

## FACULTAD DE INGENIERÍA

**Universidad de la República – Facultad de Ingeniería**  
**Plan de Estudios**  
**Carrera de Ingeniería Eléctrica**  
**CFI – Res. N.º 104 - 19/7/2022**  
**CDC – Res. N.º 12 - 29/11/2022**

**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.

La denominación del título a otorgar no forma parte del presente Plan de Estudios, conforme a lo dispuesto por la vigente Ordenanza de Estudios de Grado y Otros Programas de Formación Terciaria. El presente texto refiere genéricamente al egresado de esta carrera como Ingeniero Eléctrico, por razones de brevedad y facilidad de comprensión del texto.

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 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 multidisciplinarios.

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 como mínimo por año, 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:

- 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;
- 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;
- 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;
- 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.
- \* Electroestática 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 agro-alimentario. La formación en esta 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
		Control	5
Áreas de formación tecnológica	100	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.

Los mínimos de créditos para cada perfil en cada área básica podrán ser superiores a los establecidos en la Tabla preecedente.

**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.