





**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**

**SYLLABUS**

**PROYECTO CURRICULAR: INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

## **Instrumentación Industrial**

### **Especificaciones del espacio académico**

**Facultad:** Ingeniería

**Proyecto curricular:** Ingeniería Electrónica.

**Código de la asignatura:** 51

**Área:** Automática

**Tipo de espacio:** Obligatorio

**Tipo de curso:** teórico Practico

**Grupos:** Normalmente 4 de 20 estudiantes cada uno

**Número de créditos:** 3

### **Alternativas metodológicas**

**Clases magistrales**

**Charlas**

**Practicas**

**Proyectos tutorados**

**Talleres**

**Charlas a distancia**

**Asesoría y dirección tutorizadas.**

## **I. Justificación del espacio académico**

El ingeniero electrónico requiere de bases y conceptos en el área de las mediciones y de la instrumentación, para la adecuada aplicación de sus conocimientos en los aspectos relativos a la asesoría, el diseño y la especificación, en la industria, la investigación y la medicina.

## **II. Programación del contenido**

### **Objetivo general**

Dirigir al alumno dentro del área de la Instrumentación, para que se encuentre con los elementos de base, los aspectos dinámicos y los aspectos modernos y de aplicación.

### **Objetivos específicos**

- Adquirir los conocimientos y el dominio de las teorías y conceptos fundamentales en el área de metrología.
- Evaluar los modelos y dominar el manejo de algunos sensores utilizados en la medición de las principales variables físicas y fisicoquímicas.
- Estudiar y dominar el modelamiento, polarización y acondicionamiento de sensores, amplificación y linealización de señales y, finalmente, trabajar las técnicas para la emulación del valor de la variable medida.
- Estudiar y dominar los métodos de valoración y especificación de los instrumentos para su debido desempeño dentro de determinados procesos.

### **Competencias de formación**

- Se busca el desarrollo y el crecimiento de las competencias de creatividad y las habilidades de investigación.
- Se motiva el compañerismo y se exige y pone en práctica el trabajo en grupo.
- Se condiciona y capacita para la toma de decisiones y eficiencia en resultados de trabajo y productos académicos y así mismo en proyectos profesionales.
- Se promueve la automotivación y la capacidad crítica para lograr los objetivos de los proyectos de manera lógica y con éxito.

### **Resultados De Aprendizaje**

Al completar con éxito el curso de Instrumentación Industrial, los estudiantes deberían ser capaces de:

- Entender los conceptos y las normas de la Metrología afines a las magnitudes, unidades, mediciones y expresiones.
- Conocer algunos de los efectos y principios con los que la naturaleza ha dotado a algunos materiales para ser sensibles a ciertas magnitudes.
- Desarrollar con propiedad el modelamiento de tipo racional y empírico para algunos sensores, logrando modelos matemáticos prácticos de aplicación directa.
- Crear instrumentos bajo especificaciones estándar, utilizando modelos sistemáticos apoyados en su funcionamiento.

### **III. Estrategias**

## **Metodología Pedagógica y Didáctica**

El espacio didáctico dentro del cual se desarrolla la asignatura ha sido concebido con la participación amplia de herramientas Tic y herramientas de presencialidad.

### **Aula presencial de conferencia:**

- Está moderado y dirigido por el docente
- Es un espacio real con participación conjunta de estudiantes y docente.
- Se emplean medios técnicos y teóricos disponibles, dentro del espacio de trabajo del docente, orientados a la docencia presencial y al cumplimiento de las exigencias de la asignatura.

### **Aula virtual de conferencia:**

- Está moderado y dirigido por el docente
- Es un espacio virtual y a distancia, conjuntamente creado entre los estudiantes y el docente.
- Utiliza unos medios técnicos y teóricos disponibles, dentro del espacio de trabajo del docente, orientados a la docencia a distancia y al cumplimiento de las exigencias de la asignatura.

### **Aula virtual de consulta:**

- Se trata del mismo concepto del aula de conferencia, con manejo sincrónico, pero con la participación del estudiante en cuanto preguntas y consultas relativas a los temas de los trabajos teórico-prácticos y a las dudas sobre la asignatura. No hay conferencia, pero se mantiene el ambiente de comunicación bidireccional.

### **Aula presencial para el trabajo y valoración de proyectos**

- Es el concepto del aula de trabajo de laboratorio, se desarrolla con la participación del estudiante en forma activa, solucionando un problema particular, basado en los adelantos teóricos de la asignatura y con la asesoría activa y directa del docente en todo momento.

### **Espacio autónomo del estudiante:**

- Espacio donde el estudiante aborda la recapitulación y resolución de interrogantes planteados alrededor de la asignatura

### Manejo de Contenidos

- La asignatura comprende 7 unidades temáticas teóricas, 7 unidades práctico-teóricas y de investigación, todas ellas establecidas debido a su afinidad por el contenido y cada una con su respectiva especificación metodológica y competitiva.
- Las temáticas se desarrollan en conferencias y charlas interactivas presenciales y a distancia, dentro de las cuales se busca una comunicación permanente con el curso, con el fin de orientar los subtemas de acuerdo con los intereses e ideas, alrededor de la asignatura.
- Los subtemas tratados se enlazan con otras temáticas convergentes en otras áreas de la profesión. Se establecen hitos para que el estudiante controle permanentemente el avance y los objetivos de la asignatura.
- La profundización y rapidez con que se llevan las temáticas, están condicionadas a la media que se observe en los aspectos tales como captación, reflexión, cuestionamientos, entre otros, dentro del grupo de estudiantes.
- La evaluación es continua durante el proceso de enseñanza y es aprovechada para hacer una realimentación permanente sobre los aspectos evaluados y así mismo obtener una crítica en la metodología empleada y el nivel de captación de los conceptos transmitidos.
- En este modelo se intenta que la evaluación este orientada a medir resultados de aprendizaje, nivel de comprensión y adquisición de conocimientos, antes que valorar numéricamente los resultados de las pruebas.

### Tabla de distribución de tiempos

	Horas			Horas profesor/semana	Horas Estudiante/semana	Total, Horas Estudiante/semestre	Créditos
Tipo de Curso	TD	TC	TA	(TD + TC)	(TD + TC +TA)	X 16 semanas	
Teórico- práctico	4	2	3	6	9	144	3

**Trabajo Presencial Directo (TD):** trabajo de aula con plenaria de todos los estudiantes.

**Trabajo Mediado Cooperativo (TC):** Trabajo de tutoría del docente a pequeños grupos o de forma individual a los estudiantes.

**Trabajo Autónomo (TA):** Trabajo del estudiante sin presencia del docente, que se puede realizar en distintas instancias: en grupos de trabajo o en forma individual, en casa o en biblioteca, laboratorio, etc.).

## IV. Recursos

### **Académicos formales:**

Docente, aula presencial de conferencia, aula virtual de conferencia, aula de consulta, herramientas Tic facilitadas por la Universidad.

**Trabajos extra-clase:** Tareas, lecturas, proyectos, investigaciones.

### **Guías de los proyectos:**

Directivas de las labores a desarrollar dentro y fuera de los espacios, con asesoría del docente.

### **Memorias de clase:**

Resúmenes de los temas desarrollados dentro del aula, acompañados de ejemplos.

### **Talleres, Exposiciones y labores de investigación:**

Conjunto de labores entre estudiantes y docente, donde se discuten, aclaran, extienden y complementan las temáticas desarrolladas en la clase formal.

### **Medios:**

Aulas, laboratorios, instrumentos de medida, Tic

### **Ayudas:**

Diapositivas, instrumentos virtuales, tablero virtual.

### **Tecnologías informáticas y de la comunicación:**

Manejo interactivo, estudiante-docente, del aula virtual: "Instrumentación Industrial" ubicada en la plataforma Moodle de la universidad.

Apertura y exigencia al uso de paquetes informáticos colaborativos tanto en la parte teórica como en la práctica (Lab-Wiew, Math-Lab, Arduino, Wiring, Eyes-Web, otros).

## Bibliografía

### **Textos guía :**

1. MARTIN, L. Mediciones e instrumentación. Edit. Alfa-Omega, Bogotá, 2019.
2. ASCH, G., et al. Les capteurs en instrumentation industrielle. 5eme édition. Paris : Dunod. 1999. 834 p.
3. WESBTER, John. Et a. Measurement, instrumentation and sensors handbook, CRCnetBase. 1999.
4. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Vocabulario internacional de metrología: conceptos fundamentales, generales y términos asociados (VIM). Bogotá: ICONTEC, 1994. (GTC-ISO-IEC 99).
5. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Cantidades y unidades. Parte 1: Generalidades. Bogotá: ICONTEC, 2012. (NTC-ISO 8000-1).
6. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN, Cantidades y unidades. Parte 11: Signos y símbolos matemáticos para uso en ciencias físicas y tecnología. Bogotá: ICONTEC, 2012. (NTC-ISO 80000-2).

### **Textos complementarios:**

1. RABINOVICH, S. Evaluating Measurement Accuracy: A Practical Approach. New York: Springer, 2010. 271 p.
2. TAYLOR, J. An Introduction to error Analysis: The study of uncertainties in Physical measurements. Sausalito, California: University Science Books. 1997. 327 p.
3. BELL, S. Measurement Good Practice Guide No. 11 (Issue 2): A Beginner's Guide to Uncertainty of Measurement. Teddington, Middlesex, United Kingdom : National Physical Laboratory. 1999. 33 p.
7. SCHMID, W. y LAZOS, R. Guía para estimar la incertidumbre de la medición. El Marqués, Qro., México: Centro Nacional de Metrología. 2004. 27 p.
8. SAUDI ARABIAN. SAUDI ARABIAN STANDARDS ORGANIZATION. Guide to the expression of uncertainty in measurement. 2006. 136 p.
9. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Guía para la expresión de incertidumbre en las mediciones. Bogotá: ICONTEC, 1997. (GTC 51). 1997.
10. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Guía sobre la incertidumbre de la medición para principiantes. Bogotá: ICONTEC, 2004. (GTC 115). 2004.
11. NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY, Special Publication 811: Guide for the Use of the International System of Units (SI). Gaithersburg, MD: NIST, 2002. (SP811). 76 p.
12. PEREZ, M., et all. Instrumentación electrónica. España: Thomson. 2005. 862 p.
13. FRADEN, J. handbook of modern sensors: Physics, designs and applications. New York: Springer-Verlag. 2004. 589 p.
14. WALT, B. Et all. Instrumentation reference book. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2003. 1061 p.

**Otros:**

1. <http://www.bipm.org/>
2. <http://www.oiml.org/>
3. <http://www.ilac.org/>
4. <http://www.iso.org/iso/home.htm>
5. <http://www.metrologiefrancaise.fr/fr/activites-internationales/organisations/convention-metre.asp>
6. <http://www.iec.ch/>
7. <http://www.icontec.org.co/Home.asp?CodIdioma=ESP>
8. <http://www.nist.gov/>



## **V. Organización / Tiempos**

## **Temas, subtemas y resultados de aprendizaje**

A continuación, las 7 unidades temáticas y las 7 unidades práctico-teóricas que configuran la asignatura.

### **1ª MEDICIONES.**

Tiempo programado: tres semanas.

<b>Subtemas</b>	<b>Resultados de aprendizaje</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Introducción a la metrología</li><li>• Sistema internacional de unidades</li><li>• Elementos del valor de una magnitud</li><li>• Norma NTC-ISO 80000</li><li>• VIM</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Domina con propiedad conceptos y vocablos de mediciones.</li><li>• Utiliza normas para magnitudes y unidades en expresiones matemáticas.</li><li>• Maneja y entiende conceptos del vocabulario internacional de mediciones</li></ul>

### **2ª LA CADENA DE MEDIDA**

Tiempo programado: cuatro semanas.

<b>Subtemas</b>	<b>Resultados de aprendizaje</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Elementos de la cadena de medida</li><li>• Especificaciones en los procesos de medición.</li><li>• Modelo matemático del instrumento.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dominio y manejo de conceptos y especificaciones asignados al instrumento.</li><li>• Aplica el modelo del instrumento a los procesos de diseño, análisis, calibración y ajuste de instrumentos.</li></ul>

### **3ª MODELAMIENTO DE SENSORES: Modelos racionales y empíricos.**

Tiempo programado: una semana.

<b>Subtemas</b>	<b>Resultados de aprendizaje</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Modelo empírico-matemático para la caracterización de sensores.</li><li>• Técnicas de ecuaciones empíricas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Interpreta, deduce y aplica los modelos racionales al modelamiento de los sensores.</li><li>• Crea, adapta y deduce modelos empíricos para sensores.</li></ul>

### **4ª SENSÓRICA: Sensores de temperatura, luz, presión, flujo, caudal, humedad y otros opcionales.**

Tiempo programado: cinco semanas.

<b>Subtemas</b>	<b>Resultados de aprendizaje</b>
-----------------	----------------------------------

- Unidades y escalas de medida.
- Principios y efectos físicos que soportan los sensores.
- Aplicaciones.

- Toma decisiones en la elección de sensores en aplicaciones de uso directo o indirecto.

## 5ª ACONDICIONAMIENTO DE SENSORES.

Tiempo programado: dos semanas.

Subtemas	Resultados de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnicas de acondicionamiento y sus características.</li> <li>• Acondicionamientos lineales y no lineales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseña y crea acondicionadores cónsonos con las necesidades del sensor y del instrumento.</li> </ul>

## 6ª TEORIA DE ERROR.

Tiempo programado: una semana. (es un tema de cubrimiento opcional, si el tiempo lo permite).

Subtemas	Resultados de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipos de error. Manejo de errores.</li> <li>• Operaciones con incertidumbres.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conoce los procesos de cálculo de errores en expresiones complejas que modelan fenómenos de transmisión de información.</li> </ul>

## 7ª EMULACIÓN DEL VALOR DE LA MAGNITUD.

Tiempo programado: dos semanas.

Subtemas	Resultados de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo matemático aplicado en la emulación.</li> <li>• Tipos de emuladores.</li> <li>• Emulación con modelos de funciones matemáticas particulares.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseña y elige con propiedad el modelo, circuito y elementos necesarios para la obtención del valor de la medida.</li> </ul>

## UNIDADES PRÁCTICO-TEÓRICAS.

Corresponden a 7 trabajos de investigación, con aplicaciones teórico-prácticas

Temas	Resultados de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calibración de sensores.</li> <li>• Generación de sensores.</li> <li>• Desarrollo de técnicas de acondicionamiento.</li> <li>• Diseño y desarrollo de instrumentos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maneja los modelos y técnicas de diseño de instrumentos, aplicando las exigencias que imponga el usuario en sus especificaciones.</li> </ul>

## **VI. Evaluación**

### **Evaluación del estudiante:**

Se sigue un proceso de evaluación continua de los temas y los proyectos prácticos.

### **Evaluación del curso**

#### **Aspectos:**

- Evaluación del desempeño docente
- Evaluación de los aprendizajes de los estudiantes en sus dimensiones: individual/grupal, teórica/práctica, oral/escrita.
- Autoevaluación.
- Coevaluación del curso: de forma oral entre estudiantes y docente.

## **VII. Datos del docente**

**Nombre:** Luis Enrique Martin Santamaria

FIRMA DEL DOCENTE

FECHA DE ACTUALIZACIÓN: octubre 2022