

Formato de Carta Descriptiva

I. Identificadores de la asignatura			
Instituto:	IIT	Modalidad:	Presencial
Departamento:	Ingeniería Eléctrica y Computación	Créditos:	6
Materia:	Sensores y Acondicionadores de Señal	Carácter:	Obligatoria
Programa:	Maestría en Ingeniería Eléctrica	Tipo:	<ul style="list-style-type: none">• Curso• Taller
Clave:	MIE-0032-00	Teoría:	3 horas
Nivel:	Maestría	Práctica:	
Total horas por semana:	3		

II. Ubicación	
Antecedentes:	Clave:
Consecuente:	Clave:

III. Antecedentes
Conocimientos: Análisis y diseño de circuitos lineales en el dominio del tiempo y la frecuencia. Conocimientos básicos del manejo instrumentos tradicionales de laboratorio, señales y sistemas, amplificador operacional, convertidores A/D y D/A. Manejo básico de programas de diseño y simulación de circuitos electrónicos. Programación básica de microcontroladores.
Habilidades: Pensamiento analítico, facilidad para el razonamiento, creatividad.
Actitudes y valores: Disposición para trabajo en equipo, iniciativa de aprendizaje, responsabilidad, honestidad, interés por aprender sobre el diseño e implementación de sistemas electrónicos basado en sensores, destreza en la interpretación y evaluación de resultados obtenidos mediante diferentes procesos de medida, disposición para manejar una cantidad importante de información técnica.

IV. Propósitos Generales

Enseñar los fundamentos de los sensores y los circuitos acondicionadores de señal asociados al diseño y construcción de sistemas electrónicos de medida.

V. Compromisos formativos

Conocimientos: Metodología y técnicas para diseñar y construir sistemas electrónicos de medida de magnitudes eléctricas y no eléctricas. Técnicas clásicas y actuales de acondicionamiento de señales eléctricas de baja amplitud. Metodología para resolver problemas (de instrumentación y medidas) con un enfoque de aplicación práctico.

Habilidades: Analizar y evaluar las características de funcionalidad de distintos sensores y sus circuitos de acondicionamiento de señal asociados. Habilidad para diseñar nuevos circuitos de acondicionamiento de sensores.

Actitudes y valores: Disposición para trabajo colaborativo, destreza para manejar una cantidad importante de información técnica, actualizada y relevante para su formación académica. Creatividad, habilidad y autonomía suficiente para desarrollar proyectos de instrumentación electrónica.

Problemas que puede solucionar: los relacionados con instrumentación electrónica y sistemas electrónicos de medida basado en sensores.

VI. Condiciones de operación

Espacio teoría: Aula con computadoras

Espacio práctica: Laboratorio con equipo electrónico y equipo de cómputo. Ejemplo: Lab. de control, Lab. de Ingeniería biomédica.

Mobiliario: Mesas, sillas y computadoras

Población deseable: 5 -10

Material de uso frecuente:

- A) Pizarra
- B) Proyector
- C) Computadora
- D) Equipo de laboratorio: multímetro, generador de señales, fuente alimentación, osciloscopio, tarjetas de adquisición de datos.

Condiciones especiales: No aplica

VII. Contenidos y tiempos estimados

Contenido	Tema	Objetivo	Actividades
Semana: 1			
Lección 1.- Sensores Características y terminología Horas: 3 Ponderación: 4.8 %	❖ Encuadre del curso	Presentar los objetivos, metodología, contenido, criterios de evaluación y bibliografía del curso.	<u>Docente:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Presenta encuadre del curso. • Presenta software y hardware a utilizar. • Presenta listado de componentes a utilizar. Horas: 1
	❖ Conceptos básicos y terminología ❖ Arquitectura de un sistema de medida basado en sensores ❖ Sensores: Definición y clasificación ❖ Características básicas de los sensores: estáticas y dinámicas ❖ Técnicas de acondicionamiento de señal: analógica, casi-digital y digital	Conocer los conceptos teóricos básicos sobre sensores y sistemas electrónicos de medida basado en sensores.	<u>Docente:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Expone los temas. • Refuerza con recursos web, videos, notas de aplicación, artículos técnicos o capítulos, etc. <u>Estudiantes:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario L1 • Actividad 1 Horas: 2 Ponderación: 2 % Horas: extra clase Ponderación: 2.8 % Horas: extra clase
	Nota: Las actividades son a criterio del docente, pueden ser: ensayo de lecturas de artículos técnicos o capítulos de libro actuales y relevantes, ver videos de terceros, realizar trabajos de investigación, resolver problemas propuestos, resolver ejercicios teórico-prácticos o de simulación, entre otras.		
Contenido	Tema	Objetivo	Actividades
Semana: 2			
Lección 2.- Sensores resistivos Horas: 3 Ponderación: 4.8 %	❖ Introducción ❖ Potenciométricos ❖ RTD ❖ Termistor ❖ LDR ❖ Piezorresistivos ❖ FSR ❖ Magnetorresistencias	Estudiar el principio de funcionamiento, características básicas y áreas de aplicación de sensores resistivos.	<u>Docente:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Expone los temas. • Refuerza con recursos web, videos, notas de aplicación, artículos técnicos o capítulos, etc. <u>Estudiantes:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario L2 • Actividad 2 Horas: 3 Ponderación: 2 % Horas: extra clase Ponderación: 2.8 % Horas: extra clase

Contenido	Tema	Objetivo	Actividades
Semana: 3			
Lección 3.- Acondionado- res de señal para sensores resistivos Horas: 3 Ponderación: 4.8 %	❖ Introducción ❖ Circuitos para convertir $R \rightarrow V$ ❖ Circuitos para convertir $R \rightarrow I$ ❖ Circuitos para convertir $R \rightarrow F$ ❖ Circuitos para convertir $R \rightarrow T, DC, PWM$	Aprender técnicas clásicas y modernas de acondicionamiento de señal para sensores resistivos.	<u>Docente:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Expone los temas. • Refuerza con recursos web, videos, notas de aplicación, artículos técnicos o capítulos, etc. <u>Estudiantes:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario L3 • Actividad 3 Horas: 3 Ponderación: 2 % Horas: extra clase Ponderación: 2.8 % Horas: extra clase
Contenido	Tema	Objetivo	Actividades
Semana: 4			
Lección 4.- Sistema de acondicionamiento de señal para sensores resistivos Horas: 3 Ponderación: 10 %	❖ Proyecto 1	Desarrollar un sistema electrónico de acondicionamiento de señal para un sensor resistivo. Aprendizaje basado en proyectos.	<u>Docente:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Define los requerimientos del proyecto 1. • Guía a los estudiantes a realizar el proyecto. <u>Estudiantes:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Proyecto 1 Horas: 3 Ponderación: 10% Horas: extra clase
Contenido	Tema	Objetivo	Actividades
Semana: 5			
Lección 5.- Sensores capacitivos Horas: 3 Ponderación: 4.8 %	❖ Introducción ❖ Capacitor, capacitancia y campo eléctrico ❖ Leyes y principios físicos ❖ Sensores capacitivos de placas paralelas ❖ Sensores capacitivos cilíndricos ❖ Sensores capacitivos esféricos	Estudiar el principio de funcionamiento, características básicas y áreas de aplicación de sensores capacitivos.	<u>Docente:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Expone los temas. • Refuerza con recursos web, videos, notas de aplicación, artículos técnicos o capítulos, etc. <u>Estudiantes:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario L5 • Actividad 4 Horas: 3 Ponderación: 2 % Horas: extra clase Ponderación: 2.8 % Horas: extra clase

Contenido	Tema	Objetivo	Actividades
Semana: 6			
Lección 6.- Acondionado- res de señal para sensores capacitivos Horas: 3 Ponderación: 4.8 %	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Introducción ❖ Circuitos para convertir $C \rightarrow V$ ❖ Circuitos para convertir $C \rightarrow I$ ❖ Circuitos para convertir $C \rightarrow F$ ❖ Circuitos para convertir $C \rightarrow T, DC, PWM$ 	Aprender técnicas clásicas y modernas de acondicionamiento de señal para sensores resistivos.	<u>Docente:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Expone los temas. • Refuerza con recursos web, videos, notas de aplicación, artículos técnicos o capítulos, etc. <u>Estudiantes:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario L6 • Actividad 5 Horas: 3 Ponderación: 2 % Horas: extra clase Ponderación: 2.8 % Horas: extra clase
Contenido	Tema	Objetivo	Actividades
Semana: 7			
Lección 7.- Sistema de acondiciona- miento de señal para sensores capacitivos. Horas: 3 Ponderación: 10 %	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Proyecto 2 	Desarrollar un sistema electrónico de acondicionamiento de señal para un sensor capacitivo. Aprendizaje basado en proyectos.	<u>Docente:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Define los requerimientos del proyecto 2. • Guía a los estudiantes a realizar el proyecto. <u>Estudiantes:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Proyecto 2 Horas: 3 Ponderación: 10% Horas: extra clase
Contenido	Tema	Objetivo	Actividades
Semana: 8			
Lección 8.- Sensores inductivos Horas: 3 Ponderación: 4.8 %	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Introducción ❖ Inductor, inductancia y campo magnético ❖ Leyes y principios físicos ❖ Sensores inductivos con núcleo de aire ❖ Sensores inductivos con núcleo ferromagnético ❖ Sensores tipo transformador ❖ Sensores basados en corrientes de Foucault 	Estudiar el principio de funcionamiento, características básicas y áreas de aplicación de sensores inductivos.	<u>Docente:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Expone los temas • Refuerza con recursos web, videos, notas de aplicación, artículos técnicos o capítulos, etc. <u>Estudiantes:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario L8 • Actividad 6 Horas: 3 Ponderación: 2 % Horas: extra clase Ponderación: 2.8 % Horas: extra clase

	❖ Sensores electromagnéticos			
Contenido	Tema	Objetivo	Actividades	
Semana: 9				
Lección 9.- Acondicionadores de señal para sensores inductivos Horas: 3 Ponderación: 4.8 %	❖ Introducción ❖ Circuitos para convertir $L \rightarrow V$ ❖ Circuitos para convertir $L \rightarrow I$ ❖ Circuitos para convertir $L \rightarrow F$ ❖ Circuitos para convertir $L \rightarrow T, DC, PWM$	Aprender técnicas clásicas y modernas de acondicionamiento de señal para sensores inductivos.	<u>Docente:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Expone los temas. • Refuerza con recursos web, videos, notas de aplicación, artículos técnicos o capítulos, etc. <u>Estudiantes:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario L9 • Actividad 7 	Horas: 3 Ponderación: 2 % Horas: extra clase Ponderación: 4.8 % Horas: extra clase
Contenido	Tema	Objetivo	Actividades	
Semana: 10				
Lección 10.- Sistema de acondicionamiento de señal para sensores inductivos Horas: 3 Ponderación: 10 %	❖ Proyecto 3	Desarrollar un sistema electrónico de acondicionamiento de señal para un sensor inductivo. Aprendizaje basado en proyectos.	<u>Docente:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Define los requerimientos del proyecto 3. • Guía a los estudiantes a realizar el proyecto. <u>Estudiantes:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Proyecto 3 	Horas: 3 Ponderación: 10% Horas: extra clase
Contenido	Tema	Objetivo	Actividades	
Semana: 11				

<p>Lección 11.- Sensores generadores</p> <p>Horas: 3 Ponderación: 4.8 %</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Introducción ❖ Sensores termoelectricos: termopares ❖ Sensores piroelectricos ❖ Sensores piezoelectricos ❖ Sensores fotovoltaicos 	<p>Estudiar el principio de funcionamiento, características básicas y áreas de aplicación de algunos sensores generadores.</p>	<p><u>Docente:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Expone temas 1.1 a 1.4 • Refuerza con recursos web, videos, notas de aplicación, artículos técnicos o capítulos <p><u>Estudiantes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario L11 • Actividad 8 	<p>Horas: 3</p> <p>Ponderación: 2 % Horas: extra clase</p> <p>Ponderación: 2.8% Horas: extra clase</p>
--	---	--	--	--

Contenido	Tema	Objetivo	Actividades
Semana: 12			
<p>Lección 12.- Acondicionadores para sensores generadores</p> <p>Horas: 3 Ponderación: 4.8 %</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Introducción ❖ Amplificadores con bajas derivas ❖ Amplificadores electrométricos ❖ Amplificadores de carga ❖ Circuitos para convertir $V \rightarrow F$ ❖ Circuitos para convertir $V \rightarrow T, DC, PWM$ 	<p>Aprender técnicas clásicas y modernas de acondicionamiento de señal para sensores generadores.</p>	<p><u>Docente:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Expone temas • Refuerza con recursos web, videos, notas de aplicación, artículos técnicos o capítulos, etc. <p><u>Estudiantes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario L12 • Actividad 9 <p>Horas: 3</p> <p>Ponderación: 2 % Horas: extra clase</p> <p>Ponderación: 2.8 % Horas: extra clase</p>
Contenido	Tema	Objetivo	Actividades
Semana: 13			
<p>Lección 13.- Sistema de acondicionamiento de señal para sensores generadores</p> <p>Horas: 3 Ponderación: 10 %</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Proyecto 4 	<p>Desarrollar un sistema electrónico de acondicionamiento de señal con sensor generador. Aprendizaje basado en proyectos.</p>	<p><u>Docente:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Define los requerimientos del proyecto 4 • Guía a los estudiantes a realizar el proyecto <p><u>Estudiantes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Proyecto 4 <p>Horas: 3</p> <p>Ponderación: 10% Horas: extra clase</p>
Contenido	Tema	Objetivo	Actividades
Semana: 14			

<p>Lección 14.- Conversión de señal de analógico a digital</p> <p>Horas: 3 Ponderación: 4.8 %</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Introducción ❖ Señales analógica y digital ❖ Conversión de voltaje a valor digital ADC ❖ Conversión tiempo a valor digital con μC ❖ Conversión frecuencia a valor digital con μC 	<p>Comprender y Analizar las diferentes técnicas de conversión de información al dominio digital.</p>	<p><u>Docente:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Define los requerimientos del proyecto 4 • Guía a los estudiantes a realizar el proyecto <p><u>Estudiantes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario L14 • Actividad 10 	<p>Horas: 3</p> <p>Ponderación: 2 % Horas: extra clase</p> <p>Ponderación: 2.8 % Horas: extra clase</p>
Contenido	Tema	Objetivo	Actividades	
Semana: 15				
<p>Lección 15.- Introducción a los sistemas de adquisición de señales</p> <p>Horas: 3 Ponderación: 2 %</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Introducción ❖ Componentes de un sistema de adquisición de señales ❖ Características de un sistema de adquisición de datos ❖ Metodología de diseño 	<p>Comprender el principio de funcionamiento de un sistema de adquisición de datos como interfaz entre un sistema electrónico y un computador.</p>	<p><u>Docente:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Define los requerimientos del proyecto 4 • Guía a los estudiantes a realizar el proyecto <p><u>Estudiantes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario L15 	<p>Horas: 3</p> <p>Ponderación: 2 % Horas: extra clase</p>
Contenido	Tema	Objetivo	Actividades	
Semana: 16				
<p>Lección 16.- Sistema de adquisición de señales</p> <p>Horas: 3 Ponderación: 10 %</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Proyecto 5 	<p>Desarrollar un sistema de adquisición de señales. Aprendizaje basado en proyectos.</p>	<p><u>Docente:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Define los requerimientos del proyecto 5 • Guía a los estudiantes a realizar el proyecto <p><u>Estudiantes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Proyecto 5 	<p>Horas: 3</p> <p>Ponderación: 10% Horas: extra clase</p>

VIII. Metodología y estrategias didácticas

Metodología Institucional:

- a) Elaboración de ensayos, monografías e investigaciones (según el nivel), consultando fuentes bibliográficas, hemerográficas y en Internet.
- b) Elaboración de reportes de lectura sobre artículos en lengua inglesa, actuales y relevantes.
- c) Solución de problemas teórico-prácticos
- d) Presentaciones: Maestro-Grupo, Alumno-Grupo.
- e) Uso y manejo de software matemático, herramientas de diseño y programación como: Multisim, Matlab, LabVIEW.
- f) Intercambio de información personalizada.
- g) Manejo de proyectos y casos de estudio prácticos
- h) Actividades de investigación
- i) Retroalimentación por repasos informales

Estrategias del Modelo UACJ Visión 2020 recomendadas para el curso:

- a) Aproximación empírica a la realidad
- b) Búsqueda, organización y recuperación de información
- c) Descubrimiento
- d) Evaluación
- e) Experimentación
- f) Investigación
- g) Problematicación
- h) Procesos de pensamiento lógico y crítico
- i) Trabajo colaborativo

IX. Criterios de evaluación y acreditación

a) Institucionales de acreditación:

Acreditación mínima de 80% de clases programadas

Entrega oportuna de trabajos

Calificación integrada final mínima de 7.0

Permite examen único: no

b) **Evaluación del curso**

Acreditación de los temas mediante los siguientes porcentajes:

Actividades: elaboración de ensayos, investigaciones, cuestionarios, reportes de lectura de capítulos o artículos, solución de problemas.....	28 %
Proyectos.....	50 %
Cuestionarios de evaluación/ retroalimentación	22 %
Total.....	100 %

X. Bibliografía

Libros de texto:

1. Ramón Pallás-Areny, John G. Webster, **“Sensors and Signal Conditioning, 2nd Edition”**, Wiley-Interscience, ISBN: 0471332321, (2001).
2. Ramón Pallás Areny, **“Sensores y acondicionadores de señal”**, 4ª Edición, Marcombo, ISBN: 84-267-1344-0, (2007).
3. Pallás-Areny, Ramón, and John G. Webster. **“Analog signal processing”**. John Wiley & Sons (1999).
4. Arun K. Ghosh, **“Introduction to Measurements and Instrumentation,”** Fourth Ed, PHI Learning Pvt. Ltd., (2012).
5. Winncy Y. Du, **“Resistive, Capacitive, Inductive, and Magnetic Sensors Technologies”**, CRC Press Taylor & Francis (2015).
6. Manabendra Bhuyan, **“Intelligent Instrumentation: Principles and Applications,”** CRC press, ISBN:978-1-4200-8953, (2011).

Bibliografía complementaria:

1. De Marcellis, Andrea, and Giuseppe Ferri. **“Analog circuits and systems for voltage-mode and current-mode sensor interfacing applications”**. Springer Science & Business Media (2011).
2. Ramón Pallás-Areny, **“Instrumentos electrónicos básicos,”** Marcombo, ISBN: 84-267-1390-4, (2006).
3. Robert B. Northrop, **“Introduction to Instrumentation and Measurements,”** Third Ed, CRC Press Taylor & Francis, (2014).
4. Ernest O. Doebelin, **“Measurement Systems: Application and Design,”** McGraw-Hill Science, ISBN: 0-07-243886, (2004).
5. Sergio Franco, **“Diseño con Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Analógicos,”** McGraw-Hill, ISBN: 970-10-4595-5, (2005).
6. Gert van der Horn and Johan L. Huijsing, **“Integrated Smart Sensors: design and calibration,”** Kluwer Academic Publishers, ISBN: 0-7923-8004-5, (1998).
7. Ferran Reverter, Ramón Pallás-Areny, **“Circuitos de interfaz directa sensor-microcontrolador,”** Marcombo, ISBN: 978-84-267-1502-9, (2008).

8. Nikolay V. Kirianaki, Sergey Y. Yurish, et al., **“Data Acquisition and Signal Processing for Smart Sensors”**, John Wiley & Sons, ISBN: 0470843179, (2002).

Recursos web:

- <http://www.sensorland.com/>
- <http://www.motionnet.com/cgi-bin/search.exe?a=cat&no=2075>
- <http://www.findasensor.com/>
- <http://www.sensorsmag.com/>
- <http://sensorsportal.com/>
- <http://www.sensors-research.com/>
- <http://www.circuitworld.com/>
- <http://www.analog.com/en/index.html>
- <https://www.ni.com/es-mx.html>

XI. Perfil deseable del docente

Experiencia y dominio en el manejo, diseño y construcción de sistemas de instrumentación electrónica y sistemas electrónicos de medida de magnitudes eléctricas y no eléctricas. Que tenga Maestría y preferentemente Doctorado en Ingeniería Eléctrica o Ingeniería Electrónica.

XII. Institucionalización

Responsable del Departamento: Mtro. Ismael Canales Valdiviezo

Coordinador/a del Programa: Dra. Amanda Carrillo Castillo

Fecha de elaboración: octubre de 2011

Elaboró: Dr. Ernesto Sifuentes de la Hoya / Dr. Iván Castellanos García / Dr. Onofre Morfin Garduño

Primer rediseño: diciembre de 2014

Rediseño: Dr. Ernesto Sifuentes de la Hoya / Dr. Rafael González Landaeta

Segundo rediseño: junio de 2020

Rediseño: Dr. Ernesto Sifuentes de la Hoya / Dr. Rafael González Landaeta