



**.UBA40**<sup>∞</sup>  
AÑOS DE  
DEMOCRACIA

## RESOLUCIÓN

**Número:**

**Referencia:** EX-2023-04874486- -UBA-DIMEDA#SA\_FI - Plan de estudios de la Carrera de Ingeniería Electrónica - Texto ordenado

---

VISTO

La Resolución RESCD-2023-727-E-UBA-DCT FI por la que la Facultad de Ingeniería propone la modificación del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Electrónica, y

CONSIDERANDO

Que por Resolución (CS) N° 6004/09 se aprobó el plan de estudios de la carrera mencionada y se modificó por Resolución (CS) N° 1801/18.

Que la Resolución elevada por la Facultad cumple con las normas reglamentarias encuadradas en el Capítulo A CÓDIGO.UBA I-18.

Lo dispuesto por el artículo 98 inciso e) del Estatuto Universitario.

Lo aconsejado por la Comisión de Enseñanza.

Lo dispuesto por este Consejo Superior en su sesión del día 25 de octubre de 2023.

Por ello, y en uso de sus atribuciones,

EL CONSEJO SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES  
RESUELVE:

ARTÍCULO 1º.- Aprobar la modificación del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Electrónica de la Facultad de Ingeniería.

ARTÍCULO 2º.- Aprobar el texto ordenado de la carrera de Ingeniería Electrónica, en la forma en que se detalla en el Anexo (ACS-2023-410-UBA-SG#REC) de la presente Resolución.

ARTÍCULO 3º.- Regístrese, comuníquese a la Unidad Académica interviniente, al Ciclo Básico Común, a la Secretaría de Asuntos Académicos, al Programa de Orientación al Estudiante y a las Direcciones Generales de Títulos y Planes y de Información Académica y Estadística Universitaria. Cumplido, archívese.

Digitally signed by ALFONSIN Juan  
Date: 2023.10.26 13:22:53 ART  
Location: Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Digitally signed by GELPI Ricardo Jorge  
Date: 2023.10.30 12:04:25 ART  
Location: Ciudad Autónoma de Buenos Aires



## ANEXO

### TEXTO ORDENADO DEL PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

#### 1. FUNDAMENTACIÓN

La modificación del Plan de Estudio de la carrera Ingeniería Electrónica obedece a la necesidad de actualizar la oferta educativa de FIUBA frente a los nuevos desafíos que presenta la enseñanza de la ingeniería y la informática, según establece la Resolución Consejo Directivo N° 1235/18 que aprueba el proyecto denominado "Plan 2020". Éste contiene la estrategia académica general para las carreras de grado y posgrado de esta unidad académica con las definiciones estratégicas, políticas y reglas para la construcción de sus Planes de Estudio.

Entre las principales situaciones identificadas y a contemplar en las acciones del Plan 2020, y la actualización de la oferta académica de grado como parte de éste, se encuentran:

1. Carreras con alta exigencia horaria y alargamiento en la duración real.
2. Oportunidades de mejora en el diseño y desarrollo curricular.
3. Oportunidades de mejora en el CBC.
4. Situación en el primer tramo de las carreras.
5. Demanda de nuevos conocimientos y competencias tanto duras como blandas, en el marco de la llamada 4ta. Revolución Industrial.
6. Preocupación creciente por el Impacto Social y Ambiental de la Ingeniería.
7. Necesidad de que más mujeres estudien, se gradúen y se desarrollen profesionalmente en carreras de Ingeniería.
8. Desarrollo de la Internacionalización de la Educación Superior.
9. Nuevas tendencias en la enseñanza de la ingeniería.
10. Oportunidades para mejorar la articulación entre la investigación-desarrollo y la docencia.

A partir de ello, y entendiendo la Educación Superior (ES) como bien público, el desafío de la discusión en torno a la currícula constituyó también una oportunidad para pensar integralmente cómo diseñar una herramienta que logre que un ingresante pase a ser un egresado con el perfil deseado, contribuyendo con ello al ejercicio efectivo de ese derecho.

La Facultad de Ingeniería abordó en consecuencia la revisión de los planes de estudio de sus carreras de grado para mejorar la oferta académica con vistas a:



- disminuir el tiempo de graduación y facilitar la disminución de la distancia entre el tiempo teórico y el real de cursado de las carreras, mejorando los trayectos académicos de los/as estudiantes;
- incorporar nuevas temáticas que la innovación y los cambios tecnológicos transforman en básicas para todas las carreras en el contexto presente y futuro y que permiten dar respuesta a los requerimientos previsibles en el futuro cercano y adaptarse a los cambios que se sucedan;
- reforzar el desarrollo de capacidades centrales para los/as profesionales, tales como comunicación, desarrollo de relaciones interpersonales (con especial atención a las cuestiones de género y de no discriminación), creatividad, capacidades para la investigación y el desarrollo, y para el trabajo interdisciplinario;
- optimizar la articulación de la enseñanza entre las distintas carreras de grado, así como entre éstas y la enseñanza de posgrado y las actividades de investigación, extensión y transferencia que se realizan en la FIUBA y en la UBA en general;
- promover la internacionalización.

En el proceso iniciado se definió la necesidad de sostener características compartidas en la estructura curricular de las distintas carreras así como una base común en torno a las ciencias básicas, y establecer el otorgamiento de un título intermedio “Bachiller Universitario en Ciencias de la Ingeniería” en un todo de acuerdo a lo establecido en RES CS 1716/19.

La creación del Bachiller Universitario responde a la necesidad de acreditar formalmente los saberes adquiridos por los/as estudiantes en sus primeros años universitarios, y de promover la terminalidad de los estudios de grado. Si bien este título no habilita para el ejercicio profesional supone un reconocimiento a quienes completaron un trayecto formativo y cuentan con capacidades académicas que les permiten colaborar y realizar tareas de apoyo en proyectos y actividades de carácter científico, tecnológico e ingenieril.

Asimismo, la instauración del título de Bachiller Universitario busca facilitar el reconocimiento internacional de un primer tramo de los estudios superiores, de acuerdo con las tendencias que se vienen desarrollando en el campo de la educación superior. De este modo, se espera promover la internacionalización, favorecer la firma de acuerdos con Universidades prestigiosas de distintas partes del mundo, facilitar la continuidad del cursado en el exterior y promover acuerdos de doble titulación.

En la búsqueda de los objetivos planteados en el proceso Plan 2020 se generaron además criterios para la redefinición de la carga horaria total de la carrera, su duración en cuatrimestres y la consideración de la carga horaria semanal propuesta. Se



estableció la incorporación de por lo menos tres instancias (inicial, intermedia y final) de trabajo sobre proyectos y las características de la oferta de electivas y optativas. La modificación del Plan de Estudio de la carrera Ingeniería Electrónica responde a estas consignas establecidas por el Consejo Directivo.

Por otro lado, las Actividades Reservadas correspondientes a la titulación Ingeniería Electrónica fueron redefinidas por Resolución ME 1254/2018, Anexo VII. Asimismo, y a propuesta del CONFEDI, fueron aprobados los nuevos estándares para las carreras de ingeniería e informática, correspondiendo a la carrera los establecidos en la Resolución ME 1550/2021.

La modificación del Plan de Estudio de la carrera Ingeniería Electrónica se adecua a lo establecido en esas Resoluciones Ministeriales.

A partir de estos cambios, y en función de los objetivos y pautas definidas en el marco del Plan 2020, la carrera redefinió contenidos obligatorios, electivos y optativos, cargas horarias asociadas, su organización en asignaturas, su articulación y correlatividades modificando la carga horaria total y la duración teórica real, de 4448 a 3648 hs distribuidas en 10 cuatrimestres. Con esta modificación la carga horaria por asignatura no supera los 8 créditos, correspondiendo a ello una carga horaria semanal de clase no mayor a 8 horas. Asimismo la carga horaria semanal promedio no supera 24 créditos por cuatrimestre.

La Ingeniería Electrónica en nuestro país y en el mundo se ha ido expandiendo aceleradamente, aplicándose a prácticamente todas las actividades humanas, incluso aquellas que otrora parecían inconexas. Adicionalmente, muchos aspectos tecnológicos quedan obsoletos en el transcurso de pocos años. Por lo tanto, una sólida formación en ciencias y tecnologías básicas, que suelen ser más permanentes en el tiempo, sumada a una actualización rápida y flexible con los conceptos más avanzados, se hacen imprescindibles. Por otra parte, los métodos de enseñanza y de aprendizaje deben modernizarse para adecuarse a las necesidades de las nuevas generaciones de estudiantes que ingresan a esta casa de Altos Estudios, incluyendo el uso de las nuevas tecnologías educativas. Así, se propuso rediseñar la carrera manteniendo la sólida formación teórica y al mismo tiempo reforzando los aspectos aplicados y prácticos del saber hacer, con el objetivo de formar la mejor generación de ingenieros de la próxima década.

El proceso de confección del nuevo plan de estudios fue abierto a discusión con toda la comunidad desde el inicio e incluyó una amplia participación de estudiantes,



graduados y docentes. Incluso se tomaron en cuenta las perspectivas de referentes de otras carreras, en busca de una visión multidisciplinaria y enriquecedora. El trabajo realizado incluyó alrededor de 450 horas de reuniones de estudiantes, graduados y docentes, con aproximadamente 3.600 horas-persona de los miembros de la Comisión Curricular Permanente de Ingeniería Electrónica. Así, se realizó un análisis de la situación preexistente, incluyendo las estadísticas actuales del progreso estudiantil a lo largo de la carrera. Se buscó que el diseño se realizara desde una perspectiva diferente y novedosa, tratando de evitar eventuales sesgos impuestos por aspectos históricos. Se determinaron las áreas de mayor interés, buscando mantener una coherencia a lo largo de todo el plan de estudios. Así, se hizo foco sobre la importancia y la obligatoriedad de cada tema, fortaleciendo el contenido práctico sin perder el respaldo teórico existente, con el fin de hacer más atractivas las aplicaciones de la ingeniería electrónica. Se priorizó la integración de tecnologías básicas y aplicadas, lo cual llevó a la incorporación de talleres. Finalmente, se verificó que el Plan propuesto cumplía con todas las recomendaciones y regulaciones correspondientes.

El nuevo diseño se basa en:

- Determinar las áreas de conocimiento alcanzadas.
- Definir las asignaturas aplicadas comunes necesarias para cada área.
- Acotar la duración deseada de la carrera.
- Establecer las bases necesarias de física y matemática.
- Reforzar la integración entre los contenidos prácticos y los teóricos.
- Flexibilizar el camino crítico a través de la eliminación de correlativas innecesarias, y minimizando la repetición de contenidos entre asignaturas.
- Acercar la experiencia del equipo de investigadores y profesionales de todas las áreas, que permita generar una base apta para encarar los desafíos de la actualidad y fundamentalmente los que se prevén en el futuro.
- Brindar suficiente flexibilidad a las áreas de orientación para que puedan seguir la dinámica siempre cambiante de la profesión.
- Adelantar los contenidos específicos de la carrera sin sacrificar especificidad ni profundidad, ofreciendo tempranamente un panorama de las posibilidades que ofrece cada área de orientación.
- Permitir un aprendizaje incremental tanto en las áreas específicas de la carrera como en aspectos transversales e interdisciplinarios.
- Promover la articulación con Especializaciones y Maestrías, así como con la investigación científica y tecnológica.



## 2. DENOMINACIÓN DE LA CARRERA Y DEL TÍTULO

Denominación de la carrera: Ingeniería Electrónica.

El título otorgado es el de INGENIERO/A ELECTRÓNICO/A.

La carrera otorga el título intermedio de **Bachiller Universitario en Ciencias de la Ingeniería - Trayecto Electrónica**, cuyas características y requisitos se desarrollan en punto 11 de este documento.

## 3. MODALIDAD DE ENSEÑANZA

La modalidad de la carrera es presencial.

## 4. REQUISITOS CONDICIONES DE INGRESO

Para ingresar en la carrera, el/la estudiante deberá contar con el nivel secundario o equivalente completo o, en su defecto, cumplir con las condiciones establecidas por el Consejo Superior para los mayores de 25 años que no los hubieran aprobado.

## 5. OBJETIVOS

En el marco provisto por el Estatuto de la Universidad de Buenos Aires, por la Visión, la Misión (Res CD 148/06) y la Política de Calidad de la Facultad de Ingeniería (Res CD 258/18), la FIUBA se propone formar profesionales de alta calidad académica, con conocimientos sólidos y actualizados, y con visión interdisciplinaria y amplia del país y del contexto, de acuerdo con principios éticos, compromiso social y responsabilidad cívica.

Los/as profesionales FIUBA contarán con conocimientos teóricos, habilidades experimentales y procedimentales, conocimiento de criterios y reglas de procedimiento, capacidades de razonamiento y resolución de problemas de acuerdo con las reglas específicas de la profesión. Además, serán capaces de manejar las herramientas y habilidades propias del hacer investigativo que contribuyen al desarrollo tecnológico.

Entre las competencias que la FIUBA se propone desarrollar en sus estudiantes, cabe señalar: espíritu emprendedor, y orientación a la acción y la prueba en entornos colaborativos y de alta incertidumbre; creatividad e innovación; interdisciplinariedad, habilidades para trabajar en grupos heterogéneos con profesionales de otras



disciplinas para lograr un objetivo común en un marco de requerimiento de competencias y conocimientos diversos y complejos que exceden los propios de una carrera; trabajo en equipo y capacidad de liderazgo respetuoso y no discriminatorio; ética, compromiso político y responsabilidad social, incluyendo la capacidad de evaluar el impacto económico, social y ambiental a nivel local y global de cualquiera de las acciones tomadas a nivel técnico; conciencia ambiental, compromiso con la preservación, la mejora, el desarrollo y la regeneración de los elementos que integran el ambiente, el comportamiento respetuoso y generoso hacia el mismo y los conocimientos para evitar o minimizar los impactos reales o potenciales de los diseños y desarrollos tecnológicos y de su desempeño profesional y personal en el ambiente con una visión sostenible; conciencia social, compromiso para encarar de manera adecuada las problemáticas de género, inclusión, diversidad y derechos humanos; gestión de proyectos tanto de organización industrial como de desarrollo tecnológico y la gestión del cambio; habilidades científicas y tecnológicas generales; y habilidades lingüísticas, capacidad de comunicarse en forma oral y escrita de manera adecuada tanto en español como en inglés.

Es objetivo de la Carrera de Ingeniería Electrónica formar profesionales con los conocimientos científicos y técnicos requeridos para asumir con idoneidad y responsabilidad cívica, social y ambiental el amplio espectro de actividades vinculadas con:

1. Diseñar, desarrollar, proyectar, dirigir, construir, operar y mantener sistemas electrónicos y optoelectrónicos así como lo referido a la seguridad de los mismos, incluyendo las diversas técnicas y actividades relacionadas con el tratamiento de señales y datos entre dispositivos y sistemas, considerando los efectos y riesgos, las necesidades y requisitos de los usuarios, las organizaciones y la sociedad.
2. Desarrollarse profesionalmente con una formación sólida en física y matemática, ciencias de la ingeniería, ingeniería electrónica y optoelectrónica tanto analógica como digital, procesamiento de señales y datos, sistemas de comunicación, computadoras y sistemas embebidos, sistemas de control y automatización, inteligencia artificial, seguridad y sistemas.
3. Fundar, dirigir y gestionar empresas de Base Tecnológica en el campo de acción de la electrónica y sus áreas afines.
4. Interpretar los nuevos desarrollos tecnológicos en el área de la electrónica para la administración de recursos escasos, que sobre bases económicas, sociales, ambientales, éticas, políticas, orienten al ingeniero/a en la necesidad de lograr óptimos resultados en los plazos de ejecución prefijados.





5. Entender en asuntos legales, de economía y finanzas de la Ingeniería Electrónica, realizar arbitrajes y pericias, certificaciones, tasaciones y valuaciones referidas a lo específico de la Electrónica y los recursos humanos involucrados.
6. Desarrollar actividades académicas (investigación, transferencia, docencia) en relación a los conocimientos tecnológicos y científicos correspondientes a la especialidad.

## 6. PERFIL DEL GRADUADO

El perfil del graduado/a FIUBA se establece en el marco provisto por el Estatuto de la Universidad de Buenos Aires, por la Visión, la Misión (Res CD 148/06), y la Política de Calidad de la Facultad de Ingeniería (Res CD 258/18).

Los/as graduados/as FIUBA serán profesionales de excelencia, capaces de desenvolverse profesionalmente de manera satisfactoria en distintos ámbitos y contextos: integrando organizaciones públicas o privadas, en actividades de investigación y desarrollo, en consultoría, desarrollando emprendimientos, entre otras actividades posibles.

Entre los rasgos que caracterizan a una persona graduada en FIUBA se pueden mencionar:

- Formación académica (científica y tecnológica) y profesional sólida y actualizada que le permita interpretar y procesar los cambios de paradigmas, extender la frontera del conocimiento e intervenir en las políticas públicas.
- Competencia para seleccionar y utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas propias de su carrera, tanto para la actividad profesional de excelencia como para iniciarse en la docencia, la investigación y el desarrollo.
- Capacidad de diseñar, planificar, realizar, evaluar, mejorar y gestionar proyectos, y de generar e implementar soluciones a problemas profesionales complejos de naturaleza tecnológica, que sean acordes a los requerimientos del mundo actual y a las necesidades de la sociedad y del país, que les permita contribuir al desarrollo económico, ambiental y social con una perspectiva de accesibilidad y sustentabilidad.
- Formación integral que habilite el ejercicio profesional con una visión interdisciplinaria y amplia del país y del contexto, de acuerdo con principios éticos, compromiso social y responsabilidad cívica.



- Competencias para desempeñarse con creatividad, emprendedorismo y espíritu crítico, integrando y liderando equipos diversos.
- Capacidad para fundar, dirigir y gestionar empresas de Base Tecnológica en el campo de acción de la electrónica.
- Capacidad para el aprendizaje continuo y autónomo y el desarrollo profesional en contextos de cambios sociales y tecnológicos.
- Competencias comunicacionales para desempeñarse en contextos interdisciplinarios, interculturales e internacionales, en redes virtuales y en dinámicas de trabajo grupal, utilizando tanto el español como el inglés.
- Formación integral que habilite el ejercicio profesional con una visión interdisciplinaria y amplia del país y del contexto, de acuerdo con principios éticos, compromiso social y responsabilidad cívica.

## **7. ALCANCES Y ACTIVIDADES RESERVADAS PARA LAS QUE HABILITA EL TÍTULO**

### **Actividades Profesionales Reservadas (Resolución ME 1254/2018 anexo VII)**

1. Diseñar, proyectar y calcular sistemas, equipos y dispositivos de generación, transmisión, y/o procesamiento de campos y señales, analógicos y digitales; circuitos integrados; hardware de sistemas de cómputo de propósito general y/o específico y el software a él asociado; hardware y software de sistemas embebidos y dispositivos lógicos programables; sistemas de automatización y control; sistemas de procesamiento y de comunicación de datos y sistemas irradiantes.
2. Proyectar, dirigir y controlar la construcción, implementación, mantenimiento y operación de lo mencionado anteriormente.
3. Validar y certificar el funcionamiento, condición de uso o estado de los sistemas mencionados anteriormente.
4. Proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en su actividad profesional.

### **Alcances del Título de Ingeniero/a Electrónico/a**

El/La Ingeniero/a Electrónico/a de la Universidad de Buenos Aires posee dentro de los Alcances de su actividad profesional, aquellos que se definen a continuación:



Concebir, inventar, diseñar, modelar, desarrollar, proyectar, planificar, aplicar y ejecutar sistemas, subsistemas, equipos, partes, piezas, instrumentos de medición, componentes y dispositivos electrónicos y optoelectrónicos en general y en particular aquellos aplicados a:

- redes y sistemas de comunicaciones;
- sistemas de control automático y automatización industrial;
- procesamiento de señales y datos de cualquier tipo;
- sistemas electrónicos digitales embebidos o discretos, incluyendo su hardware y software;
- sistemas electrónicos analógicos lineales y no lineales;
- sistemas de control de generación, suministro e interconexión de energías convencionales y no convencionales, y de baja tensión en general;
- sistemas de navegación de vehículos y transporte;
- sistemas de seguridad;
- dispositivos semiconductores y
- proyectos electrónicos,

contemplando (en todos los casos) el impacto social, ambiental, técnico, legal, económico, y en particular la eficiencia energética, para todo tipo de sectores y organizaciones, tanto públicas como privadas.

Organizar, dirigir, controlar, gestionar, administrar, analizar, seleccionar, determinar la factibilidad, poner en funcionamiento, operar y mantener sistemas, subsistemas, equipos, partes, piezas, instrumentos de medición, componentes y dispositivos electrónicos y optoelectrónicos en general y en particular aquellos aplicados a lo mencionado anteriormente.

Evaluar, simular, especificar, implementar, aplicar, emprender y optimizar sistemas, subsistemas, equipos, partes, piezas, instrumentos de medición, componentes y dispositivos electrónicos y optoelectrónicos en general y en particular aquellos aplicados a lo mencionado anteriormente.

Realizar investigaciones en instituciones y organizaciones, tanto públicas como privadas en todo lo relativo al campo de acción de la electrónica y sus áreas afines.



Organizar y desarrollar actividades de formación en organizaciones diversas, sobre las temáticas mencionadas en las actividades reservadas.

Definir estándares y métricas considerando los aspectos técnicos, legales, económicos, sociales, ambientales y de calidad en todo lo relativo al campo de acción de la electrónica y sus áreas afines.

Realizar arbitrajes, pericias, valuaciones y tasaciones considerando los aspectos arriba mencionados en todo lo relativo al campo de acción de la electrónica y sus áreas afines.

Dirigir y gestionar empresas de Base Tecnológica en el campo de acción de la electrónica.

## 8. ESTRUCTURA CURRICULAR DE LA CARRERA

La estructura de la carrera comprende dos ciclos de formación:

- Ciclo Básico Común: 2 cuatrimestres.
- Segundo Ciclo: 8 cuatrimestres.

Se requiere haber aprobado el CBC para comenzar con el segundo ciclo.

La estructura del segundo ciclo contempla las asignaturas obligatorias de ciencias básicas, de las tecnologías básicas o ciencias de la ingeniería, de tecnologías aplicadas, y de ciencias y tecnologías complementarias, así como una oferta de asignaturas electivas. Entre las asignaturas obligatorias se incluyen tres proyectos integradores.

Estos proyectos son espacios curriculares que buscan fortalecer la formación profesional de los/as estudiantes a partir de la presentación de propuestas que exigen el involucramiento en prácticas preprofesionales mediante la resolución de problemas y/o el diseño y desarrollo de proyectos en situaciones reales o simuladas. Los mismos permiten tanto la movilización y articulación de los distintos contenidos aprendidos en distintas asignaturas como el desarrollo de habilidades, capacidades, saberes del oficio y competencias genéricas y específicas propias del trabajo profesional. En particular, constituyen instancias privilegiadas -aunque no únicas- para la incorporación de los contenidos transversales.

El **Proyecto Inicial** se desarrolla en la asignatura Introducción a la Ingeniería Electrónica. Tiene como objetivos: estimular el interés del estudiantado y reforzar su motivación; brindar oportunidades para iniciar el desarrollo de las competencias



genéricas y específicas propias de la ingeniería; y promover la comprensión del sentido de las ciencias básicas en los estudios y en la práctica de la ingeniería. Con este fin, debe incluir experiencias de aprendizaje de ingeniería que proporcionen un marco para la práctica profesional. En consecuencia, esta asignatura abarca una iniciación al pensamiento ingenieril y al desarrollo de habilidades y capacidades profesionales necesarias en las distintas etapas del diseño y desarrollo de proyectos de ingeniería con un enfoque que contempla la sustentabilidad, la preocupación por el cuidado del ambiente y las personas, y el desarrollo de la sensibilidad frente a las problemáticas de género, inclusión, diversidad y derechos humanos. De este modo, permite dar cuenta de la función social de la ingeniería, de los distintos ámbitos de inserción profesional, así como de los distintos problemas y soluciones tecnológicas a lo largo del tiempo y sus proyecciones a futuro.

El **Proyecto Intermedio** se desarrolla en la asignatura Taller de Sistemas Embebidos, la cual tiene un enfoque centrado en la práctica propia de la carrera más que en el desarrollo teórico disciplinar, con eje en la participación de las y los estudiantes.

El **Trabajo Integrador Final (TIF)** permite un abordaje integral de una situación similar a la que podría encontrarse en algún aspecto significativo del ejercicio profesional o de la tarea de investigación y/o desarrollo científico-tecnológico, teniendo en cuenta el perfil específico de la carrera. El TIF puede asumir la modalidad de un Trabajo Profesional o de una Tesis. Este espacio curricular promueve la integración de los distintos conocimientos aportados por la carrera en función de la situación problemática abordada, preferentemente en relación con contextos reales (organizaciones sociales, organismos del Estado, empresas, laboratorios, etc.) y contempla todas las dimensiones que sean relevantes para la situación abordada con una perspectiva de sustentabilidad económica, social y ambiental. Al Trabajo Profesional o a la Tesis se integran y acreditan ciento noventa y dos (192) horas supervisadas de práctica profesional. De este modo, el TIF genera oportunidades para poner en práctica y desarrollar habilidades, capacidades y competencias genéricas y específicas propias de la profesión y del perfil de los/as graduados/as FIUBA en Ingeniería Electrónica.

La carrera de ingeniería electrónica comienza con la incorporación de las bases de física y matemática, así como de las ciencias y tecnologías básicas de la ingeniería electrónica, las que se articulan con las siguientes áreas centrales.

- Automatización y Control
- Comunicaciones y Redes
- Procesamiento de Señales e Información



- Electrónica analógica
- Sistemas Embebidos y Digitales
- Microelectrónica y Optoelectrónica

A partir de estos fundamentos, es posible desarrollar aprendizajes relacionados con muchas otras áreas de conocimiento de la ingeniería electrónica, así como con otras ingenierías como la bioingeniería, la mecánica, la informática; e incluso con carreras como ciencias de la salud o sociales, entre otras. Esta diversidad de áreas se complementan a través de una variedad de asignaturas electivas y optativas.

En el presente plan de estudios se han incluido talleres especialmente diseñados para afianzar los conocimientos teóricos mediante su aplicación práctica. También se han distribuido contenidos teóricos de matemática y física a lo largo de la carrera con el objeto de acercarlos al momento de su aplicación, reforzando el aprendizaje de los mismos.

Las asignaturas, en su gran mayoría fueron diseñadas para que requirieran un mínimo de correlativas, y así flexibilizar la estructura facilitando las posibilidades de cursarlas.

El siguiente cuadro sintetiza la estructura curricular que se desarrolla posteriormente:

	<b>Cantidad de Asignaturas</b>	<b>Carga Horaria (horas reloj)</b>	<b>Créditos</b>
<b>PRIMER CICLO DE LA CARRERA (CBC)</b>	6	608	38
<b>SEGUNDO CICLO DE LA CARRERA</b>	33	3040	190
Asignaturas Obligatorias	28	2464	154
Asignaturas Electivas/Optativas	4	384	24
Trabajo Profesional o Tesis	1	192	12
<b>TOTAL DE LA CARRERA</b>	<b>39</b>	<b>3648</b>	<b>228</b>

Los créditos son una unidad de medida de la dedicación académica del estudiantado. Se computan considerando 1 (un) crédito como equivalente a 16 (dieciséis) horas de clase. Además, se establece que la carga horaria adicional de estudio personal y trabajo académico fuera de clase que estimativamente los/as estudiantes deben



dedicar a cada asignatura durante esas 16 semanas no puede superar la cantidad de horas presenciales establecidas para la asignatura. La carga horaria total de estudio que demanda la carrera debe considerar también las horas que el estudiantado dedica al estudio durante las semanas de exámenes finales, que no están contabilizadas en el cuadro anterior.

### Estructura de la carrera por años y régimen de correlatividades

#### PRIMER CICLO

Ciclo Básico Común			
Primer y segundo cuatrimestre			
Código	Asignaturas obligatorias	Carga Horaria Semanal	Carga Horaria Total
24	Introducción al Conocimiento de la Sociedad y el Estado	4	64
40	Introducción al Pensamiento Científico	4	64
66	Análisis Matemático A	9	144
62	Álgebra A	9	144
03	Física	6	96
90	Pensamiento Computacional	6	96
<b>Carga horaria total</b>		<b>38</b>	<b>608</b>

#### SEGUNDO CICLO:

El cuadro siguiente muestra una de las posibles distribuciones de asignaturas en módulos cuatrimestrales. Esta distribución tiene en cuenta tanto las exigencias de asistencia a clase como las de estudio y trabajo personal, de manera de asegurar la factibilidad de un cursado regular y contribuir a la permanencia reduciendo la desvinculación académica por razones económicas, culturales y/o sociales.

Dentro del concepto de la flexibilidad curricular, cada estudiante podrá componer módulos cuatrimestrales de la manera que más se ajuste a sus intereses y posibilidades, cumpliendo con las correlatividades correspondientes.



Se incluye a continuación para cada asignatura, la carga horaria total y semanal, además de las asignaturas correlativas.

<b>MATERIAS OBLIGATORIAS DEL PLAN</b>			
<b>ASIGNATURAS</b>	<b>CRÉDITOS</b> (carga horaria semana)	<b>HORAS</b> (carga horaria total)	<b>CORRELATIVAS</b>
<b>TERCER CUATRIMESTRE</b>			
Análisis Matemático II	8	128	CBC
Física de los Sistemas de Partículas	6	96	CBC
Introducción a la Ingeniería Electrónica	6	96	CBC
Algoritmos y Programación	6	96	CBC
Total cuatrimestre	26	416	
<b>CUARTO CUATRIMESTRE</b>			
Álgebra Lineal	8	128	CBC
Electricidad, Magnetismo y Calor	6	96	Análisis Matemático II Física de los Sistemas de Partículas
Introducción a los Dispositivos Electrónicos	4	64	Introducción a la Ingeniería Electrónica
Sistemas Digitales	6	96	Introducción a la Ingeniería Electrónica
Total cuatrimestre	24	384	
<b>QUINTO CUATRIMESTRE</b>			
Probabilidad y Estadística	6	96	Análisis Matemático II Álgebra Lineal
Señales y Sistemas	6	96	Análisis Matemático II Álgebra Lineal
Análisis de Circuitos	6	96	Introducción a la Ingeniería Electrónica Electricidad, Magnetismo y Calor
Redes de Comunicaciones	6	96	CBC
Total cuatrimestre	24	384	
<b>SEXTO CUATRIMESTRE</b>			





Planificación de Proyectos	2	32	Introducción a la Ingeniería Electrónica
Circuitos Microelectrónicos	6	96	Introducción a los Dispositivos Electrónicos Análisis de Circuitos
Procesos Estocásticos	6	96	Probabilidad y Estadística Señales y Sistemas
Control Automático	6	96	Electricidad, Magnetismo y Calor Señales y Sistemas
Taller de Sistemas Embebidos	6	96	Algoritmos y Programación Introducción a los Dispositivos Electrónicos Sistemas Digitales
Total cuatrimestre	26	416	
<b>SÉPTIMO CUATRIMESTRE</b>			
Química y Electroquímica	6	96	Electricidad, Magnetismo y Calor
Electromagnetismo Aplicado	4	64	Análisis de Circuitos
Taller de Automatización y Control	6	96	Algoritmos y Programación Control Automático Sistemas Digitales
Taller de Procesamiento de Señales	6	96	Procesos Estocásticos
Total cuatrimestre	22	352	
<b>OCTAVO CUATRIMESTRE</b>			
Dispositivos Semiconductores	6	96	Introducción a los Dispositivos Electrónicos Análisis de Circuitos
Taller de Comunicaciones Digitales	6	96	Señales y Sistemas Redes de Comunicaciones
Taller de Diseño de Circuitos Electrónicos	6	96	Circuitos Microelectrónicos Electromagnetismo Aplicado
Higiene y Seguridad	2	32	100 créditos
Electivas	4	64	
Total cuatrimestre	24	384	
<b>NOVENO CUATRIMESTRE</b>			



Legislación y Ejercicio Profesional	2	32	100 créditos
Gestión de Proyectos Electrónicos	6	96	Planificación de Proyectos
Trabajo Integrador Final de Ingeniería Electrónica (Trabajo profesional / Tesis de grado)	4	64	Planificación de Proyectos 3 Talleres
Electivas	12	192	
Total cuatrimestre	24	384	
<b>DÉCIMO CUATRIMESTRE</b>			
Impacto Social, Ambiental y Desarrollo Sustentable	4	64	100 créditos (Nota 1)
Trabajo Integrador Final de Ingeniería Electrónica (Trabajo profesional / Tesis de grado)	8	128	Planificación de Proyectos 3 Talleres
Electivas	8	128	
Total cuatrimestre	20	320	
<b>TOTAL DEL SEGUNDO CICLO</b>	<b>190</b>	<b>3040</b>	
<b>TOTAL DE LA CARRERA</b>	<b>228</b>	<b>3648</b>	

Nota 1: se recomienda haber cursado Química y Electroquímica para esta asignatura.

<b>MATERIAS ELECTIVAS DEL PLAN</b>			
<b>ASIGNATURAS</b>	<b>CRÉDITOS</b> (carga horaria semana)	<b>HORAS</b> (carga horaria total)	<b>CORRELATIVAS</b>
Comunicaciones Inalámbricas	4	64	Electromagnetismo Aplicado Taller de Comunicaciones Digitales
Instrumentos Electrónicos y Metrología	4	64	Taller de Diseño de Circuitos Electrónicos
Electrónica de Alta Frecuencia	4	64	Taller de Diseño de Circuitos Electrónicos
Internet de las Cosas	4	64	Taller de Comunicaciones Digitales
Infraestructura de Redes	4	64	Taller de Comunicaciones Digitales
Propagación y Sistemas Irradiantes	4	64	Electromagnetismo Aplicado
Compatibilidad Electromagnética	4	64	Taller de Diseño de Circuitos Electrónicos



Laboratorio de Comunicaciones	4	64	Taller de Comunicaciones Digitales
Redes Neuronales y Aprendizaje Profundo	4	64	Taller de Procesamiento de Señales
Aprendizaje por Refuerzo	6	96	Taller de Procesamiento de Señales
Visión por Computadora	4	64	Taller de Procesamiento de Señales
Procesamiento del Habla	4	64	Taller de Procesamiento de Señales
Optimización Convexa	6	96	Procesos Estocásticos
Procesamiento Estadístico de Señales	4	64	Procesos Estocásticos
Taller de Sistemas Digitales	6	96	Sistemas Digitales Señales y Sistemas
Diseño y Verificación Digital	6	96	Taller de Sistemas Embebidos
Sistemas Operativos	6	96	Taller de Sistemas Embebidos
Algoritmos y Estructuras de Datos	6	96	Algoritmos y Programación
Sistemas Operativos Embebidos	4	64	Taller de Sistemas Embebidos
Instrumentación y Control de Procesos Industriales	4	64	Taller de Automatización y Control
Control Automático Avanzado	4	64	Taller de Automatización y Control
Control Automático Multivariable	4	64	Taller de Automatización y Control
Identificación y Control Adaptativo	4	64	Taller de Automatización y Control
Electrónica de Potencia	4	64	Circuitos Microelectrónicos
Accionamientos Variables	6	96	Circuitos Microelectrónicos Control Automático
Robótica Móvil	4	64	Procesos Estocásticos Algoritmos y Programación
Robótica Industrial	6	96	Taller de Automatización y Control
Microelectrónica	4	64	Circuitos Microelectrónicos Dispositivos Semiconductores
Laboratorio de Microelectrónica	4	64	Microelectrónica
Comunicación y Computación Cuántica	4	64	Taller de Sistemas Embebidos



Dispositivos Optoelectrónicos Avanzados	4	64	Dispositivos Semiconductores
Optoelectrónica	4	64	Dispositivos Semiconductores
Introducción a la Ingeniería Acústica	4	64	Señales y Sistemas
Acústica de Recintos	4	64	Señales y Sistemas
Electroacústica	4	64	Circuitos Microelectrónicos
Audio Profesional	4	64	Taller de Diseño de Circuitos Electrónicos
Ciberseguridad de Redes e Infraestructuras Críticas	4	64	Algoritmos y Programación Taller de Comunicaciones Digitales
Sistemas Gráficos	4	64	Algoritmos y Programación
Introducción a la industria, los Sistemas y el Negocio Aeroespacial	6	96	120 créditos
Tecnología de Materiales para la Industria Aeroespacial B	4	64	Electricidad, Magnetismo y Calor Química y Electroquímica
Comunicaciones aeroespaciales B	2	32	Taller de Comunicaciones digitales

**ASIGNATURAS DE OTRAS FACULTADES:** Los estudiantes podrán cursar asignaturas en otras Facultades de la Universidad de Buenos Aires, otras Universidades del país o del extranjero, previo acuerdo con la Comisión Curricular Permanente de la carrera Ingeniería Electrónica. Esta última propondrá las equivalencias que pudieran corresponder o el número de créditos a otorgar en cada caso.

**ACTIVIDADES ACADÉMICAS AFINES:** Los estudiantes podrán realizar actividades que complementen su formación con acuerdo previo de la Comisión Curricular Permanente de la carrera Ingeniería Electrónica, las que serán acreditadas de acuerdo a la normativa vigente.



## 9. REQUISITOS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

Para obtener el título de Ingeniero/a Electrónico/a se requieren doscientos veintiocho (228) créditos y el cumplimiento de los requisitos que se especifican a continuación.

De los doscientos veintiocho (228) créditos, treinta y ocho (38) corresponden al Primer Ciclo de la Carrera y ciento noventa (190) al Segundo Ciclo. En este último ciclo, los créditos se distribuyen del siguiente modo.

- Un total de ciento cincuenta y cuatro (154) créditos correspondientes a la aprobación de las asignaturas obligatorias comunes para todos los estudiantes de la carrera.
- Un total de veinticuatro (24) créditos en asignaturas electivas/optativas de libre elección por parte de los/as estudiantes. Los docentes a cargo del Trabajo Profesional, la Dirección de Tesis y/o la Comisión Curricular Permanente de la Carrera podrán recomendar la aprobación de una o más asignaturas específicas relacionadas con la temática del Trabajo Integrador Final. Hasta veinticuatro (24) créditos por asignaturas electivas podrán ser obtenidos mediante la aprobación de asignaturas optativas. Hasta un máximo de diez (10) créditos por asignaturas electivas podrán ser cubiertos por la realización de actividades académicas afines.
- Un total de 12 (doce) créditos otorgados por la asignatura Trabajo Integrador Final, sea en su formato Trabajo Profesional o Tesis.

### **Idioma Inglés**

Para obtener el título de Ingeniero/a Electrónico/a, el/la estudiante debe alcanzar el siguiente grado de dominio del idioma inglés:

-capacidad de entender textos sencillos tanto como ideas principales de textos complejos de carácter técnico dentro del campo de especialización de la carrera de grado correspondiente.

Dicha capacidad se determinará mediante una prueba de nivel en la que se asignará una calificación cualitativa (Aprobado/Desaprobado).

Los/ las estudiantes podrán acceder a los cursos preparatorios no obligatorios y no arancelados que a tal efecto ofrece la Facultad.

### **Práctica profesional**

El/la estudiante deberá incluir en su propuesta de Trabajo Integrador Final el desarrollo de actividades de campo que impliquen y le permitan acreditar 192 horas de actividad a nivel profesional. Estas actividades requerirán supervisión tanto desde la carrera, como de un/a orientador/a en la institución o proyecto en el cual desarrolle las actividades el/la estudiante, de acuerdo con el Reglamento vigente y con lo



establecido en el Anexo III Criterios de Intensidad de la Formación Práctica de la Resolución Ministerial 1550/2021.

## **10. CARGA HORARIA TOTAL DE LA CARRERA Y DURACIÓN TEÓRICA EN AÑOS**

La modalidad de la carrera es presencial. La duración total es de tres mil seiscientos cuarenta y ocho (3648) horas reloj distribuidas a lo largo de diez (10) cuatrimestres. La cantidad de cuatrimestres se estima para estudiantes de dedicación completa al estudio, por lo que la duración teórica de la carrera es de cinco (5) años.

## **11. BACHILLER UNIVERSITARIO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA -TRAYECTO ELECTRÓNICA**

### **Perfil del Bachiller Universitario en Ciencias de la Ingeniería - Trayecto Electrónica**

El perfil del Bachiller Universitario en Ciencias de la Ingeniería FIUBA - Trayecto Electrónica, en el marco provisto por el Estatuto de la Universidad de Buenos Aires, por la Visión, la Misión (Res CD 148/06) y la Política de Calidad de la Facultad de Ingeniería (Res CD 258/18), constituye un conjunto integrado de rasgos que se consideran esperables en quienes obtienen el título de pregrado:

- Formación académica básica y actualizada que les permita comprender los problemas y soluciones en cuyo tratamiento participe.
- Capacidad de participar en proyectos y problemas de naturaleza tecnológica, colaborando con los/as profesionales responsables e incorporándose a puestos de formación en la actividad profesional.
- Formación integral que les permita un desempeño laboral de acuerdo con principios éticos, responsabilidad y compromiso social.
- Capacidad para el aprendizaje continuo y autónomo.
- Capacidades de interacción en el ámbito de trabajo.

### **Alcances del título**

Las personas que obtengan el título de Bachiller Universitario en Ciencias de la Ingeniería - Trayecto Electrónica cuentan con conocimientos básicos sobre distintas disciplinas propias de la ingeniería que les permite:



- actuar en instituciones públicas y privadas como auxiliares en diversas tareas de apoyo a profesionales de la ingeniería respectiva;
- ayudar en la ejecución y control de problemas de ingeniería pertinentes;
- participar de proyectos y problemas de naturaleza tecnológica bajo supervisión de un/a profesional responsable;
- colaborar con los/as profesionales responsables en el desarrollo de proyectos y problemas de naturaleza científico-tecnológica;
- integrar equipos de trabajo en organizaciones y/o áreas tecnológicas e ingenieriles.

### **Carga horaria para la obtención del título**

El Bachiller Universitario se otorga al cumplimentar 1700 horas del Plan de Estudio.

### **Contenidos exigibles**

De acuerdo con lo establecido por la Res CD 741/22, dentro de las 1700 horas exigidas para obtener el título, se encuentra la asignatura Introducción a la Ingeniería Electrónica.

## **12. CICLO LECTIVO A PARTIR DEL CUAL TENDRÁ VIGENCIA**

El presente plan se pondrá en vigencia a partir del primer cuatrimestre posterior a su aprobación por parte del Consejo Superior de la UBA.

## **13. CONTENIDOS MÍNIMOS ASIGNATURAS OBLIGATORIAS Y ELECTIVAS**

### **PRIMER CICLO**

#### **ASIGNATURAS OBLIGATORIAS**

##### ***Introducción al Conocimiento de la Sociedad y el Estado***

1. La sociedad: conceptos básicos para su definición y análisis. Sociedad y estratificación social. Orden, cooperación y conflicto en las sociedades contemporáneas. Los actores sociopolíticos y sus organizaciones de representación e interés, como articuladores y canalizadores de demandas. Desigualdad, pobreza y



exclusión social. La protesta social. Las innovaciones científicas y tecnológicas, las transformaciones en la cultura, los cambios económicos y sus consecuencias sociopolíticas. La evolución de las sociedades contemporáneas: el impacto de las tecnologías de la información y la comunicación, las variaciones demográficas y las modificaciones en el mundo del trabajo, la producción y el consumo.

2. El Estado: definiciones y tipos de Estado. Importancia, elementos constitutivos, origen y evolución histórica del Estado. Formación y consolidación del Estado en la Argentina. Estado, nación, representación, ciudadanía y participación política. Estado y régimen político: totalitarismo, autoritarismo y democracia. Las instituciones políticas de la democracia en la Argentina. El Estado en las relaciones internacionales: globalización y procesos de integración regional.

3. Estado y modelos de desarrollo socioeconómico: el papel de las políticas públicas. Políticas públicas en economía, infraestructura, salud, ciencia y técnica, educación, con especial referencia a la universidad.

### ***Introducción al Pensamiento Científico***

1. Modos de conocimiento: Conocimiento tácito y explícito. Lenguaje y metalenguaje. Conocimiento de sentido común y conocimiento científico. Conocimiento directo y conocimiento inferencial. Ciencias formales y fácticas, sociales y humanidades. Ciencia y pensamiento crítico. Tipos de enunciados y sus condiciones veritativas. El concepto de demostración. Tipos de argumentos y criterios específicos de evaluación.

2. Historia y estructura institucional de la ciencia: El surgimiento de la ciencia contemporánea a partir de las revoluciones copernicana y darwiniana. Cambios en la visión del mundo y del método científico. Las comunidades científicas y sus cristalizaciones institucionales. Las formas de producción y reproducción del conocimiento científico. Las sociedades científicas, las publicaciones especializadas y las instancias de enseñanza.

3. La contrastación de hipótesis: Tipos de conceptos y enunciados científicos. Conceptos cuantitativos, cualitativos, comparativos. Enunciados generales y singulares. Enunciados probabilísticos. Hipótesis auxiliares, cláusulas ceteris paribus, condiciones iniciales. Asimetría de la contrastación y holismo de la contrastación.

4. Concepciones respecto de la estructura y el cambio de las teorías científicas: Teorías como conjuntos de enunciados. El papel de la observación y la experimentación en la ciencia. Cambios normales y cambios revolucionarios en la ciencia. El problema del criterio de demarcación. El problema del progreso científico. El impacto social y ambiental de la ciencia. Ciencia, tecnología, sociedad y dilemas éticos.

### ***Análisis Matemático A***

UNIDAD 1. Funciones y números reales





Funciones: Definición. Descripción de fenómenos mediante funciones. Funciones elementales: lineales, cuadráticas, polinómicas, homográficas, raíz cuadrada. Gráficos de funciones. Composición de funciones y función inversa. Funciones exponenciales y logarítmicas. Funciones trigonométricas. Números reales. La recta real. Números irracionales. Axiomas de cuerpo. Supremo e ínfimo. Completitud de los números reales.

UNIDAD 2. Sucesiones. Definición. Término general. Noción de límite. Cálculo de límites. Propiedades. Álgebra de límites. Indeterminaciones. Sucesiones monótonas. Teorema sobre sucesiones monótonas. El número  $e$ . Subsucesiones. Sucesiones dadas por recurrencia.

UNIDAD 3. Límite y continuidad de funciones. Límites infinitos y en el infinito. Límite en un punto. Límites laterales. Límites especiales. Asíntotas horizontales y verticales. Continuidad. Definición y propiedades. Funciones continuas y funciones discontinuas. Teoremas de Bolzano y de los Valores intermedios.

UNIDAD 4. Derivadas. Recta tangente. Velocidad. Definición de derivada. Reglas de derivación. Regla de la cadena. Función derivada. Funciones derivables y no derivables. Derivada de la función inversa. Continuidad de funciones en intervalos cerrados. Extremos absolutos. Teorema de Fermat. Teoremas de Rolle y de Lagrange o del Valor Medio. Consecuencias del Teorema del Valor Medio. Teorema de Cauchy. Regla de L'Hopital.

UNIDAD 5. Estudio de funciones y optimización. Crecimiento y decrecimiento de funciones. Extremos locales. Asíntotas oblicuas. Concavidad y convexidad. Construcción de curvas. Cantidad de soluciones de una ecuación. Desigualdades. Problemas de optimización. Teorema de Taylor. Polinomio de Taylor. Expresión del resto. Problemas de aproximación de funciones.

UNIDAD 6. Integrales. Definición de integral. Propiedades de la integral. Teorema fundamental del cálculo. Regla de Barrow. Cálculo de primitivas. Métodos de sustitución y de integración por partes. Área entre curvas. Ecuaciones diferenciales.

UNIDAD 7. Series. Término general y sumas parciales. Series geométricas y series telescópicas. Criterios de convergencia. Series de potencia.

## **Álgebra A**

Unidad 1. Conjuntos, complejos y polinomios. Noción de conjuntos. Operaciones de conjuntos (complemento, unión e intersección). Números complejos. Representación de complejos en el plano. Operaciones. Forma binómica, polar y exponencial. Conjugación y simetrías. Traslaciones, homotecias y rotaciones. Polinomios con coeficientes en  $R$  y en  $C$ . Grado de un polinomio. Operaciones. Algoritmo de división. Teorema fundamental del álgebra. Raíces y descomposición factorial.



Unidad 2. Álgebra vectorial. Puntos y vectores en  $R^n$ . Operaciones, producto escalar y su interpretación geométrica. Norma. Rectas y planos. Noción de combinación lineal, dependencia lineal y de subespacio generado por vectores. Ángulo entre vectores. Producto vectorial. Distancia de un punto a un subespacio. Proyecciones y simetrías sobre rectas y planos.

Unidad 3. Sistemas lineales. Álgebra matricial y determinante. Sistemas de ecuaciones lineales. Resolución. Interpretación del conjunto de soluciones como intersección de planos y rectas. Matrices en  $R^{n \times m}$ . Suma y producto. Eliminación de Gauss-Jordan. Determinante. Matriz inversa. Interpretación geométrica de la acción de una matriz de  $2 \times 2$  y  $3 \times 3$  sobre el cuadrado y el cubo unitario respectivamente.

Unidad 4. Funciones lineales. Funciones lineales entre vectores, su expresión funcional  $y = T(x)$  y su expresión matricial  $y = Ax$ . Imagen y pre imagen de un conjunto por una transformación lineal. Núcleo. Transformaciones sobre el cuadrado unitario. Interpretación geométrica del determinante. Transformación inversa.

Unidad 5. Introducción a las cónicas. Ecuaciones canónicas de las cónicas en coordenadas cartesianas. Elementos principales (focos, centro, vértices, semiejes, excentricidad). Representación geométrica.

### **Física**

1. Magnitudes físicas. Magnitudes escalares y vectoriales: definición y representación gráfica. Operaciones con vectores: suma, resta, multiplicación por un escalar, producto escalar y producto vectorial. Sistema de coordenadas cartesianas. Versores. Expresión de un vector en componentes cartesianas. Proyecciones de un vector. Análisis dimensional.

2. Estática. Fuerzas. Momento de una fuerza. Unidades. Cuerpos puntuales: resultante y equilibrante. Cuerpos extensos: centro de gravedad, resultante y momento neto. Condiciones de equilibrio para cuerpos extensos. Cuerpos vinculados. Reacciones de vínculo. Máquinas simples.

3. Hidrostática. Densidad y peso específico. Concepto de presión. Unidades. Concepto de fluido. Fluido ideal. Presión en líquidos y gases. Principio de Pascal. Prensa hidráulica. Teorema fundamental de la hidrostática. Experiencia de Torricelli. Presión absoluta y manométrica. Teorema de Arquímedes. Flotación y empuje. Peso aparente.

4. Cinemática en una dimensión. Modelo de punto material o partícula. Sistemas de referencia y de desplazamiento, distancia, trayectoria. Velocidad media, instantánea y rapidez. Unidades. Aceleración media e instantánea. Movimiento rectilíneo. Gráficos  $r(t)$ ,  $v(t)$  y  $a(t)$ . Interpretación gráfica de la velocidad y la aceleración.



5. Cinemática en dos dimensiones. Movimiento vectorial en el plano: coordenadas intrínsecas, aceleración tangencial, normal y total. Tiro oblicuo. Movimiento circular: período y frecuencia, velocidad y aceleración angular. Movimiento relativo.

6. Dinámica. Interacciones: concepto de fuerza. Clasificación de las fuerzas fundamentales. Leyes de Newton. Peso y masa. Diagrama de cuerpo libre. Fuerzas de contacto (normal y rozamiento), elástica y gravitatoria. Sistemas inerciales y no inerciales. Fuerzas ficticias: de arrastre y centrífuga. Aplicaciones de la dinámica a sistemas de uno o varios cuerpos vinculados. Peralte, péndulo cónico, movimiento oscilatorio armónico, péndulo simple, masa-resorte.

7. Trabajo y energía. Energía cinética. Trabajo de fuerzas. Potencia. Teorema del trabajo y la energía cinética. Fuerzas conservativas y no conservativas. Energía potencial, gravitatoria y elástica. Teorema de la conservación de la energía mecánica. Aplicación.

### ***Pensamiento computacional***

Resolución de problemas utilizando pensamiento computacional. Algoritmos como mecanismos de resolución de problemas. Algoritmos y programas. Programación en un lenguaje multiparadigma. Variables, expresiones, tipos de datos. Funciones y programación modular. Abstracción. Tipos de datos básicos, datos estructurados. Estructuras de control. Manejo básico de archivos de texto y formatos de intercambio de datos. Uso de funciones predefinidas y bibliotecas, y elección adecuada del tipo de datos, para la resolución de problemas.

## **SEGUNDO CICLO**

### **ASIGNATURAS OBLIGATORIAS**

#### ***Análisis Matemático II***

Funciones escalares y vectoriales de una o más variables: representaciones geométricas típicas, límite y continuidad.

Derivadas direccionales y parciales. Diferenciabilidad: matriz jacobiana, gradiente.

Composición de funciones. Funciones definidas en forma implícita.

Polinomio de Taylor. Extremos libres y condicionados.

Curvas. Integrales de línea: independencia del camino, función potencial.

Integrales múltiples. Cambio de variables en integrales múltiples.

Superficies. Integrales de superficie. Teoremas de Green, de Stokes y de Gauss.

Ecuaciones diferenciales de primer orden.

#### ***Física de los Sistemas de Partículas***

Mediciones e incertezas. Introducción al proceso de medición. Método general para



el tratamiento de incertezas en funciones de dos o más variables. Unidades y análisis dimensional. Técnicas experimentales asociadas a la Mecánica de la Partícula: leyes del movimiento. Sistemas de partículas (SP). Movimiento del centro de masa de un SP: aislado o sujeto a fuerzas externas. Momento cinético de una partícula y de un SP. Conservación del L. Energía cinética de SP.

Energía Potencial de SP. Conservación de la energía. Energía total de un SP sujeto a fuerzas externas. Energía mecánica interna de un SP. Colisiones.

Introducción a la fluidodinámica: Ecuación de continuidad. Teorema de Bernoulli para fluidos ideales régimen permanente.

Cuerpo rígido (CR). Concepto de rigidez. Estática de un CR, tipos de vínculos, condiciones de equilibrio. Movimiento de un CR. Ejes principales de inercia. Momento cinético de un CR. Momento de inercia. Teorema de Steiner. Ecuación de movimiento para la rotación de un CR. Energía cinética de rotación de un CR. Concepto de roto traslación.

Movimiento ondulatorio. Descripción del movimiento ondulatorio y ecuación general. Clasificación de ondas mecánicas. Ondas unidireccionales: elásticas, de presión en un gas, transversales en una cuerda o varilla. Concepto de frente de onda. Efecto Doppler. Intensidad del sonido y nivel de intensidad. Superposición de ondas y resonancia.

### ***Introducción a la Ingeniería Electrónica***

Panorama de los distintos ámbitos de la Ingeniería Electrónica: Problemas que trata, tecnologías en uso, últimos avances, tendencias. Elaboración de un proyecto.

Características y tecnología de componentes básicos. Herramientas para el análisis de circuitos básicos. Ley de Ohm. Leyes de Kirchhoff. Teorema de Thévenin y Norton. Normalización. Sistema Métrico Legal Argentino.

Diseño de una medición. Incertidumbre, precisión y exactitud. Análisis de características y especificaciones del instrumental básico. Uso básico de instrumental de medición: multímetro y osciloscopio. Mediciones aplicadas a circuitos eléctricos lineales e invariables con el tiempo de primer orden (circuito RC paralelo y serie). Respuesta al escalón y en el dominio de la frecuencia.

Nociones de diseño asistido por computadora para creación de esquemáticos electrónicos, simulación de circuitos y diseño de circuitos impresos.

Introducción al Dibujo Tecnológico y su aplicación en la Ingeniería. Lectura e interpretación de planos. Sistemas CAD.

### ***Algoritmos y Programación***

Lenguaje de programación de bajo nivel aplicable a sistemas embebidos. Variables, expresiones, operadores, estructuras de control.

Representación interna de datos y operaciones de bits. Arreglos, cadenas de



caracteres y matrices. Punteros. Modularización. Estructuras. Memoria dinámica. Archivos de texto y binarios. Algoritmos de ordenamiento y búsqueda. Introducción a la recursividad. Tipo de dato abstracto y aplicaciones en electrónica. Listas, pilas y colas y aplicaciones.

Entorno de desarrollo, sistemas operativos tipo Linux, depuración, pruebas, control de versiones. Aspectos de calidad de software. Concepto de optimización de recursos y nociones de complejidad computacional. Introducción a la programación orientada a objetos.

### ***Álgebra Lineal***

Espacios Vectoriales. Bases y dimensión. Coordenadas y matrices de cambio de coordenadas.

Operaciones entre subespacios. Subespacios fundamentales de una matriz y sistemas de ecuaciones lineales.

Transformaciones lineales. Representaciones matriciales. Proyecciones y simetrías oblicuas.

Espacios euclídeos. Ángulo, norma y distancia. Bases ortonormales. Proyección ortogonal y mejor

aproximación. Problemas de mínimos cuadrados. Modelo de regresión lineal.

Autovalores y autovectores. Diagonalización de matrices. Forma canónica.

Matrices hermíticas y unitarias. Rotaciones y Simetrías. Teorema espectral para matrices hermíticas.

Descomposición en valores singulares y sus aplicaciones.

### ***Electricidad, Magnetismo y Calor***

Carga y campo eléctrico estático. Ley de Coulomb y Teorema de Gauss. Potencial eléctrico. Conductores ideales. Capacidad. Permitividad. Corrientes en conductores. Resistencia. Ley de Ohm. Circuitos con corrientes constantes. Potencia.

Campo Magnético y Fuerza de Lorentz. Leyes de Biot y Savart y de Ampere. Ejemplos de aplicación.

Corrientes y campos magnéticos variables, Ley de Faraday. Flujo concatenado, Autoinductancia e Inducción Mutua. Permeabilidad magnética.

Ecuaciones de Maxwell, planteo y solución ondulatoria. Aproximación de Óptica Geométrica y Óptica Física. Ejemplos de aplicación.

Equilibrio térmico y temperatura. Transmisión del calor en régimen permanente.

Conservación de la energía y primer principio de la termodinámica. Segundo Principio de la Termodinámica y definición de entropía. Eficiencia.

### ***Introducción a los Dispositivos Electrónicos***

Modelos de gran señal, pequeña señal y de Spice del diodo, diodo Zener, transistores



MOS y TBJ. Polarización.

Topologías de amplificadores monoetapas. Recta de carga estática, dinámica y efectos de distorsión.

Introducción a circuitos digitales CMOS.

Introducción a dispositivos y circuitos de potencia: SCR, rectificadores, IGBT. Cálculo de disipadores.

### ***Sistemas Digitales***

Contenidos básicos de técnica digital (compuertas lógicas, aritmética binaria, contadores, flip-flops, representación numérica). Circuitos combinatoriales y secuenciales.

Diseño de circuitos sincrónicos y nociones de circuitos asincrónicos. Caracterización temporal y los diagramas correspondientes.

Diseño de Máquinas de Estado.

Lenguajes descriptores de hardware de bajo nivel. Modelo de Implementación de Sistemas.

Estructura de los bloques de una FPGA.

Simulación e implementación de circuitos en FPGA. Flujo de diseño completo (implementación, simulación y pruebas de hardware).

### ***Probabilidad y Estadística***

Experimentos aleatorios. Espacios de probabilidad. Probabilidad condicional e independencia. Regla de Bayes. Modelos discretos y modelos continuos.

Variables y vectores aleatorios. Distribución conjunta, distribuciones marginales e independencia de variables aleatorias. Transformaciones de variables aleatorias. Simulación de variables aleatorias.

Momentos. Coeficiente de correlación lineal. Recta de regresión. Distribuciones condicionales.

Función de regresión. Predicción y esperanza condicional.

Ensayos de Bernoulli: distribuciones de Bernoulli, Binomial, Geométrica y Pascal. Distribución Multinomial. Procesos de Poisson: distribuciones de Poisson, Exponencial y Gamma.

Ley de los grandes números. Teorema Central del límite.

Muestras aleatorias. Familias paramétricas. Estimación de parámetros. Test de Hipótesis. Función de potencia. Test de Bondad de Ajuste. Intervalos de confianza.

Enfoque Bayesiano. Distribución a posteriori, estimadores bayesianos, predicción.

### ***Señales y Sistemas***

Descripción de señales y sistemas como funciones entre conjuntos.

Máquinas de estado: concepto de estado, noción de sistema realimentado.



Sistemas de tiempo discreto y de tiempo continuo. Sistemas Lineales e Invariantes en el Tiempo (LTI).

Transformada de Laplace y su aplicación a sistemas de tiempo continuo.

Sinusoides y representación espectral de las señales. Representación en frecuencia de los sistemas. Concepto de filtros.

Serie de Fourier, Transformada de Fourier y sus aplicaciones.

Sistemas de tiempo discreto. Teorema del muestreo. Transformada Rápida de Fourier (FFT).

Transformada Z y sus aplicaciones.

### ***Análisis de Circuitos***

Circuitos lineales invariantes en el tiempo. Representación gráfica. Redes lineales y superposición. Teoremas de redes. Ecuaciones de mallas y nodos. Circuitos con amplificadores operacionales ideales. Régimen transitorio.

Régimen senoidal permanente. Transformada de Fourier. Fasores. Impedancia y admitancia. Transformadores. Nociones de circuitos trifásicos. Potencia compleja.

Transformada de Laplace y circuitos transformados. Concepto de frecuencia compleja. Dualidad tiempo-frecuencia. Respuesta al escalón y al impulso. Respuesta en frecuencia. Diagramas de Bode.

### ***Redes de Comunicaciones***

Generalidades de las redes de comunicaciones (redes móviles, Internet, IoT) Internet, modelos de capas.

Capa de Aplicación: DNS (Domain Name System), HTTP (Hypertext Transfer Protocol), SMTP (Simple Mail Transfer Protocol).

Capa de Transporte: UDP (User Datagram Protocol), TCP (Transport Control Protocol).

Capa de Red: IP (Internet Protocol versiones 4 y 6), Plano de Datos y Plano de Control, ICMP (Internet Control Message Protocol).

Capa de Enlace: tecnologías inalámbricas y por cable (estándares IEEE 802.XX), ARP (Address Resolution Protocol). VLANs y Switching.

Generalidades de la capa física (atenuación, múltiples caminos, tiempo de propagación). Generalidades de redes Ópticas (PON, WDM, dispositivos ópticos).

Generalidades de redes celulares y sus generaciones, características del acceso.

Generalidades de redes de IoT, su alcance y su capacidad de transporte.

Seguridad en Redes (análisis en cada capa).

CDNs (Content Delivery Networks), SDNs (Software Defined Networks), IXPs (Internet Exchange Points).



### ***Planificación de Proyectos***

Organización, planificación y gestión de un proyecto electrónico. Interpretación de requerimientos (funcionales y no funcionales). Análisis de factibilidad técnica. Definición del alcance. Gestión de riesgos técnicos y tiempos de desarrollo. Introducción a la metodología ágil de gestión de proyectos (Design thinking). Escritura de documentos técnicos.

### ***Circuitos Microelectrónicos***

Amplificadores de bajo nivel de potencia: multietapa.

Aplicación de dispositivos en circuitos básicos: amplificadores diferenciales y fuentes de corriente. Respuesta en frecuencia con polo dominante.

Cargas activas. Introducción al amplificador operacional real.

Realimentación: circuitos lineales y no lineales. Estabilidad y compensación del lazo. Introducción al ruido en circuitos electrónicos. Amplificadores de transconductancia, instrumentación y bajo ruido.

Etapas de salida de potencia media.

Simulación con Spice y uso de E-CAD.

### ***Procesos Estocásticos***

Procesamiento de señales de tiempo discreto. Concepto de proceso estocástico. Estacionariedad y Ergodicidad. Correlación y densidad espectral de potencia. Ruido blanco y nociones de diferentes tipos de ruido: rosado, Poisson. Procesos Gaussianos. Gaussianas multivariadas. Cadenas de Markov. Series temporales y procesos ARMA.

### ***Control Automático***

Modelado de sistemas dinámicos (SISO): variables de estado y transferencia de un sistema LTI, sistemas semejantes. Sistemas lineales: Matriz de transición de estados, respuesta entrada-salida, puntos de equilibrio y análisis cualitativo del comportamiento dinámico del sistema, estabilidad BIBO. Linealización de sistemas no lineales. Control proporcional, acción integral. Sistemas de fase mínima.

Análisis y síntesis de controles en el dominio de la frecuencia: Función de transferencia de un lazo realimentado, Función de sensibilidad y sensibilidad complementaria, diagrama de Nyquist y relación con diagrama de Bode, márgenes de estabilidad, seguimiento de referencias y rechazo de perturbaciones. Redes de atraso y adelanto, control PID, diseño por Loop shaping.

Realimentación de estados.

### ***Taller de Sistemas Embebidos***

Elaboración de un proyecto de sistemas embebidos, junto con el diseño y cálculo.





Microcontroladores utilizados en sistemas embebidos. Introducción a la arquitectura de Microcontroladores de 32 bit o superior y sus componentes básicos.

Modelo del programador, modos de operación, mapa de memoria, registros, pila, FPU, core peripherals.

Estrategias de control de periféricos usuales en Sistemas Embebidos. Protocolos de comunicación con circuitos digitales periféricos.

Conversión A/D y D/A usuales en Sistemas Embebidos.

Ciclos de máquina e instrucción, diagramas de tiempo e interrupciones.

Punto fijo y punto flotante.

Metodologías de diseño, estructura de programa, buenas prácticas y uso de repositorios de software.

Programación en lenguaje C/C++ de Sistemas Embebidos.

Conceptos de programación Máquinas de estado, Bare metal, gobernada por eventos.

Nociones de programación utilizando sistemas operativos y sistemas operativos de tiempo real.

Introducción a la ABI-C y al lenguaje ensamblador: sintaxis, casos de aplicación e instrucciones vectorizadas.

Técnicas de verificación y validación. On chip debugging. Utilización de analizador lógico para debugging.

### ***Química y Electroquímica***

Clasificación de los sistemas materiales. Teorías atómicas y moleculares modernas. Tabla periódica de los elementos. Magnitudes atómicas y moleculares. Uniones químicas. Clasificación general de compuestos inorgánicos y orgánicos. Gases, líquidos y sólidos. Diagramas de fase. Reacciones químicas y estequiometría. Equilibrio químico: equilibrio iónico. Soluciones y solubilidad. Efectos ambientales de algunas sustancias. Principios de termoquímica. Electroquímica. Almacenamiento de energía química: Pilas primarias y secundarias, Celdas de combustible. Supercapacitores.

### ***Electromagnetismo Aplicado***

Aplicación de las ecuaciones de Maxwell, ecuación de onda, teorema de Poynting, Onda plana, Polarización de ondas electromagnéticas.

Ecuación de Friis.

Líneas de transmisión, Adaptación de impedancias, Antenas Lineales: el dipolo, aproximación de teoría de circuitos.

Guía de ondas, microcintas, radiación electromagnética, Nociones de compatibilidad electromagnética.

Parámetros S, Carta de Smith.



Instrumentos y mediciones de líneas y antenas: impedancias, parámetros S y potencia.

### ***Taller de Automatización y Control***

Elaboración de un proyecto de automatización y control, junto con el diseño y cálculo. Temas básicos de control discreto (muestreo, PID digital, pre-filtrado e implementación).

Aspectos experimentales en el diseño y operación de Sistemas de Control. Implementación de controles en tiempo discreto. Condicionantes típicos en la implementación práctica de lazos: rangos y no linealidades en actuadores y sensores. El papel de la simulación en Control Automático. Simulación con hardware en el lazo. Sistemas de automatización (programación lógica). Ejemplos de aplicación.

Experimentación de estrategias de identificación, simulación y control.

Sensores y elementos de accionamiento. Nociones de normas de dibujo técnico y CAD para diseño mecánico.

### ***Taller de Procesamiento de Señales***

Elaboración de un proyecto de procesamiento de señales, junto con el diseño y cálculo. Introducción a problemas inversos y optimización convexa. Tipos de aprendizaje: supervisado, no supervisado y semi-supervisado. Métodos paramétricos y no-paramétricos (k-vecinos más próximos (kNN)). Funciones de costo. Modelos lineales generativos y discriminativos. Generalización. Preprocesamiento de datos. Visualización de datos y resultados (curva ROC (Receiver Operating Characteristic) y matriz de confusión). Optimización de parámetros, testeo y validación. Regresión Lineal. Regresión Logística. Máquinas de vectores de soporte (SVM). Agrupamientos (k-means y agrupamiento jerárquico). Algoritmo EM. Métodos de muestreo. Variables latentes. PCA y reducción de dimensionalidad. Árboles de decisión y bosques aleatorios. Aplicaciones al procesamiento de señales e imágenes. Aspectos éticos en el procesamiento de señales.

### ***Dispositivos Semiconductores***

Modelo cuántico: Relaciones de De Broglie y de Heisenberg. Ecuación de Schrodinger. Superposición. Soluciones de partícula libre. Potenciales unidimensionales. Pozo infinito. Spin y Principio de Exclusión de Pauli. Electrones en potenciales unidimensionales periódicos. Teoría de bandas.

Modelo de Drude: Física de dispositivos semiconductores, noción portadores (huecos y electrones), juntura PN y limitaciones del modelo.

Física de dispositivos semiconductores: Descripción física de funcionamiento, obtención de las características I-V y C-V.

Modelado de dispositivos en Spice.



Introducción a optoelectrónica: Nociones de conversión opto-eléctrica y electro-óptica. Nociones de dispositivos optoelectrónicos: dispositivos receptores de luz y emisores de luz.

Introducción al proceso de fabricación de circuitos integrados.

Introducción a otras aplicaciones de la física cuántica: Computación cuántica, criptografía cuántica.

### ***Taller de Comunicaciones Digitales***

Elaboración de un proyecto de comunicaciones, junto con el diseño y cálculo. Elementos de Teoría de Información: fuentes de información y canales discretos, entropía, información mutua, ruido. Teorema de Shannon. Modulación: AM con y sin portadora. Demodulación coherente e incoherente, FM. Conceptos básicos de modulación digital (PAM, PSK, QAM, etc.), en banda base y pasante. Receptor óptimo para señales contaminadas con ruido blanco Gaussiano aditivo (AWGN - additive white Gaussian noise). Detección coherente y no coherente. Sincronismo de portadora, de símbolo y de trama. PLL analógico y digital. Filtro del lazo y su efecto. Códigos: lineales y por bloques, convolucionales, LDPC (Low Density Parity Check). Análisis de desempeño y nociones básicas de implementación. Caracterización y transmisión por canales lineales de banda limitada. Interferencia intersímbolo (ISI). Criterio de Nyquist. Medición espectral (Analizador de espectro).

### ***Taller de Diseño de Circuitos Electrónicos***

Elaboración de un proyecto de circuitos electrónicos, junto con el diseño y cálculo. Diseño de PCB. Compatibilidad electromagnética e integridad de señal en el diseño electrónico. Puesta a tierra.

Tecnología de componentes. El Diseño en Electrónica: criterios de diseño de circuitos y medición de equipos.

Selección de componentes activos y pasivos.

Conversión sigma-delta: analógica-digital y digital-analógica.

Fuentes de alimentación: lineales y conmutadas. PWM, lazo de enganche de fase y osciladores.

Simulación con Spice y uso de E-CAD.

Cálculo de disipadores.

Conceptos geométricos, nociones de CAD, confección de planos y documentación técnica para fabricaciones.

### ***Higiene y Seguridad***

Salud ocupacional, medicina, higiene y seguridad en el trabajo. Enfermedades profesionales. Higiene Laboral: reconocimiento, evaluación y control de agentes físicos, químicos, ergonómicos y biológicos. Toxicología Laboral. Seguridad Laboral.



Prevención, investigación y análisis de accidentes de trabajo. Seguridad y protección contra incendios. Seguridad eléctrica. Riesgos mecánicos. Riesgos especiales. Iluminación y color. Control de riesgos. Organización y gestión de la seguridad y salud ocupacional, política de seguridad y normas de gestión. Manejo de emergencias. Riesgos laborales debidos al avance y utilización de las tecnologías inteligentes. Legislación vigente de Higiene y Seguridad en el Trabajo y de Riesgos del Trabajo.

### ***Legislación y Ejercicio Profesional***

El Derecho. Derechos Humanos. Derecho Civil. Personas, Bienes, Patrimonio. Obligaciones. Hechos y Actos Jurídicos. Derechos patrimoniales. Contratos. Contrataciones de ingeniería en el campo público y privado: Obras, Servicios y Suministros. Contratos marginales de Ingeniería. Pliegos, Licitaciones y concursos de precios. Derechos Reales y Restricciones al Dominio, Civiles y Administrativas. Expropiación. Aplicaciones en obras y proyectos de Ingeniería. Derechos Intelectuales. Marcas, Patentes, Modelos de Utilidad, Patente de Adición. Derecho de Autor. Nociones de Derecho Laboral: Ley de contrato de trabajo. Derecho Comercial. Sociedades. Tipos, Constitución, Administración y Representación. Derecho Procesal. Pericias de Ingeniería. Juicio Arbitral. Procedimientos. Tribunal Arbitral de Ingeniería. Ejercicio Profesional de la Ingeniería y Código de Ética. Consejos Profesionales y Junta central.

### ***Gestión de Proyectos Electrónicos***

Conceptos de Economía para la ingeniería. Macroeconomía y microeconomía. La actividad económica y los factores de producción. Mercados. La empresa y su organización. Áreas claves en las empresas. Ingeniería en la producción de bienes y servicios. Diseño de Procesos. Planeamiento y control de la producción. Organización Industrial: casos de estudio de la industria electrónica. Economía de la Empresa. Registros contables. Costos. Costos fijos y variables. Sistemas de Costeo. Gestión Presupuestaria. Análisis de factibilidad técnica y económica de proyectos: TIR, VAN. Financiación de proyectos. Casos de estudio de proyectos electrónicos. Especificación y documentación en el diseño de electrónica. Diseño orientado a la confiabilidad de equipos y sistemas electrónicos. Diseños y procesos de producción orientados a la mantenibilidad, manufacturabilidad y calidad de equipos electrónicos.

### ***Impacto social, Ambiental y Desarrollo Sustentable***

Introducción al medio ambiente y a la ecología. Ecosistemas. Prevención y remediación de la contaminación en medio físico (aire, agua, suelo) y en la gestión de residuos. Desarrollo Sustentable. Ciclo de vida. Desarrollos económico, tecnológico y sustentabilidad. Las Ingenierías y el Desarrollo Sustentable, impactos y oportunidades. Modelos de Desarrollo, historia y evolución. Cumbres ambientales.



Cambio climático. Descarbonización. Impactos socioambientales: Evaluación. Gestión del riesgo, vulnerabilidad social. Riesgos emergentes. Gestión Ambiental: Normativa Ambiental. Introducción a la Gestión Ambiental, Indicadores y Sistemas de Gestión.

### ***Trabajo Profesional en Ingeniería Electrónica***

Estudio de un problema: relevamiento de necesidades; identificación y formulación del problema. Búsqueda creativa de soluciones. Criterios de selección de alternativas. Diseño de la solución tecnológica, incluyendo la consideración de las distintas dimensiones (tecnológica, temporal, económica, financiera, medioambiental, social, etc.) que sean relevantes en su contexto específico. Selección y uso de los enfoques, técnicas, herramientas y procesos más adecuados al proyecto, sus metas, requerimientos y restricciones. Seguimiento, evaluación y control del proceso de ejecución. Elaboración de documentaciones. Informe técnico o producto conforme a estándares profesionales.

El tema del Trabajo Profesional pertenecerá a una o más áreas de la Ingeniería Electrónica. La actividad curricular opera como un espacio de integración que introduce al futuro profesional en las condiciones reales del entorno en que desarrollará su actividad, por medio del estudio de un problema en el que pondrá de manifiesto su esfuerzo personal y creatividad, aplicando conocimientos y técnicas adquiridas durante la carrera y otras que demande el tema en cuestión, con la guía de los tutores y docentes que correspondan.

### ***Tesis en Ingeniería Electrónica***

Iniciación a la investigación y/o de desarrollo científico-tecnológico en el campo de la Ingeniería Electrónica. Estudio de un problema. Selección y uso de los enfoques, técnicas, herramientas y procesos más adecuados al proyecto, sus metas, requerimientos y restricciones. Desarrollo de las distintas etapas del proceso investigativo: estado actual del conocimiento del tema seleccionado; plan de investigación; los conceptos teóricos involucrados; metodologías de recolección y análisis de datos; interpretación de resultados; elaboración de conclusiones; reconocimiento del impacto potencial del resultado. Introducción a la práctica de la escritura académica-científica (informes de investigación, ponencias y trabajos científicos).

## **ASIGNATURAS ELECTIVAS**

### ***Comunicaciones Inalámbricas***

Tecnologías de base de las comunicaciones inalámbricas. Tipos de modulación y



codificación. Estándares, espectro radioeléctrico, arquitecturas de redes. Análisis de propagación en diferentes escenarios: terrestre punto a punto y punto a zona, móvil en interiores y en medio urbano denso, satelital (uplink y downlink). Cálculo y simulación del enlace. Clasificación de los sistemas en función del alcance y de la capacidad de transmisión. Tipos de sistemas: Satelitales, celulares, WWAN, WLAN, WPAN, LPWAN. Diseño y simulación de redes inalámbricas.

### ***Instrumentos Electrónicos y Metrología***

Metrología. Técnicas de medición. Incertidumbres y errores de medición. Ruido. Mediciones de tensión, corriente y potencia. Mediciones de impedancia. Reflectómetros en el dominio de la frecuencia y en el tiempo. Frecuencímetro. Generadores sintetizados. Analizador de espectro. Analizador de redes. Digitalizadores de señal. Analizador de datos, mediciones de microprocesadores y circuitos digitales, evaluación de software. Analizador de protocolos. Normas y regulaciones aplicables a las mediciones y a la calibración de los instrumentos.

### ***Electrónica de Alta Frecuencia***

Diseño de guías de ondas y microcintas. Adaptación de impedancias. Parámetros S. Parámetros de dispersión. Redes pasivas de varios puertos. Filtros en microcintas. Divisores de potencia. Acopladores direccionales. Circuladores. Circuitos activos. Parámetros S de transistores de alta frecuencia y criterio de estabilidad.

Diseño amplificadores para mínima figura de ruido. Diseño de amplificadores de máxima ganancia.

Transmisores y receptores de radio frecuencia y sus bloques funcionales: Diseño de osciladores y mezcladores.

Interfaces electro-ópticas.

### ***Internet de las Cosas***

Redes: acceso, enrutamiento, seguridad, jerarquías, centros de procesamiento de datos, aplicaciones punta a punta. Distintas Redes de Acceso (telefonía celular, tecnologías de acceso de bajo consumo, Internet de las Cosas).

Redes Definidas por Software (SDN). Organización de Internet mediante el enrutamiento intra-sistemas-autónomos (BGP: Border Gateway Protocol).

Seguridad de la información: integridad, privacidad, autenticación de extremos. Casos de aplicación.

Centros de Procesamiento Datos: uso de SDNs, jerarquías y aplicaciones. Sistemas de adquisición y procesamiento de datos.

### ***Infraestructura de Redes***

Tecnologías de base de las redes fijas. Medios físicos de enlace. Fibras ópticas:



clasificación y selección según la arquitectura elegida. Estándares y arquitecturas típicas de redes de cable y redes ópticas. Redes de transporte. Redes en el acceso. Principios de dimensionamiento de las redes. Diseño de redes de transporte y redes de acceso. Diseño de una red PON. Núcleo de la red. Arquitecturas posibles. Elementos de la red núcleo. Solución de una red núcleo y su implementación. Servicios a prestar en función de la arquitectura de la red.

### ***Propagación y Sistemas Irradiantes***

Ondas electromagnéticas. Propagación de ondas en el espacio libre con sus parámetros. Condiciones de borde dieléctrico - buen conductor. Radiación en el espacio libre. Atenuación. Foco isotrópico puntual.

Antenas Lineales: Dipolos corto y de media onda. Parámetros de las antenas: ganancia, directividad, rendimiento, área efectiva, longitud efectiva, diagrama de radiación, resistencia de radiación, resistencia de pérdidas, impedancia de entrada, expresiones de los campos eléctrico y magnético, potencia total radiada y zonas de campos. Aplicaciones de antenas Lineales.

Mecanismo de Propagación: propagación de ondas espaciales, método de dos rayos, ecuación de Friis, propagación de ondas de superficie, ondas ionosféricas como interferencia de la onda de superficie.

Conjuntos de focos isotrópicos. Conjuntos equiespaciados y uniformemente alimentados. Conjuntos de dipolos. Tipos de Conjuntos: Endfire, Broadside. Parámetros de los conjuntos de antenas. Conjuntos no uniformes. Aplicaciones de los conjuntos de antenas.

### ***Compatibilidad Electromagnética***

Nociones de Compatibilidad Electromagnética. Fuentes de interferencia. Mecanismos de acoplamiento. Interferencia conducida y radiada y su medición. Corrientes de modo común y de modo diferencial. Red de Estabilización de Impedancia de Línea (LISN). Filtros. Puesta a tierra. Esquemas de puestas a tierra. Seguridad. Emisiones radiadas. Modelos de emisiones simples. Modelos de emisiones de modo diferencial y modo común. Interferencia cruzada. Blindaje: pérdidas por absorción, reflexión y reflexiones múltiples.

Normas y regulación en Compatibilidad Electromagnética.

### ***Laboratorio de Comunicaciones***

Diseño de proyectos de sistemas de comunicaciones: Integración de arquitecturas y servicios. Evaluación de requerimientos técnicos, de servicios, de impacto socio-económico y ambiental.

Confiabilidad y disponibilidad de un sistema de comunicaciones. Cálculo de Confiabilidad y disponibilidad. Confiabilidad de elementos combinados. Pruebas de



aceptación y no paramétricas. Niveles de acuerdo de servicio. Parámetros de calidad para enlaces. Normas asociadas.

Sistemas Aeroespaciales: Componentes básicos. Problemática de las comunicaciones en el espacio. Redes satelitales: Conceptos y aplicaciones. Tipos de satélites. Satélites geoestacionarios (GEO) y de órbita baja (LEO). Diseño y cálculo de enlaces de uplink y downlink. Factor de Calidad. Práctica de medición de parámetros en enlaces digitales satelitales.

Protocolos de comunicaciones digitales: Diseño de redes. Configuración y gestión de dispositivos de redes. Laboratorios de redes LAN y WAN. Mediciones. Redes inalámbricas: Redes Wifi. Modos de funcionamiento. Protocolo 802.11. Laboratorio de redes inalámbricas.

Telefonía IP: Conceptos generales de VoIP (Voice over IP). Protocolo SIP. Centrales telefónicas IP. Laboratorio de telefonía sobre IP: Medición de parámetros.

### ***Redes Neuronales y Aprendizaje Profundo***

Introducción a las redes neuronales. Modelos de neuronas y funciones de activación. Arquitecturas básicas y propiedades emergentes. Perceptrón multicapa. Propiedades de aproximación universal. Algoritmos de aprendizaje supervisado. Error backpropagation.

Redes profundas. Inicialización y problemas de la explosión y evanescencia del gradiente. Optimizadores. Aceleración por GPU y paralelización. Ajuste de hiperparámetros. Problemáticas de generalización de las redes profundas y métodos de regularización. Arquitecturas de redes neuronales profundas adaptadas a dominios específicos: redes convolucionales, autoencoder, redes sobre grafos, redes recurrentes, redes generativas.

Transferencia de aprendizaje. Mecanismo de atención. Modelos de redes neuronales con aprendizaje no supervisado: arquitecturas y sus propiedades emergentes. Aplicaciones diversas en Ingeniería y Ciencias de Datos.

### ***Aprendizaje por Refuerzo***

Introducción al aprendizaje por refuerzo: definición, aplicaciones y comparación con otros paradigmas del aprendizaje automático. Procesos de decisión de Markov: estados, acciones, recompensas y dinámica. Programación dinámica: iteración de valores, de políticas y ecuaciones de Bellman. Métodos Monte Carlo: métodos de primera visita y de cada visita, dentro y fuera de la política, equilibrio entre exploración y explotación. Aprendizaje de diferencia temporal (TD): algoritmos TD(0), SARSA y Q-Learning. Métodos de gradiente de políticas: algoritmo REINFORCE, métodos actor-crítico y el gradiente natural de políticas. Aprendizaje de refuerzo profundo: algoritmo Deep Q-Network (DQN). Aprendizaje por refuerzo de múltiples agentes: juegos cooperativos y competitivos, juegos de Markov y Q-learning independiente.





Exploración en el aprendizaje por refuerzo: Epsilon-greedy, softmax, Upper Confidence Bound (UCB) y Thompson Sampling. Transferencia en el aprendizaje por refuerzo: adaptación del dominio, reutilización de modelos y transferencia de funciones de valor.

### ***Visión por Computadora***

Formación de la imagen, naturaleza de la luz, descripción paramétrica, modelos de color. Hardware de visión para máquinas, iluminadores, lentes, cámaras y procesadores. Adquisición de imágenes. Discretización y cuantización.

Procesamiento de imágenes. Operadores puntuales y sobre vecindarios. Filtrado lineal. Transformaciones. Operaciones morfológicas. Detección y ajuste de características. Esquinas y bordes. Detección de contornos. Ajuste de rectas y otros modelos simples. Segmentación de imágenes.

Estructura geométrica. Modelo de la cámara. Parámetros intrínsecos y extrínsecos. Homografía. Geometría epipolar. Métodos de calibración y aplicación a casos reales. Reconstrucción 3D. Arreglos estereoscópicos.

Reconocimiento de objetos. Técnicas de aprendizaje de máquinas.

### ***Procesamiento del Habla***

Introducción al procesamiento del habla: Reconocimiento de voz, procesamiento natural del lenguaje, sistemas de texto a voz, sistemas de diálogo, codificación del habla, traducción, separación del habla de otras fuentes. Fundamentos del procesamiento de la señal de habla: Análisis espectral de la señal de voz y sus variantes, extracción de parámetros de la señal de voz, nociones de fonética acústica. Modelos de reconocimiento de habla basados en modelos ocultos de Markov (HMMs). Sistemas basados en aprendizaje profundo (DNN). Arquitecturas de redes neuronales usadas en procesamiento del habla: Redes directas, redes convolucionales y redes recurrentes. Modelos atencionales. Arquitecturas híbridas (HMM\_DNN) y arquitecturas de principio a fin (end-to-end). Modelos de lenguaje basados en redes neuronales. Arquitecturas avanzadas basadas en aprendizaje autosupervisado. Decodificación de la voz.

### ***Optimización Convexa***

Fundamentos matemáticos de la optimización. Funciones objetivo. Análisis de convexidad: conjuntos y funciones convexas, desigualdad de Jensen, condiciones de optimalidad y teoremas de soporte. Formulación de problemas de optimización convexas con restricciones. Teoría de la dualidad y multiplicadores de Lagrange: dualidad en optimización convexa, holgura complementaria y teorema de dualidad fuerte y débil. Condiciones de Karush-Kuhn-Tucker. Análisis de sensibilidad y análisis de perturbaciones. Desigualdades generalizadas. Programación semidefinida.



Introducción a la optimización combinatoria. Problemas en grafos. Relajación de problemas combinatorios. Algoritmos de optimización: gradiente descendente, Newton-Raphson, métodos de puntos interiores. Aplicaciones prácticas de problemas de optimización en ingeniería y ciencia de datos.

### ***Procesamiento Estadístico de Señales***

Filtros digitales: diseño, implementación y consideraciones prácticas. Procesamiento multi-tasa. Bancos de filtros. Reconstrucción perfecta. Aplicaciones a descomposiciones en onditas. Modelos paramétricos. Estimación de parámetros. Cota de Crámer-Rao. Estimación de máxima verosimilitud. Estimación lineal bayesiana. Filtrado de Wiener. Factorización espectral. Filtrado adaptivo. Filtrado LMS y variantes. Filtrado RLS. Convergencia y estabilidad de filtros adaptivos. Introducción al filtrado de Kalman.

### ***Taller de Sistemas Digitales***

FPGA. Diseño con Máquinas de Estado (FSM). Controladores de memorias. Aritmética de Punto Fijo. Procesamiento Digital de Señales. Técnicas de procesamiento paralelo. Mapeo de Arquitecturas Dedicadas. Pipelining y Retiming. Optimización de circuitos digitales bloques funcionales: Alta Velocidad, Reducción de Potencia y Reducción de Área. Flujos de diseño completo. Sistemas en Chip. Integración hardware-software para depuración. Arquitectura de buses de alta velocidad (AXI, Avalon, Whishbone).

### ***Diseño y Verificación Digital***

ASIC y Verificación. Aritmética de Punto Fijo. Flujo de diseño en ASIC. Simulación y pruebas funcionales. Optimización de circuitos digitales en circuitos integrados: Alta Velocidad, Reducción de Potencia y Reducción de Área. Verificación y Validación (V&V) de circuitos digitales.

Diseño de CPU: principios y técnicas de diseño de la unidad de control y la unidad de procesamiento, incluyendo el diseño de pipelines y caches. Diseño de sistemas digitales: manejo de excepciones, interrupciones, cachés y sistemas multiprocesador. Implementación de un microprocesador en una FPGA: Softcores, configuración del sistema, interacción con periféricos. Simulación y depuración de microprocesadores. Co-diseño hardware-software.

### ***Sistemas Operativos***

Rol y propósito de un sistema operativo. Funcionalidad típica de un sistema operativo. Arquitecturas de un sistema operativo (monolítico, capas, micro-kernel). Abstracción de procesos y recursos. El mecanismo de una llamada a Sistema (system call) y de una llamada a función de biblioteca (library call). Conceptos de API (application



program interfaces). Uso de interrupciones. Concepto de modo usuario/supervisor y protección. Modo Dual. Transición entre modo usuario y modo kernel. Dispatching y cambio de contexto. El rol de las interrupciones. Procesos y planificación de tareas. Políticas de planificación. Planificación con desalojo (preemptive) y sin desalojo (non-preemptive). Concepto de Proceso y Thread. Estructuras de datos (ready list, process control blocks, etc.). Manejo de acceso atómico a los objetos del sistema operativo. Implementación de primitivas de sincronización. Tópicos de Multiprocesadores (spinlocks, reentrancy). Revisión de la memoria física y de la gestión de memoria a nivel hardware. Paginación y memoria virtual. Memoria caché. Descripción general de la seguridad del sistema. Políticas y mecanismos de separación. Métodos de seguridad y dispositivos. Protección, Control de acceso y autenticación. Sistemas de Archivos: VFS: dato, metadato, operaciones, y organización. Directorios: contenido y estructura.

### ***Algoritmos y Estructuras de Datos***

Complejidad computacional: cálculo de complejidad computacional para algoritmos iterativos y recursivos simples. División y Conquista, Teorema Maestro. Algoritmos de ordenamiento no comparativos. Abstracción en el diseño de estructuras de datos y tipos abstractos de datos. Análisis de implementaciones sobre estructuras en arreglo y estructuras enlazadas. Criterios de redimensión en estructuras en arreglo y análisis de complejidad amortizado. Estructuras de datos básicas: Vector, Pila, Cola, Listas enlazadas, diccionarios, tablas de Hashing y resolución de colisiones en tablas de hashing, árboles, árboles binarios de búsqueda, árboles autobalanceados, colas de prioridad. Grafos. Características y representaciones de grafos. Implementaciones eficientes de grafos. Recorridos BFS y DFS de grafos. Ordenamiento topológico. Algoritmos de cálculo de caminos mínimos en grafos. Algoritmos de cálculo de árboles de tendido mínimo.

### ***Sistemas Operativos Embebidos***

Sistemas de Tiempo Real: multitarea cooperativa y expropiativa, recursos de sincronización y comunicación entre tareas, gestión de interrupciones de hardware, cambio de contexto, implementación según la arquitectura.

Comparación de los enfoques con y sin sistemas operativos.

Sistemas Centralizados y Distribuidos de Tiempo Real.

Planificación de tareas en Sistemas de Tiempo Real Centralizados.

Manejo de procesos en Sistemas Operativos Multitarea.

Sistemas Operativos de Tiempo Real.

Uso de Sistemas Operativos Embebidos en aplicaciones de Tiempo Real.

Gestión de recursos de bajo nivel.

### ***Instrumentación y Control de Procesos Industriales***



Protocolos de comunicación industrial.

PLC. SCADA. Comunicación entre PLC y SCADA. PLC estándar IEEE (ladder, SFC, function block), Contactores, Relé inteligente.

Sensores y actuadores, Diagrama eléctrico, Diagrama P&I (piping and instrumentation), Instrumentación y control de procesos, Seguridad Intrínseca (SIL), Control distribuido.

### ***Control Automático Avanzado***

Modelado de sistemas dinámicos. Variables de estado para sistemas MIMO, en tiempo continuo y discreto. Estabilidad de sistemas.

Modelos lineales y no lineales. Linealización de sistemas.

Matriz de Transición de estados.

Observabilidad y Controlabilidad. Conceptos y definiciones. Determinación de la Observabilidad y Controlabilidad de un sistema. Realizaciones mínimas. Caracterización tiempo-frecuencia para sistemas lineales.

Control por realimentación del vector de estado. Control con acción integral en el espacio de estados.

Observadores. Observador completo y reducido. Análisis y Diseño. Esquemas de control con observadores en el lazo, para sistemas lineales y no lineales.

Fundamentos de control óptimo. Control LQR.

### ***Control Automático Multivariable***

Sistemas en variable de estados (MIMO) en tiempo continuo y discreto: soluciones de los sistemas lineales, discretización y sistemas equivalentes. Estabilidad (tiempo continuo y discreto): estabilidad entrada-salida, estabilidad interna, Teorema de Lyapunov. Controlabilidad y Observabilidad: definición, gramianos de controlabilidad y observabilidad, índice de controlabilidad y observabilidad, formas canónicas, controlabilidad de los sistemas muestreados. Realizaciones mínimas. Control por realimentación de estados (MIMO): diseño del regulador y seguimiento de trayectorias, estabilización y rechazo de perturbaciones, estimación/observación del vector de estados, observador reducido, diseño de un controlador con observador. Conceptos de control óptimo y ecuaciones de Riccati.

### ***Identificación y Control Adaptativo***

Identificación No Paramétrica. Espectro en frecuencia. Su cálculo a partir del análisis dinámico. Estimación empírica de la Función de Transferencia.

Identificación Paramétrica de Sistemas Lineales. Identificación de Parámetros por Mínimos Cuadrados. Forma recursiva. Generalización.

Métodos alternativos. Identificación por Variables Instrumentales. Mínimos Cuadrados Generalizados.



Condiciones de Excitabilidad. Relación entre contenido armónico de la excitación y la identificabilidad de los parámetros de un sistema.

Análisis de la convergencia de los diferentes métodos de identificación. El sesgo en los algoritmos y mecanismos de corrección. Velocidad de convergencia. Relación entre inmunidad a mediciones espurias y convergencia.

Reguladores Clásicos. Posibilidad de adaptación. Ventajas y Desventajas.

Controladores Predictivos. Predictor a d Pasos. Control Predictivo Clásico. Control Predictivo Ponderado. Control Predictivo Adaptativo.

Control con Modelo de Referencia. Redefinición del Predictor. Su versión adaptativa.

Control de Mínima Varianza. Entorno estocástico de los reguladores predictivos.

Control por Asignación de Polos. Forma de adaptación utilizando técnicas de ubicación de polos.

Implementación práctica de reguladores adaptativos. Equipos Comerciales.

### ***Electrónica de Potencia***

Potencia Eléctrica, activa, reactiva, aparente y deformante. Análisis de circuitos RLC. Análisis de Fourier, Reguladores lineales y conmutados. Dispositivos Electrónicos de Potencia: Diodos, Tiristores y Triacs, IGBT, MCT, GTO, Transistores bipolares y de Efecto de Campo, dispositivos auxiliares. Rectificadores monofásicos y polifásicos. Conversión Alterna-Alternativa, reguladores monofásicos y trifásicos, Cicloconvertidores, Convertidores de Frecuencia. Conversión Continua-Continua, Conversión Continua-Alternativa. Sistemas de Alimentación, fuentes conmutadas, cargadores de baterías, estabilizadores de tensión, acondicionadores de línea, UPS.

### ***Accionamientos Variables***

Nociones de Mecánica, Fricción, cupla, momentos de torsión y flexión. Sistemas polifásicos. Medición de potencia en polifásica. Conversión estática, convertidores conmutados, convertidores para control de motores de alterna y continua. Circuitos magnéticos, transformador. Conversión electromecánica de la energía, tipos de máquinas. Accionamientos de corriente continua, variadores de velocidad, motores sin colector. Control de velocidad a lazo cerrado, modelos y estructuras básicas de controladores. Máquinas de corriente alterna, máquinas sincrónicas y asincrónicas. Motores trifásicos de inducción, variadores de velocidad para motores de inducción. Accionamientos con motores paso a paso.

### ***Robótica Móvil***

Paradigmas de control de robots móviles. Sensores de proximidad. Robótica probabilística. Modelos de movimiento

Modelos de sensores. Filtros Bayesianos: Filtros Discretos, Filtro de Partículas, Montecarlo, Filtro de Kalman, Filtro de Kalman Extendido, Filtro UKF. Mapeo. SLAM



– Mapeo y Localización Simultánea. Planeamiento de trayectorias.

### ***Robótica Industrial***

Características de los manipuladores industriales. Estudio de la cinemática. Problema de las velocidades. Configuraciones y singularidades. Generación de trayectorias. Estudio de la dinámica e identificación de parámetros. Simulación de la cinemática y la dinámica. Actuadores reductores y transmisiones. Sensores internos. Arquitectura de control. Control lineal. Análisis de estabilidad. Control no lineal. Incertezas.

Planteo del Problema de calibración. Movimiento sujeto a vínculos. Acomodamiento y control de fuerzas. Visión para robots.

Métodos y lenguajes de programación de robots industriales. Programación offline.

### ***Microelectrónica***

Tecnología y fabricación de circuitos integrados. PDK, reglas de diseño, herramientas CAD para simulación, validación y verificación. Modelos de SPICE. Efectos de canal corto. El Inversor CMOS. Circuitos digitales CMOS estáticos y dinámicos. Memorias. Circuitos analógicos lineales, diseño físico (layout). Circuitos no-lineales. Conversores de datos. Sensores CMOS.

### ***Laboratorio de Microelectrónica***

Flujo de diseño en un proyecto de microelectrónica. Floorplanning. Automatización del diseño de circuitos digitales. Gestión de energía. Circuitos de adaptación de señal. Estructuras de protección electrostática (ESD). Medición, caracterización y modelización de dispositivos semiconductores y circuitos integrados.

### ***Comunicación y Computación Cuántica***

Orígenes de la Computación Cuántica. Formalismo de Dirac. Operadores relevantes. Postulados de la Mecánica Cuántica. Qubits y Sistemas de Qubits. Compuertas cuánticas. Circuitos Cuánticos. Paralelismo e interferencia cuántica. Analogías y diferencias entre la computación cuántica y la clásica. Algoritmos cuánticos. IBMQ quantum composer. Polarización de fotones. Teorema de no clonación. Protocolo cuántico de distribución de claves: BB84. Formalismo del Operador estadístico. Estados puros (o estados coherentes) y estados mezcla. Operación traza parcial y matriz densidad reducida. Entropía de Von Neumann de un estado cuántico. Entrelazamiento cuántico. Estados de dos qubits máximamente entrelazados: de Bell o pares EPR. Clasificación del grado de entrelazamiento de sistemas cuánticos de dos qubits. Estados entrelazados de 3 o más qubits: estados GHZ, W y grafos (ket G). Intercambio de entrelazamiento. Redes cuánticas. Tecnologías de computadoras cuánticas. Lenguajes de programación en computación cuántica.



### ***Dispositivos Optoelectrónicos Avanzados***

Diodos láser Fabry-Perot, DFB, DBR y VCSEL. Dispositivos de pozo cuántico. LEDs de homojuntura, de heteroestructura y basados en pozos cuánticos. Electrónica para manejo de LEDs. Láseres de fibra óptica. Acopladores y divisores de fibra óptica. Interferómetros basados en fibras ópticas. Moduladores ópticos integrados. Modulador Mach-Zehnder y acusto-óptico. Fotodiodos PIN, de efecto avalancha y Schottky. Circuitos para fotodiodos. Modelo de pequeña señal. Tiempos característicos y velocidad de respuesta. Potencia equivalente de ruido y detectividad específica. Fototransistor. Fotomultiplicador. Sensores para imágenes.

### ***Optoelectrónica***

Ondas electromagnéticas en sistemas ópticos. Matriz óptica ABCD. Interferometría óptica. Haces y resonadores ópticos. Procesos radiativos. Amplificación óptica. Extracción óptima de la energía de una cavidad láser. Dinámica del láser. Eficiencia de un sistema láser. Sistemas de bombeo. Láseres semiconductores. Guía de onda dieléctrica plana. Modos de propagación. Velocidad de grupo y diagrama de dispersión. Fibras ópticas de índice abrupto y gradual. Fibras de dispersión modificada. Absorción y scattering en fibras ópticas. Características constructivas de las fibras ópticas. Bolómetros y fotodetectores piroeléctricos. Detector fotoconductor. Fotodiodos.

### ***Introducción a la Ingeniería Acústica***

Generación del sonido. Propagación en diferentes medios materiales. Características físicas de las ondas sonoras y su velocidad de propagación. Mediciones acústicas objetivas y subjetivas. Parámetros globales. Nivel de presión sonora, nivel de potencia sonora y nivel de intensidad sonora. Análisis espectral. Filtros de octavas, tercios de octava y FFT. Mecanismos de audición humana: Anatomía del oído. Distribución tonotópica. Percepción del timbre: armónicos y octavas, dinámica del sonido. Curvas de igual nivel de sonoridad. Umbrales de audición. Definición de fones y sones. Riesgo de daño por exposición a ruidos. Trauma acústico. Hipoacusia conductiva y de percepción, presbiacusia. Implantes cocleares y de tronco-cerebral. Localización espacial del sonido. Efecto Hass, efecto de precedencia. Bandas críticas. Enmascaramiento, y su aplicación en procesamiento de audio. Instrumental y técnicas de medición de ruidos y de vibraciones. Preparación del instrumento para una medición. Calibración. Errores comunes en las mediciones de ruido. Normativa de aplicación en las diferentes áreas.

### ***Acústica de Recintos***

Propiedades acústicas de materiales: Absorción sonora y aislamiento acústico. Clasificación de fonoabsorbentes en función de sus mecanismos de trabajo.



Aislamiento acústico: Transmisión del sonido entre recintos. Coeficiente de transmisión. Particiones simples y múltiples. Transmisión por flanqueo. Dependencia con la frecuencia. Control por rigidez y por masa. Ley de masa. Efecto de coincidencia. Particiones compuestas. Ensayos normalizados de propiedades acústicas de materiales y de elementos de construcción. Ensayos normalizados de edificaciones. Mediciones en laboratorio y de campo. El sonido en los recintos. Campos directo y reverberante. Concepto de distancia crítica. Tiempo de reverberación. Modelos matemáticos de cálculo. Constante "R" del recinto. Modos naturales de resonancia. Criterios y métodos de cálculo en el diseño acústico de salas.

### ***Electroacústica***

Refuerzo del sonido. Nivel de inteligibilidad. Analogías electromecanoacústicas. Aplicación a la modelización de transductores. Altoparlantes. Diseño de bafles. Aplicación de las tablas de alineaciones de Thiele-Small y fórmulas de Keele. Micrófonos: sensibilidad, respuesta en frecuencias, impedancia y diagramas direccionales. Percepción de la distorsión. Distorsión armónica total, THD. Distorsión por intermodulación. Distorsión de fase. Enmascaramiento de las componentes de distorsión.

### ***Audio Profesional***

Parámetros para la evaluación de sistemas de audio. Amplificadores realimentados. Topologías circuitales de amplificadores de potencia y señal. Fuentes de alimentación para amplificadores de potencia. Preamplificadores, controles de tono y volumen. Ruido en amplificadores de bajo nivel de señal. Líneas de transmisión. Procesamiento de la dinámica de señales de audio. Tecnología de componentes para audio.

### ***Ciberseguridad de Redes e Infraestructuras Críticas***

Introducción a la ciberseguridad: confidencialidad, integridad, disponibilidad, control de acceso, no repudio, autenticación, trazabilidad, auditabilidad. Vulnerabilidades, Amenazas, Ataques. Impacto, Probabilidad, Riesgo, Salvaguardas. Introducción a la Gestión del Riesgo. Catálogo y lista de vulnerabilidades CVE, CWE y CVSS. Primitivas Criptográficas: Cifradores Simétricos, AES y Asimétricos, RSA y Curvas Elípticas. Primitivas de Integridad y Autenticación de Mensajes, HASH y MAC. Blockchain. Introducción a la criptografía post cuántica.

Esquemas de Seguridad: Autenticación y Generación de Confianza. Protocolos de autenticación. Infraestructura de Clave Pública PKI. Single Sign On. Firma Digital. Seguridad en comunicaciones, TLS, autenticación de una y dos vías. Seguridad en redes, IPSEC. Seguridad Perimetral. Firewalls, IDS e IPS. Ataques y Salvaguardas. Seguridad en Aplicaciones Web. Seguridad en arquitecturas de Servicios, OpenID, JWT. Seguridad de APIs. Técnicas forenses. Seguridad Ofensiva. Pruebas de





penetración.

Seguridad en entornos corporativos. Organización de la seguridad. Respuesta a Incidentes. Continuidad y plan de recuperación de desastres. Tópicos de Seguridad Física. Auditoría. Aspectos Legales y Regulaciones.

Seguridad Industrial: Segregación de redes industriales. Ciberseguridad de redes y de infraestructuras críticas y convergencia IT/OT. Problemática del Monitoreo y Gestión. Gestión segura de la configuración de dispositivos. Seguridad en capas.

Hardware Hacking. Protocolos y Comunicaciones seguras en Sistemas Embebidos. Regulaciones y Marcos de Seguridad cibernética en infraestructuras críticas.

### ***Sistemas Gráficos***

Pipeline Gráfico. Procesadores de Vértices y Fragmentos. Modelado de escenas 3D. Curvas paramétricas. Superficies bi-paramétricas. Modelos de Color. Técnicas de Iluminación, sombreado, texturado. Bibliotecas gráficas.

### ***Introducción a la Industria, los Sistemas y el Negocio Aeroespacial***

Aplicaciones típicas mejor resueltas por los sistemas espaciales. Partes y sistemas que componen una misión espacial. El negocio aeroespacial, las principales industrias y las tecnologías involucradas. Los proyectos de desarrollos espaciales. Evolución histórica del sector espacial. Estrategias nacionales de política espacial, sus objetivos, etapas y resultados. Los ecosistemas institucionales e industrias modelos. Estrategias actuales en países centrales y emergentes. Los casos de EE.UU., Europa, India. Argentina como modelo de país emergente. Las infraestructuras espaciales en operación y su impacto en la sociedad y la economía. El negocio espacial. Los mercados en sus diferentes segmentos de negocios. Tendencias en el sector espacial (new space y old space).

### ***Tecnología de Materiales para la Industria Aeroespacial B***

Tipos de materiales. Niveles de Estructura. Propiedades. Procesos de Fabricación. Relaciones proceso/estructura/propiedades. Polímeros. Cerámicos. Metales. Materiales compuestos. Aceros, aleaciones de aluminio, aleaciones de titanio, aleaciones base Ni. Compuestos laminados. Fibras cortas y largas. Refuerzos particulados. Fundamentos. Características, tipos y aplicaciones en la industria. Procesos en fabricación. Recubrimientos. Manufactura aditiva. Uniones. Propiedades mecánicas, corrosión, desgaste, fractura y fatiga. Defectos. Ensayos No Destructivos. Selección de Materiales. Requerimientos e integridad. Vida en servicio.

### ***Comunicaciones Aeroespaciales B***

Redes tolerantes a demoras y/o desconexión. Protocolo de segmentación en paquetes (bundle). Enlaces punto a punto y redes de datos satelitales. Problemática



del enrutamiento en redes satelitales: plan de contactos, recursos. Protocolos de enrutamiento: CGR (Contact Graph Routing) y sus variaciones, otras propuestas. Análisis de un caso de redes satelitales en una constelación LEO (Low Earth Orbit). Comunicaciones satelitales en órbitas MEO y GEO. Comunicaciones de distintos tipos de vehículos, satélites y vectores aeroespaciales.

### **13. RÉGIMEN DE TRANSICIÓN ENTRE PLANES**

El plan de estudios propuesto entrará en vigencia el cuatrimestre inmediatamente posterior a su aprobación por el Consejo Superior. El plan 2009 tendrá vigencia durante un período de 10 cuatrimestres contados a partir del cuatrimestre siguiente a la aprobación del Consejo Superior.

La incorporación de los estudiantes al nuevo plan de estudios o la permanencia en el plan anterior se ajustará a lo siguiente:

a. Los/las ingresantes al CBC en el cuatrimestre siguiente a la aprobación del presente plan de estudio por parte del Consejo Superior quedarán incorporados automáticamente en el nuevo plan de estudio.

b. Los/las ingresantes al segundo ciclo de la carrera en el cuatrimestre siguiente a la aprobación del presente plan de estudio por parte del Consejo Superior, que cumplan con lo establecido en la RESCS 2022-1721-E-UBA-REC con las excepciones establecidas en los artículos 2 y 3, quedarán incorporados automáticamente en el nuevo plan de estudios.

c. Los/las estudiantes no incluidos en los puntos a. y b. podrán optar por pasar al nuevo plan o permanecer en el plan actual.

c.1. Los/las estudiantes que opten por permanecer en el plan vigente deberán optar mediante nota escrita presentada en Dirección de Alumnos en un periodo no mayor a un (1) año a partir de la sanción de la presente resolución. Hecha la opción por continuar en dicho plan, deberán concluir los estudios antes de la finalización del plazo previsto en el primer párrafo de este apartado. Los estudiantes que no hayan cumplido los requisitos previstos durante dicho plazo, quedarán incorporados automáticamente en el nuevo plan de estudios conforme la tabla de equivalencias que se fija en el cuadro siguiente.

c.2. Los/las estudiantes que opten por pasar al nuevo plan a partir de su entrada en vigencia deberán solicitar el pase de plan por nota dirigida a la Dirección de Alumnos y se les reconocerán las equivalencias incluidas en la siguiente Tabla.



Adicionalmente, y de acuerdo con las funciones establecidas para la Comisión Curricular de la carrera, ésta analizará las trayectorias académicas de los/las estudiantes pudiendo otorgar además otras equivalencias y/o reconocimiento de créditos electivos/optativos en el plan 2023. Así, toda materia aprobada en el marco del Plan 2009 que no tuviera equivalencias en el Plan 2023 podrá ser considerada como créditos electivos/optativos en el plan 2023.

### Tabla de equivalencias con el Plan vigente

ASIGNATURAS OBLIGATORIAS				
Asignaturas Plan 2023		Asignaturas Plan 2009		
Asignaturas	Créditos	Código	Asignaturas	Créditos
<b>CBC:</b> IPC, ICSE, Álgebra A, Análisis Matemático A, Física, Pensamiento Computacional	38	24 - 40 62 - 66 03 - 05	<b>CBC:</b> IPC, ICSE, Álgebra A, Análisis Matemático A, Física, Química	38
Análisis Matemático II	8	81.01	Análisis Matemático II	8
Física de los Sistemas de Partículas	6	82.01	Física I	8
Algoritmos y Programación	6	95.11	Algoritmos y Programación I	6
Álgebra Lineal	8	81.02	Álgebra II	8
Electricidad, Magnetismo y Calor	6	82.02	Física II	8
Introducción a la Ingeniería Electrónica	6	86.02	Introducción a la Ingeniería Electrónica	6
Probabilidad y Estadística	6	81.04	Probabilidad y Estadística B	6
Sistemas Digitales	6	86.01	Técnica Digital	6
Química y Electroquímica	6	83.01	Química	6
Electromagnetismo Aplicado	4	82.06	Electromagnetismo	6
Introducción a los Dispositivos Electrónicos	4	86.03	Dispositivos Semiconductores	6
Análisis de Circuitos	6	86.04	Análisis de Circuitos	6
Dispositivos Semiconductores	6	82.03	Física III	6
Señales y Sistemas	6	86.05	Señales y Sistemas	6



Circuitos Microelectrónicos	6	86.06	Circuitos Electrónicos	6
Gestión de Proyectos Electrónicos	6	91.19	Introducción a la Economía y Organización de la Empresa	4
Planificación de Proyectos	2	86.14	Introducción a Proyectos	4
Control Automático	6	86.08	Control Automático I	6
Procesos Estocásticos	6	86.09	Procesos Estocásticos	6
Taller de Sistemas Embebidos	6	86.07	Laboratorio de Microprocesadores	6
Redes de Comunicaciones	6	86.12	Comunicación de Datos	6
Taller de Diseño de Circuitos Electrónicos	6	86.10	Diseño de Circuitos Electrónicos	6
Instrumentos Electrónicos y Metrología	4	86.69	Instrumentos y Mediciones Electrónicas	6
Legislación y Ejercicio Profesional	2	91.11	Legislación y Ejercicio Profesional de la Ingeniería Electrónica	4
Higiene y Seguridad	2	97.04	Seguridad Ambiental y del Trabajo	4
Trabajo Integrador Final de Ingeniería Electrónica	12	86.00 86.99	Tesis de Ingeniería Electrónica ó Trabajo Profesional de Ingeniería Electrónica	18
Taller de Automatización y Control	6	86.22 ó 86.18	Laboratorio de Control Automático ó Control Industrial Distribuido ó 12 créditos de electivas del área de Automatización y Control	6
Taller de Procesamiento de Señales	6	86.55 ó 86.56 ó 86.51	Teoría de Detección y Estimación ó Procesamiento de Imágenes ó Procesamiento de Señales I ó 12 créditos de electivas del área	6



			de Procesamiento de Señales	
Taller de Comunicaciones Digitales	6	86.25	Comunicaciones Digitales I ó 12 créditos de electivas del área de Telecomunicaciones	6
		95.04	Análisis Numérico I	6

<b>ASIGNATURAS ELECTIVAS</b>				
<b>Asignaturas Plan 2023</b>			<b>Asignaturas Plan 2009</b>	
Asignaturas	Créditos	Código	Asignaturas	Créditos
Créditos Electivas	6	81.07	Análisis Funcional	6
Créditos Electivas	6	81.08	Análisis Matricial y Métodos Numéricos	6
Créditos Electivas	4	82.04	Mecánica Racional	4
Créditos Electivas	6	82.05	Física del Estado Sólido	6
Créditos Electivas	6	85.36	Máquinas Eléctricas	6
Créditos Electivas	4	85.37	Laboratorio de Instalaciones Eléctricas	4
Créditos Electivas	6	86.11	Teoría de la Información Codificación	6
Robótica Industrial	6	86.15	Robótica	6
Control Automático Multivariable	4	86.16	Control Automático II	6
Control Automático Avanzado	4	86.17	Control Automático III	6
Créditos Electivas	6	86.19	Control Robusto	6
Identificación y Control Adaptativo	4	86.20	Identificación y Control Adaptativo	6
Instrumentación y Control de Procesos Industriales	4	86.21	Instrumentación y Control de Procesos	6
Accionamientos Variables	6	86.23	Accionamientos Variables	6



Electrónica de Potencia	4	86.24	Electrónica de Potencia	6
Créditos Electivas	6	86.26	Comunicaciones Digitales II	6
Infraestructura de Redes	4	86.27	Infraestructura de Redes Fijas	6
Laboratorio de Comunicaciones	4	86.28	Laboratorio de Comunicaciones	6
Propagación y Sistemas Irradiantes	4	86.29	Propagación y Sistemas Irradiantes	6
Créditos Electivas	6	86.30	Comunicaciones Digitales III	6
Infraestructura de Redes	4	86.31	Servicios y Redes de Comunicaciones	6
Comunicaciones Inalámbricas	4	86.32	Sistemas Inalámbricos	6
Electrónica de Alta Frecuencia	4	86.34	Transmisores y Receptores de Comunicaciones	6
Créditos Electivas	6	86.35	Video Digital	6
Ciberseguridad de Redes e Infraestructuras Críticas	4	86.36	Criptografía y Seguridad Informática	6
Créditos Electivas	6	86.37	Organización de Computadoras	6
Créditos Electivas	6	86.38	Arquitecturas Paralelas	6
Créditos Electivas	6	86.39	Redes de Computadoras	6
Créditos Electivas	6	86.40	Laboratorio de Redes de Computadoras	6
Taller de Sistemas Digitales	6	86.41	Sistemas Digitales	6
Diseño y Verificación Digital	6	86.42	Laboratorio de Sistemas Digitales	6
Sistemas Gráficos	4	86.43	Sistemas Gráficos	6
Créditos Electivas	6	86.44	Técnica Digital Avanzada	6
Créditos Electivas	6	86.45	Industrias y Productos de Electrónica	6
Microelectrónica	4	86.46	Microelectrónica	6
Optoelectrónica	4	86.47	Optoelectrónica	6
		86.48	Seminario de Electrónica	4
		86.49	Seminario de Electrónica II	4
Créditos Electivas	6	86.50	Tecnología de los Componentes	6



Procesamiento Estadístico de Señales	4	86.52	Procesamiento de Señales II	6
Procesamiento del Habla	4	86.53	Procesamiento del Habla	6
Redes Neuronales y Aprendizaje Profundo	4	86.54	Redes Neuronales	6
Introducción a la Ingeniería Acústica	4	86.57	Acústica	6
Electroacústica	4	86.58	Electroacústica	6
Audio Profesional	4	86.59	Audio Profesional	6
		86.60	Sistemas Biológicos	6
		86.61	Ingeniería Biomédica	6
		86.62	Equipamiento para Diagnóstico y Tratamiento Biomédico	6
		86.63	Procesamiento y Análisis de Señales e Imágenes en Bioingeniería	6
Compatibilidad Electromagnética	4	86.64	Compatibilidad Electromagnética	6
Créditos Electivas	6	86.65	Sistemas Embebidos	6
Laboratorio de Microelectrónica	4	86.66	Laboratorio de Microelectrónica	6
Créditos Electivas	6	86.67	Comunicaciones Radioeléctricas y Radioenlaces	6
Créditos Electivas	6	86.68	Control no Lineal	6
Créditos Electivas	6	95.02	Algoritmos y Programación III	6
Sistemas Operativos	6	95.03	Sistemas Operativos	6
Créditos Electivas	6	95.05	Base de Datos	6
Créditos Electivas	6	95.06	Teoría de Algoritmos I	6
Créditos Electivas	4	95.07	Teoría de Lenguajes de Programación	4
Créditos Electivas	4	95.08	Taller de Programación	4
Créditos Electivas	6	95.09	Técnicas de Programación Concurrente I	6
Algoritmos y Estructuras de Datos	6	95.12	Algoritmos y Programación II	6
Créditos Electivas	2	86.70	Introducción al Diseño Asistido	4



			por Computadora para Electrónica	
Créditos Electivas	4	81.05	Análisis Matemático III A	6

Se otorgarán 2 (dos) créditos en asignaturas electivas/optativas a todo aquel estudiante que haya aprobado la asignatura 82.01 Física I del plan 2009.

Se otorgarán 2 (dos) créditos en asignaturas electivas/optativas a todo aquel estudiante que haya aprobado la asignatura 82.02 Física II del plan 2009.

Se otorgarán 6 (seis) créditos en asignaturas electivas/optativas a todo aquel estudiante que haya aprobado la asignatura 86.00 Tesis de Ingeniería Electrónica o 86.99 Trabajo Profesional de Ingeniería Electrónica del plan 2009.

Se otorgarán 2 (dos) créditos en asignaturas electivas/optativas a todo aquel estudiante que haya aprobado la asignatura 97.04 Seguridad Ambiental y del Trabajo del plan 2009.





**.UBA40**<sup>∞</sup>  
AÑOS DE  
DEMOCRACIA

**Anexo Resolución Consejo Superior**

**Hoja Adicional de Firmas**

**Número:**

**Referencia:** EX-2023-04874486- -UBA-DIMEDA#SA\_FI - Plan de estudios de la carrera de Ingeniería Electrónica - Texto ordenado

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 54 pagina/s.

Digitally signed by ALFONSIN Juan  
Date: 2023.10.25 12:27:36 ART  
Location: Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Digitally signed by GDE UBA  
Date: 2023.10.25 12:27:51 -03:00