



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
República Argentina

Hoja 1 de 5

Programa de:

Transductores y Sensores

Código: 5620

Carrera: *Ingeniería Biomédica*
Escuela: *Ingeniería Biomédica.*
Departamento: *Electrónica.*
Carácter: *Obligatoria*

Plan:	223-05	Puntos:	4
Carga Horaria:	96	Hs. Semanales:	6
Semestre:	Séptimo	Año:	Cuarto

Objetivos:

- Dar información básica sobre los principios físicos, la electrónica necesaria para la adaptación o interfaseando con otros sistemas electrónicos y las aplicaciones de los principales transductores y sensores de uso en la industria en general y en Bioingeniería en particular.
- El estudiante adquirirá la información suficiente para comprender en detalle las especificaciones, seleccionar el sensor apropiado para una aplicación en particular y la electrónica asociada necesaria.

Programa Sintético:

1. Conceptos básicos de los transductores y sensores.
2. Temperatura.
3. Strain gages, deformación.
4. Fuerza, torque.
5. Presión.
6. Flujo, caudal.
7. Nivel: líquidos y sólidos.
8. Desplazamiento lineal y angular, posición.
9. Velocidad, aceleración, vibraciones.
10. Acústica: generación y sentido de sonido, infra y ultrasonido.
11. Luz. Sensores ópticos.
12. Magnetismo.
13. Proximidad.
14. Humedad.
15. Sensores químicos. PH.
16. Acondicionamiento de señal en sensores.

Programa Analítico: de foja 3 a foja 4.

Programa Combinado de Examen (si corresponde): de foja a foja .

Bibliografía: de foja 4 a foja 5.

Correlativas Obligatorias:	<i>Teoría de Redes y Control Electrónica</i>
----------------------------	--

Correlativas Aconsejadas: *Electrónica Analógica*

Rige: 2025

Aprobado HCD, Res.: **RHCD-2025-315**
Fecha: **13/05/2025**

Modificado/Anulado/Sust. HCD Res.:
Fecha:

El Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (UNC) certifica que el programa está aprobado por el (los) número(s) y fecha(s) que anteceden. Córdoba, / / .

Carece de validez sin la certificación de la Secretaría Académica:

Asignatura: TRANSDUCTORES Y SENSORES

Carreras: Ingeniería Biomédica

LINEAMIENTOS GENERALES

Transductores y Sensores se inserta como asignatura obligatoria en el cuarto año de la carrera de Ingeniería Biomédica. Los contenidos han sido seleccionados teniendo en cuenta el perfil del egresado de esta carrera y coordinados tanto con las asignaturas previas como con las del mismo cuatrimestre y las posteriores, incluidas las materias optativas, todo ello actualizado según el Plan de Estudios IB 2005.

La asignatura es también optativa de la carrera de Ing. Electrónica, insertándose en el 9° cuatrimestre.

Para poder extraer información del mundo físico necesitamos convertir distintas formas de energía en una señal eléctrica a fin de que después pueda ser procesada con los recursos de la electrónica y la computación en una información de utilidad para una aplicación determinada. Es esa la misión de los Transductores y Sensores. Según el campo de aplicación, serán de utilidad tanto para la Instrumentación Biomédica como para distintos tipos de procesos industriales que involucren la medición de parámetros físicos.

Dado que por su naturaleza misma el uso de los sensores es común y transversal a prácticamente todas las especialidades de las Ingenierías, se ha procurado un balance entre la infinidad de tecnologías disponibles, la mayor o menor relevancia en la industria, y la profundidad de tratamiento de cada una. Por el mismo motivo se procura mediante los ejemplos de aplicación, ejercicios de cálculo y trabajos prácticos abarcar la mayor cantidad y diversidad posible de aplicaciones.

METODOLOGÍA

Las etapas de construcción y elaboración de conocimientos son sustentadas mediante la exposición dialogada como estrategia didáctica y el empleo de proyección de diapositivas, filmas, pizarrón y guía de estudio como materiales didácticos.

La fase de ejercitación y aplicación de los contenidos de la asignatura se fundamenta tanto en el desarrollo teórico como en el práctico del presente curso. En estas instancias el trabajo individual y grupal, permite la conformación de ideas y el establecimiento de relaciones entre el conocimiento adquirido y situaciones nuevas planteadas desde otras problemáticas de la misma disciplina.

Las actividades de laboratorio le permitirán al alumno una mejor comprensión de los temas tratados en las clases teóricas y obtener conclusiones.

Las visitas a fábricas o instituciones donde se utilicen intensivamente sensores ampliarán horizontes sobre las aplicaciones y simultáneamente una mayor comprensión de la realidad industrial de nuestro medio.

Modalidad de dictado: Las actividades previstas son Clases Teóricas (remotas sincrónicas) y Prácticas (presenciales) con ejercitación y demostraciones experimentales intercaladas, Trabajos Prácticos de laboratorio o campo con uso intensivo/extensivo de sensores (no menos de 2 por ciclo de dictado), visitas a empresas o instituciones de nuestro medio, un trabajo especial o monografía, clases de consulta, 3 parciales y recuperación de 1 parcial. El cronograma con detalle de actividades se publicará antes de comenzar el cuatrimestre en Internet y estará disponible para los alumnos desde el primer día de clases.

Duración del dictado de la Asignatura: 16 semanas.

Carga horaria total: 96 horas

Carga horaria semanal: 6 horas.

Frecuencia: dos veces por semana 3 h por día.

Régimen de dictado: Cuatrimestral. 1er. Cuatrimestre del año, 7° de la carrera para IB, 9° para IE

FORMA DE EVALUACION

- Integración y rendimiento en las clases Teórico-Prácticas. Concepto.
- Tres Parciales con evaluación combinada de: desarrollo descriptivo o teórico, ejercicios de aplicación y opción múltiple, al cabo de cada tercio de calendario del cuatrimestre. Incluyen temas estudiados en dichos lapsos. Las fechas de los parciales se anuncian con el cronograma, disponible desde el 1er día de clases. Los exámenes parciales se califican en una escala de 0 a 10 puntos. La aprobación exige un mínimo de 4 puntos que implicará como mínimo el 60% del contenido del parcial.
- Los alumnos deberán elaborar un Trabajo Especial que podrá consistir en un trabajo práctico de aplicación de sensores o una monografía. En ambos casos el tema deberá ser acordado con la cátedra al inicio del cursado. Los trabajos podrán ser grupales cuando la envergadura de este así lo justifique. El trabajo se calificará contra entrega del informe respectivo y constituirá la 4ta nota
- Requisitos de promoción: 80 % de asistencia a las clases teóricas, 3 parciales aprobados, con una sola recuperación posible, trabajo especial aprobado.

CONTENIDOS TEMATICOS / PROGRAMA ANALITICO

1. Conceptos básicos de los transductores y sensores.

Terminología y definiciones. Sensor vs transductor. Características de diseño: de la propiedad física o principio de transducción, eléctricas, mecánicas. Características de performance: estáticas, dinámicas, ambientales. Criterios de selección. Ensayos de performance. Calibración, estándares. Dimensiones y unidades. Clasificación de sensores por tecnología utilizada vs por parámetro a medir o sensar.

2. Temperatura.

Significado físico de la temperatura (T°). Escalas de T° . Temperaturas de referencia. Calibración en termometría. Selección de sensores de T° . Condiciones que afectan la medición de T° . Comparación entre distintos tipos de sensores: termocuplas, termistores: NTC, PTC. RTD. Sensores integrados. Sensores a diodo. Pirómetros de radiación.

3. Strain Gages / Galgas Extensiométricas / Deformación.

Principio de operación. Unidades. Distintas tecnologías: metal, semiconductor, película delgada, capacitivo, piezoeléctrico, fotoelástico. Criterios de selección. Montaje, Instrumentación. Factores que afectan la medición con Strain Gages. Calibración, precisión.

4. Fuerza, Torque.

Definiciones. Unidades. Sensores de fuerza: capacitivos, a reluctancia, a strain gage, piezoeléctrico, a elemento vibrante. Celdas de carga. Sensores de torque: a strain gage, reluctivos, fotoeléctrico, inductivos a desplazamiento de fase.

5. Presión.

Conceptos básicos. Unidades de medida. Ensayo y calibración de sensores de presión. Elementos de sensado: diafragma, cápsula, tubo Bourdon, etc. Sensores capacitivos, inductivos, a reluctancia, potenciométricos resistivos. Sensores a Strain Gage. Sensores piezoeléctricos. Servo-Sensores. Sensores a elemento vibrante. Llaves de presión. Característica comparativa de performance. Medición de vacío.

6. Flujo, Caudal.

Definiciones. Unidades. Mecánica de fluidos: líquidos y gases. Métodos de sensado: presión diferencial, mecánico, termal, magnético, oscilante, ultrasonido. Implementación de sensores: placa orificio, tubo Venturi, turbina, hélice/rotor, etc. Caudal de sólidos o mezclas.

7. Nivel.

Nivel en líquidos y en sólidos. Definiciones. Unidades de medida. Métodos de sensado: presión, pesado, flotadores, conductividad, capacitivo, transferencia de calor, óptico, oscilación amortiguada, ultrasonido, microondas, radioactividad.

8. Desplazamiento Lineal y Angular, Posición.

Definiciones. Unidades. Sensores: capacitivos, inductivos, reluctivos o LVDT. potenciométricos, ópticos. Codificadores (encoders) lineales y angulares. Sensado remoto: radar y sonar. Posición y actitud: giróscopos e inclinómetros.

9. Velocidad, Aceleración, Vibraciones.

Velocidad: definiciones, unidades. Velocidad lineal: electromagnético, rueda de medida. Velocidad angular (tacómetros): electromagnéticos, ópticos. Aceleración: definiciones, unidades. Acelerómetros: capacitivo, piezoeléctrico, potenciométrico, reluctivo, servoasistido, a Strain Gage, a elemento vibrante. Conceptos básicos de vibraciones. Sensores e instrumentación utilizada. Introducción al análisis de las vibraciones.

10. Sonido.

Conceptos básicos de sonido, ultrasonido, infrasonido. Unidades. Micrófonos: a condensador, piezoeléctricos, dinámico. Hidrófonos. Calibración. Sensado de ultrasonido: piezoeléctrico, magnetoestrictivo. Sensado de infrasonido.

11. Luz.

Conceptos fundamentales. Unidades. Métodos de sensado: fotovoltáico, fotoconductor, fotoemisor, termoelectrónico, piroeléctrico, fibras ópticas. Sensores específicos: célula fotovoltáica, fotomultiplicadores, fototransistor, LDR. Sensores de interrupción. Sensores por reflexión.

12. Magnetismo.

Campo magnético. Unidades. Medida de campos en: vacío o gas, cuerpos ferromagnéticos sin entrehierro, cuerpos ferromagnéticos con entrehierro. Métodos de sensados: Hall, magnetoresistivo, magnetrón. Campos variables: diversos métodos que usan inducción electromagnética.

13. Proximidad.

Concepto de proximidad o presencia de un objeto. Mecanismo de sensado: inductivos sensibles a metales ferromagnéticos o no, capacitivos, luz visible o infrarroja, microondas, ultrasonido. Llaves o contactos de posición. Criterios de selección. Montaje. Ensayo de performance.

14. Humedad.

Conceptos básicos. Humedad en sólidos, líquidos y gases. Punto de rocío. Unidades. Principios de sensados: higrométricos, psicrométricos, de punto de rocío, sensado remoto. Calibración.

15. Sensores Químicos.

Electrodos de vidrio. PH. Sensores de gases: catarómetros, a cristales de cuarzo piezoeléctricos, catalíticos, capacitivos, resistivos, potenciométricos, amperométricos. Sensores a fibra óptica. Biosensores.

16. Acondicionamiento de señal en Sensores.

Problemática del acondicionamiento de señal en sensores. Parámetros eléctricos relevantes al interfaseado. Discusión del circuito puente. Interferencias, blindaje, filtrado. Amplificadores para sensores. Linealización. Traslación y Transmisión de señal.

ACTIVIDADES PRACTICAS Y/O DE LABORATORIO

- Al inicio de cada ciclo de clases se publicará el cronograma de actividades que incluirá los trabajos prácticos y las visitas.
- Algunos trabajos prácticos propuestos son
 - Aplicación física de un strainage y medición de deformación
 - Relevamiento de distribución de T° dentro de una vivienda o de un automotor
 - Registro y graficación curva de variación T° con el tiempo en un termo
 - Uso de kits Motorola / FreeScale para el desarrollo de sistemas de medición de presión
 - Registro y graficación de Nivel vs Presión/Altura para distintas geometrías de reservorios

- Trazado de curva VI para distintas intensidades de luz en una celda fotovoltaica
 - Calibración de PHmetro
- Algunos ejemplos de instituciones y empresas visitadas históricamente por alumnos de Transd. y Sensores
- Depto. Ensayos en Vuelo de Lockheed/Area Material Córdoba
 - Embotelladora del Atlántico (Coca-Cola)
 - Planta de dióxido de uranio de Dioxitek
 - Centro INTI-CEMMCOR (sensores magnéticos)

DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA HORARIA

DEDICADA POR EL ALUMNO EN CLASE

ACTIVIDAD	HORAS
TEORICO	40
FORMACIÓN EXPERIMENTAL DE LABORATORIO	12
FORMACIÓN EXPERIMENTAL DE CAMPO	10
RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	16
PROYECTO Y DISEÑO	8
TOTAL DE LA CARGA HORARIA	96

DEDICADA POR EL ALUMNO FUERA DE CLASE

ACTIVIDAD	HORAS
TEÓRICO	46
FORMACIÓN EXPERIMENTAL DE LABORATORIO	10
FORMACIÓN EXPERIMENTAL DE CAMPO	10
RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	10
PROYECTO Y DISEÑO	20
TOTAL DE LA CARGA HORARIA	96

BIBLIOGRAFIA

- Sensores y acondicionadores de señal - R. Pallas Areny. Ed. Marcombo. 4ta Ed. 2007
- Process/Industrial instruments and controls handbook. D.Considine, 5ta Ed. McGraw Hill 1999
- Handbook of Transducers. H. Norton. Ed. Prentice-Hall. 1989.
- Transducer, Theory and Applications. J. Allocca, A. Stuart. Reston Publishing, Prentice-Hall. 1984.
- Métodos Experimentales para Ingenieros. J. Holman - Ed. Mc Graw Hill - 1986.
- Modern Techniques in Metrology. P. Hewitt, editor - Ed. World Scientific - 1984.
- Handbook of Measurement and Control. E. Herceg - L. Schaevitz Engineering - 1983.
- Transducer Interfacing Handbook. D. Sheingold, editor - Analog Devices - 1980.
- An Introduction to Measurements using Strain Gages. K. Hoffman - Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH, publisher - 1989.
- The Temperature Handbook. Omega technologies - 1990.
- The Pressure, Strain and Force Handbook. Omega Technologies - 1990.
- The Flow and Level Handbook. Omega Technologies - 1990.
- The PH and Conductivity handbook. Omega Technologies - 1990.
- The Data Acquisition Handbook. Omega Technologies - 1990.
- Sensors Expo Proceedings. Helmers Publishing - Chicago, 1990, 1991, 1992, 1993.
- Instrumentation Amplifier Application Guide. Ch. Kitchin, L. Counts - Analog Devices - 1991.
- Designers Guide To Bridge Circuits. J. Williams, Linear Technology - EDN Magazine - Cahners Publishing. Bio-medical telemetry : sensing and transmitting biological information from animals and man Mackay, Ralph Stuart (Ralph Stuart). Ed.New York : Wiley J.
- Process/industrial instruments and controls handbook Considine, Douglas M; McMillan, Gregory K. Ed.New York, NY : McGraw-Hill