

## **i** ASIGNATURA INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

Código	10618036
Titulación	GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES
Módulo	MÓDULO IV: FORMACIÓN EN TECNOLOGÍA INDUSTRIAL
Materia	MATERIA IV.12 INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA
Curso	4
Duración	SEGUNDO SEMESTRE
Tipo	OPTATIVA
Idioma	CASTELLANO
ECTS	6
Teoría	5,25
Práctica	2,25
Departamento	C140 - INGENIERIA EN AUTOM, ELEC., ARQ. Y RED.

## **✓** REQUISITOS Y RECOMENDACIONES

### Requisitos

Es imprescindible que el alumno haya adquirido las competencias correspondientes a las materias del primer curso tales como Física I, Física II, Cálculo y Álgebra. Asimismo y consecuentemente, es imprescindible haber adquirido las competencias propias del segundo curso, ligadas a las materias de Electrónica y Automática. También es crucial haber adquirido las competencias de las materias del primer semestre: Electrónica Analógica, Electrónica Digital y Regulación Automática.

## Recomendaciones

El alumno debe estudiar y trabajar de forma continuada sobre los contenidos de la asignatura, de manera que el esfuerzo y la constancia se convierten en variables claves para la superación de esta materia. La combinación de los trabajos práctico y teórico debe ser sincronizada, de acuerdo con la planificación establecida entre ambos conjuntos de actividades. Asimismo, sería interesante mantener tutorías presenciales y/o virtuales/electrónicas con frecuencia.

## RESULTADO DEL APRENDIZAJE

Id.	Resultados
1	Reconocer la importancia y el aporte que supone la utilización de la electrónica en la actualidad y su importancia en el terreno de la industria para enriquecer su formación como profesional en cualquiera de las especialidades del grado.
2	Ser capaz de explicar de manera comprensible los principios de funcionamiento y utilización de las topologías fundamentales de la electrónica.
3	Capacidad para resolver problemas propios de las tecnologías eléctrica y electrónica, aprovechando los conocimientos transversales adquiridos de otras disciplinas científicas, así como dimensionar numéricamente algunos componentes de utilización general en estos campos.
4	Desarrollar habilidades de tipo práctico que le permitan dominar en un futuro la resolución de problemas reales propios de su especialidad y responsabilidad en el desarrollo de su profesión.
5	Capacidad para interpretar los resultados de los equipos electrónicos de medida industriales, así como de los sensores y transductores empleados en la industria.

## COMPETENCIAS

Id.	Competencia	Tipo
CB2	Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio	GENERAL
CB3	Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética	GENERAL
CB4	Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no	GENERAL
CB5	Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía	GENERAL
CG1	Capacidad para la redacción, firma y desarrollo de proyectos en el ámbito de la ingeniería industrial que tengan por objeto,	GENERAL
CG3	Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones	GENERAL
CG4	Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial	GENERAL
CG6	Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento	GENERAL
CT1	Capacidad para la resolución de problemas.	TRANSVERSAL
CT15	Capacidad para interpretar documentación técnica.	TRANSVERSAL
CT4	Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica	TRANSVERSAL

Id.	Competencia	Tipo
CT7	Capacidad de análisis y síntesis	TRANSVERSAL

## Q CONTENIDOS

### a.TEMA 1. CARACTERÍSTICAS DE LOS INSTRUMENTOS ELECTRÓNICOS DE MEDIDA

1. Introducción.
2. Características estáticas y dinámicas de los instrumentos electrónicos: límites operativos en multímetros digitales y equipos de adquisición de señales.
  - 2.1. Rango o campo de medida.
  - 2.2. Resolución
  - 2.3. Sensibilidad
  - 2.4. Velocidad: frecuencia de muestreo
  - 2.5. Errores por fuga espectral
  - 2.6. Error en instrumentación electrónica.
    - 2.6.1. Precisión y calibración.
    - 2.6.2. Error sistemático. Errores de ganancia y de offset.
    - 2.6.3. Repetibilidad, resolución y precisión.
    - 2.6.4. Evaluación del error en los instrumentos electrónicos.
  - 2.7. Fuentes de error externas.
    - 2.7.1. Interferencias de la red.
    - 2.7.2. Interferencias electromagnéticas.
    - 2.7.3. Resistencia de las conexiones.
    - 2.7.4. Fuerzas electromotrices térmicas.
    - 2.7.5. Carga de la impedancia de entrada.
    - 2.7.6. Tiempos de estabilización: capacidades parásitas.
    - 2.7.7. Interferencias de modo común. Lazos de

tierra.

2.7.8. Errores asociados a señales periódicas:  
factores de cresta.

## b.TEMA 2. OSCILOSCOPIOS

1. Reseña histórica, función del osciloscopio y criterios de clasificación.
2. Hoja de características de un osciloscopio y criterios de selección.
3. Diagrama de bloques, subsistemas y funcionamiento cualitativo.
4. Tubo de rayos catódicos. Componentes y principios operativos.
  - 4.1. Generación termoiónica del haz electrónico y enfoque electrostático.
  - 4.2. Placas de desviación del haz electrónico.
  - 4.3. Pantalla y rejilla.
5. Unidad de deflexión vertical.
  - 5.1. Velocidad y ancho de banda. Mediciones de tiempos de subida.
    - 5.1.1. Relación entre el tiempo de subida y el ancho de banda.
    - 5.1.2. Tiempo de subida real. Fuentes de error.
  - 5.2. Elementos y circuitos del sistema de deflexión vertical.
    - 5.2.1. Selector del tipo de acoplamiento.
    - 5.2.2. Atenuador compensado.
    - 5.2.3. Preamplificador y amplificador principal.
    - 5.2.4. Línea retardadora.
6. Unidad de deflexión horizontal.
  - 6.1. Generador de barrido.
  - 6.2. Circuito de disparo. Necesidad de sincronismo.
  - 6.3. Doble base de tiempos.
7. Sondas.
  - 7.1. Circuito equivalente. Compensación.

- 7.2. Sondas activas y pasivas.
- 8. Osciloscopios digitales.
  - 8.1. Diagrama de bloques.
  - 8.2. Relación entre la frecuencia de muestreo y la profundidad de memoria.
  - 8.3. Transferencia de datos al PC: RS232 y GPIB.

### c.TEMA 3. FRECUENCIMETROS Y CONTADORES

- 1. Introducción.
- 2. Funciones.
  - 2.1. Modo de operación frecuencímetro.
  - 2.2. Modo de operación periodómetro.
  - 2.3. Error de puerta. Mejora de la resolución y precisión en el modo periodómetro.
  - 2.4. Frecuencia de cruce.
  - 2.5. Promediado de periodos.
  - 2.6. Medidas de cocientes de frecuencias.
  - 2.7. Medida de intervalos de tiempo.
  - 2.8. Modo totalizador.
- 3. Otras funciones que puede incorporar un contador convencional.
  - 3.1. Contadores normalizadores y contadores controladores (preset counters).
  - 3.2 Contadores con preescalado.
  - 3.3. Contadores con preselector.
- 4. Contadores automáticos para microondas.
  - 4.1. Convertidor heterodino.
  - 4.2. Oscilador de transferencia.

### d.TEMA 4. MEDIDORES DE IMPEDANCIA Y PARÁMETROS DE COMPONENTES

- 1. Planos de medida de la impedancia y admitancia.
  - 1.1. Representaciones gráficas.
  - 1.2. Factores de calidad y de disipación.

2. Circuitos equivalentes serie y paralelo de componentes.
  - 2.1. Resistencia y reactancia.
  - 2.2. Condensador y resistencia.
  - 2.3. Inductor y resistencia.
  - 2.4. Relación entre parámetros de ambos modelos.
3. Modelado de componentes y su dependencia con la frecuencia.
  - 3.1. Modelos reales de componentes.
  - 3.2. Curvas del condensador en función de la frecuencia: reactancia e impedancia.
4. Discrepancias en las medidas.
  - 4.1. Factores de dependencia del componente.
    - 4.1.1. Nivel y frecuencia de la señal de test.
    - 4.1.2. Punto de operación: tensión, corriente.
    - 4.1.3. Factores ambientales.
  - 4.2. Valor verdadero, efectivo e indicado.
  - 4.3. Fuentes de error externas.
5. Técnicas de medida.
  - 5.1. Deflexión: Basados en la ley de Ohm.
  - 5.2. Desequilibrio de un puente.
  - 5.3. Circuitos resonantes.
  - 5.4. Sondas I-V.
  - 5.5. Reflectometría en el dominio del tiempo.
  - 5.6. Criterios de selección de la técnica de medida.
    - 5.6.1. Frecuencia.
    - 5.6.2. Impedancia del dispositivo.
    - 5.6.3. Precisión.
6. Instrumento de laboratorio HM 8018.

#### e.TEMA 5. GENERADORES Y SINTETIZADORES DE SEÑALES

1. Función y clasificación.
2. Generadores de funciones matemáticas.
  - 2.1. Esquema de bloques.

- 2.2. Lazo de realimentación no lineal.
- 2.3. Control de la simetría de la señal.
- 3. Generadores de pulsos.
  - 3.1. Esquema de bloques.
- 4. Osciladores controlados por tensión (VCO).
  - 4.1. Esquema de bloques.
  - 4.2. El circuito 566.
    - 4.2.1. Montaje del circuito básico.
    - 4.2.2. Relación matemática frecuencia-tensión.
    - 4.2.3. Formas de ondas.
- 5. Sintetizadores de frecuencia basados en el lazo de enganche de fase (PLL).
  - 5.1. El lazo de enganche de fase.
    - 5.1.1. Rangos de captura y de enganche.
    - 5.1.2. Ecuaciones y espectro.
    - 5.1.3. El circuito 565. Montaje experimental.
  - 5.2. Síntesis indirecta.
    - 5.2.1. Concepto.
    - 5.2.2. Esquema de bloques.

#### f. TEMA 6. INTERFERENCIAS

- 1. Interferencias, susceptibilidad, compatibilidad.
- 2. Tipos de señales según sus terminales.
- 3. Amplificadores de aislamiento.
  - 3.1. Concepto. Factor de rechazo al modo aislado.
  - 3.2. Símbolos y ecuaciones. Ejemplo.
- 4. Acoplo capacitivo o eléctrico.
  - 4.1. Formación de la interferencia en el circuito susceptible. Apantallamiento.
  - 4.2. Cálculo de capacidad parásita y cuantificación de la señal de interferencia.
- 5. Acoplo inductivo y acoplo electromagnético.



- 5.1.1. Inducción mutua y eliminación por pares trenzados.
- 5.1.2. Interferencias por radiación electromagnética.
- 6. Lazos de tierra.
  - 6.1. Recordatorio del concepto y parámetros involucrados.
  - 6.2. Técnicas de eliminación.
  - 6.3. Lazos de tierra por acoplo capacitivo.
  - 6.4. Cuantificación de efectos del lazo de tierra en un circuito.
    - 6.4.1. Identificación del lazo de tierra en una configuración genérica.
    - 6.4.2. Efectos de conexión del blindaje del cable al instrumento.
    - 6.4.3. Estudio de varios tipos de interferencias en un circuito de medida de temperatura basado en termopar.

#### g.TEMA 7. INSTRUMENTOS ELECTRÓNICOS PROGRAMABLES (GPIB. IEEE-488.2)

- 1. Antecedentes e introducción.
- 2. Conceptos generales sobre GPIB.
- 3. El estándar IEEE-488. Evolución y situación actual.
- 4. Especificaciones técnicas. Propiedades del bus.
  - 4.1. Direcciones y estructura de la interconexión.
  - 4.2. Velocidad de transferencia máxima.
  - 4.3. Longitud del cable.
  - 4.4. Modo de transferencia de datos y mensajes.
  - 4.5. Funciones de la interfaz.
  - 4.6. Handshake.
  - 4.7. Líneas de control general.

- 5. Líneas de transmisión de señal.
- 5.1. Líneas de datos.
- 5.2. Líneas de control de transferencia de datos (handshake).
- 5.3. Líneas de control general de la interfaz.

#### h.TEMA 8. MUESTREO Y CUANTIFICACIÓN

- 1. Cadena de medida: margen dinámico y relación señal ruido.
- 2. Estructuras básicas de equipos electrónicos de adquisición de señales.
  - 2.1. Unidades de alto y bajo nivel.
  - 2.2. Unidades centralizadas y descentralizadas.
  - 2.3. Equipos de medida con varios buses. Tarjetas de adquisición de datos.
    - 2.3.1. Arquitectura: Cadena de medida, temporizadores, interfaz con bus PCI, circuitos de control y programación.
- 3. Muestreo de señales.
  - 3.1. Introducción al análisis de Fourier.
  - 3.2. Muestreo natural o real.
    - 3.2.1. Espectro de la señal muestreada.
    - 3.2.2. Solapamiento o aliasing.
  - 3.3. Muestreo ideal uniforme.
    - 3.3.1. Frecuencia de Nyquist.
    - 3.3.2. Teorema de Shannon.
  - 3.4. Muestreo de señales moduladas en amplitud (pasa-banda).
  - 3.5. Muestreo repetitivo secuencial.
- 4. Cuantificación.
  - 4.1. Cuantificación uniforme.
    - 4.1.1. Concepto y ejemplos.
    - 4.1.2. Relación señal/ruido de cuantificación.
  - 4.2. Cuantificación no uniforme.
    - 4.2.1. Planteamiento del problema y soluciones.

#### i.TEMA 9. ETAPA FRONTAL

1. Planteamiento del problema. Multiplexado por división del tiempo (TDM).
2. Interruptores analógicos.
  - 2.1. Definición y tipos.
  - 2.2. Parámetros.
3. Multiplexores analógicos.
  - 3.1. Esquema interno y tipos.
  - 3.2. Parámetros y errores.
  - 3.3. Extensión del número de canales.
4. Matrices de conexión.
5. Amplificadores programables.
6. Circuitos de muestreo y retención (S&H).
  - 6.1. Estructura y ejemplo de circuito basado en amplificadores operacionales.
  - 6.2. Parámetros y errores.
    - 6.2.1. Errores en los estados de muestreo y retención.
    - 6.2.2. Errores en las transiciones entre estados.

#### j.TEMA 10. CONVERSIÓN DIGITAL/ANALÓGICA Y ANALÓGICA/DIGITAL

1. Convertidores digital/analógico (CDA).
  - 1.1. Situación en la cadena de adquisición de señales.
  - 1.2. Principios operativos del CDA.
    - 1.2.1. CDA de resistencias ponderadas.
  - 1.3. CDA de 8 bits. Simulación con PSPICE.
  - 1.4. Parámetros y tipos de CDA.
    - 1.4.1. Características de entrada.
    - 1.4.2. Características de salida.
    - 1.4.3. Características de transferencia.
  - 1.5. Convertidor R-2R.
  - 1.6. Ejemplo de diseño. Selección del CDA ZN426.

## 2. Convertidores analógico/digital (CAD).

2.1. Situación en la cadena de adquisición de señales.

2.2. Principios operativos del CAD.

2.2.1. Ejemplos de operación.

2.2.2. Parámetros estáticos.

2.3. Tipos de CAD.

2.3.1. CAD de doble rampa.

2.3.2. CAD de aproximaciones sucesivas.

2.3.3. CAD de arrastre (tipo tracking) o servoconvertidor.

2.3.4. CAD de comparadores en paralelo.

2.3.5. CAD sigma-delta.

2.4. Parámetros de un CAD.

2.5. Ejemplo de diseño.

## k.TEMA 11. INTRODUCCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS SENSORES Y TRANSDUCTORES

1. Clasificación.

2. Sensores no lineales. Linealización.

2.1. Causas de la no linealidad.

2.2. Condición de linealidad. Ejemplo del NTC.

3. Demodulación síncrona en sensores de alterna.

## l.TEMA 12. TRANSDUCTORES DE DESPLAZAMIENTO LINEAL E INTERRUPTORES DE POSICIÓN

1. Potenciómetro resistivo.

2. Transformador lineal variable diferencial (LVDT)

2.1. Descripción física y fundamento de operación.

2.2. Expresiones de la tensión de salida.

3. Inductivos.

- 4. Capacitivos.
- 5. Sensores de deformación: galgas extensiométricas.
  - 5.1. Principio operativo.
  - 5.2. Puentes de medida con sensores de deformación.
- 6. Piezoeléctricos.
- 7. Encoder lineal.
- 8. Ópticos: interferometría láser, basados en fibras ópticas.
- 9. Sensores de rango: ultrasónicos y fotoeléctricos.
- 10. Interruptores de posición.
  - 10.1. Electromecánico.
  - 10.2. Fotoeléctrico.
  - 10.3. Basado en el efecto Hall.

#### m.TEMA 13. TRANSDUCTORES DE DESPLAZAMIENTO ANGULAR

- 1 Potenciómetro rotatorio
- 2 Transformador rotatorio variable diferencial (RVDT)
  - 2.1 Descripción física y fundamento de operación
  - 2.2 Expresiones de la tensión de salida
- 3 Encoders angulares: incrementales y absolutos
- 4 Transformador variable
- 5 Resolver
- 6 Syncro
  - 6.1 Descripción física y fundamento de operación
  - 6.2 Expresión de la señal de salida

#### n.TEMA 14. TRANSDUCTORES DE VELOCIDAD Y ACELERACIÓN

- 1 Electromagnéticos de velocidad lineal.
- 2 Tacómetros electromagnéticos de continua.
- 3 Tacómetros electromagnéticos de alterna.
- 4 Tacómetros electromagnéticos de rotor dentado.
- 5 Acelerómetros
- 5.1 Elementos del transductor
- 5.2 Tipos

#### o.TEMA 15. TRANSDUCTORES DE TEMPERATURA

- 1 Métodos básicos.
- 1.1 Bimetal.
- 1.2 Pinturas.
- 1.3 Pirómetro óptico.
- 2 Detector de temperatura resistivo (RTD) .
- 2.1 Técnica de medida .
- 2.1.1 Método de dos hilos: Errores.
- 2.1.2 Método de los cuatro hilos.
- 2.2 Compensación del offset.
- 2.3 RTD en puentes: Método de tres hilos.
- 3 Termistores.
- 4 Circuito integrado AD590.
- 5 Termopares.

#### p.TEMA 16. TRANSDUCTORES DE PRESIÓN

- 1 Dispositivos de rango medio.
- 1.1 Manómetro en forma de "U".
- 1.2 Dispositivo de peso muerto.
- 1.3 Diafragmas.
- 1.4 Fuelles.
- 1.5 Tubos Bourdon.
- 2 Dispositivos de rango bajo.
- 2.1 Con termopares.
- 2.2 Dispositivo de peso muerto.
- 2.3 Dispositivo de Pirani.

- 2.4 Basados en termistores.
- 2.5 Dispositivo de McLeod.
- 2.6 Método de ionización.
- 3 Dispositivos de rango alto.
- 3.1 Cambio de la resistencia de determinadas aleaciones.

#### q.TEMA 17. MEDICIÓN DEL FLUJO

- 1 Medidores de presión diferencial.
  - 1.1 Fundamentos.
  - 1.2 Placas de orificio.
  - 1.3 Turbinas.
  - 1.4 Medidores de tobera.
  - 1.5 Dispositivos Venturi.
  - 1.6 Tubo de Dall.
  - 1.7 Tubo de Pitot.
- 2 Dispositivos de área variable: rotámetros.
- 3 Medidores de turbina.
- 4 Medidores electromagnéticos.
- 5 Medidores ultrasónicos.
- 6 Medidores Doppler.

#### r.TEMA 18. MEDICIÓN DE NIVEL

- 1. Medidores de bastón.
- 2. Flotadores.
- 3. Por presión.
- 4. Capacitivos.
- 5. Métodos ultrasónicos.
- 6. Métodos de radiación.
- 7. Por vibración.

#### s.PROGRAMA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Práctica 1. Osciloscopios HM 604 y HM 1004 (I). Multímetros digitales HM 8011-3 y Promax MD 100: Temporizador 555 en modo astable (medidas de parámetros de la señal).

Elementos del osciloscopio. Calibración de sondas. Medidas de magnitudes: tensiones, frecuencias, períodos. Tiempo de subida. Medidas en osciloscopios y multímetros de valores eficaces y de pico de ondas sinusoidales, cuadrada y triangular. Generador de funciones. Supuesto práctico: Temporizador 555 en modo astable; medida de parámetros de la señal generada.

Práctica 2. Osciloscopios HM 604 y HM 1004 (II). Medidor de impedancias HM 8018: Resonancia serie y paralelo.

Desfases: función X-Y, comparación y medida de fases (figuras o curvas de Lissajous). Prácticas desfases condensador y bobina. Parámetros adicionales para el estudio de componentes pasivos: factor de calidad Q, factor de disipación D. Determinación de la frecuencia de resonancia (o valores de L y/o C) de circuitos serie y paralelo.

Práctica 3. Osciloscopios HM 604 y HM 1004 (III): Tests de componentes. Modulación en frecuencia.

Circuito de disparo y deflexión de tiempo. Disparo de señales de vídeo. Funcionamiento del ajuste variable de tiempo HOLD-OFF. Barrido retardable/disparo AFTER/DELAY. Varios: salida diente de sierra, salida Y. Frecuencímetro: medidas de frecuencias, períodos y eventos. Test de componentes. Medida de una modulación de amplitud.

Práctica 4. Osciloscopio digital HM 408: Tiempo de rebote de un relé y modulación en frecuencia II.

Osciloscopios digitales. Funciones y circuitos A/D y D/A. Prácticas: tiempo de rebote de los contactos de un relé y captura de señales moduladas en frecuencia de difícil sincronización.

Práctica 5. Osciloscopios con doble base de tiempos .Osciloscopio HM 1004 (IV): Multivibrador astable integrado. Determinación de la frecuencia de trabajo y medidas de parámetros de la señal ayudados de la doble base de tiempos.

Elementos del osciloscopio (IV).Osciloscopios con doble base de tiempo. Medidas de comparación de fases en el modo hold off. Ampliación de transitorios de señales y zonas de difícil visualización ayudados de la 2ª base de tiempos. Funciones y circuitos. Determinación práctica: 1.- Frecuencia de trabajo de un reloj (multivibrador astable integrado). 2.- Formas de ondas que intervienen en el circuito.

Práctica 6. Frecuencímetro/Contador de pulsos HM 8021-3: Contador activado por monostable. Medición de frecuencias. Medición de períodos. Medición de intervalos de tiempo y anchuras de pulsos. Totalizador (contador de eventos). Montaje experimental: un circuito temporizador 555 controla una lógica combinatorial que proporciona la cuenta del totalizador.

Práctica 7. Generador de impulsos HM 8035.



Ajuste de frecuencia. Ajuste de la duración del impulso. Señales simétricas. Disparo por impulso único. Toma de señales de salida. Señales complementarias. Entrada de señal de sincronismo. Control del tiempo de subida y bajada. Medición del sobreimpulso.

Práctica 8. El analizador lógico: Cronogramas de un contador asíncrono.

Analizador lógico. Funciones y circuitos. Práctica: circuito digital, objetivos, aplicación de medida simultánea.

Práctica 9. Amplificador de instrumentación: Simulación del circuito integrado. El amplificador de instrumentación AD 623.

Características y funcionamiento en A/D.

Práctica 10. Diseño y simulación de convertidores A/D y D/A mediante PSPICE y Electronics-Workbench.

Esquemas internos de convertidores A/D y D/A. Simulaciones con Electronics Workbench y mediciones reales en entrenador de prototipos.

Práctica 11. Galgas extensiométricas.

Objetivo principal: Determinación del módulo de elasticidad de un acero mediante extensimetría óhmica. Descripción del equipo (amplificador multi-modular y puente de Wheatstone). Calibración por emulación de carga. Procedimiento experimental.

Práctica 12. Transductores industriales de presencia y posicionamiento.

Estudio de transductores fotoeléctricos (acoplamiento de fibras ópticas), inductivos y capacitivos para la detección de presencia y medida de posicionamientos. Medidores de nivel. Sensores namures. Transductores de dos, tres y cuatro hilos.

Práctica 13. Equipo de adquisición de datos de transductores.

Descripción de la consola de adquisición de datos (data logger). Modos de funcionamiento. Programa informático de gestión e interpretación de los datos. Supuestos prácticos.

Práctica 14. Transductor de temperatura ambiental.

Descripción y características del transductor (rangos y velocidad de respuesta). Conexión al equipo de adquisición de datos. Calibración por programación. Interpretación de resultados. Algunas aplicaciones (liberación de energía, curvas de enfriamiento, leyes de los gases).

Práctica 15. Transductor de presión atmosférica (sensor barométrico).

Descripción y características del transductor (rangos y velocidad de respuesta). Conexión al equipo de adquisición de datos. Calibración por programación. Interpretación de resultados.

Práctica 16. Transductor de infrarrojos.

Descripción y características del transductor (rangos y velocidad de respuesta). Conexión al

equipo de adquisición de datos. Calibración por programación. Supresión de la radiación de fondo. Interpretación de resultados.

Práctica 17. Transductor de pulsos (sensor biomédico).

Descripción y características del transductor (rangos y velocidad de respuesta). Conexión al equipo de adquisición de datos. Calibración por programación. Interpretación de resultados. Medición del pulso.

Práctica 18. Transductor de campo magnético.

Descripción y características del transductor (rangos y velocidad de respuesta). Conexión al equipo de adquisición de datos. Calibración por programación. Interpretación de resultados. Medición del campo magnético en el interior de un solenoide.

Práctica 19. Instrumentación virtual y programable IEEE 488-2. Micro-controladores.

Diseño y programación de instrumentos virtuales. Herramientas.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

### Criterios generales de evaluación

Se detallará el sistema previsto para la evaluación de la adquisición de las competencias.

- Evaluación de las clases de laboratorio: A partir de los resultados aportados (documentación, informes, memorias, diseños, etc.), tras las sesiones prácticas que así lo requieran o asistencia en los casos de difícil evaluación por otro método. Se valorará no sólo la corrección de los resultados, sino otros detalles que permitan la evaluación de competencias transversales, como las exposiciones de los trabajos o ampliaciones de los mismos.
- En el examen final o cualquier otra prueba individual que se estime (controles) se valorará, además del acierto esperado a las cuestiones, la exposición, expresión y capacidad de síntesis de los conceptos. Igualmente se consideraran positivamente las soluciones novedosas y originales que en ese momento aporte el alumno a la resolución, siempre y cuando dichos métodos sean coherentes desde el punto de vista científico-técnico y conlleven a soluciones acertadas o similares respecto a los métodos expuestos en las clases.

Por lo tanto, son elementos del sistema de evaluación los siguientes (algunos se expandirán en el siguiente apartado):

- a) Ejercicios de autoevaluación: imbricados en los temas de la asignatura.
- b) Informes de trabajos grupales: resultados de prácticas de laboratorio.
- c) Presentaciones de trabajos grupales.
- d) Discusiones y coloquios en el aula: como consecuencia del proceso enseñanza/aprendizaje, sobre todo al enseñar con el simulador electrónico y ver in situ el progreso del alumno.
- e) Informes o resultados de experimentos: prácticas de laboratorio individuales de cada alumno.
- f) Exámenes escritos u orales: su confección se expone en el siguiente apartado.
- g) Presentación de resolución de casos: en el examen de prácticas de laboratorio, cada alumno debe resolver un supuesto concreto práctico, un caso real de una situación de medida.
- h) Conferencias y seminarios: que pueden resultar de interés para los alumnos, y que con frecuencia programamos en coordinación con empresas con las que habitualmente trabajamos, como Instrumentos de Medida, S.L. (Madrid), o Agilent Technologies, que nos mandan mucha información sobre seminarios que ellos imparten, y sobre los cuales luego premiamos la asistencia del alumno y valoramos su aprendizaje.
- i) Otros: como la exposición opcional de algún supuesto práctico curioso de ampliación que los alumnos hayan localizado o profundizado en él.

A continuación se exponen los temas de contenidos divididos en tres unidades didácticas:

UNIDAD DIDÁCTICA 1. INSTRUMENTOS ELECTRÓNICOS DE MEDIDA: CARACTERÍSTICAS, TIPOS Y CRITERIOS DE SELECCIÓN (T1-T7).

UNIDAD DIDÁCTICA 2. ADQUISICIÓN DE SEÑALES (T8-T10).

UNIDAD DIDÁCTICA 3. SENSORES Y TRANSDUCTORES (T11-T18).

## Procedimiento de calificación

---

\* Evaluación continua:

La calificación final de la asignatura se realizará de manera distinta según cada actividad:

- Prácticas de laboratorio: 20% del total de la calificación, siendo obligatoria tanto la asistencia como la presentación de los informes o resultados exigidos de cada práctica.
- Examen final: 80% para completar una puntuación total de 10.0 junto a la calificación de laboratorio, con las siguientes consideraciones:
  - Controles optativos: Si se superan y, según el resultado de cada prueba, supondrán una calificación de hasta un 10% (1 pto.) a sumar a la nota del examen final, con un máximo de 8.0 ptos, en cuyo caso, de superarse y según condiciones administrativas, recomendarían

calificaciones con mención.

- Trabajos individuales o en grupos: pactados previamente en cuanto a temática y objetivos, modularán positivamente la nota del examen final hasta 8.0 siempre y cuando aporten sobradamente los resultados esperados. Igualmente, y en función de cada caso en particular y reglamentación administrativa, justificarían calificaciones con mención.

\* Evaluación global:

A esta prueba podrá acogerse los alumnos que no hayan realizado la evaluación continua de la asignatura, alumnos procedentes de otras titulaciones o, en general, cualquier alumno matriculado de la asignatura que no cumpla los requisitos para la evaluación continua de la misma (Reglamento General de la UCA sobre Pruebas Globales). La calificación final dependerá de dos partes con distinto peso cada uno, a saber:

Examen práctico (Peso 75%): Evaluación mediante el desarrollo de una sesión de medida de los siguientes supuestos:

1.- Instrumentos electrónicos interconectados mediante diferentes protocolos industriales comunmente aceptados en el ámbito industrial internacional. Deberá interconectar en serie y en paralelo al menos tres instrumentos de medida, enviando cadenas de comandos de al menos cinco campos de los descritos en el manual de programación del fabricante que también podrá encontrar en la web. Deberá mandar en total 100 comandos.

2.- Manejo del osciloscopio en diferentes supuestos prácticos.

3.- Manejo del frecuencímetro en diferentes supuestos prácticos.

Los resultados se presentarán en una memoria pdf con imágenes no inferior en longitud a 100 páginas con interlineado sencillo y letra times new roman tamaño 10.

Examen teórico (Peso 25%): Evaluación mediante examen sobre aspectos teóricos y prácticos incluyendo la resolución de problemas.

La nota final en el procedimiento de evaluación continua será:

$$\text{Calificación final} = A + B$$

si, y sólo si, la calificación tanto del examen práctico como del teórico es superior a 4 sobre 10. En caso contrario, la calificación final será la nota de dicho examen final.

## Procedimientos de evaluación

Tarea/Actividades	Medios, técnicas e instrumentos
Examen final práctico.	Evaluación continua de la actividad desarrollada en las clases experimentales, a partir de los resultados que de cada práctica aporte el alumno. Examen de prácticas de laboratorio individual sobre un supuesto práctico de medida sobre circuitos electrónicos analógicos y/o digitales.

Tarea/Actividades	Medios, técnicas e instrumentos
<p>Examen final teórico.</p>	<p>Prueba escrita que puede contemplar, según cada caso, la exposición sucinta de conceptos teóricos o explicaciones desarrolladas acerca de los contenidos impartidos por esta asignatura.</p> <p>Incluye cuestiones numéricas básicas sobre características estáticas y dinámicas de los equipos de test y medida, incluyendo los sensores y transductores.</p> <p>El examen también incluye programación de rutinas cortas en IEEE-488 (GPIB), y programación de micro-controladores. Esto último se ha venido realizando con micro-controladores PIC y, desde 2010 con ARDUINO, especialmente gracias al proyecto de innovación: Instrumentos electrónicos de medida micro-controlados, virtuales y distribuidos y circuitos electrónicos. Aplicaciones en la formación en tecnologías industriales: PI1_12_001. Estas experiencias pueden ser ampliadas fuera de las horas presenciales, con el fin de adquirir cotas operativas superiores en los prototipos montados por los alumnos. En este caso la calificación será mejor considerada.</p> <p>Para el apartado de problemas, se solicitará la resolución numérica de ejercicios, situaciones concretas acerca de circuitos y/o componentes, casos prácticos o diseños específicos, que en cualquier caso se adecuarán a las competencias adquiridas hasta este momento.</p> <p>En resumen, se podrán distinguir en este examen los siguientes tres elementos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Preguntas de teoría: Incluyen definiciones, pequeñas demostraciones, test y clasificaciones.</li> <li>2.- Cuestiones experimentales: Relativas a la operación de los instrumentos de banco, pretenden que el alumno suplante al instrumento dibujando las señales que deberían representar o los datos que debería mostrar bajo ciertas condiciones de ajuste o set up proporcionadas en el enunciado del problema y que corresponden a ajustes reales de los paneles de los instrumentos.</li> <li>3.- Problemas: Incluyen circuitos electrónicos de equipos de instrumentación, acondicionamiento de señal y sensores y transductores y, en general, circuitos de procesado de señal.</li> </ol>
<p>Trabajos en grupo.</p>	<p>Según las condiciones y objetivos prefijados y exigidos en función de la temática sobre la que se desarrolla dicho trabajo, contemplando además la posibilidad de evaluar competencias transversales además de las competencias propias de la asignatura.</p>

Tarea/Actividades	Medios, técnicas e instrumentos
-------------------	---------------------------------

## PROFESORADO

Profesorado	Categoría	Coordinador
SIERRA FERNANDEZ, JOSE MARIA	PROFESOR AYUDANTE DOCTOR	Sí

## ACTIVIDADES FORMATIVAS

Actividad	Horas	Detalle
01 Teoría	30	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Modalidad organizativa: clases teóricas.</li> <li>-Métodos de enseñanza-aprendizaje: método expositivo/lección magistral. En el contexto de esta modalidad organizativa y mediante el método de enseñanza-aprendizaje indicado se impartirán las unidades teóricas correspondientes a los contenidos de la asignatura.</li> <li>- Desarrollo conceptual del programa tomando como referencia las prácticas de Laboratorio.</li> </ul>

Actividad	Horas	Detalle
04 Prácticas de taller/laboratorio	18	<p>Realización de prácticas en el laboratorio de Electrónica sobre las que pivotará el desarrollo teórico del programa.</p> <p>-Modalidad organizativa:</p> <p>1.- Clases prácticas.</p> <p>- Método de enseñanza-aprendizaje: resolución de problemas y casos prácticos de diseño de circuitos, utilizando en su caso diferentes técnicas para conseguir los mejores resultados prácticos.</p> <p>En general, estos resultados estarán inter-relacionados con las prácticas de laboratorio, constituyendo el trabajo de documentación previo a las experiencias.</p> <p>2.- Prácticas de laboratorio.</p> <p>- Método de enseñanza-aprendizaje: estudio de casos y montaje de circuitos y/o simulación por ordenador. La actividad estará orientada a pequeños grupos con el material e instrumentación adecuados y secuenciada mediante un guión conocido a priori. Según cada tipo de experiencia, puede requerirse que el alumno trabaje aportando una serie de resultados previos antes de la realización de la experiencia para proceder a su comprobación, o, -en otros casos.- confección de un análisis posterior en función de los resultados instrumentales obtenidos de la experimentación. Dichos resultados y sus conclusiones formarán parte de la evaluación continua del alumnado en esta actividad de tipo práctico.</p>
08 Teórico-Práctica	12	Resolución de problemas y casos prácticos utilizando en su caso diferentes técnicas para conseguir los mejores resultados prácticos.



Actividad	Horas	Detalle
10 Actividades formativas no presenciales	82	Estudio individual y trabajo autónomo sobre los contenidos de la asignatura.
11 Actividades formativas de tutorías	4	Atención personal (sin exclusión de la posibilidad de atención a grupos en situaciones puntuales) al alumno con el fin de asesorarlo sobre los distintos aspectos relativos al desarrollo de la asignatura.
12 Actividades de evaluación	4	Examen final (ver Procedimiento de Evaluación). - En esta actividad formativa se puede contemplar la realización de controles optativos si así lo requiriesen los contenidos. Se realizará asimismo un examen de prácticas de laboratorio.

## BIBLIOGRAFÍA

### Bibliografía básica

**GONZÁLEZ DE LA ROSA, J.J.**. Circuitos electrónicos con amplificadores operacionales: Problemas, Fundamentos Teóricos y Técnicas de Identificación y Análisis. Marcombo, Boixareu Editores. Barcelona, 2001.

**GONZÁLEZ DE LA ROSA, J.J., MORENO MUÑOZ, A.**. Circuitos Electrónicos con Amplificadores Operacionales: teoría y problemas; Servicio de Publicaciones de la UCA, 2009.

**GONZÁLEZ DE LA ROSA, J.J. et al.**. Circuitos Electrónicos Aplicados. Simulación con PSPICE – libro electrónico. Servicio de Publicaciones de la UCA, 2000.

**GONZÁLEZ DE LA ROSA, J.J. et al.**. Procesos de Ruido Interno en los Circuitos Electrónicos. Técnicas de Computación de la Estabilidad de la Frecuencia. Servicio de Publicaciones de la UCA, 2005.

GONZÁLEZ DE LA ROSA, J.J., LIÑÁN, M. y MARTÍN, S. . Metodología de Formación Basada en la Incorporación de la Instrumentación Virtual Aplicada a la Enseñanza de la Distorsión Armónica. Actas del IV Congreso Internacional TAE (Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica). Bellaterra-Barcelona, septiembre de 2000.

**GONZÁLEZ DE LA ROSA, J.J., LIÑÁN, M. y MARTÍN, S.** Sistema para el estudio de la acción conjunta de diversos tipos de ruido sobre la estabilidad de osciladores de precisión en sistemas electrónicos. Actas del VII Congreso Internacional de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica. TAE-2006 (Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica). Universidad Politécnica de Madrid, 12-14 Junio de 2006, pp.1-10.

GONZÁLEZ DE LA ROSA, J.J., et al. . Frecuencímetro Virtual de Precisión Máxima Automática. Diseño y Ancho de Banda. Mundo Electrónico, Apartado de Instrumentación, Abril 2002, Barcelona, pp. 48-52.

GONZÁLEZ DE LA ROSA, J.J., et al.. Analizador de Componentes independientes. Aplicación a la Separación de Canales. Mundo Electrónico, Apartado de Instrumentación, Febrero 2003, Barcelona, pp. 46-48.

GONZÁLEZ DE LA ROSA, J.J., et al. . Calibración en Frecuencia con Receptor GPS. Mundo Electrónico, Apartado de Instrumentación, Octubre 2004, Barcelona, pp. 54-60.

**GONZÁLEZ DE LA ROSA, J.J., et al.** Instrumento Virtual para la Calibración Trazable de Procesos de Ruido en Osciladores Electrónicos. Mundo Electrónico, Apartado de Instrumentación, Abril 2005, Barcelona, pp. 54-60.

GONZÁLEZ DE LA ROSA, J.J., et al. . 2 Proyectos de Innovación Docente Financiados por la Universidad de Cádiz.

Memorias descriptivas y materiales elaborados para los alumnos. Circuitos electrónicos y micro-controladores, 2006 y 2011.

**MORENO MUÑOZ, A., GONZÁLEZ DE LA ROSA, J.J. et al.** . Alimentación de Cargas Críticas: calidad del suministro eléctrico. Libro electrónico. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba, 2010.

**ROSADO, L., GONZÁLEZ DE LA ROSA, J.J y COLABORADORES.** . Didáctica de la Física y sus Nuevas Tendencias. Julio de 1997 y 1998, septiembre de 1999, 2000 y 2001. UNED. Madrid.

**GONZÁLEZ DE LA ROSA, J.J.** . Ejercicios de Simulación Electrónica con PSPICE y Electronics Workbench. Libro electrónico. Escuela Universitaria Politécnica de Algeciras de la Universidad de Cádiz. ISBN: 84-8498-730-2; 36 pags, 1997.

**COOPER, W.D. y HELFRICK, A.D.** . *Instrumentación Electrónica Moderna y Técnicas de Medición*. Prentice-Hall Hispanoamericana, 1991.

**COUGHLIN, R. y DRISCOLL, F.** . *Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Lineales*. 4ª Edición. Prentice-Hall Hispanoamericana. México, 1993.

**KEITHLEY INSTRUMENTS INC.** . *IEEE-488 Interface Boards. User's Manual*. Cleveland, Ohio, EE.UU, 2002.

## Bibliografía específica

---

**NORTON, H.N.**. *Handbook of Transducers*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1987.

**PALLÁS ARENY, R.**. *Instrumentación Electrónica Básica*. Marcombo, Boixareu Editores, 1987.

**PALLÁS, R.**. *Adquisición y Distribución de Señales*. Marcombo. Boixareu Editores. Barcelona, 1993.

**PALLÁS ARENY, R.**. *Transductores y Acondicionadores de Señal*. Marcombo, Boixareu Editores, 1989.

**TEKTRONIX.**. *Manuales de usuario del osciloscopio TDS 210 y módulos de extensión, 2001*.

**WOLF, S. & SMITH, R.F.M.**. *Guía para Mediciones Electrónicas y Prácticas de Laboratorio*. Prentice Hall Hispanoamericana S.A. México, Englewood Cliffs, 1992.

## Bibliografía ampliación

---

**CREUS, A.** *Instrumentación Industrial*. Marcombo, Boixareu Editores, 1995.

**MANDADO, E., MARIÑO, P. Y LAGO, A.** *Instrumentación Electrónica*. Marcombo, Boixareu Editores, 1995.

**PALLÁS ARENY, R. et al.** *Sensores y Acondicionadores de Señal. Prácticas*. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona, 1995.

**PEPPERL+FUCHS, HAMEG**, *Documentación Técnica de Equipos de Laboratorio*.

**HAMBLEY, A.R.H.** *Electrónica* ", (2ª ed.), Prentice Hall, 2001.

**BOYLESTAD R.L. Y LOUIS NASHESKY** . *Electrónica: Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos (10ª ed.)* . Pearson Educación, 2009.

**FLOYD, T.L.** *Fundamentos de sistemas digitales* (9ªed.). Prentice Hall, 2008.

**PLEITE GUERRA, J.** *Electrónica Analógica para Ingenieros*, McGraw Hill, 2009.

**PINDADO, R.** *Electrónica Analógica Integrada*, Marcombo S.A, 1997.

**SAVANT, C. J. (JR.), RODEN, MARTIN, S., CARPENTER, G.L.** . *Diseño Electrónico* (3ª ed.), Addison Wesley, 2000.

**MALONEY, T.J.** *Electrónica industrial moderna* (3ª ed.) Prentice Hall, 2006.

**SEDRA**. *Circuitos Microelectrónicos* (5ª ed.), McGraw Hill, 2006.

## COMENTARIOS

---

Esta ficha 1B está sujeta a modificación constante en función de la coordinación docente y el avance tecnológico.

## MECANISMOS DE CONTROL

---

- Autocrítica.
- Opiniones egresados.
- Opiniones empresas especializadas nacionales e internacionales.
- Opiniones profesores/investigadores de reconocido prestigio.
- Encuestas de los alumnos.

---

El presente documento es propiedad de la Universidad de Cádiz y forma parte de su Sistema de Gestión de Calidad Docente.

En aplicación de la Ley 3/2007, de 22 de marzo, para la igualdad efectiva de mujeres y hombres, así como la Ley 12/2007, de 26 de noviembre, para la promoción de la igualdad de género en Andalucía, toda alusión a personas o colectivos incluida en este documento estará haciendo referencia al género gramatical neutro, incluyendo por lo tanto la posibilidad de referirse tanto a mujeres como a hombres.

---