

# TRANSDUCTORES Y SENSORES<sup>2021</sup>

## Ingeniería Biomédica Ingeniería Electrónica

### FCEFyN - UNC

Mgtr. Prof. Ing. Gabriel Gómez ([ggomez@unc.edu.ar](mailto:ggomez@unc.edu.ar))

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA



FCEFyN



UNC

# Agenda

Reglamento

Programa analítico

Bibliografía

Cronograma de clases

Modalidad de dictado

## III Objetivo es que aprendamos sobre:

- los principios físicos que gobiernan al mundo de los transductores,
- la electrónica necesaria para el acondicionamiento de las señales
- las principales aplicaciones de algunos sensores de mayor uso en la industria en general y en Bioingeniería en particular.

## III El estudiante deberá ser capaz de:

- comprender en detalle las especificaciones técnicas de un sensor y/o transductor
- seleccionar el sensor apropiado para una aplicación en particular
- seleccionar la electrónica asociada necesaria.
- adquirir conocimientos relacionados con la calibración
- conocer las NORMAS aplicables para cada tema y su empleo en particular



# REGLAMENTO

## III *Transductores y sensores:*

Asignatura **obligatoria** en el cuarto año  
(séptimo cuatrimestre) de la carrera de  
**Ingeniería Biomédica.**

Asignatura **selectiva** en el quinto año (noveno  
cuatrimestre) de la carrera de **Ingeniería  
Electrónica.**

## III 1 - *Régimen de matrícula*

- tener aprobadas o regularizadas las materias correlativas obligatorias
- haber cumplido con el requisito del rendimiento académico mínimo en el año calendario anterior.

## ■ 2 - *Condición de alumno: regular, libre y vocacional.*

## III 2.1 - Alumno regular:

- Requisitos:
  - Asistir obligatoriamente al 80 % de las clases teórico-prácticas
  - Aprobar del 80 % de los trabajos prácticos.
  - Aprobar no menos del 50 % de las evaluaciones parciales.

- La asignatura correlativa pendiente de aprobación deberá aprobarse como máximo al finalizar la época de exámenes de Julio del año siguiente al de cursado. De no cumplirse lo anterior, toda actuación académica perderá su valor automáticamente.

- La **regularidad** tendrá validez por el término de **1 (un) año**, más el período de duración del turno próximo siguiente al cumplimiento del año. El año empezará a computarse a partir de la fecha de finalización del semestre cursado.

## III 2.2 - *Alumno libre:*

- El que no alcanza a cumplir los requisitos mínimos para ser alumno regular pasa a la condición de **alumno libre**. Idéntica condición asume aquel alumno activo que cuente con las correlativas aprobadas y opte por presentarse al examen final sin cursar la asignatura.

### III 2.3 - *Alumno vocacional:*

Podrá inscribirse como **alumno vocacional** quien cumpla con lo estipulado por la ordenanza N° 5/1999 y la resolución 262/2000 del H.C.S.

### III 3 - *Régimen de enseñanza-aprendizaje*

- Modalidad teórico-práctica
- Asignaturas correlativas obligatorias:
  - Teoría de Redes y Control
  - Electrónica
- Asignaturas correlativas recomendada:
  - Electrónica Analógica

## III Régimen de exámenes

- Sistema de promoción sin examen final:
  - Haber aprobado todas las asignaturas correlativas obligatorias.
  - Clases Teóricas/Prácticas (80% asistencia)
  - Trabajos Prácticos de laboratorio o campo
  - Visitas a empresas o instituciones
  - **Trabajo especial** o monografía,
  - 3 parciales (recuperación de 1 parcial)

III Por **trabajo especial** se entiende:

- a) Un trabajo práctico de diseño
- b) Una monografía de investigación y profundización sobre un tema específico de actualidad en el área.



# PROGRAMA ANALÍTICO

## III *Transductores y sensores:*

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.

# III 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.

## III 2. Temperatura.

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

### III 3. Strain Gages / Galgas Extensiométricas / Deformación.

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

## III 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.

## III 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 piezoelectricos. Servo-Sensores. Sensores a elemento vibrante. Llaves de presión. Característica comparativa de performance. Medición de vacío.

## III 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.

## III 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.

## III 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.

## III 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.

## III 10. Sonido.

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

## III 11. Luz.

Conceptos fundamentales. Unidades. Métodos de sensado: fotovoltaico, fotoconductivo, fotoemisivo, termoeléctrico, piroeléctrico, fibras ópticas. Sensores específicos: célula fotovoltaica, 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 piezoelectrinos, 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.



# BIBLIOGRAFIA

- **Measurement, instrumentation and sensors handbook.**  
John G. Webster – CRC Press, 2<sup>nd</sup> Edition, 2014.
- **Handbook of transducers**  
Harry N. Norton. - Prentice Hall, 1989.
- **Manuales técnicos Omega Engineering**  
<https://mx.omega.com/manuals/>
- **Referencias técnicas Omega Engineering**  
<https://mx.omega.com/prodinfo/index.html>
- Material digital en aula virtual  
(<https://fcefyn.aulavirtual.unc.edu.ar/>)



# CRITERIOS DE APROBACIÓN

- Clases teórico-prácticas (80% asistencia)
- Aprobación: 3 Parciales + Trabajos Prácticos + Trabajo Especial
- **Nota final = 0.4\*P+0.3\*TP+0.3\*TE**



# CRONOGRAMA DE CLASES

- Cursado virtual:

Clases sincrónicas: Martes/viernes 14:00 hs a 17:00 hs  
(<https://meet.google.com/uzq-xhbk-mmd>)

Clases asíncronas: Aula virtual

(<https://fcefyн.aulavirtual.unc.edu.ar/course/view.php?id=833>)

- Prácticos: Viernes 14:00 hs a 17:00 hs

E-mail:

[ggomez@unc.edu.ar](mailto:ggomez@unc.edu.ar)

[d.rodriguez@unc.edu.ar](mailto:d.rodriguez@unc.edu.ar)

## TRANSDUCTORES Y SENSORES - IB IE

clase	Martes	Tema	Docente	clase	Viernes	Tema	Docente
1	09-mar	Presentación – Unid. 1 (Generalidades)	G. Gomez	2	12-mar	Practico	D. Rodriguez
3	16-mar	Unidad 2 Temperatura	G. Gomez	4	19-mar	Practico	D. Rodriguez
5	23-mar	Unidad 3 Strain gage	G. Gomez	6	26-mar	Unidad 4 Fuerza/torque	G. Gomez
7	30-mar	Unidad 5 Presión	G. Gomez	8	02-abr	FERIADO	
9	06-abr	Unidad 6 Caudal	Del Águila	10	09-abr	Parcial 1 (clases 09/03 a 02/04 inclusive)	G. Gomez
11	13-abr	Unidad 7 Nivel	G. Gomez	12	16-abr	Practico	D. Rodriguez
13	20-abr	Unid. 8 Desplazamiento	G. Gomez	14	23-abr	Practico	D. Rodriguez
15	27-abr	Unid. 9 Velocidad/aceleración/vibración	G. Gomez	16	30-abr	Practico	D. Rodriguez
17	04-may	Unidad 10 Sonido	G. Gomez	18	07-may	Unidad 11 Luz	Del Águila
19	11-may	Unidad 12 Magnetismo y electricidad	G. Gomez	20	14-may	Parcial 2 (clases 13/04 a 04/05 inclusive)	G. Gomez
21	18-may	Unidad 13 Proximidad	O. Vanella	22	21-may	Practico	D. Rodriguez
23	25-may	FERIADO		24	28-may	Unidad 14 Humedad	G. Gomez
25	01-jun	Unidad 15 Quimicos	G. Gomez	26	04-jun	Practico	D. Rodriguez
27	08-jun	Unidad 16 Acondicionamiento	G. Gomez	28	11-jun	Sensores Radiaciones Ionizantes	G. Gomez
29	15-jun	Parcial 3 (Clases 18/05 a 08/06 inclusive)	G. Gomez	30	18-jun	Recuperatorios + Trabajos finales	G. Gomez



# Fichas de inscripción

<https://forms.gle/PGuqXztLNEe5mNSq7>

Dudas?  
Preguntas?  
Comentarios?

