | 2538601 (PR), 60 (CR) | (H) | Cuantitativa |
| 2566116 | El siglo XX en Estados Unidos a través del cuento (Inglés) | EC | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 2538601 (PR), 60 (CR) | (H) | Cuantitativa |
| 2566104 | La Escultura Contemporánea en la Ingeniería | EC | 16 | 2 | 0 | 0 | 5 | 2 | 60 (CR) | (H) (V) | Cuantitativa |
| 2566328 | Historia de la Ingeniería en Colombia. De la época prehispánica a la actualidad | EC | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 60 (CR) | (H) (V) | Cuantitativa |

| | | | | | | | | | | | |
|---------|--|----|----|---|---|---|---|---|----------|---------|--------------|
| 2566250 | Ciencia y técnica. Modernidad y revoluciones industriales. | EC | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 60 (CR) | (H) (V) | Cuantitativa |
| 2566312 | Historia de la Industrialización en Colombia | EC | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 60 (CR) | (H) (V) | Cuantitativa |
| 2566201 | Historia de la modernización en Colombia | EC | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 60 (CR) | (H) (V) | Cuantitativa |
| 2566105 | Vida, hombre y sociedad en la formación de ingenieros | EC | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 60 (CR) | (H) | Cuantitativa |
| 2566106 | Rotación Deportiva | EC | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 60 (CR) | NO | Cuantitativa |
| 2566101 | La Ingeniería en Colombia: una perspectiva histórica | EC | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 60 (CR) | (H) (V) | Cuantitativa |
| 2566102 | Música Experimental y Digital | EC | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 60 (CR) | NO | Cuantitativa |
| 2566103 | Actividades Atléticas y Formación Deportiva | EC | 16 | 2 | 2 | 0 | 5 | 3 | 60 (CR) | NO | Cuantitativa |
| 2566336 | Artes escénicas y capacidades expresivas | EC | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 60 (CR) | NO | Cuantitativa |
| 2566337 | Filósofos Presocráticos | EC | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 60 (CR) | (H) (V) | Cuantitativa |
| 2566338 | La danza del cuerpo: ritmos populares latinos | EC | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 60 (CR) | NO | Cuantitativa |
| 2566339 | Leonardo da Vinci | EC | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 60 (CR) | NO | Cuantitativa |
| 2566340 | Pedagogía para ingenieros | EC | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 60 (CR) | NO | Cuantitativa |
| 2598934 | Tópicos Especiales de Innovación | EC | 16 | 0 | 0 | 4 | 5 | 3 | 100 (CR) | NO | Cuantitativa |
| 2566343 | Sociohumanística I | EC | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 60 (CR) | (H) (V) | Cuantitativa |
| 2566344 | Sociohumanística II | EC | 16 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 60 (CR) | (H) (V) | Cuantitativa |

Práctica Académica. El estudiante del programa de Ingeniería Electrónica debe realizar la ELECTIVA PRÁCTICA ACADÉMICA (Banco 9006) en una de las siguientes modalidades, atendiendo la reglamentación vigente en la Facultad de Ingeniería para la Práctica Académica.

| Banco de materias ELECTIVAS PRÁCTICA ACADÉMICA (Banco 9006) * | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------|------|------------------|----------------------------|-----------|----------|---------------------|-----------------------|---------------------|-------------|--------------|--------------|
| Código | Nombre de la Materia | Área | Semanas Lectivas | Intensidad Horaria Semanal | | | | Trabajo Independiente | Créditos Académicos | CO, Pr y CR | H, V o C | Calificación |
| | | | | Acompañamiento Docente | | | Teórico - Prácticas | | | | | |
| | | | | Teóricas | Prácticas | Teóricas | | | | | | |
| 2598091 | Trabajo de Grado | FP | 16 | 2 | 0 | 0 | 34 | 12 | 140 (CR) | NO | Cuantitativa | |
| 2598092 | Semestre de Industria | FP | 16 | 1 | 0 | 0 | 35 | 12 | 140 (CR) | NO | Cuantitativa | |
| 2598093 | Proyecto de Investigación | FP | 16 | 2 | 0 | 0 | 34 | 12 | 140 (CR) | NO | Cuantitativa | |
| 2598094 | Empresarismo | FP | 16 | 2 | 0 | 0 | 34 | 12 | 140 (CR) | NO | Cuantitativa | |
| 2598095 | Práctica Social | FP | 16 | 2 | 0 | 0 | 34 | 12 | 140 (CR) | NO | Cuantitativa | |

El plan de transición, para los alumnos que realicen cambio de la versión 4 a la versión 5 del programa de Ingeniería Electrónica es el siguiente:

Para cursos obligatorios

| CURSADA EN VERSIÓN 4 | | | HOMOLOGADA EN VERSIÓN 5 | | |
|----------------------|--|----------|-------------------------|--|----------|
| CÓDIGO | MATERIA | CRÉDITOS | CÓDIGO | MATERIA | CRÉDITOS |
| 2555100 | Álgebra y Trigonometría | 4 | 2555101 | Álgebra y Trigonometría | 3 |
| 2555120 | Geometría Vectorial y Analítica | 4 | 2555121 | Geometría Vectorial y Analítica | 3 |
| 2555130 | Cálculo diferencial | 4 | 2555131 | Cálculo Diferencial | 3 |
| 2536100 | Descubriendo la Física | 4 | 2536101 | Descubriendo la Física | 3 |
| 2547100 | Informática I | 5 | 2598511 | Informática I | 4 |
| 2537100 | Vivamos la Universidad | 0 | 2537101 | Vivamos la Universidad | 1 |
| 2538100 | Inglés I | 0 | 2538101 | Inglés I | 1 |
| 2555220 | Álgebra Lineal | 4 | 2555221 | Álgebra Lineal | 3 |
| 2555230 | Cálculo Integral | 4 | 2555231 | Cálculo Integral | 3 |
| 2536200 | Física Mecánica | 4 | 2536201 | Física Mecánica | 3 |
| 2547200 | Informática II | 5 | 2598521 | Informática II | 4 |
| 2547205 | Introducción a la Ingeniería Electrónica | 2 | 2598522 | Introducción a la Ingeniería Electrónica | 1 |
| 2539100 | Lectoescritura | 4 | 2539101 | Lectoescritura | 3 |
| 2538200 | Inglés II | 0 | 2538201 | Inglés II | 1 |
| 2555330 | Cálculo Vectorial | 4 | 2555331 | Cálculo Vectorial | 3 |
| 2536300 | Física De Ondas | 4 | 2536302 | Física de Ondas | 3 |
| 2547300 | Ecuaciones Diferenciales | 4 | 2598531 | Ecuaciones Diferenciales | 3 |
| 2547305 | Circuitos Eléctricos I | 5 | 2598532 | Circuitos Eléctricos I | 4 |
| 2535330 | Probabilidad y Estadística | 4 | 2599431 | Probabilidad y Estadística | 3 |
| 2538300 | Inglés III | 0 | 2538301 | Inglés III | 1 |
| 2517350 | Formación Ciudadana y Constitucional | 0 | 2517362 | Formación Ciudadana y Constitucional | 1 |
| 2536310 | Física de Campos | 4 | 2536311 | Física de Campos | 3 |
| 2547400 | Matemáticas Especiales | 4 | 2598541 | Matemáticas Especiales | 3 |
| 2547405 | Circuitos Eléctricos II | 5 | 2598542 | Circuitos Eléctricos II | 4 |
| 2547410 | Matemáticas Discretas | 4 | 2598543 | Matemáticas Discretas | 3 |
| 2547500 | Métodos Numéricos | 4 | 2598544 | Métodos Numéricos | 3 |
| 2538400 | Inglés IV | 0 | 2538401 | Inglés IV | 1 |
| 2536502 | Laboratorio Integrado de Física | 2 | 2536502 | Laboratorio Integrado de Física | 2 |
| 2536510 | Física del Estado Sólido | 4 | 2598551 | Física del Estado Sólido | 3 |
| 2547505 | Electrónica Analógica I | 5 | 2598552 | Electrónica Analógica I | 4 |
| 2547510 | Electrónica Digital I | 5 | 2598553 | Electrónica Digital I | 4 |
| 2547515 | Electromagnetismo | 4 | 2598554 | Electromagnetismo | 3 |
| 2538500 | Inglés V | 0 | 2538501 | Inglés V | 1 |
| 2547605 | Electrónica Analógica II | 5 | 2598561 | Electrónica Analógica II | 4 |
| 2547610 | Electrónica Digital II | 5 | 2598562 | Electrónica Digital II | 4 |
| 2547620 | Sistemas de Control Continuo | 5 | 2598563 | Sistemas de Control Continuo | 4 |
| 2535630 | Tratamiento de Señales I | 5 | 2599461 | Tratamiento de Señales I | 4 |
| 2538600 | Inglés VI | 0 | 2538601 | Inglés VI | 1 |
| 2547710 | Electrónica Digital III | 5 | 2598571 | Electrónica Digital III | 4 |
| 2535731 | Tratamiento de Señales II | 5 | 2598572 | Tratamiento de Señales II | 4 |
| 2547720 | Acondicionamiento de Señales | 5 | 2598573 | Acondicionamiento de Señales | 4 |
| 2547725 | Máquinas Eléctricas | 5 | 2598574 | Máquinas Eléctricas | 4 |
| 2547810 | Procesamiento Digital de Señales | 5 | 2599475 | Procesamiento Digital de Señales | 4 |
| 2547820 | Electrónica de Potencia | 5 | 2598581 | Electrónica de Potencia | 4 |
| 2535635 | Redes de Computadores I | 4 | 2599462 | Redes de Computadores I | 3 |
| 2547099 | Seminario Ingeniería Electrónica | 0 | 2598591 | Seminario Ingeniería Electrónica | 1 |

Para cursos electivos

Los cursos realizados en la versión 4, en cada respectivo banco, se homologarán por sus equivalentes en la versión 5.

| CURSADA EN VERSIÓN 4 | | | HOMOLOGADA EN VERSIÓN 5 | | |
|----------------------|-------------------------------|----------|-------------------------|---|----------|
| CÓDIGO | MATERIA | CRÉDITOS | CÓDIGO | MATERIA | CRÉDITOS |
| 9001 | Electiva(s) Transversal(es) | 4 | 9001 | Electiva Transversal I (Ver nota 1) | 3 |
| 9001 | Electiva(s) Transversal(es) | 4 | 9001 | Electiva Transversal II (Ver nota 1) | 3 |
| 9002 9003 9004 | Electiva(s) Profesional(es) | 5 | 9002 9003 9004 | Electiva Profesional I (Ver nota 2) | 4 |
| 9002 9003 9004 | Electiva(s) Profesional(es) | 5 | 9002 9003 9004 | Electiva Profesional II (Ver nota 2) | 4 |
| 9002 9003 9004 | Electiva(s) Profesional(es) | 5 | 9002 9003 9004 | Electiva Profesional III (Ver nota 2) | 4 |
| 9002 9003 9004 | Electiva(s) Profesional(es) | 5 | 9002 9003 9004 | Electiva Profesional IV (Ver nota 2) | 3 |
| 9005 | Electiva(s) Complementaria(s) | 4 | 9005 | Electiva Complementaria I (Ver nota 3) | 3 |
| 9005 | Electiva(s) Complementaria(s) | 4 | 9005 | Electiva Complementaria II (Ver nota 3) | 3 |
| 9005 | Electiva(s) Complementaria(s) | 4 | 9005 | Electiva Complementaria III (Ver nota 3) | 3 |
| 9006 | Electiva Práctica Académica | 0 | 9006 | Electiva Práctica Académica (Ver nota 4) | 12 |

| Número y nombre de cada banco de electivas Versión 4 | Número y nombre de cada banco de electivas Versión 5 |
|---|---|
| 9001: Electivas Transversales | 9001: Electivas Transversales |
| 9002: Electivas Profesionales Telecomunicaciones | 9002: Electivas Profesionales Telecomunicaciones |
| 9003: Electivas Profesionales Sistemas Digitales | 9003: Electivas Profesionales Sistemas Digitales |
| 9004: Electivas Profesionales Automatización y Control | 9004: Electivas Profesionales Automatización y Control |
| 9005: Electivas complementarias | 9005: Electivas complementarias |
| 9006: Práctica académica | 9006: Práctica académica |

Aquellas materias de la versión 4 del programa, que no aparecen relacionadas en el plan de transición deben ser estudiadas por el coordinador del programa, o a quien este delegue, para su respectiva homologación en la versión 5.

4.1.3. Estrategias para el desarrollo de los principios curriculares

Las estrategias de formación integral, interdisciplinariedad, flexibilidad, integralidad, inclusión, e internacionalización, del programa están plasmadas en el plan de estudios y el documento rector de la facultad. Estos aspectos son promovidos por la facultad directamente.

El número de estudiantes por curso tiene que garantizar una adecuada atención a los estudiantes. Para determinarlo, se tiene en cuenta las características de este:

- Si es teórico o teórico práctico
 - En caso de ser teórico práctico, el número de grupos de laboratorio
- Tamaño de las aulas
- Recomendaciones del profesor encargado del curso
- Existencia de monitores
- También se tiene en cuenta la deserción promedio de los estudiantes

Por lo tanto, no hay una fórmula para definirlo

4.1.4. Flexibilidad del Currículo

Actualmente de acuerdo al pensum del Programa, el estudiante de Ingeniería Electrónica debe cursar 40 créditos electivos distribuidos en tres líneas de profesionalización (automatización y control, sistemas digitales y telecomunicaciones), además de un banco de electivas transversales y otro banco de electivas complementarias (formación integral). El número total de cursos electivos disponible actualmente es de 25. Los estudiantes del Programa podrán solicitar uno o dos cursos (hasta 8 créditos) que no figuren en el programa en el cual aparece matriculado. Como se mencionó anteriormente, la nueva versión del pensum ofrece un banco de electivas complementarias, en el cual el estudiante puede escoger cursos que contribuyan a su formación integral adquiriendo conocimientos en áreas como música, deportes, historia, empresarismo y gestión. El estudiante puede diseñar su propio plan de formación electivo según sus intereses, para ello cada estudiante tiene asignado un profesor tutor (docente de tiempo completo del Programa) quien lo puede asesorar en la escogencia de electivas.

4.1.5. Carácter Interdisciplinario del Plan de Estudios

La interdisciplinariedad del Programa se fundamenta en la naturaleza propia del área de la electrónica, en tanto que se dedica al desarrollo de tecnologías para resolver problemas de otras áreas, requiriendo la interacción con otros profesionales. En los primeros semestres, los estudiantes están inmersos en un ambiente altamente interdisciplinario ya que la mayoría de los cursos son vistos con estudiantes de los otros 11 programas de ingeniería. En estos cursos pueden ver el aporte que las ciencias básicas hacen a cada una de las ramas de la ingeniería.

Luego, especialmente en los cursos electivos profesionales los docentes abren espacios (con un porcentaje de calificación) para resolver problemas donde se involucren conocimientos interdisciplinarios. Este trabajo se ve fortalecido en los grupos de investigación, donde se vinculan estudiantes en proyectos de innovación para resolver problemas de la industria o de la ciencia. En la actualidad, es de destacar la interacción que se está dando entre docentes y estudiantes del programa con investigadores del área de las ciencias de la vida (medicina, biología, microbiología, etc). Esto se está reflejando en proyectos de investigación conjuntos, también con la participación de estudiantes del programa de Ingeniería Electrónica.

Las diferentes modalidades de práctica académica, normalmente involucran al estudiante en proyectos en los que se debe enfrentar a problemas interdisciplinarios que lo acercan a la realidad del trabajo en ingeniería.

Finalmente, el banco de electivas complementarias del pensum actual posee cursos en áreas exclusivamente interdisciplinarias: música, expresión, escultura, empresarismo, etc. Y en el Nivel 10, se cuenta con un curso llamado Seminario que se basa en la realización de proyectos de integración.

4.1.6. Posibilidades de Doble Titulación y Movilidad Académica

En relación al tema de movilidad, el Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad de Antioquia se ha centrado en ofrecer las opciones de doble titulación y de cursar materias en otras universidades del exterior, por ejemplo con el Politécnico de Turín. Los convenios los maneja el PROGRAMA DE INTERNACIONALIZACIÓN - FACULTAD DE INGENIERÍA.

La Facultad también forma parte del convenio nacional SIGUEME, que permite a los estudiantes del Programa cursar materias en otras universidades pertenecientes a dicho convenio.

Finalmente, la Facultad de Ingeniería ha definido un "tronco común" para los doce Programas de ingeniería existentes, lo cual permitirá que en un futuro cercano se reglamentan las opciones de doble titulación internas (Acuerdo de Facultad 143 de 2008), como ya lo ha hecho la Escuela Ambiental de nuestra facultad.

4.1.7. Competencias en un segundo idioma

Con el fin de satisfacer la necesidad actual de saber el idioma inglés, en 2009 se incluyeron en el pensum académico 6 niveles de inglés, que en todo caso pueden ser reemplazados por un examen de certificación en el idioma inglés. Estos cursos contribuirán a que los egresados del programa puedan posicionarse mejor en las empresas o en sus estancias en el exterior ya sea por motivos de estudio o de trabajo.

Además de lo anterior, para fomentar los intercambios y apoyar a los estudiantes próximos a participar de la doble titulación, el programa de Internacionalización de la Facultad de Ingeniería cuenta con un programa de idiomas donde se ofrecen cursos y clubes de conversación gratuitos de francés, portugués, italiano y alemán. Finalmente, el programa Multilingua de la Universidad ofrece cursos regulares de varios idiomas que pueden complementar los ofrecidos por la Facultad de Ingeniería.

4.1.8. Prácticas y Pasantías

Las prácticas académicas en sus cinco modalidades están amparadas bajo el Acuerdo de Consejo de Facultad N° 685 del 28 de septiembre de 2016 y es este acuerdo el que determina los lineamientos para su realización. Es una actividad de formación que realizan los estudiantes como requisito obligatorio de grado e implica la ejecución de un proyecto de ingeniería específico del programa académico, y puede ser realizada bajo alguna de las siguientes modalidades:

- a. Práctica empresarial o Semestre de industria: Es la experiencia laboral dirigida que realiza un estudiante en una empresa o entidad del país o del extranjero.
- b. Práctica Social: Es la participación del estudiante en un proyecto de ingeniería adelantado por entidades con o sin ánimo de lucro, su objetivo es impulsar el desarrollo social y económico de los sectores menos favorecidos de la población.
- c. Trabajo de grado: Es la formulación y el desarrollo de un proyecto en el cual se apliquen conocimientos en circunstancias específicas para resolver una necesidad tecnológica o científica.
- d. Proyecto de investigación: Es la participación del estudiante en un proyecto inscrito en el Sistema de Investigación Universitario por un grupo de investigación de la Universidad de Antioquia u otra Universidad reconocida a nivel nacional o internacional.
- e. Empresarismo: Es la formulación de un proyecto empresarial, para el cual se elabora un plan de negocios encaminado a la creación de una empresa o a impulsar la transformación de una existente.

4.1.9. Articulación con la Investigación

En la actualidad, la investigación se encuentra articulada con los programas de pregrado en la Universidad

de Antioquia, desde varios enfoques y en varios momentos del transcurrir académico de un estudiante de pregrado por la Universidad. Así por ejemplo, desde el CODI⁴ se realizan convocatorias anuales de Jóvenes investigadores, los cuales son financiados para participar activamente en algún proyecto dentro de un grupo de investigación bajo la asesoría de un profesor tutor durante el tiempo de duración del contrato de cada joven investigador, tiempo que suele ser de seis meses, o un año, de acuerdo a los términos de referencia de la respectiva convocatoria. De manera semejante, periódicamente COLCIENCIAS realiza convocatorias de para financiar y apoyar la vinculación de estudiantes de pregrado a proyectos de investigación bajo la figura de Joven Investigador COLCIENCIAS.

Por su parte, los grupos de investigación adscritos al Departamento de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones⁵ suelen vincular estudiantes de pregrado a sus diferentes proyectos de investigación, de modo que dichos estudiantes son requeridos para apoyar en el desarrollo de tareas específicas de hardware o de software necesarias en tales trabajos investigativos.

Por otro lado, para culminar la carrera en Ingeniería Electrónica, cada estudiante de este programa tiene la posibilidad de realizar su Trabajo de Grado bajo la modalidad denominada Proyecto de Investigación, en la cual el estudiante de último semestre de la carrera realiza un trabajo con énfasis investigativo, bajo la asesoría de un profesor tutor adscrito a uno de los grupos de investigación vinculados al Departamento, siguiendo el método científico para la comprobación u obtención de resultados cuantitativos y/o cualitativos en las áreas de estudio de cada grupo de investigación. En este caso, la duración de cada Trabajo de Grado es de un semestre académico, prorrogable por otro semestre más en caso de ser necesario y apropiadamente justificado.

Además de las articulaciones con la investigación descritas hasta ahora, los estudiantes del programa de Ingeniería Electrónica de cualquier semestre académico tienen la posibilidad de participar en uno o más de los Semilleros de Investigación actualmente existentes en la Universidad de Antioquia y en la Facultad de Ingeniería⁶, en los cuales, los estudiantes partícipes estudian y colocan en práctica conceptos de Metodología de la Investigación mediante el desarrollo de pequeños proyectos, lectura y escritura de artículos científicos, así como su participación en eventos nacionales e internacionales realizados por las redes de semilleros reconocidas en el país y en la región.

No obstante, a pesar de estas diferentes maneras que actualmente existen para articular la investigación con el pregrado en Ingeniería Electrónica, el programa académico de esta carrera requiere aportar mayores elementos de formación en investigación necesarios para abrir eventualmente la posibilidad de un mayor número de ingenieros electrónicos que al egresar puedan y quieran aportar en el desarrollo científico en las múltiples áreas de estudio observadas en el programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad de Antioquia.

4.1.9. Estrategias materiales para el desarrollo de los principios curriculares

En el proceso formativo de los estudiantes del Programa de Ingeniería Electrónica, los docentes utilizan las siguientes herramientas y estrategias pedagógicas:

4 CODI: Comité para el Desarrollo de la Investigación de la Universidad de Antioquia.

5 A la fecha de la realización de este Documento Rector, los grupos de investigación adscritos al Departamento de Ingeniería Electrónica y de Telecomunicaciones son el grupo de Sistemas Embebidos e Inteligencia Computacional (SISTEMIC), el Grupo de Investigación en Telecomunicaciones Aplicadas (GITA), y el Grupo de Electrónica de Potencia, Automatización y Robótica (GEPAR).

6 Entre ellos, el Semillero de Investigación del grupo SISTEMIC.

- Clases magistrales, con la ayuda de medios audiovisuales, puesto que el 100 % de las aulas de la Facultad están dotadas de computador, videobeam y acceso a Internet.
- Actividades prácticas en los laboratorios de las asignaturas de ciencias básicas en Física y en los Laboratorios del programa de Ingeniería Electrónica: electrónica básica, electrónica digital, comunicaciones, automatización y control, electrónica de industrial, y la sala de telemática compartida con Ingeniería de Sistemas.
- Sesiones de trabajo en las tres salas de computadores, para las asignaturas que requieran este tipo de recursos informáticos.
- Asesorías a los estudiantes. Cada profesor de tiempo completo dispone de su oficina para atender sus estudiantes, además, existen salas, que pueden ser programadas para asesorías, dadas por profesores de cátedra.

El programa dispone de una oficina desde donde se coordinan las actividades docentes y administrativas del mismo.

Locaciones e infraestructura que posibilitan la ejecución del programa académico

Aulas de clase: los estudiantes del programa reciben la mayoría de sus cursos teóricos en salones ubicados en los bloques 19, 20 y 21. Cada aula dispone de un computador, un videobeam y conexión a Internet.

El programa dispone de los siguientes Laboratorios:

- Laboratorio de Física. Laboratorios de servicio, prestados por el Instituto de Física de la UdeA.
- Laboratorio de Básicos. Sirve a los programas EETTI.
- Laboratorio de Electrónica Digital.
- Laboratorio de Automatización y Control.
- Laboratorio de Electrónica Industrial.
- Laboratorio de Comunicaciones.

El programa dispone de los siguientes recursos bibliográficos:

- El Sistema de Bibliotecas de la Universidad, que agrupa 19 Bibliotecas integradas y coordinadas para facilitar el acceso a la información y al conocimiento, por medio de colecciones bibliográficas, recursos informativos y servicios bibliotecarios que apoyan los procesos de investigación, docencia, extensión y aprendizaje de la comunidad académica de la Universidad de Antioquia y de la sociedad local y regional. Los estudiantes y profesores tienen acceso a todos los recursos bibliográficos físicos y virtuales, además pueden solicitar material bibliográfico, y son informados permanentemente de las nuevas adquisiciones de la Biblioteca. Además, se cuenta con la posibilidad de préstamo inter-bibliotecario con diferentes bibliotecas del área metropolitana y se cuenta con convenios internacionales para intercambio de artículos. La Biblioteca también ofrece acceso a las bases de datos internacionales multidisciplinarias.
- Centro de Documentación de Ingeniería (Cendoi). El Centro de Documentación de Ingeniería "Fabio Ramírez Ocampo" –Cendoi– es una unidad de información especializada. Su labor documental consiste en la búsqueda, recuperación y obtención de información científica que apoye el desarrollo de la investigación en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia. El Centro de Documentación promueve y facilita el acceso a la información mediante la búsqueda, adquisición, organización y difusión de información especializada en las áreas de la ingeniería que se desarrollan en la Facultad, actuando según su filosofía y estatutos, en el marco de los principios generales de la Universidad de Antioquia.

Recursos informáticos: los estudiantes pueden acceder a las licencias de software, que se encuentran en las salas de cómputo de la Facultad, a través de los respectivos servidores y al instalado en las salas de laboratorio del Programa.

Plataformas de apoyo virtual. La Universidad fomenta el uso de Moodle como plataforma de apoyo virtual, para cursos presenciales. La principal ventaja, es que se dispone de una plataforma en la que cada curso tiene un espacio para:

- publicar material como diapositivas, videos, enlaces, entre otros.
- interactuar con los estudiantes, ya sea de manera asincrónica, con el uso de foros, o sincrónica, con chats y videoconferencia.
- hacer actividades tipo tarea, taller o examen.

4.1.10. Gestión del currículo

La gestión del currículo está regulada por el documento rector de la facultad (anexo 1). El comité carrera se encarga de impulsar los ajustes necesarios que sean planteados por profesores o por el propio comité.

5. Evaluación y autoevaluación

5.1. Los procesos de evaluación

5.1.1. Docentes

Los docentes son evaluados semestralmente por los estudiantes, y estas evaluaciones son usadas, junto a evaluaciones de los jefes de departamento para evaluar el desempeño de los docentes. Esta evaluación es gestionada por la facultad.

5.1.2. Gestión del programa y del plan de estudio

El comité de carrera está encargado de los procesos de evaluación del programa. Una de las principales responsabilidades de los profesores es evaluar el contenido de los cursos a su cargo y proponer ajustes al comité de carrera. Estos ajustes permanentes son debatidos en el comité de carrera y si es necesario se le proponen los cambios al consejo de facultad, que es el ente que aprueba los cambios.

5.1.3. Políticas y estrategias de seguimientos a egresados

El seguimiento a los egresados se ha centralizado, para todos los programas de Ingeniería, en el CESET de la facultad.

5.1.4. Bienestar Universitario

Todas las políticas de bienestar universitario, tanto de estudiantes como de profesores, está centralizado en la Dirección de Bienestar Universitario de la Universidad, la cual maneja políticas y programas de bienestar para toda la comunidad.

5.2 Los procesos de autoevaluación

Los procesos de autoevaluación del programa los lleva a cabo una comisión de profesores a partir de los lineamientos de la vicerrectoría de Docencia, para el caso de acreditación. Los procesos de autoevaluación permanente se hacen basado los lineamientos de la facultad, y que están descritos en el Documento Rector de la facultad (anexo 1).

6. Bibliografía

1. TERMAN, Frederick E. A Brief History of Electrical Engineering Education. Proceedings of the IEEE. Agosto 1998. Vol. 86, No 8. 1792-1800 p.
2. LEINER, Barry M. CERF, Vinton G. CLARK, David D. KAHN, Robert E. KLEINROCK, Leonard LYNCH, Daniel C. POSTEL, Jon ROBERTS, Larry G. y WOLFF, Stephen. Brief History of the Internet. SIGCOMM Comput. Commun. Octubre 2009. Vol 5. 22-31 p.
3. https://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_engineering
4. PERKINS, William R. Introduction to "A Brief History of Electrical Engineering Education". Proceedings of the IEEE. Agosto 1998. Vol. 86, No. 8.
5. HELEREA, Elena ILEA, Danut y MOASA, Beatrice. Transilvania University Brasov, Department of Electrical Engineering and Applied Physics On Adequacy of Electrical Engineering and Computers Curriculum to Current and Future Technological Challenges - A Case Study. 2016. IEEE International Power Electronics and Motion Control Conference (PEMC). 977 - 982 p.

7. ANEXOS

7.1 Documento Rector de la Facultad de Ingeniería.