



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Haedo*

Haedo, 22 de septiembre de 2025

VISTO

La nota que fuera presentada por el Director del Departamento de Ingeniería Electrónica, Ing. Alberto FUSCO, de fecha 25 de agosto de 2025, bajo el N° 762/2025 de Mesa de Entradas y Salidas de esta Facultad Regional, la Ordenanza 1383, la Resolución N°135/2021 de Consejo Directivo, y

CONSIDERANDO

Que la Ordenanza 1383 de Consejo Superior regula el "Lineamiento para la implementación de Asignaturas Electivas para las Carreras de Grado en el Ámbito de la Universidad" y aprueba la normativa de implementación de las materias electivas, contenidas en el espacio específico destinado a las mismas, en los diseños curriculares vigentes según ANEXO I de dicha Ordenanza.

Que en Punto 4 del ANEXO I de la citada ordenanza se establece que las asignaturas electivas tendrán una validez de cuatro ciclos lectivos consecutivos. Y asimismo se establece que si fuere conveniente su continuidad el ciclo de validez puede renovarse respetando el marco establecido por la Ordenanza.

Que la Resolución N°135/2021 de Consejo Directivo establece en su ARTICULO 1º: *"Aprobar los Programas Analíticos para el período 2022- 2025, de las Asignaturas: Automatización y Control (ANEXO I), Instrumentación Biomédica (ANEXO II) Introducción a la Energía Eólica (ANEXO III)..."*.

Que el Ing. Alberto FUSCO en su nota hace referencia a la resolución antes citada, como así también, hace mención que en la reunión ordinaria de Consejo Departamental del Ingeniería Electrónica llevada a cabo el día 26 de mayo se aprobó por unanimidad la renovación de las materias electivas.

Que por todo lo expuesto el director solicita, la renovación de las materias electivas; "Introducción a la Energía Eólica"; "Procesamiento Digital de Señales"; "Instrumentación Biomédica"; "Multiplexación de Señales Digitales"; -. "Automatización y Control"; "Recubrimientos especiales de última generación" y "Servomecanismos y Robótica" del 6º Nivel, Plan 95A, para el período 2026-2029 (inclusive).

Corresponde a la Resolución de Consejo Directivo N° 469/2025



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Haedo*

Que toda la documentación fue analizada por la Comisión de Enseñanza de este Consejo Directivo, la cual, en la reunión ordinaria celebrada en el día de la fecha, recomendó aprobar la renovación de las materias electivas "Introducción a la Energía Eólica"; "Procesamiento Digital de Señales"; "Instrumentación Biomédica"; "Multiplexación de Señales Digitales"; "Automatización y Control"; "Recubrimientos especiales de última generación" y "Servomecanismos y Robótica" del 6° Nivel, Plan 95A, para el período 2026-2029 (inclusive) de la carrera de Ingeniería Electrónica.

Que el despacho de la Comisión de Enseñanza resultó aprobado por unanimidad.

Que el dictado de la medida se efectúa en uso de las atribuciones otorgadas por Artículo 85° del Estatuto de la Universidad Tecnológica Nacional y en un todo de acuerdo con las reglamentaciones vigentes.

Por ello, y atento a las atribuciones que le son propias,

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD REGIONAL HAEDO
R E S U E L V E:**

ARTÍCULO 1°.- Renovar la materia electiva "Introducción a la Energía Eólica", como Materia Electiva del 6° Nivel, Plan 95A, para el período 2026-2029 (inclusive) para los alumnos de la Carrera de Ingeniería Electrónica de la Facultad Regional Haedo, cuyo programa analítico se adjunta como ANEXO I a la presente Resolución.

ARTÍCULO 2°.- Renovar la materia electiva "Procesamiento Digital de Señales", como Materia Electiva del 6° Nivel, Plan 95A, para el período 2026-2029 (inclusive) para los alumnos de la Carrera de Ingeniería Electrónica de la Facultad Regional Haedo, cuyo programa analítico se adjunta como ANEXO II a la presente Resolución.

ARTÍCULO 3°.- Renovar la materia electiva "Instrumentación Biomédica", como Materia Electiva del 6° Nivel, Plan 95A, para el período 2026-2029 (inclusive) para los alumnos de la Carrera de Ingeniería Electrónica de la Facultad Regional Haedo, cuyo programa analítico se adjunta como ANEXO III a la presente Resolución.

ARTÍCULO 4°.- Renovar la materia electiva "Multiplexación de Señales Digitales", como Materia Electiva del 6° Nivel, Plan 95A, para el período 2026-2029 (inclusive) para los alumnos de la Carrera de Ingeniería Electrónica de la

Corresponde a la Resolución de Consejo Directivo N°469/2025



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Haedo*

Facultad Regional Haedo, cuyo programa analítico se adjunta como ANEXO IV a la presente Resolución.

ARTÍCULO 5º.- Renovar la materia electiva "Automatización y Control", como Materia Electiva del 6º Nivel, Plan 95A, para el período 2026-2029 (inclusive) para los alumnos de la Carrera de Ingeniería Electrónica de la Facultad Regional Haedo, cuyo programa analítico se adjunta como ANEXO V a la presente Resolución.

ARTÍCULO 6º.- Renovar la materia electiva "Recubrimientos especiales de última generación", como Materia Electiva del 6º Nivel, Plan 95A, para el período 2026-2029 (inclusive) para los alumnos de la Carrera de Ingeniería Electrónica de la Facultad Regional Haedo, cuyo programa analítico se adjunta como ANEXO VI a la presente Resolución.

ARTÍCULO 7º.- Renovar la materia electiva "Servomecanismos y Robótica", como Materia Electiva del 6º Nivel, Plan 95A, para el período 2026-2029 (inclusive) para los alumnos de la Carrera de Ingeniería Electrónica de la Facultad Regional Haedo, cuyo programa analítico se adjunta como ANEXO VII a la presente Resolución.

ARTÍCULO 8º. - Regístrese, comuníquese. A la Secretaría Académica por su intermedio a quien corresponda, al Departamento de Ingeniería Electrónica, al Departamento de Títulos y al Rectorado de la Universidad Tecnológica Nacional. Cumplido, archívese.

RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 469/2025



ANEXO I

PROGRAMA ANALÍTICO

Materia Electiva: "Introducción a la Energía Eólica"
(Resolución de Consejo Directivo N° 469/2025)

Carrera a la que pertenece: Ingeniería Electrónica

Departamento: Ingeniería Electrónica

PLAN: 95A

Área de conocimiento: Electrónica Aplicada

Modalidad de cursado: Cuatrimestral

Carga Horaria: 64 horas

Horas semanales: 4 horas

PRE-REQUISITOS:

Para cursar	Para rendir
Tener Cursadas	Aprobadas
Probabilidad y estadística Máquinas e Instalaciones Eléctricas Medidas Electrónicas I	Máquinas e Instalaciones Eléctricas Medidas Electrónicas I

Objetivos generales:

Comprender los principios básicos asociados a las energías alternativas y en particular la eólica.

Entender la importancia social, económica y energética que tiene esta disciplina.

Objetivos específicos por unidades temáticas:

Unidad Temática 1: Significado y situación de las energías renovables

Que el alumno logre entender:

El concepto de recurso energético renovable, las diferentes fuentes, la diferencia respecto a los no renovables.

La situación energética mundial de las renovables. Su problemática, motivo de empleo e inserción en el concierto mundial, emisión y sustentabilidad de las mismas. Valorización de las renovables.

La situación energética en la Argentina. El desarrollo actual de las renovables, fortalezas y debilidades. Tendencia futura.

La participación de las diferentes tecnologías y procesos en las energías renovables.



El recurso energético proveniente de la Biomasa, Solar y eólica. Sus diferencias, proyecciones y posibilidades según diversos escenarios del sitio de generación.

Unidad Temática 2: Evolución de la energía eólica, principios tecnológicos.

Que el alumno logre entender:

La Tecnología aplicada a la Energía Eólica. Su evolución desde los primeros aerogeneradores. El aporte, para su desarrollo, de las diferentes disciplinas ingenieriles.

La descripción básica de los componentes de una turbina de generación eólica. La función de las partes principales de las turbinas eólicas de potencia, fabricantes actuales y proyecciones.

Las tendencias tecnológicas. Los tipos de generadores eólicos, A (SCIG), B (WRIG), C (DFIG) D (WRSG, PMSG) y las clases involucradas (según vientos de referencia y turbulencia), comparativas, compatibilidad con otras fuentes, conclusiones.

Unidad Temática 3: El Recurso Eólico.

Que el alumno logre entender:

El concepto y la necesidad de la caracterización del recurso eólico. Sus ventajas y desventajas como fuente de energía, el efecto Coriolis. Principales eventos atmosféricos que generan los vientos.

La necesidad de su interpretación estadística, las diferencias según el sitio. El concepto de rugosidad y turbulencia. Los perfiles de viento (Wind Shear).

El proceso de medición. Métodos de medición, análisis e interpretación de los datos de viento, implicancia de su incertidumbre, distribución de frecuencia de ocurrencia, rosa de vientos, duración de la medición. Conocer los dispositivos utilizados en la medición: anemómetros de diferentes tecnologías, veletas, barómetros etc. Su ubicación correcta según tipo de mástil.

La distribución de frecuencia de vientos, discreta y su semejanza a una distribución normal (Weibull, Log Normal, Beta, etc.).

El concepto de curva de potencia de un Aerogenerador, y el cálculo de índices de producción de energía.

El ajuste a Weibull. Relación de curva de potencia de Turbina eólica con distribución de frecuencia de vientos (Weibull) para cálculo de producción de energía anual.

Unidad Temática 4: Fundamentos de la generación eólica

Que el alumno logre entender:

Los principios físicos asociados con la energía contenida en el viento y su extracción, en particular la teoría del disco actuador. Los conceptos básicos aerodinámicos de las turbinas de viento. La conversión de la energía cinética del viento basada en la teoría de Bernoulli. El límite de Betz, el factor de inducción



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Haedo*

axial y radial. El coeficiente de potencia y empuje. Las fuerzas aerodinámicas que actúan sobre el rotor de un aerogenerador.

Las principales variables que describen la acción sobre un perfil alar. El concepto de sustentación (Lift) y arrastre (Drag), sus funciones respecto del ángulo de ataque, así como las curvas relacionadas. El concepto de capa límite describiendo el punto de transición y separación.

El concepto de elemento de pala, BEM. El cálculo de CP (Coeficiente de Potencia, Torque y Empuje) por dicho método y aplicando métodos de modelado y simulación por medio de software informático libre "Qblade".

El control de potencia y sus objetivos. El concepto de control de potencia por pérdida y paso de pala. Velocidad fija y variable, sus ventajas y desventajas.

El concepto de granjas eólicas. El concepto de estela y sus consecuencias. La problemática de agrupaciones de aerogeneradores. El cálculo de déficit de velocidad y rendimientos.

Unidad Temática 5: Integración a la red

Que el alumno logre entender:

Las diferencias conceptuales entre los tipos de turbinas (A, B, C, D). Sus desempeños en la integración a la red en la generación eléctrica actual.

El concepto de margen de reserva. Los requerimientos de los códigos de red actuales y la necesidad del comportamiento de la renovable como una generación convencional. Empleo de predicción de producción para su integración en red-

Los códigos de red, y como afectan según la tecnología utilizada en la inserción de las energías eólica en la matriz de generación eléctrica.

La generación en sistemas aislados. Introducción al concepto de sistemas híbridos. Los diferentes índices y estrategias que afectan al desarrollo y sustentabilidad de un proyecto de generación híbrido.

Unidad Temática 6: Proyectos de Generación Renovable

Que el alumno logre entender:

La conjetura actual de los proyectos en energía renovable y los principales requisitos para su desarrollo.

La estimación de la producción energética anual de un parque eólico o aerogenerador con función de distribución discreta y aproximación a función normal (Weibull) del recurso eólico, así como el costo de despacho de la energía según índices económicos.

La utilización de la teoría de BEM, a través de modelado y simulación de un rotor con software QBlade, para el cálculo de estimación de potencia a adquirir como el análisis de sus factores de sensibilidad.

El uso de aplicativos computacionales de simulación, Ej. Hybrid2, Homer y RetScreen (educativos) para modelización de escenarios de generación distribuida y conectados a red, analizando los diferentes índices de sensibilidad,



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional La Plata*

económicos, sociales y tecnológicos que promuevan la mejor adopción según un determinado sitio.

Programa de contenidos analíticos:

Unidad Temática N°1.- Significado y situación de las energías renovables.

El concepto de recurso energético renovable, las diferentes fuentes, la diferencia respecto a los no renovables provenientes de recursos fósiles, la problemática ambiental.

La actualidad energética mundial de las renovables. La problemática energética, el porqué de las renovables, su inserción en el concierto mundial, emisión y sustentabilidad, valorización de las renovables.

Situación energética en la Argentina. El desarrollo actual de las renovables a través del impulso nacional y empresarial, el FODA de las renovables en la Argentina. Tendencia futura de las renovables según la ley 26.190. Resolución 108/11 de subsecretaría de energía. La participación de las diferentes tecnologías en las energías renovables.

Conceptos principales de recurso energético proveniente de la Biomasa, Solar y eólica. Diferencias, proyecciones, posibilidades según diferentes escenarios de generación.

Unidad Temática N°2.- Evolución de la energía eólica, principios tecnológicos.

Tecnologías aplicadas en la generación eólica. Reseña histórica. Evolución de la energía eólica, los primeros aerogeneradores. Beneficios obtenidos por los países pioneros en su desarrollo. Los componentes básicos de una turbina. Funcionalidad de las partes principales de las turbinas eólicas de potencia, fabricantes actuales y proyecciones.

Los tipos de generadores eólicos, A (SCIG), B (WRIG), C (DFIG) D (WRSG, PMSG), las clases involucradas, I, II, III y especial "S" (Según vientos de referencia y niveles de turbulencia), comparativas, compatibilidad con otras fuentes, conclusiones.

Unidad Temática N°3.- El Recurso Eólico

La importancia de la caracterización y predicción del recurso eólico como concepto fundamental en el despacho de energía. Concepto de Coriolis, tiempo y clima. Modelos climáticos globales. Estudio de modelos atmosféricos como el NCEP/NCAR. Concepto estocástico del viento, probabilidad de ocurrencia. Concepto de rugosidad y turbulencia. Perfiles de viento (Wind Shear). El proceso de medición. Análisis e interpretación de las series, implicancia de su incertidumbre, distribución de frecuencia de ocurrencia, rosa de vientos, tiempo de medición. Dispositivos y sensores utilizados en la medición del recurso eólico: anemómetros, veletas, barómetros etc. Su ubicación correcta según tipo de mástil. La distribución de frecuencia de vientos, su semejanza a una distribución



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional La Plata*

normal (Weibull, Log Normal, Beta, etc.). El concepto de curva de potencia de un Aerogenerador, Cálculo de índices de producción de energía.

Unidad Temática N°4.- Fundamentos de la generación eólica

Los principios físicos asociados a la teoría del disco actuador. Los conceptos básicos aerodinámicos de las turbinas de viento. Conversión de la energía cinética del viento, concepto de factor de inducción axial y radial. Coeficiente de potencia, empuje, las cargas aerodinámicas. Descripción del perfil alar. Concepto de sustentación (Lift), Empuje (Drag), y ángulo de ataque, Curvas relacionadas. Concepto de capa límite, punto de transición y separación. Introducción al concepto de elemento de pala, BEM. Cálculo de CP (Coeficiente de Potencia, Torque y Empuje). Introducción a la utilización de aplicativos informáticos de modelado y simulación. Ej. "QBlade" El control de potencia en la generación eólica. Objetivos de los sistemas de control, paso de pala fijo y variable, velocidad fija y variable, diferentes combinaciones, ventajas y desventajas. Granjas eólicas, introducción al concepto de efecto estela, teoría de Abramovich's, estimación de rendimientos.

Unidad Temática N°5.- Integración a la red

Conceptos tecnológicos de los diferentes "Tipos" de turbinas eólicas (A, B, C, D), introducción a los WECS (Wind Energy Conversion Systems). Sus desempeños en la integración a la red en la generación eléctrica actual. El concepto de margen de reserva. Los requerimientos de los códigos de red actuales, el porqué de la diferencias en los requerimientos entre una región y otra. La necesidad de predicción en un escenario futuro de integración con generación convencional. *La generación en sistemas aislados. Introducción al concepto de sistemas híbridos. Necesidad de modelado y simulación con programas computacionales (Homer, Hybrid2, etc).*

Unidad Temática N°6.- Proyectos en Generación Renovable

Estimación de la producción energética anual con función de distribución discreta y aproximación a función normal (Weibull). Costo de despacho de la energía según índices económicos, ejemplos. Estimación de la producción de potencia de un rotor a través de modelado y simulación por medio de software informático. Modelado y simulación con programas informáticos, Ej. Hybrid2, Homer y Retscreen (versiones educativas), para el proyecto de sistemas de generación distribuida y conectados a red combinando generación eólica, solar, diesel y bancos de acumuladores. Análisis de mejor escenario, para la sustentabilidad del sistema de generación, en función de índices de sensibilidad como recurso eólico, solar, precio de combustible fósil, vida útil del proyecto, etc. Cálculo de combustible fósil evitado, demanda no atendida, energía renovable en función de fósil respecto de diferentes estrategias de despacho y configuraciones.



Bibliografía:

Título	Autores	Editorial	Año de Edición
Wind Power in Power Systems	Thomas Ackermann	Wiley	2005
Barriers (and solutions...) to very high wind penetration in power systems	Ana Estanqueiro	Wiley	2007
Wind Turbine Control Systems	Bianchi F. Battista H.	Springer	2006
Wind Energy Handbook	Tony Burton	Wiley	2001
Wind Energy Explained	Manwel J.F.	Wiley	2002
Energía eólica, un enfoque sistémico multidisciplinario para países emergentes	Federico Espinadel	Nueva Librería	2009
Aerodynamics for engineering students	Hoghton E.L.	Butterworth-Heinemann	2003
Grid Converters for Photovoltaic and Wind Power Systems	Teodorescu	Wiley	2011
Centrales de Energías Renovables	José Antonio Carta Gonzalez.	Pearson 2da Edición	2013
Small Wind Turbine Engineering	Svend W. Enevoldsen	Randers, Denmark	2015

Metodología de Enseñanza:

La tarea vincular docente/alumno comprende el dictado de clases teóricas con el auxilio de elementos didácticos básicos (pizarra) y proyector electrónico. Ejercitación del alumno mediante problemas de ingeniería referidos a las energías alternativas, en especial la eólica.

Realización de tareas de investigación y proyectos específicos sobre temas de la asignatura.

Uso de material didáctico que disponen los alumnos está constituido por los apuntes que éstos toman en clase, los apuntes de cátedra elaborados por el profesor, la bibliografía propuesta y la abundante información seleccionada por el cuerpo docente accesible a los alumnos a través de Internet. Publicaciones periódicas, Notas de Aplicación y Trabajos de tesis.

Las siguientes son estrategias didácticas empleadas para garantizar la adquisición de conocimientos, competencias y actitudes en relación con los objetivos para generar hábitos de auto aprendizaje:

Motivar al alumno para que canalice sus dudas, realice planteos y establezca problemáticas, tanto en clase, como en la realización de trabajos prácticos.



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional La Plata*

Que encuentre soluciones mientras el docente efectúa correcciones u observaciones sobre la base del razonamiento, generando en éste una actitud de independencia para el aprendizaje y en la resolución de las situaciones planteadas.

Realización de tareas de investigación, para que el alumno logre asimilar y verificar los conceptos impartidos en las clases teóricas.

Modalidad de enseñanza y carga horaria

		% Carga horaria total curricular	Lugar de desarrollo
Teórica		50	Aula
Formación experimental	Laboratorio		
	Trabajo de campo		
Resolución de problemas: abiertos de ingeniería		25	Aula
Proyecto y diseño		25	Aula
Práctica supervisada	En el sector productivo de bienes y servicios		
	En la Institución		
Sumatoria:		100	



Propuesta pedagógica:

Cronograma de actividades prácticas

PRÁCTICO Nº	CONTENIDO	CLASES
1	Producción y costo de energía con función de distribución discreta y de Weibull, frecuencia de ocurrencia de vientos, y curva de potencia de aerogenerador.	1
2	Cálculo con programa computacional de factores relacionados al recurso eólico que inciden en la selección de un sitio para la generación de energía eléctrica a través de este medio.	1
3	Teoría de BEM para cálculo de coeficiente de potencia y torque de un rotor de eje horizontal.	1
4	Cálculo de efecto estela y rendimientos en granjas eólicas	1
5	Modelado y simulación (Homer) para determinación de mejor configuración de fuentes renovables, según diferentes índices como recurso y costos de elementos intervinientes	1
6	Modelado y simulación (Hybrid2) para determinación de la mejor estrategia de despacho de energía renovable con fósil, en función de la demanda y el recurso.	1

Material didáctico

- Uso de programas de cálculo y simulación para proyectos energéticos como Hybrid2, Homer Energy Software u otros.
- Desarrollo de clases teóricas acompañadas de ejemplos que serán trabajados en conjunto.
- Empleo de medios audiovisuales.
- Presentación de guías de trabajos prácticos que involucren acciones de búsqueda y/o investigación, con presentación de los informes respectivos.
- Elaboración de informes técnicos.
- Ejercitación en la investigación bibliográfica y elaboración de papers.



Evaluación

Se tomarán dos evaluaciones teórico-prácticas (dos parciales) y deberán entregar y aprobar los 6 trabajos prácticos

a) Aprobación Directa:

1. Asistencia a clase según Régimen de Cursado indicado en la Or. 1549. Cabe aclarar que el alumno debe poseer más del 75% de asistencias para conservar esta posibilidad de aprobación.
2. Aprobación del 100% de las evaluaciones teórico-prácticas (dos parciales). El primer día de clase del ciclo lectivo, junto con el cronograma de temas y actividades de la materia, se entrega a los alumnos sus fechas con las de recuperación. Se explica la modalidad de evaluación y revisión de dichos exámenes.
3. El alumno, para poder continuar dentro de este marco de aprobación, solo podrá utilizar una sola instancia de fecha de recuperación de exámenes, únicamente y durante el ciclo lectivo de la cursada.
4. Asistencia y Aprobación, dentro del ciclo lectivo (hasta el final de la cursada), del 100% de los Prácticos programados en la cursada.

b) Aprobación No Directa:

1. Asistencia a clase según Régimen de Cursado indicado en la Or. 1549.
2. Aprobación del 100% de las evaluaciones teórico-prácticas (dos parciales). El primer día de clase del ciclo lectivo, junto con el cronograma de temas y actividades de la materia, se entrega a los alumnos sus fechas con las de recuperación. Se explica la modalidad de evaluación y revisión de dichos exámenes.
3. El alumno, para poder continuar siendo regular dentro de este marco de aprobación, tendrá como máximo dos instancias de recuperación por cada examen parcial que deberá cumplimentar satisfactoriamente dentro del ciclo lectivo.
4. Asistencia y Aprobación, dentro del ciclo lectivo (hasta la finalización de la cursada), del 100% de los Prácticos programados en la cursada.
5. Aprobación de un Examen Final, según régimen de posibilidades indicado en la Or. 1549, el cual contempla todo los temas, teórico y prácticos, del programa analítico de la materia.



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional La Plata*

ESQUEMA DE INTERRELACION

Eje temático	Relación con otras asignaturas	Relación con Laboratorio de Informática	Relación con otros laboratorios	Horas totales
Medición de recurso eólico	Estadística	si		10
Control de potencia	Sistema de Control	si		10
Generadores eléctricos e Integración a la red	Máquinas e Instalaciones Eléctricas y Medidas Electrónicas I			10



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional La Plata*

ANEXO II

PROGRAMA ANALÍTICO

Materia Electiva: "Procesamiento Digital de Señales"
(Resolución de Consejo Directivo N° 469/2025)

Carrera a la que pertenece: Ingeniería Electrónica

Departamento: Ingeniería Electrónica

PLAN: 95A

Área de conocimiento: Tecnologías Aplicadas

NIVEL: 6

Modalidad de cursado: Cuatrimestral

Carga Horaria: 64 horas

Horas semanales: 4 horas

PRE-REQUISITOS:

Para cursar	Para rendir
Tener Cursadas	Aprobadas
Informática II	Informática II
Análisis de Señales Y sistemas	Análisis de Señales Y sistemas

Objetivos generales.

La asignatura se centra en la formación de profesionales con una capacidad de razonamiento y programación profunda. La comprensión y el análisis de los sistemas digitales son necesarios para aprender los diferentes métodos que abarcan el procesamiento digital de señales. Por lo tanto, se busca una filosofía de pensamiento científico que será aplicable a la asignatura en curso, así como en el resto de la carrera y del profesional formado. Al final del curso, el alumno deberá ser capaz de lograr:

- Identificar claramente los distintos tipos de señales discretas en diferentes sistemas digitales.
- Analizar las consecuencias de discretizar una señal y los efectos de la precisión finita en la respuesta en frecuencia.
- Analizar señales discretas mediante técnicas en el dominio transformado.
- Aplicar filtros digitales basados en parámetros en frecuencia y adaptativos en señales de cualquier naturaleza

Objetivos específicos.



Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional La Plata

- Interpretar distintos tipos de señales discretas para un correcto abordaje para cada una de ellas.
- Analizar el proceso de cuantificación en conversores analógico-digital (ADC) y los errores de cuantificación.
 - Evaluar diferentes métodos para la reducción del ruido de cuantificación en el ADC.
- Analizar los sistemas lineales e invariantes en el tiempo (LTI) y causales.
- Interpretar la representación de números binarios en formato Q para coma fija.
- Comparar distintos tipos de configuraciones de filtros digitales.

- Establecer las especificaciones requeridas para el diseño de los filtros IIR y FIR.
- Analizar la respuesta en frecuencia de los filtros IIR e FIR según la ubicación de los polos y ceros en el plano Z.
 - Desarrollar algoritmos de filtros digitales para hardware específico en base a parámetros especificados en frecuencia.
- Analizar los procesos estocásticos y las herramientas asociadas para su caracterización.
 - Demostrar la formulación matemática del filtrado óptimo y su importancia como método gold standart.
- Establecer la evolución del filtrado adaptativo y sus alcances

Programa de contenidos analíticos.

Unidad Temática Nº1.- Sistemas Digitales

Sistemas digitales versus sistemas analógicos. Conceptos de procesamiento digital y algoritmos de uso frecuente. Características deseables de un procesador digital de señales. Conceptos y criterios de desarrollo en Tiempo Real.

Unidad Temática Nº2.- Conversión Analógica-Digital

Breve reseña de la teoría de muestreo. Problemas de reconstrucción de señales analógicas. Muestreo de señales acotadas en banda. Aliasing. Filtro anti-alias. Cuantificación y conceptos asociados. Modelo de cuantificación. Relación señal a ruido. Loading factor. Técnicas para aumentar los bits efectivos. Métodos para la reducción del ruido de cuantificación. Potencia de ruido de cuantificación. Sistemas de representación numérica y su importancia en DSP.

Unidad Temática Nº3.- Arquitectura del Procesador de Señales Digitales

Familias comerciales de DSP. Estudio de la arquitectura de coma fija. Representación numérica en coma fija versus coma flotante. Unidades funcionales y periféricos. Set de instrucciones. Manejo de flujo de datos para procesamiento en tiempo real. Métodos de redondeo y truncamiento. Aritmética de saturación. Acumulador y bits de guarda. Efectos de la aritmética de registro



Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional La Plata

finito en coma fija. Representación fraccionaria en coma fija (Formato Q). Rango Dinámico y Precisión.

Unidad Temática N°4.- Análisis en el Dominio de la Frecuencia

Representación de sistemas y señales discretos en el dominio de la frecuencia. Análisis espectral. Transformada de Fourier (TF). Transformada de Fourier para señales en tiempo discreto (DTFT). Serie de Fourier Discreta (DFS). Transformada Discreta de Fourier (DFT). Identidad de Parseval. Relación entre TF y DTF. Aplicaciones

Unidad Temática N°5.- Transformada Rápida de Fourier

. Propiedades de los factores de rotación WN. Diferentes algoritmos. Transformada Rápida de Fourier (FFT) con partición en tiempo y en frecuencia. Truncamiento de señales en el dominio del tiempo y de la frecuencia. Ventanas temporales y frecuenciales. Aplicaciones. Implementación algorítmica.

Unidad Temática N°6.- Diseño e implementación de filtros digitales

Reseña de la Transformada de Laplace. Transformada Z. Filtrado en el dominio temporal. Filtrado en el dominio frecuencial. Filtros de media móvil (MA). Filtros IIR. Propiedades. Arquitectura y diseño de IIR mediante Transformada Bilineal (BLT). Estabilidad. Filtros FIR. Arquitectura y diseño. Tipos de ventanas. Minimización del error. Problemas de cuantización. Elección del tipo de filtro adecuado. Herramientas de diseño. Implementación algorítmica.

Unidad Temática N°7.- Filtrado Adaptativo

Función de autocorrelación. Correlación cruzada. Propiedades. Proceso estocástico. Procesos estacionarios en sentido amplio (WSS). Filtrado óptimo (filtro de Wiener). Propiedades de la superficie de performance cuadrática. Error cuadrático medio (MSE). Diferentes enfoques del procesamiento adaptativo de señales. Estimación del gradiente descendente y sus efectos en la adaptación. Estimación de parámetros. Métodos de minimización del MSE. Convergencia de los coeficientes. Predicción lineal. Ejemplos de diseño. Áreas de aplicación. Implementación algorítmica.



Bibliografía.

Título	Autores	Editorial	Año de Edición
<i>Discrete-Time Signal Processing</i>	<i>Alan V. Oppenheim Ronald W. Schaffer</i>	<i>Prentice Hall</i>	<i>2011</i>
<i>Análisis de Señales y Sistemas</i>	<i>Damián Craiem, Ricardo Armentano</i>	<i>CEIT</i>	<i>2011</i>
<i>Señales y Sistemas Continuos y Discretos</i>	<i>Samir Soliman, Mandyam Srinath</i>	<i>CRC Press</i>	<i>2001</i>
<i>The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing</i>	<i>Steven W. Smith</i>	<i>California Technical Publishing</i>	<i>1999</i>
<i>Señales y Sistema</i>	<i>Alan V. Oppenheim Alan S. Willsky S. Hamid Nawab</i>	<i>Prentice Hall</i>	<i>1998</i>
<i>Digital Signal Processing: Principles, Algorithms, and Applications</i>	<i>John Proakis Dimitris Manolakis</i>	<i>Pearson</i>	<i>2021</i>
<i>Digital Signal Processing</i>	<i>Alan Oppenheim</i>	<i>California Technical Publishing;</i>	<i>2001</i>
<i>Advanced Digital Signal Processing and Noise Reduction</i>	<i>SV Vaseghi</i>	<i>Prentice Hall</i>	<i>2000</i>
<i>Adaptive Filtering Algorithms and Practical Implementation</i>	<i>Paulo S. R. Diniz</i>	<i>Springer</i>	<i>2020</i>
<i>Understanding Digital Signal Processing</i>	<i>RG Lyons</i>	<i>Pearson</i>	<i>2011</i>



Metodología de la enseñanza

El contenido matemático de este curso es elevado, por tal motivo, se propone que el aprendizaje de las unidades temáticas tenga un apropiado número de ejemplos ilustrativos, ejercitación, simulación y programación.

Integrar los conceptos teóricos y prácticos en el diseño e implementación de algoritmos de filtrado y en el dominio de la frecuencia permiten un mejor entendimiento de las unidades de formación. En consecuencia, se promueve la capacidad de observar similitudes, diferencias y variaciones entre las diferentes técnicas de PDS.

Las clases teóricas tienen el propósito de desarrollar una comprensión fundamental de la teoría que sustenta esta área de conocimiento e ilustrar esa teoría con ejemplos prácticos. El entendimiento de la teoría genera habilidades para hallar la solución al problema. Además, se busca optimizar la transferencia innovadora según el estado del arte.

En este sentido, se induce a buscar en publicaciones científicas y bibliotecas virtuales vinculadas al objeto de estudio del curso. La Universidad Tecnológica Nacional ofrece acceso a la Biblioteca de Ciencia y Tecnología del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, Repositorio de la Universidad Tecnológica Nacional (RIA), la Revista Tecnología y Ciencia (RTyC) y la Biblioteca Virtual e-Libro.

En cuanto a los ejemplos de aplicación y prácticas son del tipo hands-on. Los trabajos prácticos se desarrollan en el lenguaje de programación Python, MatLab® y en lenguaje C para ser aplicados en la placa de desarrollo Beagleboard-xM, teniendo como sistema operativo Linux embebido. De esta forma, el estudiante aprende a balancear la carga computacional según la demanda del algoritmo entre el procesador GPP "Cortex-A8" y el DSP "TMS320C64+". El desarrollo de las prácticas refuerza los conceptos y criterios aprendidos, adicionalmente permite comparar los resultados de las simulaciones. Se utilizan kits de desarrollo Beagleboard-xM, Python que se ejecutan en la plataforma Google Colab, MatLab® con el toolbox FDATool, materiales y equipos del laboratorio de electrónica.

Esta modalidad permite combinar el aprendizaje de conceptos con su inmediata aplicación práctica, de modo de ir fomentando la creatividad y el ingenio por parte del estudiante. Esto servirá para tener un enfoque por competencias donde se vincula los requerimientos del mundo del trabajo profesional y los resultados de la instrucción.



Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional La Plata

Modalidad de enseñanza y carga horaria.

		% Carga horaria total curricular	Lugar de desarrollo
Teórica		57	Aula
Formación experimental	Laboratorio	10	
	Trabajo de campo	-.-	
Resolución de problemas		33	Aula
Proyecto y diseño		-.-	
Práctica supervisada	En el sector productivo de bienes y servicios	-.-	
	En la Institución	-.-	
Sumatoria:		100%	

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

CLASE	UNIDAD	TEMA
1	1	Sistemas digitales versus sistemas analógicos. Conceptos de procesamiento digital y algoritmos de uso frecuente. Características deseables de un procesador digital de señales. Conceptos y criterios de desarrollo en Tiempo Real.
2	2	Breve reseña de la teoría de muestreo. Problemas de reconstrucción de señales analógicas. Muestreo de señales acotadas en banda. Muestreo de señales acotadas en banda. Aliasing. Filtro anti-alias. Cuantificación y conceptos asociados. Modelo de cuantificación. Relación señal a ruido. Loading factor. Técnicas para aumentar los bits efectivos. Métodos para la reducción del ruido de cuantificación. Potencia de ruido de cuantificación. Sistemas de representación numérica y su importancia en DSP.
3	3	Familias comerciales de DSP. Estudio de la arquitectura de coma fija. Representación numérica en coma fija versus coma flotante. Unidades funcionales y periféricos. Set de instrucciones. Manejo de flujo de datos para procesamiento en tiempo real. Métodos de redondeo y truncamiento. Aritmética de saturación. Acumulador y bits de guarda. Efectos de la aritmética de registro finito en coma fija. Representación fraccionaria en coma fija (Formato Q). Rango Dinámico y Precisión
4		Práctico Nº 1: Puesta en marcha de la placa de desarrollo y toolchain. Laboratorio de electrónica
5		PRIMER PARCIAL
	4	Representación de sistemas y señales discretos en el dominio de la frecuencia. Análisis espectral. Transformada de Fourier (TF). Transformada de Fourier para señales en tiempo discreto (DTFT). Serie de Fourier discreta (DFS). Transformada Discreta de Fourier (DFT). Propiedades. Identidad de Parseval. Relación entre TF y DTF. Aplicaciones



6	5	Propiedades de rotación WN. Diferentes algoritmos. Transformada Rápida de Fourier (FFT) con partición en tiempo y en frecuencia. Aplicaciones Truncamiento de señales en el dominio del tiempo y de la frecuencia. Ventanas temporales y frecuenciales. Implementación algorítmica.
7	6	Reseña de la Transformada de Laplace. Transformada Z. Filtrado en el dominio temporal. Filtrado en el dominio frecuencial. Filtros de media móvil (MA). Implementación algorítmica. Filtros FIR. Arquitectura y diseño. Tipo de ventanas. Propiedades. Implementación algorítmica.
8		Práctico Nº 2: Diseño, implementación y caracterización de filtros FIR. Laboratorio de electrónica
9		SEGUNDO PARCIAL
9	6	Filtros IIR. Propiedades. Arquitectura y diseño de IIR mediante Transformada Bilineal (BLT)
10	6	Propiedades. Estabilidad. Minimización del error. Problemas de cuantización.
11	6	Elección del tipo de filtro adecuado. Herramientas de diseño. Implementación algorítmica.
12		Práctico Nº 3: Diseño, implementación y caracterización de filtros IIR. Laboratorio de electrónica
13		TERCER PARCIAL
13	7	Función de autocorrelación. Correlación cruzada. Propiedades. Proceso estocástico. Procesos estacionarios en sentido amplio (WSS). Filtrado óptimo (filtro de Wiener).
14	7	Propiedades de la superficie de performance cuadrática. Error cuadrático medio (MSE). Diferentes enfoques del procesamiento adaptativo de señales. Estimación del gradiente descendente y sus efectos en la adaptación
15	7	Estimación de parámetros. Métodos de minimización del MSE. Convergencia de los coeficientes. Predicción lineal. Ejemplos de diseño. Áreas de aplicación. Implementación algorítmica. 16 CUARTO PA
16		CUARTO PARCIAL

Material didáctico

Contenido en el campus virtual de la asignatura:

- Diapositivas.
- Algoritmos de ejemplos desarrollados en Python que se ejecutan en la plataforma Google Colab.
- Algoritmos de ejemplos desarrollados en MatLab®.
- Material de soporte: Apuntes, trabajos científicos y sitios web.
- Libros gratuitos relacionados al procesamiento digital de señales.
- Ejercitación.



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional La Plata*

- Asistencia y consultas mediante la herramienta de comunicación Slack.

Evaluación:

La ordenanza de Consejo Superior N° 1549/2016 y sus complementarias Ord. N° 1566 y 1567/2016 establecen en su conjunto el Reglamento de Estudio vigente para la Universidad Tecnológica Nacional. La cátedra adopta las condiciones dadas por la ordenanza 1549/2016. Además, establece sus condiciones para la aprobación directa, aprobación no directa—examen final y no aprobaciones detalladas a continuación:

. Aprobación directa

Evaluaciones: CUATRO (4).

Las evaluaciones serán mediante las herramientas que ofrece el campus virtual asignado a la asignatura. Los alumnos deben poner en juego el grado de conocimientos, para responder a las preguntas y resolver un conjunto de ejercicios.

Para la aprobación directa se deberá tener una calificación igual o superior a SEIS (6) en cada una de las evaluaciones. Otro requisito es aprobar los trabajos prácticos de laboratorio.

Aprobación No directa – Examen final

El alumno que precise más de una instancia de recuperación para aprobar los exámenes y/o entrega de alguno de los trabajos prácticos de laboratorio fuera de la fecha indicada deberá rendir final.

No Aprobación

El estudiante que no apruebe las instancias de recuperación (dos recuperatorios) y/o la falta de entrega de alguno de los trabajos prácticos de laboratorio deberá cursar nuevamente la materia.



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional La Plata*

ESQUEMA DE INTERRELACION

Eje temático	Relación con otras asignaturas	Relación con Lab. de Informática	Relación con otros laboratorios	Horas totales (hs)
Fourier	Análisis de Señales	X		12
Linux	Técnicas Digitales III	X	Laboratorio de Electrónica	12
CAD CDA	Técnicas Digitales II	X		8
Filtros	Teoría de los Circuitos II	X	Laboratorio de Electrónica	24



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional La Plata*

ANEXO III

PROGRAMA ANALÍTICO

Materia Electiva: "Instrumentación Biomédica"
(Resolución de Consejo Directivo N° 469/2025)

Departamento: Ingeniería Electrónica

PLAN: 95 A

Área de conocimiento: Tecnologías Aplicadas

NIVEL: 6

Modalidad de cursado: Cuatrimestral

Carga Horaria: 64 horas

Horas semanales: 4 horas

PRE-REQUISITOS:

Para cursar	Para rendir
Tener Cursadas	Aprobadas
Medidas Electrónicas I Electrónica Aplicada II	Medidas Electrónicas I

Objetivos generales

Obtener conocimientos y herramientas para desempeñarse eficientemente en el ámbito hospitalario, tanto en el departamento de ingeniería clínica como en el de mantenimiento y servicio técnico de los equipos electromédicos, con bases teóricas y fundamentos prácticos.

Comprender las bases de la fisiología del cuerpo humano para facilitar el dialogo y la comunicación entre el técnico de electromedicina y/o el ingeniero clínico y el profesional de la salud, para dar un mayor soporte al usuario del equipamiento médico.

Adquirir conocimientos sobre las tecnologías utilizadas en la salud, equipos aplicados a la medicina y las marcas más utilizadas en el mercado, a nivel público y privado.

Objetivos específicos

Que el estudiante logre:

- Entender a nivel fisiológico el funcionamiento de cada uno de los sistemas del cuerpo humano, para poder comprender luego el funcionamiento de los equipos médicos específicos.
- Obtener los conocimientos básicos necesarios para poder realizar y/o gestionar el mantenimiento preventivo y/o correctivo del equipamiento electromédico.
- Adquirir la capacidad de evaluar tecnología médica que mejor se adapte a requerimientos específicos e incursionar en el armado de pliegos de equipamiento médico.



Programa de contenidos analíticos:

Unidad Temática N°1.-: Introducción a la medición de señales biométricas

- Introducción a los sistemas biológicos
- Potenciales eléctricos celulares
- Consideraciones generales de los sistemas de medición y control
- Tipos de sensores, circuitos de medición y acondicionamiento de las señales biométricas.

Unidad Temática N°2.-: Sistema cardiovascular

- Fisiología del Sistema Cardiovascular
- Patologías y Mecanismos de diagnóstico: Mediciones, sensores utilizados, imágenes, electrocardiografía.
- El corazón como fuente de potenciales eléctricos. Forma típica del ECG. Sistema de derivaciones.
- El electrocardiógrafo.
 - o Diagrama en bloques. Cables a paciente.
 - o Mantenimiento de electrocardiógrafo. Fallas típicas.
 - o Particularidades de los electrocardiógrafos en la Norma IRAM 4220.
 - o Trabajo Práctico.
- Estimulación cardíaca: Desfibriladores.
 - o Circuito y ondas típicas.
 - o Cardioversores.
 - o Circuito y particularidades.
 - o Pruebas de desfibriladores y consideraciones de Norma IRAM 4220.
 - o Desfibriladores Automáticos Implantables (DAI).
 - o Trabajo Práctico Desfibriladores y Cardioversores
- Marcapasos.
 - o Tipos de marcapasos, clasificación.
 - o Consideraciones prácticas.

Unidad Temática N°3.-: Sistema respiratorio

- Fisiología del Sistema Respiratorio.
- Patologías y Mecanismos de diagnóstico: Mediciones, sensores utilizados, imágenes. Instrumentación y equipamiento respiratorio.
 - o Espirómetros: Transductores respiratorios e instrumentos de medición.

Equipos de soporte ventilatorio.



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional La Plata*

- Ventilación Artificial Mecánica (VAM).
- Dispositivos usados en terapia respiratoria. Procedimientos de esterilización de unidades de terapia respiratoria
- Trabajo práctico Sistema Respiratorio

Unidad Temática N°4.-: *Monitoreo del paciente en servicios de terapia hospitalaria*

- Tipos de terapia, cuidados ambientales, consideraciones para el profesional hospitalario.
 - Terapia intensiva adulta: Equipamiento: Monitor multiparamétrico: electrocardiografía, capnografía, oximetría, asistencia respiratoria, Carro de paro cardíaco.
 - Terapia intensiva neonatal: equipamiento adaptado a paciente neonatal, incubadora, medición de parámetros de incubencia, condiciones ambientales específicas.

Unidad Temática N°5.-: *Equipamiento de quirófano*

- Consideraciones para el profesional hospitalario, cuidados ambientales, instalaciones especiales.
- Equipamiento: Monitor multiparamétrico, mesa de anestesia, electrobisturí, imágenes para cirugías, laringoscopios.
- Electrocirugía: teoría de operación
 - Electrobisturí: principio de funcionamiento, diagrama en bloques, modo de operación y tipo de electrodo.
 - Seguridad en electrobisturíes. Rutinas de pruebas. Particularidades de los electrobisturíes en la Norma IRAM 4220.

Unidad Temática N°6.-: *Equipos de diagnóstico por imágenes*

- Distintos principios de obtención de imágenes médicas:
 - Ultrasonido: ecografía.
 - Radiología: equipos de placa simple, tomógrafo, seriógrafo.
 - Resonancia magnética.
 - Medicina Nuclear para la obtención de imágenes moleculares: Cámara Gamma, SPECT-TAC
- Mecanismos de distribución de las imágenes digitales.



Bibliografía:

Título	Autor / es	Editorial	Edición año
<i>Bases de la Fisiología para Ingenieros: Introducción a la Ingeniería Biomédica.</i>	Dr. Edmundo Cabrera Fisher	CEIT – Centro de Estudiantes de Ingeniería Tecnológica	2013
<i>Electromedicina</i>	Carlos Del Aguila	Hispano Americana S.A.	1990
<i>Analysis and Application of Analog Electronic Circuits to Biomedical Instrumentation"</i>	Robert B. Northrop	CRC Press LLC	2004
<i>Bioinstrumentation</i>	John D. Enderle	USA, Morgan & Claypool,	2006
Radiologic Science for Technologists: Physics, Biology and Protection.	S. C. Bushong	St. Louis Missouri: Elsevier,	2017
Introduction to Biomedical Imaging,	A. Webb	Wiley-Interscience	2003
Clinical Engineering - Principles and Applications in Engineering Series	Yadin David, Wolf von Maltzahn, Michael Neuman, Joseph D. Bronzino,	New York: CRC PRESS	2005
Clinical Engineering Handbook	Joseph F. Dyro	Elsevier Academic Press	2004.

Metodología de la enseñanza

- Dictado de clases teóricas.
- Presentación de ejemplos.
- Resolución de trabajos prácticos de aula



Modalidad de enseñanza y carga horaria.

		% Carga horaria total curricular	Lugar de desarrollo
Teórica		60	Aula
Formación experimental	Laboratorio	30	Laboratorio
	Trabajo de campo	10	Hospital
Resolución de problemas			
Proyecto y diseño		.-	
Práctica supervisada	En el sector productivo de bienes y servicios	.-	
	En la Institución	.-	
Sumatoria:		100%	

Propuesta pedagógica:
Cronograma de actividades

Clase	UNIDAD	Temas
1	1	Presentación de la materia, campus. Introducción a los sistemas biológicos.
2	1	Tipos de sensores, esquemas de medición
3	1	Quiz clases 1 y 2 - Fisiología, patologías y mecanismos de diagnóstico. Corazón como fuente de potenciales
4	2	Quiz clase 3 - Electrocardiograma - Estimulación cardíaca – marcapasos
5	2	Quiz clase 4 - Fisiología, patologías y mecanismos de diagnóstico. Transductores y espirómetros.
6	3	Ventilación mecánica. Equipos de soporte ventilatorio.
7		1er parcial
8	4	Consideraciones, tipos de terapia, monitoreo del paciente.
9	4	Quiz clase 9 - Neonatología
10	5	Quirófano y salas de procedimiento
11	5	Electrocirugía
12	6	Quiz clase 11 - Equipos de diagnóstico por imágenes
13	6	Ingeniería Clínica - Presentación TP evaluación de tecnología
14		2do parcial
15		Entrega TP Evaluación de tecnología médica
16		Entrega TP Evaluación de tecnología médica



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional La Plata*

Material didáctico

Apuntes de Clases Teóricas
Guías de Trabajos Prácticos.
Análisis de manuales y equipos

Evaluación

Reglamento de Estudio (Ordenanza N° 1549)

Condiciones de Aprobación Directa

- 75% de asistencia.
- Actividades de formación práctica: 2 (dos) trabajos prácticos con elaboración de informe, uno sobre un caso práctico de evaluación de tecnología médica, y uno sobre la visita técnica a Hospital para ilustrar el trabajo de campo de un Ingeniero Biomédico.
En el caso de no poder realizar la visita técnica, el estudiante realizará un trabajo de investigación respecto a algún equipamiento o tecnología médica de su interés, pactando las pautas a seguir con el docente previo a la elaboración del informe.
- Régimen de evaluación continua: Se implementará una metodología de evaluación basada en cuestionarios de opción múltiple sobre los temas desarrollados en clase para asegurar el aprendizaje progresivo de los alumnos y poder realizar una evaluación continua. Se implementará a partir del Campus Virtual para poder realizar un seguimiento dinámico sobre cada alumno.
- Quienes no cumplimenten los requisitos para la aprobación directa, deberán rendir Examen Final, el cual constará de un trabajo integrador de resolución de un caso práctico que demuestre el aprendizaje de las unidades vistas a lo largo de la cursada.



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional La Plata*

ANEXO IV

PROGRAMA ANALÍTICO

Materia Electiva: "Multiplexación de señales digitales"
(Resolución de Consejo Directivo N° 469/2025)

Departamento: Ingeniería Electrónica

PLAN: 95A

Área de conocimiento: Sistema de Comunicaciones

Modalidad de cursado: Cuatrimestral

Carga Horaria: 64 horas

Horas semanales: 4 horas

PRE-REQUISITOS:

Para cursar	Para rendir
Tener Cursadas	Aprobadas
- Técnicas Digitales I - Sistemas de Comunicaciones	- Sistemas de Comunicaciones

Objetivos generales.

Que el alumno esté capacitado para describir los diferentes medios de acceso y transporte, analizar los elementos de red que los componen y fundamentar las mejores soluciones frente a complejos escenarios de telecomunicaciones

Objetivos específicos.

Que el alumno esté capacitado para analizar los diferentes esquemas de multiplexación digital y evaluar las soluciones óptimas para su aplicación en las redes de acceso y transporte. Además, el alumno deberá poder justificar sus diseños en base a los problemas planteados en redes de comunicaciones reales, basándose en los conceptos teóricos adquiridos.

Que el alumno pueda realizar cálculos de enlace sobre redes ópticas.

Programa de contenidos analíticos.

Unidad Temática N°1.- Introducción a la Modulación Digital



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Haedo*

Conceptos básicos de modulación. Introducción a la modulación digital. ASK - FSK – PSK. Diagramas de constelación

Unidad Temática N°2.- Introducción a la Multiplexación

Objetivo y tipos de multiplexación. FDMA - TDMA – CDMA

Unidad Temática N°3.- Redes de Acceso por Medios Guiados

ADSL. xDSL. FTTx. Restricciones. Velocidades y modulaciones usadas. Detección de errores. GPON. Acceso por Fibra. Escenarios y estándares. Tramas en Uplink y Downlink. CableModem. Red HFC. Canales de Upstream y Downstream. Elementos de Red. Norma Docsis. Velocidades y Modulaciones.

Unidad Temática N°4.- Redes de Acceso por Medios No Guiados .

Microondas, características de los enlaces digitales. Estructura de los enlaces. Bandas de frecuencia. Zona de Fresnel. Diagramas en bloques. protecciones. Celulares. Componentes de la red celular. Principios de Transmisión. Acceso en 2G y 3G. Diagramas en bloques. Arquitectura de un sistema celular. Satélites. Frecuencias satelitales. Potencia Isotrópica Radiada Equivalente. Clasificación de los satélites. WiFi .Métodos de Acceso. Características de la norma 802.11.Frequency Hopping vs Direct Sequence. Interferencias. Multitrayectoria.

Unidad Temática N°5.- Jerarquías Digitales.

Plesiócronas (PDH) y Sincrónicas (SDH). Mapping over GFP, según G.7041. Resilient Packet Ring (RPR), según IEEE 802.17. Multiprotocol Label Switching (MPLS), según G.8110 / Y.1370. Aplicaciones de Virtual Concatenation over SDH, según G.7042. Link Capacity Adjustment, según G.7042.

Unidad Temática N°6.- Redes Ópticas

Propagación de Señales en una Fibra Óptica. Características de la Transmisión en una F.O. Multiplexación Densa por Longitud de Onda. Scattering de Brillouin. Scattering de Raman. Four wave mixing (FWM). Self-phase modulation (SPM).Cross-phase modulation (XPM). Interfaces ópticas para sistemas multicanal basados en amplificadores ópticos (ITU-T G.692). Filtros y retículas. Interferómetros de Fabry-Perot. Filtros de película dieléctrica delgada. Retículas de Bragg. Filtros e interferómetros de Mach_Zender. Amplificadores ópticos basados en erbio (EDFA's). Amplificadores Raman. Aisladores y conectores ópticos. Atenuadores y circuladores ópticos • Arquitectura funcional de una OTN, según G.709. Estructura de capas según ITU-T G. 872. Topología de la red óptica. Gestión de la red óptica. Cálculo de Enlaces por Fibra Óptica



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Haedo*

Bibliografía

Título	Autores	Editorial	Año de Edición
Optical Networks: A Practical Perspective	Ramaswami, Rajiv y otro	Morgan Kaufmann	3rd Edit. 2009
Fiber-Optic Communication Systems	Agrawal, Govind	John Wiley	3rd Edit. 2002
Lightwave Technology: Telecommunication Systems	Agrawal, Govind	John Wiley	2005
Lightwave Technology: Components and Devices	Agrawal, Govind	John Wiley	2004
Next Generation Optical Networks	Peter Tomsu y Christian Schmutzer	Prentice Hall	2002
Optical Networks: Third Generation Transport Systems	Uyless Black	Prentice Hall	2002
DWDM Network Designs and Engineering Solutions	Ashwin Gumaste y otros	Cisco Systems	2003
Nonlinear Fiber Optics	Agrawal, Govind	Academic Press	4th Edit. 2006
Teleinformática Aplicada	A.Castro Lechtaler – R.Fusario	Mc.Graw Hill	1994
Telecommunications Engineering	J. Dunlop – D.G. Smith	Chapman and Hall	2nd Ed. 1990
GSM Networks: Protocols, Terminology and Implementation	Gunnar Heine	Artech House	1999
RADIO INTERFACE SYSTEM PLANNING FOR GSM/GPRS/UMTS	Jukka Lempiäinen Matti Manninen	KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS	2002
Introduction to 3G Mobile Communications	Juha Korhonen	Artech House	2003
HSDPA/HSUPA for UMTS	Harri Holma and Antti Toskala	John Wiley & Sons Ltd	2006

**Metodología de enseñanza.**

Esta disciplina contiene un alto contenido teórico que será dictado por el profesor y reforzado por las clases prácticas. Estas clases prácticas serán destinadas a resolver problemas específicos de cada tema y también a resolver problemas que se suscitan en redes de transmisión reales.

El dictado de las clases se complementará con actividades en grupo. Estas actividades apuntan a que los alumnos preparen determinados temas y luego expongan al resto de la clase. La información para la preparación de dichos temas estará disponible en la bibliografía recomendada y los sitios web recomendados por el profesor.

Para algunos tópicos, como ser fibra óptica y DSLAM/GPON, el profesor dispondrá de elementos reales para que los alumnos tengan contacto con estos.

▪ Modalidad de enseñanza y carga horaria

	% Carga horaria total curricular	Lugar de desarrollo
Teórica	70	Aula
Formación experimental	---	---
Resolución de problemas	30	Aula – Fuera de aula
Sumatoria:	100	

▪ CRONOGRAMA ESTIMADO DE CLASES**▪ CRONOGRAMA ESTIMADO DE ACTIVIDADES PRÁCTICAS**

Práctico N°	Contenido	Clases
1	Códigos de línea de transmisión en banda base	1
2	Determinación del porcentaje de justificaciones positivas por trama	1
3	Simulación de redes plesiócronicas y gestión de la alarmística	1
4	Simulación de redes síncronicas y gestión de la alarmística	1
5	Determinación del retardo de propagación en una fibra óptica	1
6	Cálculo de la cantidad de modos de propagación en una F.O.	1
7	Determinación del balance de atenuaciones en un enlace óptico	1
8	Cálculo del ancho de banda de un enlace óptico	1



Propuesta pedagógica.

• Metodología de Evaluación

Se realizarán dos exámenes parciales, cuyas fechas serán notificadas a los alumnos el primer día de la materia. Además se calificará la exposición de los temas teóricos en clase y la resolución de los trabajos prácticos.

Los requisitos de aprobación de la materia son los siguientes:

Condiciones de Aprobación Directa

- Asistencia mínima al 75% de las clases
- Realización y aprobación del / los Trabajo/s Práctico/s Obligatorio/s
- Aprobación de los exámenes parciales con un mínimo de **6** (seis) puntos
- Los estudiantes que no aprueben alguno de los parciales tendrán 1 (una) sola instancia de recuperación
- La nota final será un promedio de las notas parciales obtenidas

Condiciones de Aprobación No Directa

- Los alumnos que no cumplan con los items mencionados anteriormente para la Aprobación Directa deberán realizar el examen Final
- El estudiante que se inscriba al examen final en un plazo no mayor a un ciclo lectivo siguiente al de cursado, no le serán exigidas las asignaturas correlativas en el plan de estudios

Material Didáctico

SIEMENS:

- Jerarquía Digital Plesiócrona.
- Jerarquía Digital Sincrónica.
- Introducción a la Gestión de Redes de Telecomunicaciones (TMN) y a las Redes de Comunicaciones de Datos (DCN).
- Cables de Fibras Ópticas.
- Multiplexación Densa por Longitud de Onda.
- DWDM Basics



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional La Plata*

CIENA:

- Optical Communication Certification

NORTEL:

- Fundamentals of Optics
-

Esquema de Interrelación

Eje Eje temático	Relación con otras asignaturas	Relación con Lab. de Informática	Relación con otros laboratorios	Horas totales
• Multiplexación en Sistemas de acceso inalámbrico • Técnicas de acceso • Multiplexación en Sistemas guiados • Jerarquías Digitales Plesiocrónicas y Síncronas • Fibra Ópticas • Multiplexación por longitud de onda • Filtros ópticos • Red de Transporte óptica • Cálculo de Enlaces	• Física II. • Medios de Enlace. • Sist.de comunicaciones. • Física Electrónica. • Análisis de Señales y Sistemas.			32 hs.



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional La Plata*

ANEXO V

PROGRAMA ANALÍTICO

Materia Electiva: "Automatización y Control"
(Resolución de Consejo Directivo N° 469/2025)

Departamento: Ingeniería Electrónica

Área de conocimiento: Tecnologías Aplicadas

Nivel: 6to

Plan : 95A

Modalidad de cursado: Anual

Carga Horaria: 96 horas

Horas semanales: 3 horas

PRE-REQUISITOS:

Para cursar	Para rendir
Tener Cursadas	Aprobadas
.-Máquinas e Instalaciones eléctricas .-Electrónica Aplicada II	.-Máquinas e Instalaciones eléctricas .-Electrónica Aplicada II

Objetivos generales.

- Entender claramente que es la Automatización Industrial.
- Elaborar un plan de automatización de planta.
- Conocer los alcances del sistema a Automatizar.

Objetivos específicos.

Que el alumno logre:

- Conocer la arquitectura de los Controladores Lógicos Programables PLC.
- Diseñar automatismos industriales con Controladores Lógicos Programables, empleando el software lógico, variables analógicas, numéricas y discretas, de comunicación y supervisión.



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional La Plata*

- Conocer los buses de campo y sus potencialidades en redes de PLC.
- Conocer las técnicas y procedimientos de instalación y mantenimiento de los Controladores Lógicos Programables PLC.
- Adquirir destreza en la elaboración, carga, transferencia y monitoreo de un programa, empleando el software adecuado y PC, para los Controladores Lógicos Programables PLC.
- Generar una actitud de investigación para la solución de los distintos problemas planteados.

Programa de contenidos analíticos:

UNIDAD 1

CONTROLADORES LOGICOS PROGRAMABLES PLC

Mandos cableados y mandos programables. Tipos de PLC: Relé inteligente, micro, compacto y modular. Configuración de los PLC modulares. PLC Arquitectura. Diagrama en bloques. Unidad central de proceso. Memoria. Unidades de entrada-salida. Fuentes de alimentación. Ciclo de funcionamiento de la CPU. Módulos de E/S digitales. Características y tipos. Módulos de E/S analógicos y especiales. Lenguajes de programación. Norma IEC 1131.

UNIDAD 2

PROGRAMACIÓN DE PLC. VARIABLES DISCRETAS

Desarrollo de la Norma IEC 1131. Representación de mandos lógicos GRAFCET. Elementos básicos: etapas, transiciones, uniones orientadas, reglas de sintaxis y estructuras.

Representación GEMMA. Parada, puesta en marcha, defecto, funcionamiento.

Aplicaciones de GRAFCET y GEMMA al diseño de automatismos.

Software de programación de PLC.

Direccionamiento de E/S. Diagrama "ladder", "listados de instrucciones" y "stage".

Programación de funciones lógicas, de instrucciones "box", de instrucciones de control y bloques especiales. Software de programación: DIRECTSOFT. Programación por PC. Comunicación. Software de comunicación: LINKEADO.

Aplicación del set de instrucciones a problemas de automatización industrial con variables discretas.

Problemas. Prácticas de laboratorio.



UNIDAD 3

PROGRAMACIÓN DE PLC. VARIABLES ANALÓGICAS Y NUMÉRICAS

Arquitectura de datos en el PLC. Acumulador. Memorias "V". Mapa de memoria. Direccionamiento.

Operaciones de carga del acumulador. Operaciones entre registros.

Funciones aritméticas.

Operaciones con variables analógicas. Uso de módulos A/D y D/A.

Lazos de control PID con PLC.

Operaciones con variables numéricas.

Programación de módulos especiales: High Speed counts HSC.

Aplicación del set de instrucciones a problemas de automatización industrial.

Problemas. Prácticas de laboratorio.

UNIDAD 4

UNIDADES DE INTERFACE HOMBRE-MAQUINA HMI

Interfaces HMI. Tipos y aplicaciones. Clasificación. Programación de mensajes, gráficas y datos dinámicos.

Software de programación para PC.

Aplicaciones industriales.

UNIDAD 5

REDES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL

Buses de campo. MODBUS. PROFIBUS. ASI. Características principales. Aplicaciones.

Sistema SCADA. Características principales. Aplicaciones.

Aplicaciones de las redes industriales en sistemas de automatización.

UNIDAD 6

NORMAS DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS PLC

Selección del PLC. Instalación en planta. Condiciones ambientales. Ruido electromagnético. Cableado interno y externo. Confiabilidad. Rutinas de mantenimiento.



Bibliografía.

TÍTULO	AUTOR / ES	EDITORIAL	EDICIÓN/ AÑO	BIBLIOTECA/ CANTIDAD
Autómatas Programables	Balcells, Joseph; Romeral, José Luis	Marcombo	1997	1
Controladores Lógicos y Autómatas Programables	Mandado Perez, Enrique; Acevedo, J. M.; Perez Lopez, S. A.	Marcombo	2 Ed. 1992	2
MECATRÓNICA. Sistemas de Control Electrónico en Ingeniería Mecánica y Eléctrica.	Bolton, W.	Alfaomega	2001	1
Ingeniería de la Automatización Industrial	Pedrafito Moreno, Ramón	Alfaomega	2001	1
Sensores y Acondicionadores de Señal.	Pallas Areny, Ramón	Alfaomega Marcombo	2001	1
DL205 User Manual	PLC Direct by KOYO	PLC Direct	2006	En Formato Digital y en Internet.
DL205 Analog I/O Modules	PLC Direct by KOYO	PLC Direct	Manual Number D2-ANLG-M, 2006	En Formato Digital y en Internet.
D2-CRINT Counter Interface Module	PLC Direct by KOYO	PLC Direct	Manual Number D2-CTRIF-M, 2006	En Formato Digital y en Internet.
OP15007OP1510 Operator Manual	PLC Direct by KOYO	PLC Direct	Manual Number OP-1510-M, 2006	En Formato Digital y en Internet.
DW1000 Direct View	PLC Direct by KOYO	PLC Direct	Manual Number D-24VIEW-M, 2006	En Formato Digital y en Internet.
Problemas de Diseños de Automatismos Electrónico- Eléctricos y Electrónico- Neumáticos	Ojeda Cherta, Fracisco	Paraninfo	1996	1
Sistemas Digitales de Control de Procesos	Szklanny, S.; Behrends, C.	Control	1994	No disponible
Instrumentación Industrial	Creus Sole, Antonio	Alfaomega Marcombo	2006	No disponible

Modalidad de dictado.

Metodología de la enseñanza

Para la enseñanza de la asignatura se adopta el siguiente enfoque, teniendo en cuenta las siguientes estrategias y momentos:

- Preparación para el aprendizaje: Prever el problema o temática a estudiar. Activación del sustrato de conocimientos previos. Centrar la dirección de la ejecución o modelar el interés y aclarar el propósito.



Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional La Plata

- b. Resolución: Contraste y comparación. Codificar y recodificar. Algoritmizar, definir y demostrar: asimilación de ideas, cambiar de dirección si es necesario, proporcionar ampliación.

Transferencia: Integrar y aplicar lo aprendido. Extender el aprendizaje hacia áreas de mayor diversidad y complejidad. Evaluar los logros: discutir pre-conceptos erróneos, proporcionar refuerzo



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional La Plata*

ANEXO VI

PROGRAMA ANALÍTICO

Materia Electiva: "Recubrimientos especiales de última generación"
(Resolución de Consejo Directivo N° 469/2025)

Departamento: Ingeniería Electrónica

PLAN: 95A

Área de conocimiento: Tecnologías Aplicadas

Modalidad de cursado: Cuatrimestral

Carga Horaria: 64 horas

Horas semanales: 4 horas

PRE-REQUISITOS:

Para cursar		Para rendir
Cursada	Aprobadas	Aprobadas
.-Máquinas e Instalaciones eléctricas	.-Química General .-Dispositivos Electrónicos	.-Máquinas e Instalaciones eléctricas

Objetivos generales.

- Que el alumno conozca los métodos de fabricación de este tipo de recubrimientos, familiarizándolo con dichos métodos al introducirlos en la teoría y la práctica de estos, permitiéndole acceder a un laboratorio con equipamiento altamente especializado, con los que podrá personalmente asistir a la producción y caracterización de los recubrimientos citados en las publicaciones científicas internacionales de mayor actualidad.

Objetivos específicos.

Que el alumno logre:

- Conocer y diferenciar las técnicas y procesos de deposición.
- Conocer los principios físicos de generación del gas (plasma).
- Conocer las técnicas de procesamiento del plasma.
- Evaluar la importancia y la necesidad de la utilización de los recubrimientos superficiales, y sus aplicaciones en la industria

Programa de contenidos analíticos:



Unidad 1: Recubrimientos superficiales, conceptos introductorios

- Introducción, revisión histórica, la necesidad de los recubrimientos superficiales, usos y aplicaciones, ventajas e inconvenientes.
- Introducción al concepto de plasma físico, efectos del plasma en la modificación superficial de un material, nitruración, carburación, concepto.
- Efectos del plasma en procesos de deposición.
- Distintas técnicas de procesamiento por plasma.

Unidad 2: Física de Plasmas

- Introducción.
- Parámetros característicos de los plasmas, longitud de Debye,
- Parámetro del plasma, frecuencia del plasma.
- Movimiento de partículas cargadas en campos eléctricos y magnéticos.
- Teoría cinética y modelo de fluidos, ecuación de Boltzman, modelo de fluidos.
- Transporte, plasmas débilmente ionizados no magnetizados, plasmas débilmente ionizados magnetizados.
- Colisiones inelásticas, reacciones, colisión de iones.
- Descargas, ruptura (breakdown), descargas gaseosas a baja presión (glow), descargas continuas, región glow negativo, lámina del ánodo,
- Descargas de RF., plasmas magnetizados, diagnostico de plasmas.

Unidad 3: Descargas Eléctricas en Gases de Baja Densidad

- Método de producción de gases ionizados, procesos colisionares en descargas eléctricas a baja presión, colisiones elásticas, distribución del potencial en descargas gaseosas,
- Láminas de plasma, diferentes tipos de descargas gaseosas, espacio oscuro de Aston, espacio oscuro de Crookes (Hittorf), luminosidad negativa (negative glow), espacio oscuro de Faraday, columna positiva,
- Región del ánodo, eficiencia de ionización en una descarga luminosa de corriente continua, descarga de cátodo hueco, magnetrones de corriente continua.
- Descargas de corriente alterna, conducción de corriente en una descarga con electrodo aislante, descargas de radio frecuencia (RF), comportamiento operativo de los sistemas simétricos y asimétricos de RF.

Unidad 4: Técnicas de Procesamiento por Plasma

- Plasmas térmicos, proyección por plasma, corte y soldadura.
- Plasmas de baja intensidad, CVD, PVD, sputtering, evaporación.



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional La Plata*

- Modificación superficial, ataque químico (etching), endurecimiento.
- Nitruración iónica, nitro carburación asistida por plasma, carburación asistida por plasma.

Unidad 5: Selección de Técnicas y Procesos Previos

- Control de proceso, limpieza, inter fase, estructura.
- Tipos de sustratos y precursores, características generales y particulares de cada uno, compatibilidad de uso.
- Aplicación, definición de propiedades de los materiales, selección de materiales, proceso de fabricación (recubrimientos).
-

Unidad 6: Técnica de Deposición: CVD (Deposición Química en Fase Vapor Asistida por Plasma)

- Introducción a la técnica, potenciales, modelo para reacciones CVD, sistemas de reactores CVD, reactores Batch de flujo radial, reactores tubulares, otros tipos de reactores y sistemas CVD, reactores CVD por micro ondas,
- Propiedades del plasma y cinética de las reacciones, efectos del plasma en los procesos de deposición CVD, parámetros de proceso, reactores de plasma CVD remoto, control de los procesos de plasma.

Unidad 7: Técnica de Deposición: PVD (Deposición Física Asistida por Plasma)

- Introducción a la técnica, fenómeno de evaporación, procesos de sputtering, sputtering en descarga continua, sputtering por diodo, bias sputtering, sputtering asistido por RF, magnetrón sputtering, sputtering producido por un haz de iones (ion beam sputtering), plateado iónico (ion plating, técnica ARC-PVD, procesos dúplex, propiedades del plasma y cinética de las reacciones, efectos del plasma en los procesos de deposición PVD, parámetros de proceso, control de los procesos de plasma.

Unidad 8: Tendencias y Perspectivas del Procesamiento por Plasma

- Capacidad de recubrimiento de sustratos de gran área y formas irregulares.
- Alta velocidad de deposición con procesamiento continuo.
- Procesamiento a bajas temperaturas.
- Técnicas combinadas de proceso (implantación + deposición, procesos dúplex).
- Automatización en el control de procesos, mantenimientos de equipos, disminución de costos de proceso, impacto ambiental.



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional La Plata*

Unidad 9: Tendencias en los Recubrimientos

- Recubrimientos de alta adherencia, recubrimientos multi componentes, recubrimientos multicapas.
- Búsqueda de nuevas aplicaciones para los recubrimientos, mejorar el conocimiento de los procesos de crecimiento de los recubrimientos.
- Modelización de procesos de formación y crecimiento de los recubrimientos.

Unidad 10: Caracterización de los Recubrimientos

- Caracterización de dureza, adherencia, espesor, estructura, especies químicas componentes del recubrimiento,
- Técnica de espectrometría infrarroja FTIR (Fourier Transformed Infra Red), y espectroscopia de electrones rasantes XPS (X-ray Photoelectron Spectroscopy),
- Microscopios electrónicos de barrido (SEM), y transmisión (TEM).
-

Bibliografía.

Título	Autor / es	Editorial	Edición año	Si / no
Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion	Chen, F.	Plenum Press, New York,	1984	
Handbook of Plasma Processing Technology	S. M. Rossmagel, J. J. Cuomo & W. D. Westwood	Noyes Publications, New Jersey	1990	
Principles of Plasma Discharges and Materials Processing	M. Lieberman, A Lichtenberg	Wiley & Sons, New York	1994	
Glow Discharge Processes	B. Chapman	John Wiley and Sons, New York	1980	
Deposition Technologies for Films and Coatings	R- F. Bunshah et al.	Noyes Publications, New Jersey	1982	

Como material de consulta, se encuentran disponibles en INTERNET las presentaciones del Laboratorio de Procesamiento por Plasma en congresos y publicaciones internacionales



*Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional La Plata*

ANEXO VII

PROGRAMA ANALÍTICO

Materia Electiva: "Servomecanismos y Robótica"
(Resolución de Consejo Directivo N° 469/2025)

Carrera a la que pertenece: Ingeniería Electrónica

Departamento: Ingeniería Electrónica

Área de conocimiento: Tecnologías Aplicadas

Modalidad de cursado: Anual

Carga Horaria: 128 horas

Horas semanales: 4 horas

PRE-REQUISITOS:

Para cursar	Para rendir
Tener Cursadas	Aprobadas
.-Máquinas e Instalaciones eléctricas .-Electrónica Aplicada II	.-Máquinas e Instalaciones eléctricas .-Electrónica Aplicada II

Objetivos generales.

- Orientar Conocer el funcionamiento y la aplicación de los robots industriales y sus componentes.
- Conocer el funcionamiento y la aplicación de los motores trifásicos, de corriente continua, servomotores, paso a paso, sensores, guías lineales, instrumentos de procesos
- Estudiar el funcionamiento de los servomecanismos y su aplicación
- Seleccionar soluciones alternativas
- Conocer y seleccionar fabricantes de elementos y componentes de los sistemas.

Objetivos específicos.

Señalar los objetivos expresados en términos de competencias a lograr por los alumnos y/o actividades para las que capacita la formación impartida.

Que el alumno logre:

- Comprender el funcionamiento de los accionamientos eléctricos de servomecanismos y robots
- Diseñar, elegir componentes
- Buscar información sobre temas específicos en libros, folletos, Internet
- Seleccionar elementos, manejar catálogos
- Realizar prácticas de variación de velocidad en motores de todo tipo



Programa de contenidos analíticos:

UNIDAD N° 1: PROCESOS INDUSTRIALES Y SU AUTOMATIZACION

Definición de Automatización Mecánica, Hidráulica, Neumática, Eléctrica y Electrónica

Formas de realizar el control de un proceso. Tipos de procesos industriales. Procesos continuos. Procesos discontinuos o por lotes. Controladores secuenciales. Síncronos y Asíncronos. Autómatas programables.

UNIDAD N° 2: SERVOMECANISMOS

Motores eléctricos de diversos tipos variación de la velocidad. Servomecanismos y mecanismo para automatización. Motores eléctricos. Variadores de frecuencia. Motores paso a paso. Servomotores. Calculo y selección de accionamientos con Servomotores. Guías lineales. Cojinetes lineales. Sensores.

UNIDAD N° 3: ROBOTICA

Robótica. Historia, Clasificación. Estructura y características. Matrices de Transformación

Cinemática de Robots. Dinámica de Robots. Generación y control de trayectoria. Elementos terminales y sensores. Síntesis de voz. Sistemas de visión. Sistemas de control de Robots. Presentación de algunos modelos. Adquisición de datos

Bibliografía.

TÍTULO	AUTOR / ES	EDITORIAL	EDICIÓN/ AÑO	BIBLIOTECA/C ANTIDAD
Electrónica industrial moderna	Timothy Maloney	Pearson Education	1997	1
Robótica practica	José Angulo Usategui	Paraninfo	1996	1
MECATRÓNICA. Sistemas de Control Electrónico en Ingeniería Mecánica y Eléctrica.	Bolton, W.	Alfaomega	2001	1
Ingeniería de la Automatización Industrial	Pedrafita Moreno, Ramón	Alfaomega	2001	1
Modular servo system	Feedback	Feedback	1995	1



Ministerio de Capital Humano
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional La Plata

Curso de robótica	J M Angulo Rafael Aviles	Paraninfo	1985	1
Autómatas Programables	Balcells, Joseph; Romeral, José Luis	Marcombo	1997	2
Controladores Lógicos y Autómatas Programables	Mandado Perez, Enrique; Acevedo, J. M.; Perez Lopez, S. A.	Marcombo	2 Ed. 1992	1

Modalidad de dictado.

Metodología de la enseñanza

Clases teórico-prácticas con el uso cañón con descripción de los elementos que componen los servomecanismos y robots
Se realizan prácticos de control de motores trifásicos, paso a paso y servomotores
Se estudia el robot IRB 6400
Se discutirá y analizará las distintas soluciones que pueda presentarse para un problema determinado de servomecanismos