

Planificación de la Asignatura: Sistemas de Adquisición y Procesamiento de Señales

Fecha: 23/10/2024 13:02

Código: B0839

Carrera: Bioingeniería

Departamento Académico: Electrónica

Docente a cargo:

Correo del docente a cargo: juan.reta@uner.edu.ar

Régimen de Dictado: Cuatrimestral doble oferta

Carga Horaria Semanal: 6 horas semanales

Carga Horaria Total: 84 horas

Contenidos Mínimos:

Sistemas de Adquisición. Modelos de Ruido. Síntesis de sistemas de acondicionamiento de señales analógicas. Filtros: métodos de síntesis de filtros pasivos y activos. Técnicas de implementación de sistemas digitales. Sistemas FIR E IIR. Técnicas de diseño de filtros digitales. Nociones de filtrado adaptativo. Análisis de Sistemas de procesamiento mixtos (analógico/digital) Evaluación de desempeño. Sistemas de procesamiento mixtos en equipos biomédicos.

Competencias Genéricas:

CT1 - 1. Identificación, formulación y resolución de problemas de Bioingeniería. Nivel de dominio 2

CT2 - 2. Concepción, diseño y desarrollo de proyectos de Bioingeniería. Nivel de dominio 2

CT3 - 4. Utilización de técnicas y herramientas de aplicación en Bioingeniería. Nivel de dominio 2

CS1 - 1. Fundamentos para el desempeño en equipos de trabajo. Nivel de dominio 2

CS2 - 2. Fundamentos para una comunicación efectiva. Nivel de dominio 2

Competencias Específicas:

CE 1.1 - Diseñar, calcular y proyectar instalaciones, equipamientos e instrumental de tecnología biomédica, procesamiento de señales biomédicas y sistemas derivados de biomateriales utilizados en el área de la salud. Nivel de dominio 2

CE 1.2 - Procesar señales e imágenes biológicas. Nivel de dominio 2

Argumentación de aportes marcados en la matriz de competencias:

CT1 - 1: El desarrollo de los trabajos prácticos versa en la adquisición de señales de acelerometría, su procesamiento e identificación. Los alumnos identifican y proponen la actividad sobre la que aplicar la técnica, así como los movimientos a analizar, abarcando principalmente el ámbito del deporte.

CT2 - 2: A partir de lo anterior llevan adelante la creación de un dispositivo/sistema que permite la clasificación/identificación de gestos para fines de entrenamiento, rehabilitación, reconocimiento de actividades, etc.

CT3 - 4: La realización de todo el proyecto implica el uso de herramientas informáticas (Python), el uso de dispositivos embebidos (EDU-CIAA), diseño e implementación de circuitos con componentes electrónicos y su evaluación con equipamiento de Laboratorio (Osciloscopio, Multímetro).

CS1 - 1: El trabajo se realiza en grupos de 2 o 3 personas. Se les brinda una plantilla de Informe Técnico que deben modificar con las actividades realizadas, uno de los alumnos toma el rol de "Project Manager" revisando y aprobando el contenido de lo entregado-.

CS2 - 2: Lo desarrollado a lo largo del cuatrimestre es puesto a prueba al finalizar el mismo, ensayando el desempeño del diseño. Para todas las etapas los alumnos generan Informes Técnicos donde desarrollan las

actividades llevadas a cabo, sus resultados y conclusiones. Estas actividades se exponen con el resto del grupo en dos encuentros, donde el alumno tiene que poder transmitir conceptos técnicos de diseño y los resultados obtenidos. Se abren también instancias de consultas entre los mismos alumnos, para el debate de resultado o la formulación de conclusiones. Los informes y las presentaciones son corregidos, tanto en contenido como en formas.

Correlativas Regulares para cursar:

Señales y Sistemas

Correlativas Aprobadas para cursar:

No posee

Correlativas Aprobadas para promocionar o rendir el examen final:

Segundo año completo

Señales y Sistemas

Insercion de la Asignatura en el plan de Estudios:

La asignatura Sistemas de Adquisición y Procesamiento de Señales forma parte del quinto año de la carrera de Bioingeniería, siendo cuatrimestral con una carga horaria de 6 horas semanales.

Se trata de una asignatura de diseño e implementación de sistemas electrónicos analógicos y digitales. Para poder desarrollar sus contenidos mínimos se apoya en conocimientos adquiridos con anterioridad en el plan de estudio, fundamentalmente en las áreas de, electrónica, matemática y física.

En virtud de su ubicación en el plan de estudio la asignatura se plantea como una instancia necesaria de síntesis e integración de los conocimientos adquiridos en el área. Para esto recurre al análisis de sistemas mixtos (analógicos y digital), que por su naturaleza requieran relacionar conceptos de asignaturas tales como Instrumental y Dispositivos Electrónicos, Electrónica Lineal y No Lineal, Señales y Sistemas, Electrónica Programable y Funciones de Variable Compleja en lo que respecta a su articulación vertical dentro del plan de estudio.

La asignatura contribuye a desarrollar conocimientos en electrónica aplicada complementándose con las asignaturas Control Básico, Control Avanzado y Automatismo e Instrumental Biomédico de Diagnóstico y Monitoreo. De esta manera ayuda a fortalecer el perfil electrónico de diseño, desarrollo y análisis de los futuros profesionales.

Objetivo General:

El objetivo general de la asignatura de grado es el de proveer una base de conocimientos sobre el análisis de sistemas, tanto analógicos como digitales, para el procesamiento de señales; con un enfoque que invite al alumno a hacer síntesis de los conocimientos adquiridos a lo largo de su formación en el área de la electrónica.

Objetivos Particulares:

- Brindar al alumno herramientas de análisis e implementación de circuitos y sistemas electrónicos de procesamiento de señales y ruido.
- Familiarizar al alumno, a través de los trabajos prácticos de laboratorio, con el empleo de instrumentos y técnicas de medición que necesitarán conocer y aplicar en su desempeño profesional.
- Que el alumno conozca técnicas de análisis y diseño de sistemas basadas en el uso de herramientas de modelado y simulación.
- Desarrollar la capacidad de análisis de sistemas complejos de múltiples etapas de procesamiento analógico y digital.
- Que al alumno conozca aspectos teóricos y prácticos de las técnicas de diseño de filtros digitales y analógicos.
- Analizar ejemplos de sistemas complejos empleados en equipos del campo de la medicina y la biología.

Programa Analítico:**Sistemas de Muestreo y Cuantificación**

Muestreo de señales analógicas. Teorema de Shannon. Efectos del aliasing. Reconstrucción de una señal a partir de sus muestras. Sistemas de muestreo con retención. Cuantificación de Señales. Modelos de Ruido. Ruido de cuantificación. Interpoladores reales. Ejemplos de Bioingeniería, requisitos de muestreo y cuantificación para algoritmos de detección de eventos. Simulación empleando Python.

Sistemas de procesamiento analógico

Implementación de circuitos basada en su función transferencia. Estrategias de diseño en cascada. Funciones de Magnitud, Fase y Retardo de Grupo. Respuesta al impulso. Filtro ideal Pasa-bajos. Funciones de aproximación de filtros. Plantillas. Transformaciones en frecuencia e impedancia. Circuitos pasivos de implementación. Circuitos activos de implementación. Simulación empleando Spice. Análisis de Montecarlo aplicado al diseño de filtros activos. Ejemplos de Bioingeniería, requisitos de normativas aplicadas a equipamiento médico.

Sistemas de Procesamiento Digital

Estructura de Sistemas en tiempo discreto. Algoritmos básicos de implementación computacional. Evaluación del costo computacional. Efectos numéricos de Precisión finita y Cuantificación de coeficientes. Ruido de Redondeo. Ciclo límites. Ejemplos de Bioingeniería, Implementación de algoritmos de detección en sistemas embebidos. Simulación empleando Python.

Diseño de Filtros Digitales

Diseño de Filtros IIR a partir de Aproximaciones analógicas. Filtros de Butterworth, Chebyshev, Bessel y Elípticos. Transformaciones de Frecuencia en el dominio digital. Diseños de Filtros FIR por enventanado, Filtros FIR de Park-McClellan. Introducción al filtrado adaptativo. Técnicas de diseño filtros adaptativos lineales. Ejemplos de Bioingeniería, Filtrado digital de señales biomédicas en Tiempo Real en sistemas embebidos. Simulación empleando Python.

Aplicaciones Especiales en Sistemas de Adquisición y Procesamiento de Señales

Introducción a técnicas de Machine Learning en sistemas embebidos. Estrategias de clasificación: Random Forest.

Entrenamiento en Python y Despliegue en Sistemas Embebidos. Uso de Métricas de desempeño.

Metodología Didáctica:

La asignatura se desarrolla a través de dos encuentros semanales de los alumno con los docentes. Estos son: La Teoría-Coloquio, La Práctica -Laboratorio. A través de estas instancias se busca que el alumno desarrolle, sobre la base de los conocimientos que ya posee, los principales conceptos asociados a las unidades temáticas.

La Teoría -Coloquio:

Es la más descriptiva. En ella se enuncian los aspectos fundamentales del tema a desarrollar, apelando a conceptos abordados en asignaturas anteriores del plan de estudios. Se busca generar un espacio de intercambio con el alumno en el cual se plantean consignas de trabajo que permitan desarrollar los esquemas internos del conocimiento a través de preguntas disparadoras. De esta manera se busca que el alumno realice una ponderación de las ideas expuestas y establezca un orden de las mismas de manera de desarrollar los conceptos fundamentales del tema en cuestión.

La Práctica – Laboratorio:

Las Prácticas-Laboratorio se desarrollan entorno a una consigna de diseño de un sistema mixto (analógico y digital) basado en una aplicación real sobre una placa EDU-CIAA. La consigna, única para todo el cuatrimestre, requiere la adquisición y el procesamiento de datos en un sistema embebido. El desarrollo de la misma se realiza mediante cuatro trabajos prácticos que se extienden durante las 14 semanas de clases. Cada trabajo práctico aborda un aspecto del diseño y la implementación relacionado con las unidades temáticas desarrolladas en teoría. Los trabajos prácticos se realizan en grupos de 3 alumnos/as y comprenden la resolución de la consigna abierta de diseño y la elaboración de un informe técnico que documenta el mismo y los ensayos realizados. Los informes se entregan a través de campus virtual para posteriormente hacer una presentación al grupo de la práctica. La presentación tiene la finalidad de poner a consideración de sus pares y los docentes las soluciones propuestas. Se trata de una instancia de corrección grupal. Posteriormente se da una semana para incorporar los cambios propuestos al informe para la evaluación y calificación del mismo por parte del docente a cargo de la práctica. A partir de esta evaluación se obtiene una nota grupal. Toda la información generada por el/la estudiante queda registrada en su espacio personal del campus virtual.

En la semana catorce se realiza una evaluación individual, basada en una consigna similar a la planteada al principio del cuatrimestre. El/la estudiante deberá resolverla empleando una computadora con Python (según

la herramienta usada durante el cursado) y los scripts generados durante el desarrollo de los distintos trabajos prácticos. Se obtiene de esta manera una calificación individual.

La regularidad y promoción dependen de las calificaciones obtenidas. Para la promoción, además se pide una asistencia mínima a las clases de teoría y práctica.

Formación Práctica:

Se realiza entorno a una consigna de diseño de un sistema mixto (analógico y digital) basado en una aplicación real que requiera de la adquisición y el procesamiento de datos en un sistema EDU-CIAA. La consigna, única para todo el cuatrimestre, se desarrolla a través de cuatro trabajos prácticos que se extienden durante las 14 semanas de clases. Cada trabajo práctico aborda un aspecto del diseño y la implementación relacionado con las unidades temáticas desarrolladas en teoría. Los trabajos prácticos se realizan en grupos de no más de 3 alumnos/as y comprenden la resolución de la consigna abierta de diseño y la elaboración de un informe técnico que documenta el diseño y los ensayos realizados. Los informes se entregan a través de campus virtual para posteriormente hacer una presentación al grupo de la práctica. La presentación tiene la finalidad de poner a consideración de sus pares y los docentes las soluciones propuestas. Es una instancia de corrección grupal. Posteriormente se da una semana para incorporar los cambios propuestos al informe para la evaluación y calificación del mismo por parte del docente. Toda la información generada por el/la estudiante queda registrada en su espacio personal del campus virtual.

Listado de Actividades de Formación Práctica:

Guías de Trabajos Prácticos

Guía 1 – Muestreo y Cuantificación de Señales: adquisición de señales, análisis y elección de parámetros de muestreo.

Guía 2 – Procesamiento Analógico: cálculo de componentes, implementación y ensayo de filtros analógicos.

Guía 3 – Procesamiento Digital de Señales: Obtención de filtros digitales, implementación y ensayo en plataformas embebidas.

Guía 4 - Procesamiento Mixto (ML): Obtención de señales de entrenamiento, cálculo del modelo de ML, implementación y ensayo en plataforma embebida.

Intensidad de la formación práctica

Detalle de la carga horaria total prevista para cada una de las siguientes actividades:

Actividades prácticas que aportan a las competencias específicas en el Nivel de dominio 1: 15 horas

Actividades prácticas que aportan a las competencias específicas en el Nivel de dominio 2: 10 horas

Actividades prácticas que aportan a las competencias específicas en el Nivel de dominio 3: 0 horas

Horas totales de actividades de formación práctica: 42 horas

Metodología de Evaluación Durante el cursado:

La evaluación se orienta a ser una instancia de síntesis e integración de conceptos. Para esto se trabajará sobre la idea de una evaluación formativa y continua mediante instancias grupales e individuales distribuidas lo largo de todo el cuatrimestre. Las unidades se agrupan en cuatro bloques temáticos, cada uno abarcado por un trabajo práctico de entre dos y tres semanas de duración.

Evaluación de Ensayos Técnicos (ET): Se da la consigna, se desarrolla el ET, se entrega a través del campus el lunes o martes (dependiendo de la comisión) de la semana, la clase siguiente a la entrega se realizará, en dos instancias, evaluación y exposición oral de los Ensayos Técnicos. Esta instancia tiene como objetivo abrir el debate sobre el desarrollo del ensayo técnico facilitando la integración de conceptos a partir de la discusión entre pares guiada por el docente.

Resulta importante resaltar que el requisito de asistencia se fundamenta en considerar a la construcción del conocimiento como un proceso paulatino que demanda tiempos necesarios para la asimilación de los conceptos presentados. Este proceso se ve beneficiado, y es más eficiente, si se realiza en conjunto con el docente y sus compañeros a través de las instancias de Teoría, Práctica y Laboratorio. Es por esto que sólo aquellos alumnos que deseen y puedan recorrer este camino tendrán la posibilidad de acceder a la promoción directa de la asignatura. Por el contrario aquellos alumnos, que por opción o motivos de fuerza mayor, no registren la asistencia necesaria podrán acceder a la condición de alumno regular.

Metodología de Evaluación en Exámenes Finales:

Alumnos Regulares:

Examen conformado por dos etapas:

Práctica: Un ejercicio de práctica.

Teoría: Oral, se plantea una situación práctica de diseño de un sistema de adquisición y procesamiento de señales a partir de un conjunto de requerimientos. A partir de la propuesta de diseño del alumno, se realizan preguntas vinculadas a conceptos teóricos.

Nota: Promedio de las calificaciones de cada una de las instancias anteriores.

Alumnos Libres:

El día del examen final similar al de regulares el día de la mesa y un examen de laboratorio dos días después.

El examen de laboratorio consta de una instancia de resolución de una consigna similar a la de los trabajos desarrollados durante el cursado. Se realiza en el laboratorio 7 empleando PC e instrumental.

Condiciones de Regularidad :

Condiciones de Regularidad

- Registrar un 75% de asistencia en las clases prácticas dictadas en el cuatrimestre.
- Aprobar todos los Trabajos Prácticos desarrollados en el cuatrimestre con nota igual o superior a 80%.
- Aprobar la evaluación individual con una nota igual o superior a 60%.

La presente planificación prevé la promoción directa de la asignatura. Todo alumno que desee acceder a la condición del alumno promocional deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- Registrar un 75% de asistencia en las clases teóricas y prácticas dictadas en el cuatrimestre.
- Aprobar todos los Ensayos Técnicos desarrollados en el cuatrimestre con nota igual o superior a 80%.
- Aprobar la evaluación individual con una nota igual o superior a 75%.

Cronograma de parciales durante el primer Cuatrimestre:

Primer Examen Parcial: 03 de Junio de 2024

Recuperatorio 01: 12 de Junio de 2024

Cronograma de parciales durante el segundo Cuatrimestre:

Primer Examen Parcial: 29 de Octubre de 2024

Recuperatorio 01: 07 de Noviembre de 2024

Bibliografía Principal:

Sistemas de Adquisición

- [1] OPPENHEIM ALAN V. Tratamiento de Señales en Tiempo Discreto 2da Edición. Prentice hall - 2000
- [2] PERVEZ M. AZIZ, HENRIK V. SORENSEN, JAN VAN DER SPIEGEL. An Overview of Sigma-Delta Converters. Jan 1996. IEEE SIGNAL PROCESSING MAGAZINE.

Sistemas de Procesamiento Digital

- [1] OPPENHEIM ALAN V. Tratamiento de Señales en Tiempo Discreto 2da Edición. Prentice hall. 2000
- [2] OFARNIDIS SOFOCLES J, Introduction to Signal Processing – 1996.

Diseño de Filtros Digitales

- [1] OPPENHEIM ALAN V. Tratamiento de Señales en Tiempo Discreto 2da Edición. Prentice hall. 2000
- [2] STEVE WINDER. Analog and Digital Filter Design. 2nd Edition - 2002. Newner Elsevier Science.
- [3] LAM, H. Y-F. Analog and Digital Filters: Design and Realization. New Jersey, Prentice-Hall, 1979.
- [4] SIMON HAYKIN. Adaptive Filter Theory 3th Edition. Prentice Hall. 1996

Sistemas de Procesamiento Analógico

- [1] LAM, H. Y-F. Analog and Digital Filters: Design and Realization. New Jersey, Prentice-Hall, 1979.
- [2] OPPENHEIM, A. W. Signals and Systems. Prentice-Hall, 1983.
- [3] STEVE WINDER. Analog and Digital Filter Design. Second Edition - 2002. Newner Elsevier Science.
- [4] LAM, H. Y-F. Analog and Digital Filters: Design and Realization. New Jersey, Prentice-Hall, 1979.
- [5] OPPENHEIM, A. W. Signals and Systems. Prentice-Hall, 1983.
- [5] STEVE WINDER. Analog and Digital Filter Design. 2nd Edition - 2002. Newner Elsevier Science.

Introducción al uso de Machine Learning en Sistemas Embebidos

- [1] MÜLLER, Andreas. Introduction to Machine Learning with Python: A Guide for Data Scientists. O'Reilly Media, 2016

Bibliografía Complementaria:

Equipo de Cátedra:

Mg. Bioing. Juan Manuel Reta – Prof. Adjunto Interino con Dedicación Simple

Bioing. Albano Peñalva: JTP Interino con dedicación parcial

Bioing. Juan Ignacio Cerrudo - JTP Interino con dedicación parcial

Sr. Nicolás Bernabei

Funciones Docentes.

Mg. Bioing. Juan Manuel Reta

Dictado de las clases teóricas, consultas, preparación de temas y material de estudio.

- Organización y gestión general de la Cátedra.

Bioing. Albano Peñalva

- Dictado de clases de prácticas y laboratorio a cargo de dos comisiones.
- Actualización de Guías de Práctica y Trabajos de Laboratorio.

Bioing. Juan Ignacio Cerrudo

- Dictado de clases de prácticas y laboratorio a cargo de dos comisiones.
- Actualización de Guías de Práctica y Trabajos de Laboratorio.

Auxiliar Alumno: Nicolás Bernabei

Mantenimiento del Campus Virtual

Actividades de Investigación Gestión y Extensión:

Mg. Bioing. Juan Manuel Reta

Gestión:

- Miembro de la comisión directiva del DAE.
- Director del Laboratorio de Prototipado Electrónico y 3D.
- Representante por FIUNER en la Red Universitaria de Sistemas Embebidos.
- Coordinador Académico de la Especialización de Sistemas Embebidos.

Investigación:

- Integrante PICT-2020 SERIEA-01452 "Evaluación de la influencia de estímulos mecánicos repetitivos sobre el procesamiento de dolor en humanos"
- Co Director PID UNER 2233 "Estudio ecológico de los ritmos de forrajero de hormigas cortadoras en ambientes naturales y antrópicos de la Mesopotamia Argentina"
- PICT-STARTUP 2022 - "Desarrollo de biosensor basado en tecnología de microbalanza de cristal de cuarzo, para el diagnóstico de síndrome de ojo seco"

Transferencia:

- Desarrollo de un Amplificador de Biopotenciales Open-Source
<https://github.com/prototipado/bioamp>
<http://ingenieria.uner.edu.ar/grupos/prototipado/index.php/proyectos#amplificador-de-biopoteneciales>
- Experiencias de Transferencia: Desarrollo de dos prototipos de producto médico, Plataforma de Presión Plantar y Sistema Inalámbrico de Registro de ECG de 5 derivaciones.
- Presentación de un asignatura optativa: Prototipado Electrónico y 3D de Equipamiento Médico.

Dictado de Cursos de Posgrado para Especialización y Maestría:

- Arquitectura y Programación de Sistemas Embebidos.
- Sistemas Operativos de Tiempo Real.

Formación de RRHH

- Director de 3 proyectos finales
- Director de dos adscripciones

Jefe de Trabajos Prácticos Dedicación Parcial: Bioing. Albano Peñalva

- Dictado de clases de prácticas y laboratorio a cargo de dos comisiones.
- Actualización de Guías de Práctica y Trabajos de Laboratorio.

Investigación:

- Integrante PICT-2020 SERIEA-01452 "Evaluación de la influencia de estímulos mecánicos repetitivos sobre el procesamiento de dolor en humanos"
- Integrante PID UNER 2233 "Estudio ecológico de los ritmos de forrajero de hormigas cortadoras en ambientes naturales y antrópicos de la Mesopotamia Argentina"
- PICT-STARTUP 2022 - "Desarrollo de biosensor basado en tecnología de microbalanza de cristal de cuarzo, para el diagnóstico de síndrome de ojo seco"

Transferencia:

Desarrollo de un Amplificador de Biopotenciales Open-Source

<https://github.com/prototipado/bioamp>

<http://ingenieria.uner.edu.ar/grupos/prototipado/index.php/proyectos#amplificador-de-biopotenciales>

Experiencias de Transferencia: Desarrollo de dos prototipos de producto médico, Plataforma de Presión Plantar y Sistema Inalámbrico de Registro de ECG de 5 derivaciones.

Presentación de un asignatura optativa: Prototipado Electrónico y 3D de Equipamiento Médico.

Cursado de la Especialización de Sistemas Embebidos

Formación de RRHH

- Director de un Proyecto Final

Jefe de Trabajos Prácticos Dedicación Parcial: Bioing. Juan Igancio Cerrudo

- Dictado de clases de prácticas y laboratorio a cargo de dos comisiones.
- Actualización de Guías de Práctica y Trabajos de Laboratorio.

Investigación:

- Integrante PICT-2020 SERIEA-01452 "Evaluación de la influencia de estímulos mecánicos repetitivos sobre el procesamiento de dolor en humanos"
- Integrante PID UNER 2233 "Estudio ecológico de los ritmos de forrajero de hormigas cortadoras en ambientes naturales y antrópicos de la Mesopotamia Argentina"
- PICT-STARTUP 2022 - "Desarrollo de biosensor basado en tecnología de microbalanza de cristal de cuarzo, para el diagnóstico de síndrome de ojo seco"

Transferencia:

Desarrollo de un Amplificador de Biopotenciales Open-Source

<https://github.com/prototipado/bioamp>

<http://ingenieria.uner.edu.ar/grupos/prototipado/index.php/proyectos#amplificador-de-biopotenciales>

Experiencias de Transferencia: Desarrollo de dos prototipos de producto médico, Plataforma de Presión Plantar y Sistema Inalámbrico de Registro de ECG de 5 derivaciones.

Presentación de un asignatura optativa: Prototipado Electrónico y 3D de Equipamiento Médico.

Requisitos de admisión para alumnos oyentes:

Los alumnos no inscriptos en la Carrera de Bioingeniería que deseen cursar Sistemas de Adquisición y

Procesamiento, deberán acreditar previamente que tienen conocimientos, a nivel básico, sobre los siguientes ítems:

Amplificadores operacionales.
Resolución de circuitos lineales con fuentes dependientes.
Diagramas de Bode.
Criterios de estabilidad de sistemas lineales.
Transformadas de Laplace y Fourier.
Polinomios de variable compleja y funciones racionales.
Ecuaciones diferencia y transformada Z.

Una vez aprobada esta instancia, las condiciones para obtener una certificación de asistencia y aprobación coinciden con las exigidas a los alumnos regulares.

Infraestructura, equipamiento y recursos necesarios:

Disponibilidad de un laboratorio para las clases prácticas, con el siguiente equipamiento:

Clases de Teoría:

Aula con capacidad para 40 alumnos.
Laboratorio de Computación con 25 PCs. (Se usará para el dictado de algunas clases).

Prácticas:

Aula con capacidad para 12 alumnos.
Cinco computadoras de escritorio con el suite procesamiento: Anaconda y Soft de Simulación: LTSpice. Esta es una herramienta didáctica imprescindible para estudiar situaciones que no se pueden hacer en prácticos de laboratorio debido a la carencia de instrumental adecuado.
Disponibilidad de 5 Osciloscopios digital, 5 Generadores de funciones, 5 multímetros digitales y 5 fuentes de alimentación.

Otros: