

Plan de Estudios

Carrera de Ingeniería Eléctrica

Índice

Índice	1
1. Antecedentes y fundamentación	2
2. Generalidades	3
2.1. Objetivos generales de la formación de un ingeniero	3
2.2. Denominación del título y perfil del egresado	3
2.3. Duración de la carrera y requisitos de la titulación	6
3. Descripción de la organización curricular del Plan de Estudios	7
3.1. Conceptos generales de todas las carreras de ingeniería	7
3.2. Áreas de formación	8
3.3. Contenidos básicos de las áreas de formación	16
3.4. Créditos mínimos de la titulación	17
3.4.1. Exigencias generales	17
3.4.2. Exigencias específicas	17
4. Orientaciones pedagógicas	18
5. Organización de la Carrera	19
5.1. Comisión de carrera	19
5.2. Reglamentación del Plan de Estudios	19
6. Perfil de ingreso	19
Apéndice 1 – Consideraciones y ejemplos sobre la implementación del plan de estudios.	20
Perfil Telecomunicaciones	20
Perfil Sistemas Eléctricos de Potencia	21
Perfil Electrónica	22
Perfil Procesamiento de Señales y Aprendizaje Automático	23

1. Antecedentes y fundamentación

El presente Plan de Estudios refleja la necesidad de mantener una titulación de grado generalista en el área de ingeniería eléctrica y adecuarla al desarrollo actual de la ciencia y la tecnología de un área del conocimiento de muy importante crecimiento tanto en amplitud como en profundidad en los últimos años. Desde que se concibió el plan 97 de ingeniería eléctrica, el área en sus diversas disciplinas ha sufrido

cambios realmente significativos.

La formación de un ingeniero en esta área requiere una revisión de contenidos y áreas de formación, así como una redefinición de algunos de los contenidos mínimos por área de formación. Debe además incorporar nuevos conceptos académicos y adecuarse a los cambios reglamentarios. Estos últimos son los formulados en la *Ordenanza de estudios de grado y otros programas de formación terciaria* de la Universidad de la República (OG-UdelaR), aprobada en fecha 30/08/11 por el Consejo Directivo Central de la UdelaR.

En el desarrollo del presente plan de estudios se ha buscado especialmente que permita articular con carreras terciarias afines ya existentes en la Universidad de la República como el Tecnólogo en Telecomunicaciones, así como con otras carreras específicas dentro del área de ingeniería eléctrica tales como Ingeniería en Sistemas de Comunicación y la Licenciatura en Ingeniería de Medios. Se ha buscado también que esta nueva carrera articule con carreras de posgrado y especialización como la Maestría en Ingeniería Eléctrica y el Doctorado en Ingeniería Eléctrica, entre otras.

2. Generalidades

2.1. Objetivos generales de la formación de un ingeniero

El objetivo fundamental del presente Plan de Estudios es la formación de ingenieros dotados de preparación suficiente para insertarse en el medio profesional y capacitados para seguir aprendiendo, acompañando la evolución científica, tecnológica y social, y perfeccionándose para abordar actividades más especializadas y complejas. Ello implica apuntar a preparar ingenieros con una fuerte formación básica y básico-tecnológica. Por lo tanto se hace énfasis en una sólida formación analítica, que permita una comprensión profunda de los objetos de trabajo. También es necesario desarrollar la metodología para realizar medidas y diagnósticos en forma rigurosa, así como la capacidad de formulación de modelos, que permitan interpretar la realidad para actuar sobre ella. Lo anteriormente descrito unido a una buena capacidad de síntesis, buscarán crear en el egresado una actitud creadora e innovadora. Se considera parte de la formación profesional la comprensión de la función social de la profesión y la ética en el uso de los conocimientos y de los recursos naturales, incluyendo el trabajo.

Los egresados de este Plan de Estudios podrán desarrollar en forma autónoma tareas de ingeniería de proyecto, mantenimiento, producción o gestión de complejidad relativa, así como integrarse al trabajo en equipo para la realización de las mismas actividades en situaciones de mayor complejidad, tanto por sus características como por su escala.

Será en los estudios posteriores al grado, o a través de su propio trabajo, donde, sin perjuicio de evolucionar aún en su capacidad de análisis, los egresados fortalezcan el buen nivel ya adquirido en las capacidades de sintetizar y crear. Para apoyar a la superación profesional la Facultad ofrece a sus egresados instancias de actualización y de formación de posgrado académicas o profesionales.

2.2. Denominación del título y perfil del egresado

La ingeniería se entiende como el conjunto de conocimientos científicos, humanísticos y tecnológicos de base físico-matemática, que con la técnica y el arte analiza, crea y desarrolla sistemas y productos, procesos y obras físicas, mediante el empleo de la energía y materiales para proporcionar a la humanidad con eficiencia y sobre bases económicas, bienes y servicios que le den bienestar con seguridad y creciente calidad de vida, preservando el medio ambiente y respetando los derechos de los trabajadores.

El egresado del presente Plan de Estudios obtendrá el título de Ingeniero Eléctrico/Ingeniera Eléctrica.

El ingeniero eléctrico es un profesional con formación básica en los temas relacionados con las aplicaciones técnicas de los fenómenos electromagnéticos. En su formación, habrá tratado con mayor

profundidad alguna de las grandes áreas de la ingeniería eléctrica como, por ejemplo:

- Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica;
- Control, robótica, automatización de procesos y sistemas;
- Especificación, diseño, desarrollo e integración de sistemas electrónicos;
- Diseño, especificación, desarrollo y puesta en operación de sistemas de comunicación;
- Análisis, diseño y desarrollo de sistemas que realicen procesamiento de señales.

Esta profundización permite realizar durante los estudios actividades que se aproximan al ejercicio profesional.

La formación tiene una fuerte componente común y prepara al egresado para evolucionar dentro de su ejercicio profesional en cualquiera de dichas áreas. La especialización se logrará a través de estudios posteriores al grado y/o a través del ejercicio profesional en un área específica.

El ingeniero eléctrico emplea métodos de la ingeniería para resolver problemas del área de ingeniería eléctrica. Su formación, de naturaleza generalista, le permitirá reorientar su área de interés dentro de las disciplinas de ingeniería eléctrica e integrarse eficazmente a grupos de trabajo interdisciplinarios. Podrá operar y gestionar estructuras técnicas y organizativas complejas y ser un agente de cambio por sus aportes de creatividad, innovación y liderazgo, inserto en la sociedad.

En el ejercicio profesional el ingeniero eléctrico será capaz de realizar tareas de especificación teniendo en cuenta la normativa existente, diseño, desarrollo, operación, mantenimiento y aplicación en algún área de la ingeniería eléctrica como las mencionadas antes u otras.

El estudiante podrá fortalecer estas capacidades en áreas especializadas de actividad mediante la selección adecuada de unidades curriculares optativas y electivas. La Comisión de Carrera podrá sugerir conjuntos de unidades curriculares orientadas a definir perfiles específicos.

Se establecerán diferentes perfiles tipo para la carrera, pero además se mantiene abierta la posibilidad de que el estudiante arme su propio perfil con el asesoramiento y aprobación de la Comisión de Carrera.

Las siguientes son las competencias específicas del ingeniero eléctrico.

1. Conocer y comprender los principios básicos en los que se fundamenta la ingeniería eléctrica.
2. Poseer un conocimiento relevante de las ciencias básicas, en particular de matemática y física, que permita la comprensión, descripción y solución de problemas típicos de la ingeniería eléctrica.
3. Conocer las herramientas básicas para el diseño, análisis y desarrollo de los sistemas del área eléctrica.
4. Tener la capacidad de modelar sistemas físicos para su análisis, diseño y el desarrollo de herramientas que interactúen con los mismos.
5. Interpretar situaciones y hechos experimentales. Planificar, ejecutar y explicar experimentos en las distintas áreas de la ingeniería eléctrica, y saber informar sobre ello. Saber emplear la bibliografía científica y técnica y las fuentes de datos relevantes.
6. Tener la capacidad de emplear los conocimientos del perfil para establecer y resolver analítica y numéricamente una variedad de problemas típicos de la ingeniería eléctrica.
7. Tener habilidad para analizar, diseñar y desarrollar sistemas, productos, equipos e instalaciones del área de ingeniería eléctrica.
8. Operar sistemas y tecnología del área eléctrica teniendo en consideración su mantenimiento.
9. Tener asumidos los valores de responsabilidad y ética profesional. Ser capaz de comprender el impacto de los procedimientos de ingeniería en el contexto social.
10. Comprender el rol de la ingeniería eléctrica en la prevención y solución de problemas ambientales y

energéticos, de acuerdo con los principios del desarrollo sostenible. Ser capaz de prever las consecuencias ambientales de los proyectos y eliminar, mitigar o compensar sus impactos negativos.

11. Tener la capacidad de emplear los anteriores conocimientos y competencias para elaborar un proyecto de ingeniería eléctrica que contemple los aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales.

12. Tener conocimientos para abordar la gestión de recursos humanos, materiales y económicos.

13. Valorar de forma estructurada y sistemática los riesgos para la seguridad, la salud y la higiene, en un proceso existente o en fase de diseño, y aplicar las medidas pertinentes.

14. Tener presente la aplicación de la normativa, la legislación y las regulaciones pertinentes en cada situación.

Se describen a continuación las competencias transversales del ingeniero eléctrico.

1. Ser capaz de aprender por cuenta propia. Reconocer la necesidad del aprendizaje a lo largo de la vida y poseer una actitud activa para realizarlo.

2. Ser autónomo, dinámico y organizado, con capacidad analítica y de síntesis, con capacidad de análisis crítico y con capacidad de prospectiva.

3. Estar orientado a la consecución de resultados, con habilidad para la resolución de problemas con escasa información, con creatividad, iniciativa, capacidad de decisión y gestión de la información.

4. Estar al día de las innovaciones del propio campo profesional y entender e interpretar las tendencias de futuro.

5. Tener capacidad de innovar, tanto para dar respuesta a las nuevas circunstancias o a los nuevos sistemas organizativos.

6. Ser capaz de comunicarse eficazmente en forma oral y escrita.

7. Ser capaz de trabajar en equipo y en red en diferentes roles y de adaptarse a equipos multidisciplinares.

8. Tener un razonable conocimiento en el uso del inglés técnico.

2.3. Duración de la carrera y requisitos de la titulación

La unidad básica de medida de avance y finalización de la carrera es el crédito. Se define el crédito como la unidad de medida del tiempo de trabajo académico que dedica el estudiante para alcanzar los objetivos de formación de cada una de las unidades curriculares que componen el Plan de Estudios, teniendo la formación previa necesaria. Se emplea un valor del crédito de 15 horas de trabajo estudiantil (según la OG-UdelaR), que comprende las horas de clase o actividad equivalente, y las de estudio personal.

El mínimo exigido en el Plan de Estudios es 450 créditos. El plan se estructura mediante actividades que se desarrollan en 5 años. Se prevé un avance de 90 créditos por año en promedio, considerando que el estudiante tiene una dedicación al estudio no menor a 40/45 horas semanales.

En la Sección 3.2. se caracterizan las grandes áreas temáticas en las que se clasifican las actividades curriculares de los estudios de la Carrera de Ingeniería Eléctrica. Se define además el mínimo de créditos que se exige en cada una de estas áreas.

Los currículos serán aprobados por la Comisión de Carrera (ver Sección 5.1.).

Las condiciones académicas que debe cumplir un estudiante para recibir el título son:

- tener un currículo aprobado por la Comisión de Carrera;
- cumplir los mínimos por áreas de formación y sus agrupamientos, según se establece en la tabla

expresada en la Sección 3.4.2.;

- reunir al menos 450 créditos.

3. Descripción de la organización curricular del Plan de Estudios

3.1. Conceptos generales de todas las carreras de ingeniería

- I. Los cursos tienen normalmente una duración semestral. Puede haber cursos anuales cuando la unidad temática haga inconveniente la división en módulos más breves o haya otros motivos fundados.
- II. El Plan de Estudios se organiza en áreas de formación, entendidas cada una de ellas como conjunto de conocimientos que por su afinidad conceptual y metodológica, conforman una porción claramente identificable de los contenidos del Plan de Estudios de la Carrera. Pueden identificarse con áreas de conocimientos disciplinarios, áreas temáticas, experiencias de formación, etc. Las actividades integradoras, tales como proyectos o pasantías, son áreas de formación que introducen al estudiante en las tareas que se desarrollarán en la actividad profesional. Asimismo, permiten integrar los conocimientos adquiridos y contribuyen a la adquisición de habilidades específicas. En toda área de formación existen contenidos a incorporar y habilidades o actitudes a adquirir. En cada área se buscará identificar ambas componentes. Las áreas de formación podrán clasificarse en grupos.
- III. Las áreas de formación comprenden diferentes unidades curriculares optativas y electivas, entendiendo por las mismas los cursos, seminarios, talleres, pasantías, que componen el Plan de Estudios.
- IV. El Consejo aprobará oportunamente las unidades curriculares a desarrollar, a propuesta de los órganos correspondientes y con el asesoramiento de las Comisiones de Carrera.
- V. El Consejo podrá revisar, cuando lo considere necesario, el número de créditos adjudicado a una unidad curricular. Esta revisión no podrá implicar la pérdida de créditos ya obtenidos.
- VI. En la Sección 3.2. y siguientes se especifican las áreas de formación que componen el presente Plan de Estudios, así como el número mínimo de créditos que deberá obtenerse en cada una de ellas y en sus diferentes agrupamientos.
- VII. Las unidades curriculares referidas en 3.1 III son elegidas por el estudiante, cumpliendo con los mínimos requeridos para cada área de formación y para cada grupo, de modo de constituir un conjunto que posea una profundidad y coherencia adecuadas. Esto se asegura mediante la aprobación del currículo correspondiente según la reglamentación que se menciona en la Sección 5.2.
- VIII. Las unidades curriculares pueden elegirse entre los cursos que dicten la Facultad de Ingeniería u otros órganos de la Universidad recomendados en la OG-UdelaR, o entre los ofrecidos por otras instituciones de enseñanza, que sean aceptados por los mecanismos que la reglamentación disponga.
- IX. Los currículos son itinerarios de formación previstos en el diseño curricular que cumplen con la finalidad de brindar grados de autonomía a los estudiantes de acuerdo a sus intereses y necesidades de formación, que resultan pertinentes para el campo disciplinario y profesional. Para facilitar esta elección se proporciona al estudiante ejemplos de implementación. Asimismo se indicará, por los mecanismos que la reglamentación determine, cuáles de las unidades

curriculares ofrecidas resultan fundamentales para la conformación del currículo.

- X. El currículo debe comprender unidades curriculares no tecnológicas complementarias que introduzcan al estudiante en otros aspectos de la realidad.

Las actividades integradoras incluyen:

- a) proyectos en los que el estudiante sintetiza conocimientos y ejercita su creatividad; algunas de estas actividades y siempre que sea posible se ubican lo más tempranamente dentro del currículo. Habrá un proyecto de fin de carrera o alternativa equivalente que buscará impulsar la capacidad de ejercer la profesión;
- b) pasantías, consistentes en actividades con interés desde el punto de vista científico o tecnológico, sin pretender originalidad, cuya intensidad, duración y modalidad serán reglamentadas. Las pasantías brindan a los estudiantes una experiencia de trabajo profesional;
- c) trabajos monográficos o constructivos, que sin tener la dimensión de un proyecto, desarrollen la capacidad de trabajo personal y de integración de temas de varias unidades curriculares;
- d) actividades de extensión.

3.2. Áreas de formación

La carrera está formada por grupos de áreas de formación:

- Áreas de formación básica;
- Áreas de formación básico-tecnológica;
- Áreas de formación tecnológica;
- Áreas de formación complementaria.

3.3. Contenidos básicos de las áreas de formación

A continuación se enumeran las áreas de formación correspondientes al Plan de Estudios de Ingeniería Eléctrica, indicándose en cada caso ejemplos de los temas que comprenden.

Grupo de áreas de formación básica de ingeniería

Matemática

La matemática cumple en la formación del ingeniero diversas funciones. Introduce al estudiante desde los comienzos de su carrera en el razonamiento abstracto y desarrolla metodologías de trabajo esenciales para su formación. Aporta las herramientas necesarias para el estudio de las distintas ramas de la ingeniería, con énfasis en distintos temas según la orientación. En la carrera de Ingeniería Eléctrica esto es particularmente importante, por lo que los contenidos correspondientes se continuarán desarrollando más allá de los primeros años de la carrera.

Los siguientes temas pertenecen al área de formación:

- Álgebra lineal.
- Cálculo diferencial e integral en una y varias variables.
- Ecuaciones diferenciales.
- Probabilidad y estadística.
- Transformadas integrales.
- Funciones de variable compleja.
- Cálculo numérico.

- Optimización

Física

La resolución de los problemas de ingeniería implica, a menudo, la elaboración de modelos para estudiar los cambios en los diversos parámetros y variables que permitan obtener el resultado deseado. Los cursos de Física tienen el objetivo de desarrollar la intuición sobre los fenómenos físicos y la capacidad de modelizar la realidad tanto cualitativa como cuantitativamente. Tienen por objetivo, además, desarrollar la capacidad de realizar experimentos y validar los modelos usados.

Algunos de estos cursos proveen además los conocimientos básicos de electromagnetismo sobre los que se basa la mayor parte de las técnicas de la Ingeniería Eléctrica.

Los siguientes temas pertenecen al área de formación:

- Magnitudes y propagación de errores.
- Cinemática y dinámica.
- Estática y dinámica de partículas.
- Vibraciones y ondas.
- Electrostática y magnetostática.
- Termodinámica.
- Mecánica Newtoniana.
- Ecuaciones de Maxwell y ondas electromagnéticas.
- Óptica.
- Física de los dispositivos semiconductores.
- Física Moderna.
- Física Cuántica.

Otras Ciencias básicas

Además de las ciencias básicas anteriores, dependiendo de su perfil, el ingeniero eléctrico puede requerir formación básica en otras áreas como, en forma no exhaustiva:

- Química.
- Biología.
- Neurociencia.

Grupo de áreas de formación básico-tecnológica

Fundamentos de Ingeniería Eléctrica

Esta área de formación comprende algunos temas básicos para todas las ramas de la Ingeniería Eléctrica. El objetivo de esta área es brindar las herramientas conceptuales y analíticas para el estudio de los sistemas lineales, continuos y discretos, la teoría de circuitos y sistemas realimentados. Comprende además las técnicas básicas de medidas eléctricas.

Los siguientes temas pertenecen al área de formación:

- Teoría de circuitos.
- Realimentación y estabilidad.
- Análisis de Fourier de señales en tiempo continuo y discreto.
- Muestreo y procesamiento digital.
- Señales y sistemas.

- Introducción a las medidas eléctricas.

Fundamentos de Sistemas Digitales

Esta área de formación estudia los fundamentos de los sistemas de procesamiento de información digital con una visión centrada en la estructura lógica y la arquitectura.

Los siguientes temas pertenecen al área de formación:

- Fundamentos del análisis, y síntesis de circuitos combinatorios y secuenciales.

Fundamentos de Electrónica

En esta área de formación se estudia la operación de dispositivos semiconductores y sus aplicaciones a circuitos analógicos y digitales. Su objetivo general es transmitir los principios de los dispositivos semiconductores que permiten su aplicación a la realización de sistemas electrónicos analógicos y digitales, así como las características de los circuitos elementales sobre los que se apoya la operación de estos sistemas.

Los siguientes temas pertenecen al área de formación:

- Modelos de los dispositivos electrónicos elementales: diodo, transistor
- Aplicación de estos dispositivos a funciones analógicas y digitales
- Amplificadores operacionales.

Fundamentos de Comunicación y Señales

Esta área de formación estudia los principios básicos de las comunicaciones, de la detección de señales, su filtrado, las herramientas de decisión sobre las señales recibidas o a transmitir. También en esta área se estudia el modelado del ruido y su impacto en los diferentes sistemas y aplicaciones de la ingeniería eléctrica.

Los siguientes temas pertenecen al área de formación:

- Fundamentos de los sistemas de comunicación.
- Modelado y procesamiento del ruido.

Fundamentos de Convertidores Electromagnéticos de Energía

Esta área de formación comprende el estudio de los dispositivos de potencia, ya sea rotativos (motores y generadores eléctricos) o estáticos (transformadores).

Su objetivo es brindar un conocimiento de los distintos tipos de convertidores electromagnéticos de energía, analizando su comportamiento en régimen permanente y en algunos transitorios. Se estudiarán modelos que permitan representarlos y se analizarán las diferentes aplicaciones.

En esta área de formación se estudiarán los fundamentos de los convertidores electromagnéticos de energía que son relevantes para todas las áreas de la ingeniería eléctrica.

Los siguientes temas pertenecen al área de formación:

- Fundamentos de máquinas eléctricas rotativas.
- Fundamentos sobre Transformadores.

Fundamentos de Computación

Esta área de formación comprende un conjunto de herramientas que son de uso común en muchas áreas

de la ingeniería eléctrica. La programación de aplicaciones, el desarrollo de algoritmos, la consulta de bases de datos y los sistemas operativos por ejemplo, se encuentran habitualmente en los sistemas de información con los que debe interactuar un ingeniero eléctrico en su trabajo profesional. Si bien en muchos casos no será el ingeniero quien diseñe los sistemas informáticos que se requieran en su ámbito profesional, es necesario que él conozca estas herramientas para poder interactuar con profesionales de otras áreas o resolver problemas concretos de su especialidad. Esta área de formación se refiere específicamente a los fundamentos de la computación y en particular de la programación.

Los siguientes temas pertenecen al área de formación:

- Fundamentos de programación.
- Estructuras de datos.

Otras áreas de formación básico tecnológica

Esta área de conocimiento abarca ciertas áreas de formación básico tecnológica de la Ingeniería Eléctrica no incluidas claramente dentro del alcance de las descritas en los apartados previos. Por ejemplo

- Física Aplicada
- Matemática aplicada.

Grupo de áreas de formación tecnológica

Control

El objetivo de esta área es que los estudiantes adquieran conocimientos y habilidades que le permitan analizar y diseñar sistemas de medida de magnitudes físicas así como sistemas de control realimentado.

Los siguientes temas pertenecen al área de formación:

- Modelado de sistemas de control.
- Análisis y síntesis de sistemas de control realimentado.
- Control óptimo.
- Control no lineal.
- Aplicaciones de control.

Convertidores Electromagnéticos de Energía

Esta área de formación comprende el estudio de los dispositivos de potencia, ya sea rotativos (motores y generadores eléctricos) o estáticos (transformadores y sistemas que incluyen electrónica de potencia).

Su objetivo es brindar un conocimiento de los distintos tipos de convertidores electromagnéticos de energía, analizando su comportamiento en régimen permanente y en algunos transitorios. Se estudiarán modelos que permitan representarlos y se analizarán las diferentes aplicaciones. Se prestará atención a la normativa aplicable incluyendo a las relativas al cuidado del medio ambiente.

En esta área se profundiza en los temas ya vistos en el área de fundamentos correspondiente, enfocándose en el análisis de aspectos tecnológicos. Por otra parte se incorpora el análisis de los convertidores basados en electrónica de potencia.

Los siguientes temas pertenecen al área de formación:

- Máquinas eléctricas rotativas.
- Transformadores.
- Convertidores estáticos de potencia.
- Control de máquinas eléctricas

Computación

Esta área de formación comprende un conjunto de herramientas que son de uso común en muchas áreas de la ingeniería eléctrica. La programación de aplicaciones, el desarrollo de algoritmos, la consulta de bases de datos y los sistemas operativos por ejemplo, se encuentran habitualmente en los sistemas de información con los que debe interactuar un Ingeniero/a Eléctrico/a en su trabajo profesional. Si bien en muchos casos no será el Ingeniero/a Eléctrico/a quien diseñe los sistemas informáticos que se requieran en su ámbito profesional, es necesario que él conozca estas herramientas para poder interactuar con profesionales de otras áreas o resolver problemas concretos de su especialidad.

En esta área se profundiza en los temas vistos en el área de fundamentos correspondiente y se abordan otros temas más avanzados y en los aspectos tecnológicos de los mismos.

Los siguientes temas pertenecen al área de formación:

- Programación en lenguajes para aplicaciones cercanas al hardware.
- Programación orientada a objetos.
- Programación para cálculo científico.
- Análisis de Algoritmos.
- Sistemas Operativos.
- Bases de Datos.
- Diseño de software.
- Investigación operativa.

Instalaciones y Sistemas Eléctricos de Potencia

Comprende todos los aspectos relacionados con la generación, transporte y distribución de la energía eléctrica.

Esta área comprende el conocimiento de los sistemas eléctricos de potencia, el análisis de su comportamiento en régimen permanente equilibrado y desequilibrado así como en régimen transitorio, realizando el modelado de los circuitos y dispositivos que los constituyen. Comprende asimismo técnicas de modelado y simulación asistidas por computador. Se brindan las herramientas básicas para el diseño de instalaciones eléctricas en baja, media y alta tensión, prestando atención a la normativa aplicable. Comprende también el análisis y proyecto de instalaciones eléctricas industriales, comerciales y residenciales.

Los siguientes temas pertenecen al área de formación:

- Instalaciones eléctricas.
- Redes eléctricas.
- Transmisión de energía eléctrica.
- Medidas y protecciones en sistemas eléctricos de potencia.
- Distribución de energía eléctrica.
- Generación de energía eléctrica.

Electrónica

En esta área de formación se estudia la operación de los dispositivos físicos utilizados en circuitos

analógicos y digitales. Asimismo, se estudia el análisis y diseño de estos circuitos.

Su objetivo es transmitir los principios de los dispositivos (en particular los dispositivos semiconductores) que permiten su aplicación a la realización de sistemas electrónicos analógicos y digitales, así como las características de los circuitos elementales sobre los que se apoya la operación de estos sistemas. Esta formación permitirá una mejor comprensión de los alcances, limitaciones y tendencias de futuro de los sistemas electrónicos que son de aplicación en todas las áreas de la ingeniería eléctrica, incluyendo aspectos relativos al cuidado del medio ambiente.

A quienes opten por perfiles orientados a electrónica o a áreas con gran base en ella, esta área brindará formación en técnicas de análisis y diseño de estos sistemas.

En esta área se profundiza en los temas vistos en el área de fundamentos correspondiente y se abordan otros temas más avanzados y en los aspectos tecnológicos de los mismos.

Los siguientes temas pertenecen al área de formación:

- Modelos de los dispositivos electrónicos elementales: diodo, transistor bipolar, transistor de efecto de campo.
- Aplicación de estos dispositivos a funciones de amplificación y generación de formas de onda.
- Aspectos eléctricos de los circuitos integrados analógicos y digitales: modelo de amplificadores operacionales y familias lógicas.
- Diseño de circuitos integrados.

Sistemas Digitales

Esta área de formación estudia los sistemas de procesamiento de información digital con una visión centrada en la estructura lógica y la arquitectura, teniendo en cuenta el efecto de las características de sus componentes electrónicos sobre el desempeño. Su finalidad es proporcionar al estudiante capacidad de análisis y diseño de circuitos y sistemas digitales.

En esta área se profundiza en los temas vistos en el área de fundamentos correspondiente y se abordan otros temas más avanzados y en los aspectos tecnológicos de los mismos.

Los siguientes temas pertenecen al área de formación:

- Análisis, diseño, y técnicas de implementación de circuitos combinatorios y secuenciales.
- Operación, arquitectura y software de base de sistemas basados en microprocesador (de propósito general o embebidos).
- Dispositivos de electrónica digital, lógica programable y sistemas basados en ellos.

Transmisión de la Información

En esta área de formación se estudia la transmisión de información entre dos dispositivos a través de distintos medios físicos y su recepción tanto en forma analógica como digital. Esta área de conocimiento se centra en cómo diseñar y poner en operación los diferentes tipos de redes de transmisión de información así como considerar los diferentes protocolos involucrados. Estudia también las técnicas, herramientas y modelos necesarios para realizar la transmisión de información a través de diferentes medios físicos. Por último también incluye el estudio de la arquitectura y el diseño de los diferentes servicios que se ofrecen sobre las redes de telecomunicaciones.

Los siguientes temas pertenecen al área de formación:

- Sistemas de comunicación.
- Redes de datos.
- Modulación analógica y digital.

- Diseño de receptores y transmisores.
- Antenas y propagación.
- Arquitectura de servicios de telecomunicaciones.
- Desarrollo de servicios sobre redes de comunicaciones.
- Redes ópticas.
- Redes inalámbricas.
- Teoría de la Información.
- Encriptado.
- Modelado, análisis, diseño y estudio del desempeño de los diferentes sistemas de comunicaciones.

Procesamiento de la Información

El procesamiento de señales es un área de la ingeniería eléctrica, las ciencias de la computación y la matemática aplicada que se ocupa de la adquisición, detección, representación, transformación y análisis de señales analógicas o digitales. Los métodos y herramientas del procesamiento de señales se encuentran en la mayoría de las aplicaciones modernas, y son fundamentos de aplicación en todas las ramas de la ingeniería eléctrica.

Los siguientes temas pertenecen al área de formación:

- Modelado estocástico de señales.
- Reconocimiento de patrones o aprendizaje automático.
- Procesamiento estadístico de señales.
- Procesamiento de grandes volúmenes de información.
- Procesamiento de imágenes, audio y video.
- Detección y decisión.

Práctica de Ingeniería Eléctrica

Las actividades de esta área de conocimiento tienen por objeto contribuir a desarrollar en el estudiante la capacidad de encarar problemas y/o proyectos de ingeniería de complejidad adecuada a su formación. Este objetivo puede alcanzarse razonablemente con un proyecto final de características adecuadas.

Esta área tiene también el objetivo de lograr que el estudiante, enfrentándose con un problema real de ingeniería, desarrolle una aplicación de síntesis de los conocimientos adquiridos en la carrera y realice experiencias de integración en una estructura de trabajo, en especial la de trabajo en grupo. Estos objetivos pueden también lograrse con una serie de actividades acotadas de proyecto que acompañen el desarrollo de la carrera.

Se incluyen otras instancias de prácticas de ejercicio de la ingeniería como pasantías o talleres.

Ingeniería en Medicina y Biología

En esta área de formación se estudian y resuelven problemas de la Biología y Medicina utilizando métodos y herramientas de la Ingeniería. Es un área de formación interdisciplinaria que abarca aplicaciones clínicas y de investigación básica, en salud humana, salud animal, y el sector agroalimentario. La formación en ésta área incluye regulaciones y estándares, donde se establecen aspectos vinculados a la seguridad física de los pacientes o sujetos en estudio, privacidad de datos, control de calidad, etc. En particular esta área de formación abarca todas las áreas de la ingeniería biomédica, donde se contribuye en el desarrollo de equipamiento, métodos y prótesis.

Los siguientes temas pertenecen al área de formación:

- Ingeniería Biomédica
- Dispositivos médicos implantables activos
- Instrumentación de señales biomédicas
- Procesamiento de señales biomédicas
- Ingeniería Clínica
- Informática Médica
- Informática en Biología y Medicina
- Análisis y modelado de sistemas biológicos
- Biomecánica

Otras áreas de formación tecnológica

Esta área de conocimiento tiene por objeto introducir a ciertas áreas de aplicación de la Ingeniería Eléctrica no incluidas claramente dentro del alcance de las áreas descritas en los apartados previos.

Grupo de áreas de formación complementaria

Ingeniería Industrial

Esta área de formación trata de los aspectos organizacionales, económicos y de gestión de los sistemas de producción de bienes y servicios, que apoyan la toma de decisiones en ese contexto. Su objetivo en la carrera es sensibilizar en la problemática vinculada a los mencionados aspectos de un sistema de producción y mostrar la existencia de metodologías sistemáticas para su abordaje. También es un área donde se brindarán herramientas sobre relaciones laborales y otros aspectos de la gestión empresarial.

Los siguientes temas pertenecen al área de formación:

- Legislación y Relaciones Industriales
- Higiene y seguridad industrial.
- Costos y administración.
- Gestión Empresarial
- Gestión de calidad.

Ingeniería y sociedad

La finalidad de esta área curricular es dar al ingeniero una visión que le ayude a comprender el funcionamiento del entorno social, económico y del medio ambiente en que se inserta la ingeniería y los efectos de su acción sobre ese entorno. Asimismo esta área deberá contribuir a explicar críticamente la situación social de los ingenieros como creadores, controladores y aplicadores de tecnologías y su contribución a la mejora de las condiciones sociales y económicas del país.

Los siguientes temas pertenecen al área de formación:

- Implicancias sociales y ambientales de la tecnología.
- Sociología.
- Economía.

Otras áreas de formación complementaria

Esta área de conocimiento incluye actividades cuyos objetivos se centran muy especialmente en desarrollar capacidades de comunicación oral y escrita, idiomas, trabajo en equipo, creatividad, integración de saberes y habilidades, integración social de los estudiantes, actitud emprendedora, etc. y actividades de naturaleza complementaria no claramente incluidas en el alcance de los apartados previos.

3.4. Créditos mínimos de la titulación

Los créditos pueden obtenerse a través de la realización de actividades tales como cursos, pasantías, seminarios, tesinas y otras pertinentes, que deben cumplir con las condiciones que se exponen en esta sección.

3.4.1. Exigencias generales

Cada área de formación tiene un mínimo expresado en créditos que indica la formación mínima requerida. Además de los mínimos por áreas de formación, que se detalla más adelante, se deberá aprobar un mínimo de:

- 150 créditos en áreas de formación básica;
- 60 créditos en áreas de formación básico-tecnológica;
- 100 créditos en áreas de formación tecnológica;
- 20 créditos en áreas de formación complementaria.

Los currículos podrán incluir unidades curriculares que no pertenezcan a ninguna de las áreas de formación señaladas en esta sección si son coherentes en contenido y en extensión con la formación de un ingeniero eléctrico.

Los currículos podrán incluir unidades curriculares que pertenezcan a más de un área de formación. El aporte en créditos que esas unidades curriculares realicen a cada una de las áreas involucradas será determinado con la asesoría de la Comisión de Carrera.

3.4.2. Exigencias específicas

Se deberá cumplir con los siguientes créditos mínimos para las siguientes áreas:

Grupos de áreas de formación	Créditos mínimos por grupo	Áreas de formación	Créditos mínimos por área
Áreas de formación básica de ingeniería	150	Matemática	75
		Física	50
		Otras áreas de formación básica	0
Áreas de formación básico-tecnológica	60	Fundamentos de Ingeniería Eléctrica	20
		Fundamentos de Sistemas Digitales	5
		Fundamentos de Electrónica	5
		Fundamentos de comunicación y señales	5
		Fundamentos de Convertidores Electromagnéticos de Energía	5
		Fundamentos de Computación	5
		Otras áreas de formación básico tecnológica	0
Áreas de formación	100	Control	5

tecnológica		Convertidores Electromagnéticos de Energía	0
		Computación	5
		Instalaciones y Sistemas Eléctricos de Potencia	5
		Electrónica	0
		Sistemas Digitales	5
		Transmisión de la Información	5
		Procesamiento de la Información	0
		Ingeniería en Medicina y Biología	0
		Práctica de Ingeniería Eléctrica	35
		Otras áreas de formación tecnológica	0
Áreas de formación complementaria	20	Ingeniería Industrial	5
		Ingeniería y Sociedad	5
		Otras áreas de formación complementaria	5

Los créditos mínimos del Grupo "Áreas de formación básica de Ingeniería " son 150, la suma de los mínimos de cada área de formación dentro del grupo es 125. Para completar los 150 créditos mínimos del grupo el estudiante deberá completar los mínimos de cada área de formación y realizar unidades curriculares adicionales dentro del grupo teniendo en cuenta las exigencias correspondientes a su perfil de formación. Algo similar está dispuesto para los otros Grupos de Áreas de Formación.

4. Orientaciones pedagógicas

En esta sección se describen las orientaciones educativas acerca de los procesos de enseñanza y de aprendizaje que incorpora el Plan de Estudios.

La formación a impartir tiene en cuenta la teoría y la práctica, buscando articulación entre ellas de manera de lograr el desarrollo de habilidades y destrezas que correspondan al perfil del egresado. Para esto se proponen instancias de coordinación entre el equipo docente con el fin de articular de forma efectiva los diversos aspectos del currículo: contenidos, actividades, formas de enseñanza y de evaluación.

Se utilizan diversas modalidades de enseñanza entre las que se encuentran: la modalidad presencial, semipresencial y a distancia. Las diversas actividades de enseñanza abarcan entre otras, clases magistrales, teóricos participativos, prácticos, trabajo en laboratorio, seminarios, pasantías, proyectos. Se busca orientar la enseñanza promoviendo la participación activa de los estudiantes. Esto implica incorporar al aula metodologías de enseñanza en las que el enfoque está centrado en la participación del estudiante. A través de las diversas modalidades se integra, cuando corresponde, la enseñanza con la investigación y la extensión en directa relación con la realidad social en la que está inserta la carrera. Se pretende promover el aprendizaje a través de la resolución de problemas concretos, tarea a realizarse principalmente en grupos de forma de estimular el trabajo en equipo, frecuente en la actividad profesional. Se busca el desarrollo del pensamiento crítico y de una conducta ética modelada a través del accionar docente y de la Institución, de manera que sean aplicados en la resolución de problemas de ingeniería y al desarrollo de un compromiso con la sociedad.

En el diseño de cada programa de curso se seleccionan y jerarquizan los contenidos atendiendo a un equilibrio entre profundidad y extensión en el abordaje. Se incorporan diferentes tipos de contenidos a enseñar, que tengan en cuenta todos los aspectos de cada disciplina de estudio: el conceptual, el

procedimental y el actitudinal. Esto lleva a desarrollar las metodologías de enseñanza y de evaluación que resulten adecuadas a cada tipo de contenido. La evaluación implica un doble propósito. Por un lado la función formativa, durante los procesos de enseñanza y de aprendizaje, y por otro lado la función verificadora o acreditadora, al finalizar los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Se habilitan diferentes modalidades e instrumentos de evaluación, generando los espacios adecuados para la retroalimentación como instancia integrada a la enseñanza y al aprendizaje. Los instrumentos se seleccionan según la pertinencia al tipo de contenido que se vaya a evaluar, diseñados con criterios de validez, confiabilidad y consistencia con los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

5. Organización de la Carrera

5.1. Comisión de carrera

La Comisión de Carrera de Ingeniería Eléctrica es una comisión especial de carácter permanente que tiene capacidad de iniciativa y participación en la implementación del Plan de Ingeniería Eléctrica. La integración y cometidos estarán de acuerdo con lo establecido en la OG-UdelaR, contando con un Director de Carrera, que será elegido por el Consejo.

5.2. Reglamentación del Plan de Estudios

El Plan de Estudios de la Carrera de Ingeniería Eléctrica tendrá una reglamentación que será aprobada por el Consejo. La reglamentación abarcará los aspectos contemplados en la OG-UdelaR, además de los mecanismos de aprobación de los currículos individuales.

6. Perfil de ingreso

El Perfil de ingreso a partir de la enseñanza media será determinado por el Consejo de la Facultad de Ingeniería. Otros tipos de ingresos se adaptarán a las reglamentaciones vigentes en la UdelaR.

Apéndice 1 – Consideraciones y ejemplos sobre la implementación del plan de estudios.

En esta sección se busca presentar algunas posibles implementaciones del plan que no son más que ejemplos de otros muchos que se podrían proponer. Los perfiles finales serán analizados y aprobados por la Comisión de Carrera.

Perfil Telecomunicaciones

El ingeniero eléctrico, perfil Telecomunicaciones, habrá profundizado en los principios y técnicas asociadas a la transmisión, tratamiento, análisis y recepción de información a través de medios físicos. Esta formación comprende el estudio de sistemas de telecomunicaciones involucrando por tanto la ingeniería eléctrica, la matemática aplicada y la computación.

Estos temas son los propios del ejercicio de la ingeniería en el diseño, la especificación, el desarrollo y la operación de todo tipo de sistemas de comunicación.

Dado el amplio alcance del concepto “información”, este perfil es el punto de partida adecuado para aquellos estudiantes interesados en profundizar en el diseño e implementación de sistemas de comunicación (cableados, radio y ópticos), estudio y despliegue de servicios de comunicación (Internet, Celular, WiFi, Internet de las Cosas), así como la evaluación de desempeño de estos sistemas.

Semestre	1	Cr.	2	Cr.	3	Cr.	4	Cr.	5	Cr.	Cr.
1	Cálculo dif. e integral en una variable	13	GAL 1	9	Física 1	10	Tallerine	10	Matemática inicial	4	46
2	Cálculo dif. e integral en varias variables	13	GAL 2	9	Física 2	10	Programación 1	10	0	0	42
3	Cálculo Vectorial	10	Probabilidad y Estadística	10	Física 3	10	Mecánica Newtoniana	10	Física Experimental 1	5	45
4	Ecuaciones Diferenciales	10	Electromagnetismo	10	Física Experimental 2	5	Teoría de Circuitos	8	Diseño Lógico	12	45
5	Funciones de Variable Compleja	5	Señales y Sistemas	11	Intro. A los microprocesadores	11	Programación para Ingeniería Eléctrica	7	Electrónica Fundamental	11	45
6	Métodos numéricos	8	Sistemas y Control	12	Taller Fourier	8	Señales aleatorias y Modulación	8	Redes de Datos I	8	44
7	Medidas Eléctricas	10	Electrotécnica	10	Comunicaciones Digitales	11	Antenas y Propagación	10	Opc. Ingeniería y sociedad	0	41+
8	Pasantía	10	Instalaciones Eléctricas	8	Opcional Ing. Industrial	0	Opcional Telecomunicaciones	0	Opcional Electrónica o Sistemas Digitales	0	18+
9	Proyecto	10	Opcional Telecomunicaciones	0	Opcional Computación	0	Opcional Señales	0	Opcional Telecomunicaciones	0	10+
10	Proyecto	25	Legislación y relaciones industriales	6	Opcional Básica	0	Economía	7	Opcional Telecomunicaciones	0	38+

Algunas opcionales posibles de las distintas áreas sugeridas:

- Señales-Transmisión de la Información: Comunicaciones Inalámbricas, Núcleo de Red, Redes de acceso, Propagación en entornos urbanos, Multimedia sobre IP, Taller de Telecomunicaciones, Seminario de iniciación a la investigación, Tecnologías de servicios audiovisuales, Redes de transporte de alta calidad, etc.
- Señales-Procesamiento de la Información: Estimación y predicción en series temporales, Reconocimiento de Patrones, Procesamiento digital de señales de audio, Tratamiento de imágenes por computadora, Introducción a la teoría de información, etc.
- Electrónica ó Sistemas digitales: Redes de sensores inalámbricos, Circuitos de radiofrecuencia, Sistemas embebidos para tiempo real, etc.
- Computación: Introducción a la computación científica, Programación 4, Fundamentos de bases de datos, Sistemas operativos, etc.
- Ingeniería Industrial: Costos para ingeniería, Control de calidad, Introducción a la investigación de operaciones, Administración general para ingenieros, etc.
- Ingeniería y Sociedad: Ciencia, tecnología y sociedad, Taller encararé, Módulos de Extensión, etc.
- En el grupo de opcional de telecomunicaciones/señales/computación ó básica: Se podrá elegir una unidad curricular de las mencionadas para los grupos de Transmisión de la Información, Procesamiento de la Información ó cComputación; o se podrá elegir una unidad curricular de Matemática o Física. De estas últimas se recomienda elegir entre: Matemática discreta 1, Física Moderna, Vibraciones y Ondas, Optimización, etc.

Perfil Sistemas Eléctricos de Potencia

El ingeniero eléctrico, perfil Sistemas Eléctricos de Potencia habrá profundizado en los conceptos asociados a la planificación, diseño, protección, operación y mantenimiento de dichos sistemas, prestando especial atención a la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica. Esta formación comprende también el estudio de dispositivos de electrónica de potencia.

Semestre	1	Cr.	2	Cr.	3	Cr.	4	Cr.	5	Cr.	Cr.
1	Cálculo dif. e integral en una variable	13	GAL 1	9	Física 1	10	Tallerine	10	Matemática inicial	4	46
2	Cálculo dif. e integral en varias variables	13	GAL 2	9	Física 2	10	Programación 1	10	0	0	42
3	Cálculo Vectorial	10	Probabilidad y Estadística	10	Física 3	10	Mecánica Newtoniana	10	Física Experimental 1	5	45
4	Ecuaciones Diferenciales	10	Electromagnetismo	10	Física Experimental 2	5	Teoría de Circuitos	8	Diseño Lógico	12	45
5	Funciones de Variable Compleja	5	Señales y Sistemas	11	Electrotécnica	10	Programación para Ingeniería Eléctrica	7	Electrónica Fundamental	11	44
6	Métodos numéricos	8	Sistemas y Control	12	Taller Fourier	8	Señales aleatorias y Modulación	8	Máquinas Eléctricas	10	46
7	Medidas Eléctricas	10	Intro. A los microprocesadores	11	Electrónica de Potencia	10	Redes Eléctricas	10	Taller de Máquinas	4	45
8	Pasantía	10	Redes de Datos I	8	Instalaciones Eléctricas	8	Transporte de Energía Eléctrica	8	Taller de Electrónica de Potencia	4	40
9	Proyecto	10	Opcional Ing. Industrial	0	Opcional Perfil	0	Opcional Perfil	0	Subestaciones de Media Tensión	8	18+
10	Proyecto	25	Legislación y relaciones industriales	6	Opc. Ingeniería y sociedad	0	Economía	7	Proy. De Instalaciones Eléctricas BT y MT	10	48

Algunas opcionales posibles de las distintas áreas sugeridas:

- Ingeniería Industrial: Costos para ingeniería, Control de calidad, Introducción a la investigación de operaciones, Administración general para ingenieros, etc.
- Ingeniería y Sociedad: Ciencia, tecnología y sociedad, Taller encararé, Módulos de Extensión, etc.
- En el grupo de opcional de perfil: Introducción a los Sistemas de Protección de Sistemas Eléctricos de Potencia, Generación de Energía Eléctrica, Estabilidad de Sistemas Eléctricos de Potencia, Comportamiento Mecánicos de Materiales, Calidad de Energía, Transitorios Electromagnéticos en sistemas eléctricos de potencia, entre otras.

Perfil Electrónica

El ingeniero eléctrico, perfil Electrónica, habrá profundizado en las técnicas asociadas al diseño y especificación de sistemas electrónicos, con especial énfasis en los circuitos que los componen, tanto analógicos como digitales. Esta formación se complementará con formación en áreas afines como Transmisión de la Información y Computación. Tendrá por lo menos una unidad curricular relativa a las áreas de aplicación de los sistemas electrónicos.

Las áreas temáticas en que se profundiza en este perfil apuntan al ejercicio profesional en el diseño de sistemas electrónicos como producto final o embebidos en otros productos y sistemas. Se apunta también a la participación en equipos multidisciplinarios en la diversidad de áreas en que se aplican estos sistemas, tales como control industrial, telecomunicaciones, aplicaciones biomédicas y agropecuarias.

La Tabla muestra las unidades curriculares que componen un ejemplo de currículo, así como una propuesta de su ordenamiento cronológico.

Semestre	1	Cr.	2	Cr.	3	Cr.	4	Cr.	5	Cr.	Cr.
1	Cálculo dif. e integral en una variable	13	GAL 1	9	Física 1	10	Tallerine	10	Matemática inicial	4	46
2	Cálculo dif. e integral en varias variables	13	GAL 2	9	Física 2	10	Programación 1	10	0	0	42
3	Cálculo Vectorial	10	Probabilidad y Estadística	10	Física 3	10	Mecánica Newtoniana	10	Física Experimental 1	5	45
4	Ecuaciones Diferenciales	10	Electromagnetismo	10	Física Experimental 2	5	Teoría de Circuitos	8	Diseño Lógico	12	45
5	Funciones de Variable Compleja	5	Señales y Sistemas	11	Intro. A los microprocesadores	11	Programación para Ingeniería Eléctrica	7	Electrónica Fundamental	11	45
6	Métodos numéricos	8	Sistemas y Control	12	Taller Fourier	8	Señales aleatorias y Modulación	8	Electrónica Avanzada 1	10	46
7	Medidas Eléctricas	10	Electrotécnica	10	Opcional Básica	0	Sistemas Embebidos para Tiempo Real	8	Electrónica Avanzada 2	8	36+
8	Pasantía	10	Instalaciones Eléctricas	8	Redes de Datos I	8	Opcional Electrónica o Sistemas Digitales	0	Opcional Electrónica o Sistemas Digitales	0	26+
9	Proyecto	10	Opcional Ing. Industrial	0	Opcional Electrónica o Sistemas Digitales	0	Opcional Telecomunicaciones o Señales	0	Opc. Ingeniería y sociedad	0	10+
10	Proyecto	25	Legislación y relaciones industriales	6	Economía	7	Opcional Perfil	0	Opcional Perfil	0	38+

Al menos tres de las electivas deben ser de las áreas Electrónica o Sistemas Digitales. Ejemplos: Diseño lógico 2, Redes de sensores inalámbricos, Diseño de circuitos integrados, Circuitos de radiofrecuencia, Electrónica de potencia, Diseño de sistemas médicos implantables activos.

Las unidades curriculares indicadas como opcional Perfil pueden elegirse o bien dentro de las electivas de Electrónica y Sistemas digitales para perfiles que apunten a una mayor especialización, o bien cursos de otras áreas de formación pertinentes a la formación del estudiante apuntando a una formación más generalista.

De las cinco electivas mencionadas, al menos una debe estar relacionada con áreas de aplicación. Ejemplos: algunas de las ya mencionadas como Redes de sensores inalámbricos, Diseño de sistemas médicos implantables activos, Electrónica de potencia; otras como Introducción a los plcs, Ingeniería biomédica, Seminario de ingeniería biomédica, Comunicaciones inalámbricas.

Perfil Procesamiento de Señales y Aprendizaje Automático

El ingeniero eléctrico, perfil Procesamiento de Señales, habrá profundizado en los principios y técnicas asociadas a la adquisición y procesamiento de señales de diversos orígenes. Esta formación comprende el estudio de sistemas de adquisición, técnicas de acondicionamiento y herramientas físico-matemáticas de modelado y análisis de señales. Esto se complementará en áreas afines como electrónica e informática.

Las señales a las que se enfrentará el futuro profesional provienen de diversas áreas, por ejemplo, biología, música, audiovisual, control entre otras. Para alcanzar esto es necesario tener un conocimiento básico que permita acercarse a dichas áreas así como capacidad de trabajo interdisciplinario. El volumen y diversidad de señales generadas en los diversas disciplinas requieren soluciones sistemáticas y que pueden llegar a ser automatizadas para la interpretación y el análisis de los fenómenos representados por las señales, así como una eventual toma de decisiones. Estos temas son los propios del ejercicio de la ingeniería en aplicaciones en medicina, biología, control industrial, robótica, telecomunicaciones, audiovisuales, entre otras.

Dada la mencionada diversidad, este perfil es el punto de partida adecuado para aquellos alumnos

interesados en profundizar en las áreas como procesamiento de imágenes, procesamiento de audio, análisis de datos, reconocimiento de patrones, etc.

Semestre	1	Cr.	2	Cr.	3	Cr.	4	Cr.	5	Cr.	Cr.
1	Cálculo dif. e integral en una variable	13	GAL 1	9	Física 1	10	Tallerine	10	Matemática inicial	4	46
2	Cálculo dif. e integral en varias variables	13	GAL 2	9	Física 2	10	Programación 1	10	0	0	42
3	Cálculo Vectorial	10	Probabilidad y Estadística	10	Física 3	10	Mecánica Newtoniana	10	Física Experimental 1	5	45
4	Ecuaciones Diferenciales	10	Electromagnetismo	10	Física Experimental 2	5	Teoría de Circuitos	8	Diseño Lógico	12	45
5	Funciones de Variable Compleja	5	Señales y Sistemas	11	Intro. A los microprocesadores	11	Programación para Ingeniería Eléctrica	7	Electrónica Fundamental	11	45
6	Métodos numéricos	8	Sistemas y Control	12	Taller Fourier	8	Señales aleatorias y Modulación	8	Fundamentos de Aprendizaje Automático	8	44
7	Medidas Eléctricas	10	Opcional Aprendizaje Automático	0	Opcional Básica	0	Opcional Señales	0	Opcional Telecomunicaciones	0	10+
8	Pasantía	10	Redes de Datos I	8	Opcional Señales	0	Opcional Computación	0	Opcional Electrónica o Sistemas Digitales	0	18+
9	Proyecto	10	Opcional Ing. Industrial	0	Electrotécnica	10	Opcional Señales	0	Opcional Señales	0	20+
10	Proyecto	25	Legislación y relaciones industriales	6	Instalaciones Eléctricas	8	Economía	7	0	0	46

Opcionales de Señales: Tratamiento de imágenes por computadora; Estimación y Predicción en Series Temporales; Reconocimiento de Patrones; Procesamiento Digital de Señales de Audio; Herramientas de representación tiempo-frecuencia; Introducción a la Teoría de la Información; Teoría de Códigos Avanzado; Aplicaciones de la Teoría de la Información al Procesamiento de Imágenes; etc.

Opcionales de Telecomunicaciones: Comunicaciones Inalámbricas; Núcleo de Red, Redes de acceso; Multimedia sobre IP; Taller de Comunicaciones; Tecnologías de servicios audiovisuales; etc.

Opcionales Computación: Introducción a la Computación Científica; Fundamentos de bases de datos; Programación 2; Programación 3; Programación 4; Sistemas Operativos; Herramientas de Programación para el Procesamiento de Señales; etc.

Opcional Electrónica ó Sistemas digitales: Redes de sensores inalámbricos; Sistemas embebidos para tiempo real; etc.

Ingeniería Industrial: Costos para ingeniería; Control de calidad; Introducción a la investigación de operaciones; Administración general para ingenieros; etc.

Ingeniería y Sociedad: Ciencia, tecnología y sociedad; Taller encararé; Módulos de Extensión; etc.

Opcional básica: una unidad curricular de Matemática, Física, Biología, etc. A modo de ejemplo: Matemática discreta 1, Física Moderna, Vibraciones y Ondas, Optimización, un curso en Biología Celular y Molecular; Fisiología; Introducción a la Biología, etc.

Otras áreas de formación complementaria: Seminario de iniciación a la investigación;

Perfil Ingeniería Biomédica

El Ingeniero Electricista, perfil Ingeniería Biomédica, habrá profundizado en aspectos básicos de la medicina o biología que se complementará con formación en áreas afines de la Ingeniería Eléctrica como electrónica, informática, procesamiento de señales y telecomunicaciones.

Se apunta especialmente a que el egresado esté preparado para participar en equipos interdisciplinarios en la diversidad de áreas en que interviene un ingeniero con este perfil, tales como fisiología, biología, veterinaria, medicina, neurociencias, entre otras. Asimismo, se espera que el egresado conozca la existencia de la normativa que regula las actividades del área y sea capaz de acudir a ella e interpretarla cada vez que lo necesite.

El perfil requiere un mínimo de 32 créditos en unidades curriculares específicas del perfil: 8 créditos mínimos en una opcional básica en el área de medicina o biología (de áreas como Biología o Neurociencias dentro del área de formación “Otras áreas de formación básica”) y 24 créditos mínimos en opcionales de Ingeniería en Medicina y Biología.

A continuación se esbozan cuatro ejemplos de organización de currícula que definen parte de la opcionalidad, dando un matiz en la formación con cuatro posibles énfasis diferentes en el ejercicio profesional.

Ejemplo 1: perfil Ingeniería Biomédica con énfasis en señales

Se profundiza en áreas que apuntan al ejercicio profesional en el procesamiento de señales, incluyendo el diseño de productos o sistemas (electrónicos o informáticos) y la especificación y selección de equipamiento biomédico vinculado al procesamiento de señales.

El egresado con este perfil maneja con solidez técnicas de acondicionamiento y procesamiento de señales y aprendizaje automático, tanto para sistemas basados en señales temporales o multidimensionales. Se profundiza la formación en procesamiento de imágenes, y se complementa con formación adicional en áreas con las que el procesamiento de señales interactúa. Estas áreas incluyen: informática, imágenes médicas, diseño de dispositivos o equipamiento biomédico.

Ejemplo 2: perfil Ingeniería Biomédica con énfasis en ingeniería clínica

Se profundiza en áreas temáticas que apuntan al ejercicio profesional en el ámbito hospitalario. En particular, se profundiza la formación en ingeniería clínica, incluyendo aspectos de selección, mantenimiento y gestión de equipamiento biomédico, así como el mantenimiento de la infraestructura hospitalaria.

El perfil combina sistemas eléctricos, electrónica (incluyendo electrónica de potencia), telecomunicaciones y señales con una formación específica de su área de actuación: informática médica, imágenes médicas, instalaciones eléctricas, diseño de equipamiento biomédico y mecánica de los fluidos.

Ejemplo 3: perfil Ingeniería Biomédica con énfasis en electrónica

Se profundiza en áreas temáticas que apuntan al ejercicio profesional en diseño, especificación, y fabricación de dispositivos y sistemas biomédicos. Esto incluye la adquisición y acondicionamiento de señales biomédicas.

Otorga una sólida formación de base en análisis y diseño de circuitos y sistemas electrónicos que lo habilita a ser referente en los aspectos relativos a la electrónica en equipos de trabajo

interdisciplinarios.

Ejemplo 4: perfil Ingeniería Biomédica con énfasis en informática

Se profundiza en áreas temáticas que apuntan al ejercicio profesional en el área biomédica en temas de frontera entre la informática y la ingeniería eléctrica, incluyendo el diseño de productos o sistemas (electrónicos o informáticos), y la especificación y selección de equipamiento y sistemas informáticos biomédicos.

Se profundiza en aspectos básicos de informática, en fundamentos de aprendizaje automático y en sistemas de información en salud. Se complementa con formación adicional en áreas con las que la informática interactúa con la aplicación final como la historia clínica electrónica y las ayudas al diagnóstico. Estas áreas incluyen: informática médica, protocolos y formatos de intercambio de información en equipamiento biomédico, aspectos de privacidad y seguridad de datos personales.

A continuación un ejemplo de Perfil Ing. Biomédica con la organización por semestre:

Semestre	1	Cr.	2	Cr.	3	Cr.	4	Cr.	5	Cr.	6	Cr.	Cr.
1	Cálculo dif. e integral en una variable	13	GAL 1	9	Física 1	10	Tallerine	10	Matemática inicial (1)	4	0	0	46
2	Cálculo dif. e integral en varias variables	13	GAL 2	9	Física 2	10	Programación 1	10	0	0	0	0	42
3	Cálculo Vectorial	10	Probabilidad y Estadística	10	Física 3	10	Mecánica Newtoniana	10	Física Experimental 1	5	0	0	45
4	Ecuaciones Diferenciales	10	Electromagnetismo	10	Física Experimental 2	5	Teoría de Circuitos	8	Diseño Lógico	12	0	0	45
5	Funciones de Variable Compleja (Nueva)	5	Señales y Sistemas	11	Intro. a los microprocesadores	11	Programación para Ingeniería Eléctrica	7	Electrónica Fundamental	11	0	0	45
6	Métodos numéricos	8	Sistemas y Control	12	Taller Fourier	8	Señales aleatorias y Modulación	8	Opcional Ingeniería Eléctrica	0	0	0	36+
7	Medidas Eléctricas	10	Opcional Ingeniería Eléctrica	0	Opcional Básica	0	Opcional Ingeniería Biológica	0	Estimación y predicción en series temporales	10	0	0	20+
8	Pasantía	10	Redes de Datos I	8	Ingeniería Biomédica	8	AIMDs	8	Opcional Ingeniería Eléctrica	0	0	0	34+
9	Proyecto	10	Opcional Ing. Industrial	0	Opcional Ingeniería Biológica	0	Opcional Ingeniería Biológica	0	Electrotécnica	10	0	0	20+
10	Proyecto	25	Legislación y relaciones industriales	6	Opc. Ingeniería y sociedad	0	Economía	7	Instalaciones Eléctricas	8	0	0	46+