

Plan de Estudios

Carrera de Ingeniería en Sistemas de Comunicación

Índice

1. Antecedentes y fundamentación.....	1
2. Generalidades.....	2
2.1. Objetivos generales de la formación de un ingeniero.....	2
2.2. Denominación del título y perfil del egresado.....	2
2.3. Duración de la carrera y requisitos de la titulación.....	3
3. Descripción de la organización curricular del Plan de Estudios.....	3
3.1. Conceptos generales de todas las carreras de ingeniería.....	3
3.2. Áreas de formación.....	5
3.3. Contenidos básicos de las áreas de formación.....	5
3.4. Créditos mínimos de la titulación.....	6
3.4.1. Exigencias generales.....	6
3.4.2. Exigencias específicas.....	7
4. Orientaciones pedagógicas.	7
5. Organización de la Carrera.....	8
5.1. Comisión de carrera.....	8
5.2. Reglamentación del Plan de Estudios.....	8
6. Perfil de ingreso.....	8

1. Antecedentes y fundamentación.

El presente Plan de Estudios refleja la necesidad de adecuar al desarrollo actual de la ciencia y la tecnología de un área del conocimiento particular como son los sistemas de comunicación. Desde que se concibió el plan de Ingeniero Electricista a mitad de los

noventa esta área en particular ha sufrido cambios realmente significativos (entre otros: el desarrollo explosivo de Internet a fines de los 90 y principios del 2000, el desarrollo de dispositivos y redes móviles, y más recientemente, las redes de sensores, la Internet de las cosas, etc.). Estos cambios han generado que, lo que era un perfil en la carrera de Ingeniero Electricista el plan 97 (Telecomunicaciones), hoy tenga una relevancia como área del conocimiento en sí misma. Por ejemplo, en el plan 97 de la carrera de Ingeniero Electricista, la Materia Telecomunicaciones no tenía créditos mínimos y en la Materia Informática solo se exigían 10 créditos mínimos. Además otras áreas de la Ingeniería Eléctrica requerían créditos mínimos que no se adecuan a las prioridades actuales en la formación de un egresado del área de los sistemas de comunicación.

El nombre del título refleja también un cambio en el área de las telecomunicaciones. Por un lado, el prefijo tele hace énfasis a lo que tradicionalmente fue el foco del área: conectar diferentes servicios entre lugares distanciados físicamente (telégrafo, telefonía, etc.). Hoy en día, especialmente a partir de las redes inalámbricas locales y particularmente en las nuevas tecnologías como son por ejemplo las comunicaciones dispositivo-a-dispositivo, el foco principal de la ciencia y la tecnología no está en el problema de la distancia sino en una concepción más global de las comunicaciones. Por otro lado, y complementando lo anterior, las comunicaciones hoy involucran además de la transmisión y recepción de información, un peso mucho mayor que antes en el procesamiento y el análisis de esa información, con una visión más global como sistema.

Esto ha llevado a considerar la necesidad de una titulación de grado específica en sistemas de comunicación. La formación de un Ingeniero en esta área requiere una adecuación de contenidos respecto de la carrera generalista de Ingeniero Electricista y una redefinición de los contenidos mínimos por área de formación. Debe además incorporar nuevos conceptos académicos y adecuarse a los cambios institucionales. 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 esta nueva titulación articule con carreras afines ya existentes en la Universidad de la República como por ejemplo: Ingeniero Electricista, Ingeniero en Computación, Tecnólogo en Telecomunicaciones. 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.

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 ofrecerá 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 **en Sistemas de Comunicación.**

Definir aquí el perfil específico del Ingeniero (ej. Civil, Mecánico, etc.).

El Ingeniero en Sistemas de Comunicación es un profesional con formación básica en los temas relacionados con las aplicaciones técnicas de las comunicaciones. El Ingeniero en Sistemas de Comunicación podrá diseñar, especificar, dirigir el desarrollo y poner en operación todo tipo de sistemas de comunicación. Por ejemplo, podrá desempeñarse en la fabricación y puesta en marcha de equipamiento de comunicaciones, diseñar y operar redes de comunicación, o desarrollar aplicaciones y servicios de comunicación. En su formación, y de acuerdo a la opcionalidad que permite el presente plan habrá tratado con mayor profundidad alguna de las grandes áreas de la Ingeniería en Sistemas de Comunicación, como por ejemplo:

- Electrónica para comunicaciones
- Procesamiento de señales para comunicaciones
- Aplicaciones y servicios de comunicaciones
- Redes de telecomunicaciones.

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. Esta profundización permite realizar durante los estudios actividades que se aproximan al ejercicio profesional. La formación del Ingeniero en Sistemas de Comunicación tiene una fuerte componente común y prepara al egresado para evolucionar dentro de su ejercicio profesional en diferentes áreas de acuerdo a su perfil. La especialización sólo se logrará a través de estudios posteriores al grado o a través del ejercicio profesional en un área específica.

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. 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 Ingeniero en Sistemas de Comunicación. 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 de Ingeniero en Sistemas de Comunicación 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.

-) 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.
-) 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.
-) Las áreas de formación comprenden diferentes unidades curriculares, entendiéndose por éstas los cursos, seminarios, talleres, pasantías, que componen el Plan de Estudios.
-) El Consejo aprobará oportunamente las unidades curriculares a desarrollar, a propuesta de los órganos correspondientes y con el asesoramiento de las Comisiones de Carrera.
-) 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.
-) 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.
-) Las unidades curriculares 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.
-) 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.
-) 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.

-) 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 en Sistemas de Comunicación, 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 en Sistemas de Comunicación esto es particularmente importante, por lo que las asignaturas correspondientes se continuarán desarrollando más allá de los primeros años de la carrera.

Algunos de los temas que pueden integrar las unidades curriculares del área de formación Matemática son:

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

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.

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 en Sistemas de Comunicación.

Algunos de los temas que pueden integrar las unidades curriculares de esta área de formación son:

- Magnitudes y propagación de errores.
- Óptica
- Ondas
- Electromagnetismo.
- Termodinámica.

Otras Ciencias naturales:

Además de las ciencias básicas anteriores, dependiendo de su perfil, el Ingeniero en Sistemas de Comunicación puede requerir formación básica en otras áreas como:

- 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 analíticas para

el estudio de los sistemas lineales, continuos y discretos, la teoría de circuitos y las herramientas básicas de los sistemas de control.

Algunos de los temas que pueden integrar las unidades curriculares de esta área de formación son:

- Teoría de circuitos.
- Realimentación y estabilidad.
- Análisis de Fourier de señales analógicas y discretas.
- Control.
- Señales y sistemas.

Fundamentos de 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.

Algunos temas incluidos son:

- Análisis, síntesis y técnicas de implementación de circuitos combinatorios y secuenciales.
- Operación, arquitectura, integración y software de base de sistemas basados en microprocesador.
- Arquitecturas de Computación de Alto Desempeño (HPC).

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, en lo que refiere al conjunto, 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. Esta formación permitirá una mejor comprensión de los alcances, limitaciones y tendencias de futuro de los sistemas electrónicos que son de aplicación a las Comunicaciones.

Algunos de los temas que pueden integrar las unidades curriculares del área de formación son:

- 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.
- 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 y el procesamiento de la información para la toma de decisiones en un sistema de comunicación. El procesamiento de señales está íntimamente ligado a los sistemas de comunicación. Como ejemplo se puede citar el conjunto de operaciones que se realizan en la capa física de un sistema de comunicación el cual está basado en herramientas de procesamiento de señales. Por otra parte, la teoría de la información que integra esta área de formación, establece las bases teóricas para el desarrollo de los sistemas de comunicación modernos siendo la base de la codificación, corrección de errores, encriptado, etc.

Algunos de los temas que pueden integrarse las unidades curriculares del área de formación son:

- Filtros digitales.
- Fundamentos de los sistemas de comunicación.
- Modelado y procesamiento del ruido en canales de comunicación.
- Teoría de la información.
- Encriptado.

Programación:

Las comunicaciones y la computación tienen un solapamiento cada vez mayor. Por un lado, parte del procesamiento de señales de la capa física que antes se realizaba en hardware hoy se realiza en software, y muchos de estos desarrollos involucran proyectos de desarrollo de software de porte importante. En segundo lugar, mucha de las funcionalidades de las redes de comunicaciones se han ido migrando a aplicaciones desarrolladas en software bajo arquitecturas específicas.

En particular, dentro de la Computación el área de Programación es una herramienta básica. Por estos motivos, los ingenieros de este plan deben tener una sólida formación en esta área y que incluya temas como:

- Fundamentos de programación.
- Estructuras de datos.
- Programación en lenguajes para aplicaciones cercanas al hardware.
- Programación orientada a objetos.
- Programación para cálculo científico.
- Algoritmos.

Grupo de áreas de formación Tecnológica.

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 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.

Algunos temas que integran esta área de formación son:

- Modulación.
- Diseño de receptores y transmisores.
- Redes de datos.
- Arquitectura de servicios de telecomunicaciones como voz y video.
- Antenas y propagación.
- Desarrollo de servicios sobre las redes de comunicación.
- Corrección de errores.

Ingeniería en Computación:

Como se mencionó antes los sistemas de comunicación y la computación tienen un solapamiento cada vez mayor. Además de dominar diferentes herramientas de programación el Ingeniero en Sistemas de Comunicación deben tener una formación en esta área y que incluya temas como:

- Sistemas Operativos.
- Bases de Datos.
- Diseño de software.
- Investigación operativa.

Ingeniería en Electrónica:

Como se mencionó anteriormente los sistemas electrónicos digitales y analógicos juegan un rol importante en las comunicaciones. Además de los conceptos básicos de estas áreas de formación, hay otros temas más específicos que pueden aportar a un perfil de electrónica en los sistemas de comunicación.

A quienes opten por perfiles de la carrera orientados al hardware y la electrónica o a perfiles con base en estos temas, esta área brindará formación en técnicas de análisis y diseño de estos sistemas.

Algunos temas que integran esta área de formación son:

- Diseño de sistemas con FPGA.
- Circuitos de radio frecuencia.
- Sistemas embebidos.
- Sistemas basados en microcontroladores.
- Diseño de circuitos integrados.

Procesamiento de la información:

El procesamiento de señales es un área básica para los sistemas de comunicación como fue establecido en el grupo de áreas básico-tecnológicas. En la actualidad, además algunas herramientas y aplicaciones de esta área son también importantes para diferentes perfiles de la carrera.

Algunos temas que integran esta área de formación son:

- Reconocimiento de patrones o aprendizaje automático.
- Tratamiento estadístico de señales.
- Procesamiento de grandes volúmenes de información (Big Data).
- Procesamiento de imágenes, audio y video.
- Detección y decisión.

Actividades integradoras:

El objetivo de las actividades integradoras es 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.

La principal de estas actividades será el proyecto de fin de estudios en que se deberá encarar un problema de la complejidad adecuada a la formación del estudiante. Se incluyen otras instancias de prácticas de ejercicio de la ingeniería como pasantías o talleres.

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. Si bien la estructura de este plan de estudios permite la organización de currículos en que esta área de formación se trate con mayor amplitud, se considera que la mayor parte de los Ingenieros en Sistemas de Comunicación deberán profundizar su formación en estos temas en estudios posteriores al grado.

Incluye temas como:

- 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. Aportará además el conocimiento de la existencia de otras herramientas para comprender y encarar estos problemas.

Comprende temas como:

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

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:

- 215 créditos en áreas de formación básicas o básico-tecnológicas;
- 108 créditos en áreas de formación específicas de Ingeniería en Sistemas de Comunicación

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 en Sistemas de Comunicación.

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 uno de las áreas involucradas será determinado en el ámbito de las Comisiones 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	Suma de mínimos
Áreas de formación básica de ingeniería	110	Matemática	70	110
		Física	40	
		Otras ciencias naturales	0	
Áreas de formación básico-tecnológica	105	Fundamentos de Ingeniería Eléctrica	25	135
		Fundamentos de Sistemas Digitales	20	155
		Fundamentos de Electrónica	10	165
		Fundamentos de comunicación y señales	20	185
		Programación	30	215
Áreas de formación tecnológica	108	Transmisión de la información	40	255
		Ingeniería en computación	10	265
		Ingeniería en Electrónica	0	265
		Procesamiento de la información	8	265
		Actividades integradoras	50	323
Áreas de formación complementaria	12	Ingeniería Industrial	6	329
		Ingeniería y sociedad	6	335
Sumas de mínimos	335		335	335

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 la Carrera de Ingeniería **en Sistemas de Comunicación** es una comisión especial de carácter permanente que tiene capacidad de iniciativa y participación en la implementación del Plan de Ingeniería **en Sistemas de Comunicación**. 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 **en Sistemas de Comunicación** 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.

Se busca también mostrar que es posible su implementación al menos en las primeras etapas utilizando los cursos ya existentes en Facultad o en algunos casos haciendo cambios (como dividir algunos cursos) que ya se han venido discutiendo desde hace algún tiempo.

Para estas implementaciones se tomaron como hipótesis de trabajo :

1. Que las modificaciones que se están discutiendo en el IIE respecto a los cambios de las unidades curriculares del cuarto y quinto semestre se concretan. Si esto sufriera cambios no sería un problema mayor pero habría que modificar de manera acorde estas implementaciones. En el Apéndice 3 se presenta un cuadro de una posible implementación en el caso de que las modificaciones no se realicen.

2. Qué las modificaciones a las asignaturas “cálculo” de matemática que ha propuesto el IMERL se van a concretar como todo parece indicar. A modo de resumen, lo esencial del cambio es:

- Cálculo 1: pasa de 16 a 13 créditos y se concentra en cálculo diferencial e integral en una variable y se eliminan los temas sucesiones, series y de resolución de ecuaciones diferenciales entre otros.

- Cálculo 2: pasa de 16 a 13 créditos. Se enfoca en variable compleja, resolución de ecuaciones diferenciales, sucesiones y series, cálculo diferencial e integral en R^n .

- Cálculo 3: 10 créditos. Curvas, superficies y formas diferenciales.

- Cálculo 4: 10 créditos. Ecuaciones diferenciales, teorema de Picard. transformada de Laplace y su aplicación a resolver ecuaciones diferenciales, series de Fourier, ecuaciones en derivadas parciales.

- También existe un Cálculo 5 sobre estabilidad, teorema de Lyapunov, teorema de Massera, etc.

Con estas hipótesis, los ejemplos de implementación propuestos tienen el objetivo de ofrecer, en los primeros años no solo cursos básicos sino también cursos técnicos. La idea es que estos cursos por un lado vayan brindando algunos conocimientos de las áreas de formación tecnológica de la carrera y por otro actúen como motivadores de los estudiantes en las áreas técnicas de la carrera.

Esto motiva la división de algunos cursos como el de redes de datos o el de sistemas de comunicación actual. Con esos contenidos en los primeros años se busca además que, en la medida de lo posible, los estudiantes tengan no solo formación teórica, sino también talleres o laboratorios que los lleven a experimentar en el área de conocimiento tecnológico de la carrera. En estos cursos experimentarán con temas quizás antes de tener todo el fundamento teórico, el cuál obtendrán, en algunos casos, más adelante en segundos cursos de la temática.

El siguiente ejemplo de implementación es un ejemplo de perfil base que podría ser

un ejemplo del tronco común a todos los perfiles específicos de la carrera. A continuación del cuadro se describen someramente las unidades curriculares que sufrían modificaciones respecto de las equivalentes actuales en el plan de la carrera de Ingeniero Electricista.

Los créditos opcionales que se podrán completar por ejemplo con cursos básicos de física o matemáticamente u otras ciencias básicas, cursos de procesamiento de señales, de electrónica, de comunicaciones, de ciencia de la computación, etc. Muchos de ellos hoy existen como opcionales en el plan de la carrera de Ingeniero Electricista.

INGENIERÍA EN SISTEMAS DE COMUNICACIÓN -Perfil Base

	Asignatura	cr.	Asignatura	cr.	Asignatura	cr.	Asignatura	cr.	Asignatura	cr.	Asignatura	cr.	Total
1 sem	Cálculo 1	13	GAL 1	9	Física 1	10	Tallerine	10					42
2 sem	Cálculo 2	13	GAL 2	9	Introducción a las redes	7	Programación 1	10	Intro señales	6			45
3 sem	Cálculo 3	10	P y E	10	Física 3	10	Programación 2	12	Física exp. 1	5			47
4 sem	Cálculo 4	10	Diseño lógico	12	Teoría de Circuitos	7	Introducción a la Modulación	8	Física exp. 2	5			42
5 sem	MatIIE	8	Redes de datos	8	Señales y Sistemas	11	Electrónica fundamental	10	Taller 5to semestre	8			45
6 sem	opcional		Señales y Sistemas 2	6	opcional		opcional		Modulación digital	8			14
7 sem	Opcional de programación	8	Int. uP	8	opcional		Detección y decisión en sistemas de comunicaciones	8	Introducción a la Teoría de la Información	8			32
8 sem	Fundamentos de bases de datos	15	Pasantía	10	Electromagnetismo	10	opcional		Control	8			43
9 sem	proyecto	10	opcional		Sincronismo, ecualización y corrección de errores	8	Antenas y propagación	10	opcional				28
10 sem	proyecto	25	Legislación	6	Economía	7	opcional		opcional				38
													376

Los cursos Programación 1, Programación 2 (estructuras de datos con lenguaje C), Bases de Datos, son los actualmente dictados por el INCO. Éstos son (a excepción de Programación 2) ya optativos para la carrera de Ingeniería Eléctrica.

En cuanto de nombre de algunos cursos, hay que notar que con diferente organización y en algunos casos con un enfoque diferente, la mayoría de los temas abordados se dan hoy en la implementación del plan de Ingeniero Electricista como parte de los cursos de Redes de Datos, Muestreo y Procesamiento Digital, Sistemas de Comunicación y Comunicaciones Inalámbricas.

A continuación se comentan los cursos que se modifican respecto de la implementación actual de la carrera de Ingeniero Electricista indicándose a modo indicativo algunos de los temas a abordar para orientar al lector en el objetivo principal del curso.

En el semestre2:

Introducción a las redes. Este curso busca que el estudiante comprenda las diferentes

funciones y la complejidad involucrada para comunicar dos aplicaciones de diferentes dispositivos. Así por ejemplo se busca que entiendan y vean ejemplos de la necesidad de paquetizar la información, de tener protocolos que aseguren la confiabilidad de la transmisión de la información, de tener un direccionamiento, la necesidad del ruteo, de protocolos de acceso a un medio compartido, de modular, etc. Este curso, como motivador, además del teórico debería tener alguna sesión práctica en las cuales los estudiantes aprendan a realizar una configuración mínima de los equipos de una red y dejar una red operativa. Se trata de un primer curso y los aspectos más complejos de las redes de datos quedarán para un segundo curso de redes que está propuesto en el quinto semestre.

Introducción al procesamiento de señales. Este taller busca que el estudiantes comprenda el concepto de señal y tenga un panorama de los distintos tipo de manipulaciones (procesamiento) que se puede realizar a las señales para su adquisición, acondicionamiento, extracción de información o análisis. Se busca presentar la relación entre señales analógicas y digitales, y los tipos de señales presentes tanto en las comunicaciones como en otras aplicaciones y disciplinas como son la medicina, la biología, el control industrial o la robótica, entre otras. Se tendrá un enfoque práctico, orientado a la resolución de un proyecto haciendo uso de herramientas de procesamiento existentes con mayor o menor grado de desarrollo e integración dependiendo de la aplicación. Estas herramientas se utilizarán en forma de "caja negra" motivando el estudio posterior de las técnicas físico-matemáticas para el modelado, procesamiento y análisis de señales.

En el semestre 4:

Introducción a la Modulación. En este curso la idea es comenzar explicando las diferentes componentes de un sistema de comunicación, los diferentes medios de comunicación y la necesidad de modular en los sistemas de comunicación. Explicar el concepto de espectro y la transformada de Fourier. Hablar de las diferentes técnicas de modulación y concentrarse en AM y FM, donde los estudiantes deberán además de conocer la teoría en su taller construir un receptor de AM y FM. Es un curso que contará con una parte importante de Taller.

En el semestre 5 se asume la nueva propuesta de implementación de asignaturas de la carrera de Ingeniería Eléctrica. Una mención especial se debe hacer al curso MatIIE que está en discusión. Esta nueva asignatura sustituiría a Funciones de Variable Compleja, complementándola con una introducción a procesos estocásticos. También se incluye el nuevo curso:

Redes de Datos, que como ya se explicó, complementará lo visto en el curso de Introducción a las Redes.

En el semestre 6:

Señales y sistemas 2. Este curso complementará los temas de muestreo y filtros digitales respecto a lo que se plantea dar en el curso propuesto de Señales y Sistemas.

Modulación digital. El objetivo del curso es que el estudiante comprenda las diferentes técnicas de modulación y demodulación digital. Este curso deberá ser teórico/práctico y con un taller en el cual los estudiantes construyan un receptor QPSK por ejemplo. El curso se centrará en que el estudiante comprenda y experimente con las técnicas de modulación digital, dejando el análisis de la detección de las señales y la

teoría de decisión óptima para un segundo curso en el que se utilicen las herramientas de procesos estocásticos vistas en MatIIE. Posibles temas de este curso serían: espacios vectoriales y espacio de señal, modulación PAM, criterio de Nyquist, pulso conformador, modulación pasabanda y banda base, modulación QAM.

En el semestre 7:

Detección y decisión en sistemas de comunicación. En este curso se busca, modelando el ruido como un proceso estocástico, estudiar técnicas de detección y decisión óptima de las señales. En este curso, hablando informalmente, iría todo lo que se dicta actualmente en Sistemas de Comunicación sacando las técnicas de modulación analógica y digital que ya se vieron antes.

En el semestre 9:

Sincronismo, ecualización y corrección de errores en sistemas de comunicación. El objetivo de este curso es levantar la hipótesis de transmisor y receptor ideal, así como la idealidad del canal AWGN y estudiar el diseño de un receptor de portadora única y múltiple. Para eso se verán técnicas de sincronización en tiempo, frecuencia y fase tanto en portadora única como en OFDM, así como las técnicas de ecualización en ambos contextos. Por último se brindarán los conceptos básicos y las técnicas más usadas en los algoritmos de corrección de errores.

A continuación se muestra como referencia los créditos mínimos por área de formación y los créditos de este perfil base.

Área de formación	min	en este perfil
Matemática	70	82
Física	40	40
Otras ciencias naturales	0	0
Fund. de comunicación y señales	20	20
Fund. De ing electrica	25	34
Sistemas Digitales	20	20
Electrónica	10	10
Programacion	30	30
Transmisión de la información	40	49
Electrónica aplicada	0	0
Procesamiento de la información	8	8
Actividades integradoras	50	55
Ciencias de la Computación	10	15
Ingeniería Industrial	6	6
Ingeniería y sociedad	6	7
Totales	335	376

En las siguientes implementaciones que se presentan como ejemplo, se complementan los cursos del perfil base anterior. En estos ejemplos se muestran tres posibles perfiles de un estudiante que se oriente más hacia las redes de telecomunicaciones, hacia el hardware o hacia el procesamiento de señales. Esto no pretende ser un perfil definitivo sino un ejemplo para visualizar la flexibilidad a través de algunas alternativas que presenta el plan. Como ya se mencionó, los perfiles serán discutidos por la Comisión de Carrera con las áreas de formación correspondientes.

INGENIERÍA EN SISTEMAS DE COMUNICACIÓN -Perfil Redes de Telecomunicaciones

	Asignatura	cr.	Asignatura	cr.	Asignatura	cr.	Asignatura	cr.	Asignatura	cr.	Asignatura	cr.	Total
1 sem	Cálculo 1	13	GAL 1	9	Física 1	10	Tallerine	10					42
2 sem	Cálculo 2	13	GAL 2	9	Introducción a las redes	7	Programación 1	10	intro señales	6			45
3 sem	Cálculo 3	10	P y E	10	Física 3	10	Programación 2	12	Física exp. 1	5			47
4 sem	Cálculo 4	10	Diseño lógico	12	Teoría de Circuitos	7	Introducción a la Modulación	8	Física exp. 2	5			42
5 sem	MatIIE	8	Redes de datos	8	Señales y Sistemas	11	Electrónica fundamental	10	Taller 5to semestre	8			45
6 sem	Televisión, radiodifusión y tecnologías de convergencia	8	Señales y Sistemas 2	6	Opcional	8	Métodos numéricos	8	Modulación digital	8	opcional		30
7 sem	Programación 4	12	Int. uP	8	Núcleo de red	6	Detección y decisión en sistemas de comunicaciones	8	Introducción a la Teoría de la Información	8			42
8 sem	Fundamentos de bases de datos	15	Pasantía	10	Electromagnetismo	10	Red de acceso	6	Control	8			49
9 sem	proyecto	10	seguridad informática	10	Sincronismo, ecualización y corrección de errores	8	Antenas y propagación	10	opcional				38
10 sem	proyecto	25	Legislación	6	Economía	7	Gestión integrada de redes	5	redes de transporte de alta capacidad	5			48
													428

INGENIERÍA EN SISTEMAS DE COMUNICACIÓN -Perfil electronica

	Asignatura	cr.	Asignatura	cr.	Asignatura	cr.	Asignatura	cr.	Asignatura	cr.	Asignatura	cr.	Total
1 sem	Cálculo 1	13	GAL 1	9	Física 1	10	Tallerine	10					42
2 sem	Cálculo 2	13	GAL 2	9	Introduccion a las redes	7	Programación 1	10	intro señales	6			45
3 sem	Cálculo 3	10	P y E	10	Física 3	10	Programación 2	12	Física exp. 1	5			47
4 sem	Cálculo 4	10	Diseño lógico	12	Teoría de Circuitos	7	Introducción a la Modulación	8	Física exp. 2	5			42
5 sem	MatIE	8	Int. uP	8	Señales y Sistemas	11	Electrónica fundamental	10	Taller 5to semestre	8			45
6 sem	Diseño Lógico 2	7	Señales y Sistemas 2	6	Opcional Física	10	Métodos numéricos	8	Modulación digital	8	opcional		39
7 sem	Opcional de programación	8	Redes de datos	8	Electronica 2	8	Detección y decisión en sistemas de comunicaciones	8	Introduccion a la Teoría de la Informacion	8	opcional		40
8 sem	Fundamentos de bases de datos	15	Pasantía	10	Electromagnetismo	10			Control	8			43
9 sem	proyecto	10	Sistemas embebidos de tiempo real	8	Sincronismo, ecualización y corrección de errores	8	Antenas y propagación	10	redes de sensores inalámbricos	8			44
10 sem	proyecto	25	Legislación	6	Economía	7	circuitos de rf	8					46
													433

INGENIERÍA EN SISTEMAS DE COMUNICACIÓN -Perfil Procesamiento de señales

	Asignatura	cr.	Asignatura	cr.	Asignatura	cr.	Asignatura	cr.	Asignatura	cr.	Asignatura	cr.	Total
1 sem	Cálculo 1	13	GAL 1	9	Física 1	10	Tallerine	10					42
2 sem	Cálculo 2	13	GAL 2	9	Introduccion a las redes	7	Programación 1	10	intro señales	6			45
3 sem	Cálculo 3	10	P y E	10	Física 3	10	Programación 2	12	Física exp. 1	5			47
4 sem	Cálculo 4	10	Diseño lógico	12	Teoría de Circuitos	7	Introducción a la Modulación	8	Física exp. 2	5			42
5 sem	MatIE	8	Redes de datos	8	Señales y Sistemas	11	Electrónica fundamental	10	Taller 5to semestre	8			45
6 sem	Recpat	12	Señales y Sistemas 2	6	TES	10	Optimización	10	Modulación digital	8			46
7 sem	HPPS	8	Int. uP	8	Proc. Audio	8	Detección y decisión en sistemas de comunicaciones	8	Introduccion a la Teoría de la Informacion	8			40
8 sem	Fundamentos de bases de datos	15	Pasantía	10	Electromagnetismo	10			Control	8			43
9 sem	proyecto	10	TImag	10	Sincronismo, ecualización y corrección de errores	8	Antenas y propagación	10	opcional				38
10 sem	proyecto	25	Legislación	6	Economía	7	opcional		opcional				38
													426

Apéndice 2:

En este apéndice se presenta una posible implementación del plan de estudio en el caso que los cambios propuestos (y en discusión en el momento de escribir esta propuesta) de los cursos del tercer y cuarto de la carrera Ingeniería Eléctrica no se concreten y se mantengan estos semestres como hasta ahora.

INGENIERÍA EN SISTEMAS DE COMUNICACIÓN -perfil base sin los cambios de asignaturas en discusión en la carrera de Ing. Eléctrica

Asignatura	cr.	Asignatura	cr.	Asignatura	cr.	Asignatura	cr.	Asignatura	cr.	Asignatura	cr.	Total
Cálculo 1	13	GAL 1	9	Física 1	10	Tallerine	10					42
Cálculo 2	13	GAL 2	9	Introduccion a las redes	7	Programación 1	10	Introducción señales	6			45
Cálculo 3	10	P y E	10	Física 3	10	Programación 2	12	Física exp. 1	5			47
Cálculo 4	10	Diseño lógico	12	Electromagnetismo	10	Introducción a la Modulación	8	Física exp. 2	5			45
Funciones de variable compleja	10	Int. uP	11	Sistemas Lineales 1	13	Redes de datos	7					41
Muestreo y procesamiento digital de señales	12	Modulación Digital	8	Sistemas Lineales 2	13	opcional		opcional				33
opcional programación	8	Antenas y Propagación	10	Electrónica 1	13	Detección y decisión en sistemas de Comunicaciones	8	Introducción a la Teoría de la Información	8			47
Fundamentos de bases de datos	15	Pasantía	10	Sincronismo, ecualización y corrección de errores	8	opcional		opcional				33
proyecto	10	opcional		opcional		opcional		opcional				10
proyecto	25	Legislación	6	Economía	7	opcional						38
												381