

Asignatura: **Electrónica Digital 2**

Código: 10-04071

RTF

10

Semestre: Cuarto (IE, ICOM); Sexto (IB)

Carga Horaria

96

Bloque: Tecnologías Aplicadas

Horas de Práctica

32

Departamento: Electrónica

Correlativas:

- Electrónica Digital 1

Contenido Sintético:

- Arquitectura de Procesadores.
- Conjunto de Instrucciones.
- Programación.
- Técnicas de Direccionamiento.
- Entorno de Desarrollo.
- Control y Sincronización.
- Periféricos.
- Conectividad.
- Dispositivos Lógicos Programables.

Competencias Genéricas:

- CG2: Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
- CG6: Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
- CG9: Aprender en forma continua y autónoma.

Aprobado por HCD:

RES: Fecha:

Competencias Específicas:

### **Ingeniería Electrónica**

CE1.1: Diseñar, proyectar y calcular sistemas, equipos y dispositivos de generación, transmisión y/o procesamiento de campos y señales analógicos y digitales; circuitos integrados; hardware de cómputo de propósito general y/o específico y el software a él asociado; hardware y software de sistemas embebidos y dispositivos lógicos programables; sistemas de automatización y control; sistemas de procesamiento y de comunicación de datos y sistemas irradiantes, para brindar soluciones óptimas de acuerdo a las condiciones técnicas, legales, económicas, humanas y ambientales.

CE1.3.2: Conocer el funcionamiento, características, criterios de selección, modelos y utilización de los principales dispositivos electrónicos, activos y pasivos, a emplear en Ingeniería Electrónica.

CE1.3.3: Conocer las técnicas básicas de armado y fabricación de componentes, prototipos y equipos electrónicos.

CE1.4.1: Analizar, diseñar, sintetizar, simular, construir y probar circuitos y sistemas digitales para cualquier aplicación.

CE1.4.3: Analizar, diseñar, programar, implementar, probar, depurar y evaluar hardware y software para sistemas de computación de propósitos específicos.

CE1.4.5: Analizar, diseñar, implementar y probar sistemas embebidos y su software asociado.

CE1.4.6: Analizar, diseñar, programar, implementar, probar, depurar y evaluar sistemas de procesamiento de datos (hardware/software).

CE1.4.7: Analizar, diseñar, programar, implementar y evaluar soluciones basadas en lógicas programables, microcontroladores y microprocesadores.

### **Ingeniería Biomédica**

CE8.B1: Conocer el funcionamiento, características, criterios de selección y modelización de los dispositivos eléctricos y electrónicos principales a emplear en Ingeniería Biomédica.

CE8.B3: Realizar el análisis y procesamiento de señales en tiempo continuo y tiempo discreto.

### **Ingeniería en Computación**

CE2.4: Analizar, modelar, diseñar, desarrollar y probar circuitos electrónicos digitales

CE4.1: Analizar, diseñar, sintetizar, simular, construir y probar circuitos y sistemas digitales para cualquier aplicación.

CE4.3: Analizar, diseñar, programar, implementar, probar, depurar y evaluar hardware y software para sistemas de computación de propósitos específicos.

CE4.5: Analizar, diseñar, implementar y probar sistemas embebidos y su software asociado.

CE4.6: Analizar, diseñar, programar, implementar, probar, depurar y evaluar sistemas de procesamiento de datos (hardware/software).

CE4.7: Analizar, diseñar, programar, implementar y evaluar soluciones basadas en lógicas programables, microcontroladores y microprocesadores.

CE7.2.2 Sintetizar, diseñar, desarrollar y analizar programas lenguajes de programación de bajo nivel, como C y C++.

CE7.2.3 Seleccionar y utilizar entornos de desarrollo integrados (IDE) y herramientas de depuración específicas para este tipo de sistemas.

CE7.2.4 Conocer y analizar la arquitectura interna de los sistemas embebidos, incluyendo microcontroladores, microprocesadores y sistemas en chip (SoC).

## Presentación

La materia Electrónica Digital 2 se dicta en el cuarto semestre (segundo año) para las carreras Ingeniería Electrónica e Ingeniería en Computación, y en el sexto semestre (tercer año) para la carrera Ingeniería Biomédica.

Aborda el estudio y aplicación de sistemas digitales basados en microprocesadores, microcontroladores y dispositivos programables, poniendo foco en el análisis, diseño, prueba, depuración, medición y evaluación de los mismos, a la vez que incluye prácticas de armado y manejo de herramientas de desarrollo.

A lo largo del curso los estudiantes exploran los componentes esenciales de sistemas digitales y desarrollan competencias para analizar, diseñar, construir, medir y evaluar circuitos electrónicos basados en microprocesadores, y también para diseñar, programar y depurar hardware y software de sistemas embebidos.

Se estudia la arquitectura de microprocesadores, el diseño de circuitos digitales, la programación de sistemas embebidos y la resolución de problemas relacionados con la interacción entre hardware y software. La materia brinda a los estudiantes las herramientas necesarias para trabajar en el emocionante campo de la electrónica digital y prepara a los futuros ingenieros para enfrentar los desafíos de la era digital.

El conjunto de saberes y prácticas desarrollados durante el cursado de la asignatura da a los estudiantes la posibilidad de aprender en forma autónoma el trabajo con cualquier dispositivo similar que puedan abordar en materias posteriores, o bien en su desempeño profesional.

## Contenidos

### ARQUITECTURA DE PROCESADORES

Introducción a la arquitectura de procesadores: conceptos básicos, arquitectura de procesadores en la computación. Distintas arquitecturas. Unidades funcionales: unidades de ejecución en un procesador, Unidad Aritmética Lógica (ALU), unidad de control. Pipeline de instrucciones: funcionamiento del pipeline de instrucciones en un procesador, mejoramiento de eficiencia de la ejecución. Jerarquía de memoria, caché, RAM, memoria virtual. Arquitecturas Complex Instruction Set Computer (CISC) y Reduced Instruction Set Computer (RISC). Multinúcleos y paralelismo: procesadores multinúcleo y técnicas de paralelismo en arquitectura de procesadores. Sistemas embebidos: definición, características y aplicaciones.

### CONJUNTO DE INSTRUCCIONES

Tipos de instrucciones: Clasificación de las instrucciones en arquitectura de procesadores (carga, almacenamiento, aritméticas, de control). Formatos de instrucciones. Modos de direccionamiento (inmediato, directo, indirecto y relativo). Instrucciones de salto y bifurcación, su función en el flujo del programa. Instrucciones especiales.

### PROGRAMACIÓN

Lenguajes de programación. Programación en ensamblador. Programación de bajo nivel vs. alto nivel, comparación. Depuración y optimización. Desarrollo de software embebido. Consideraciones específicas para el desarrollo de software embebido en sistemas con recursos limitados. Programación paralela: Conceptos básicos y maximización del rendimiento del hardware.

## TÉCNICAS DE DIRECCIONAMIENTO

Direccionamiento absoluto. Direccionamiento relativo. Direccionamiento indirecto. Direccionamiento inmediato. Direccionamiento indexado. Direccionamiento por registro.

## ENTORNO DE DESARROLLO

Herramientas de desarrollo: ensambladores, compiladores, depuradores, entornos, simuladores, emuladores. Entorno de simulación: depuración de programas de sistemas embebidos. Emuladores de procesadores. Entorno de desarrollo integrado (IDE), configuración. Herramientas de análisis de rendimiento de código.

## CONTROL Y SINCRONIZACIÓN

Flujo de control: bucles, condicionales y saltos. Interrupciones, manejo de interrupciones y rutinas de servicio de interrupciones (ISR). Temporización y relojes. Sincronización de procesos. Gestión de recursos compartidos en sistemas multitarea. Barreras de sincronización. Control de errores y excepciones.

## PERIFÉRICOS

Definición de periféricos y sus funciones. Interacción con la CPU. Tipos de periféricos (entrada, salida, almacenamiento, etc.). Interfaces de periféricos (USB, HDMI, SATA, etc.). Controladores de periféricos. Mapeo de periféricos en direcciones de memoria. Comunicación serie y paralela, diferencias, ventajas y desventajas. Principales tecnologías de comunicaciones serie y paralelo.

## CONECTIVIDAD

Fundamentos de redes de comunicaciones de datos (LAN, WAN, Internet). Protocolos de comunicación (TCP/IP, HTTP, FTP, etc.) Topologías de redes (estrella, bus, anillo, malla). Redes inalámbricas. Conectividad de dispositivos. Fundamentos de seguridad en redes (firewall, VPN, medidas de protección de datos). Internet de las cosas (IoT).

## DISPOSITIVOS LÓGICOS PROGRAMABLES

Introducción a los Dispositivos Lógicos Programables (PLD) y su utilidad en la electrónica digital. Matrices de Compuertas Programables en Campo (FPGA). Comparación entre PLD y FPGA, aplicaciones. Lenguajes de Descripción de Hardware (HDL): VHDL, Verilog. Diseño y síntesis en PLDs. Implementación de funciones lógicas en PLDs. Programación de dispositivos.

## Metodología

Los fundamentos y conceptos teóricos se comparten a través de exposiciones dialogadas del docente orientadas a desarrollar en los estudiantes la capacidad de analizar, diseñar e implementar circuitos y sistemas utilizados en la Electrónica Digital.

Durante el desarrollo de los Trabajos Prácticos se realizan actividades que le permiten al estudiante poner en práctica las habilidades y verificar los criterios de diseño, así como la realización de actividades de proyecto, diseño, construcción y puesta a punto. Siempre estimulando el autoaprendizaje, con la permanente guía del docente.

Por otra parte, en las clases de laboratorio el alumno verifica, a través de simulaciones, el software desarrollado utilizando herramientas de simulación.

El desarrollo del curso se realiza en base a alguno de los microprocesadores de actualidad, de acuerdo al estado del arte, y seleccionado especialmente para fines didácticos. En las

primeras semanas se trabaja en el diseño del sistema electrónico basado en este procesador, y el resto del semestre se continúa trabajando sobre esta plataforma.

Asociado con este desarrollo se establecen los primeros diseños (como resolución problemas de aula) de las distintas partes que lo componen, y utilizando este sistema digital como "pivote" se introducen microcontroladores integrados, su programación y la utilización de herramientas de simulación para la depuración del software.

También se promueve intensamente la interacción entre los/las estudiantes, incluyendo el trabajo colaborativo y en grupos.

#### Clases Teóricas:

- En las Clases Teóricas se introduce al estudiante en la arquitectura y funcionamiento de los microprocesadores.
- Se desarrolla un microprocesador didáctico elemental propio de cada curso, utilizando y aplicando los circuitos digitales básicos estudiados.
- En la primera parte se introducen todos los temas principales de la materia.
- La materia avanza en forma "espiral", es decir, cada tema se vuelve a ver una y otra vez con mayor profundidad y detalle cada vez.
- A cada elemento nuevo teórico le corresponde una parte práctica.

#### Clases Prácticas:

- Resolución de problemas
- Desarrollo de rutinas de software con utilización intensiva de ensambladores y simuladores.
- Diseño, construcción, puesta a punto, demostración de funcionamiento e informe final de proyectos individuales y proyectos grupales de dos o tres alumnos.
- Todos los proyectos son distintos, pero tienen una base común de requisitos que satisfacen y aseguran los conocimientos mínimos necesarios.

#### Proyectos

- Diseño del circuito asociado al proyecto
- Construcción
- Desarrollo del software de ensayo y verificación del hardware
- Desarrollo del software del proyecto
- Depuración
- Pruebas finales de funcionamiento
- Redacción de un Informe de todo lo realizado

## Evaluación

La evaluación del desarrollo de las competencias se lleva a cabo a través de una combinación de exámenes escritos, trabajos prácticos y proyectos. Los exámenes evalúan la comprensión de los estudiantes sobre los principios fundamentales, la arquitectura de microprocesadores y el diseño de circuitos digitales, es decir, se evalúa el "saber conocer". Los trabajos prácticos permiten a los estudiantes aplicar sus conocimientos en la construcción y puesta a punto de sistemas digitales complejos y evaluar el "saber hacer". Los proyectos desafían a los estudiantes a diseñar y desarrollar soluciones completas

basadas en microprocesadores, demostrando su capacidad para integrar el hardware y el software de manera efectiva, tanto a nivel individual como grupal (equipos de trabajo), aquí se evalúa el “saber hacer” y “saber ser”, es decir, cómo se efectivizan esos proyectos. La evaluación continua, la retroalimentación constructiva y la participación activa en clase también son consideradas para medir el progreso y el logro de los objetivos de aprendizaje. Las evaluaciones se realizan mediante rúbrica diseñada para cada actividad.

## **Criterios de Evaluación y Puntuación**

### CATEGORÍA: Arquitectura de Procesadores

- Comprensión de Conceptos Fundamentales (Puntuación máxima: 20 puntos):

Evaluación del conocimiento básico sobre arquitectura de procesadores, incluyendo unidades funcionales, jerarquía de memoria, y tipos de arquitecturas (CISC, RISC).

- Dominio de Instrucciones (Puntuación máxima: 15 puntos):

Evaluación de la capacidad para explicar y clasificar diferentes tipos de instrucciones, así como comprender formatos y modos de direccionamiento.

- Habilidad de Programación (Puntuación máxima: 15 puntos):

Evaluación de la capacidad para escribir código en ensamblador y lenguajes de bajo nivel, además de depurar y optimizar programas.

### CATEGORÍA: Entorno de Desarrollo

- Uso de Herramientas de Desarrollo (Puntuación máxima: 15 puntos):

Evaluación de la competencia en el uso de herramientas de desarrollo, como ensambladores, compiladores, emuladores y entornos de simulación.

- Configuración del Entorno (Puntuación máxima: 10 puntos):

Evaluación de la habilidad para configurar un entorno de desarrollo adecuado y utilizar herramientas de análisis de rendimiento.

### CATEGORÍA: Control y Sincronización

- Gestión del Flujo de Control (Puntuación máxima: 15 puntos):

Evaluación de la comprensión y la aplicación de técnicas de flujo de control, incluyendo bucles, condicionales y manejo de excepciones.

- Manejo de Interrupciones (Puntuación máxima: 10 puntos):

Evaluación de la capacidad para gestionar interrupciones y desarrollar rutinas de servicio de interrupciones (ISR).

### CATEGORÍA: Periféricos y Conectividad

- Conocimiento de Periféricos (Puntuación máxima: 15 puntos):

Evaluación de la comprensión de los tipos de periféricos, interfaces y controladores de periféricos.

- Conectividad y Redes (Puntuación máxima: 15 puntos):

Evaluación de la familiaridad con conceptos de redes, protocolos de comunicación, seguridad en redes y IoT.

### CATEGORÍA: Dispositivos Lógicos Programables

- Dominio de PLDs (Puntuación máxima: 15 puntos):

Evaluación de la comprensión de conceptos de dispositivos lógicos programables, lenguajes HDL y diseño de circuitos.

- Programación de PLDs (Puntuación máxima: 10 puntos):

Evaluación de la capacidad para programar y cargar configuraciones en dispositivos lógicos programables.

## Condiciones de aprobación

### PROMOCIÓN DIRECTA

- Asistencia clases Teórico-Prácticas del 80%, como mínimo.
- Asistencia prácticos de laboratorio del 80%, como mínimo.
- Aprobación del 100 % de los trabajos prácticos.
- Aprobación del Trabajo Individual.
- Aprobación del Trabajo Grupal.
- Aprobación de tres instancias de evaluación escritas, con tema único y simultáneo a la totalidad de los inscriptos.
- Coloquio final integrador, dialogado (exceptuable para estudiantes cuyo promedio general sea igual o mayor a 7).

### REGULARIZACIÓN

- Asistencia clases Teórico-Prácticas del 80%, como mínimo.
- Asistencia prácticos de laboratorio del 80%, como mínimo.
- Aprobación del 100 % de los trabajos prácticos.
- Aprobación del Trabajo Individual.
- Aprobación del Trabajo Grupal.
- Aprobación de al menos una instancia de evaluación escrita, con tema único y simultáneo a la totalidad de los inscriptos.

## Actividades prácticas y de laboratorio

Se realizan problemas de aula y prácticos de laboratorio con diseños elementales.

En la parte final de la materia (últimas 7 semanas) se establece un Proyecto Individual de Laboratorio que los estudiantes deben planificar, diseñar, simular, construir, poner a punto, medir, evaluar e informar (redactar un informe), con asistencia continua del docente. Este proyecto debe contener como mínimo el manejo de interrupciones e interfaces como mini-teclado, display, control de interruptores, motores paso a paso, etc.

En la definición del Proyecto Individual de Laboratorio se tienen muy en cuenta los intereses particulares de cada alumno. Se trata de que el proyecto en cuestión, contenga los requisitos establecidos para el mismo por la cátedra.

Se desarrolla también un trabajo grupal donde se desarrollan habilidades para el trabajo en equipo.

## Resultados de aprendizaje

El desarrollo de las competencias se evalúa con los siguientes resultados de aprendizaje (indicadores de desempeño):

### **De las competencias genéricas:**

CG2: Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos):

- Concibe y planifica proyectos de ingeniería: Evaluación a través de proyectos donde los estudiantes deben concebir y planificar un proyecto de ingeniería, incluyendo objetivos, recursos y cronograma.
- Diseña y desarrolla soluciones técnicas: Evaluación de la capacidad de los estudiantes para diseñar y desarrollar soluciones técnicas en proyectos específicos.
- Evalúa y optimiza proyectos: Evaluación mediante análisis de proyectos donde se evalúa la capacidad de los estudiantes para evaluar y optimizar proyectos existentes.

CG6: Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo:

- Colabora y comunica eficazmente en equipos: Evaluación a través de proyectos grupales donde se evalúa la colaboración y comunicación efectiva entre los miembros del equipo.
- Resuelve conflictos y toma decisiones en equipo: Evaluación mediante estudios de casos donde los estudiantes deben resolver conflictos y tomar decisiones como equipo.
- Evalúa el desempeño del equipo y aporta a la mejora: Evaluación de la capacidad de los estudiantes para evaluar el desempeño del equipo y proponer mejoras en función de los resultados obtenidos.

CG9: Aprender en forma continua y autónoma:

- Busca y selecciona recursos de aprendizaje: Evaluación a través de investigaciones y presentaciones donde los estudiantes deben buscar y seleccionar recursos de aprendizaje relevantes.
- Planifica y gestiona su propio aprendizaje: Evaluación mediante la revisión de planes de aprendizaje individuales donde los estudiantes planifican y gestionan su propio aprendizaje.
- Aplica el aprendizaje en situaciones prácticas: Evaluación de la capacidad de los estudiantes para aplicar el aprendizaje adquirido en situaciones prácticas y proyectos específicos.

## **De las competencias específicas para Ingeniería Electrónica**

CE1.1: Diseñar, proyectar y calcular sistemas, equipos y dispositivos:

- Conoce las herramientas matemáticas y gráficas para el diseño de sistemas electrónicos: Evaluación a través de exámenes escritos con preguntas sobre herramientas matemáticas y gráficas utilizadas en el diseño.
- Explica y defiende decisiones de diseño: Evaluación mediante presentaciones orales donde los estudiantes deben explicar sus diseños y defender las decisiones tomadas.

CE1.3.2: Conocer el funcionamiento y características de dispositivos electrónicos:

- Demuestra conocimiento sobre dispositivos electrónicos y criterios de selección: Evaluación a través de exámenes escritos que evalúen el conocimiento de dispositivos electrónicos y su funcionamiento.
- Identifica y explica el uso de dispositivos electrónicos en circuitos específicos: Evaluación mediante pruebas prácticas donde los estudiantes deben identificar y explicar el uso de dispositivos en circuitos.

#### CE1.3.3: Conocer técnicas de armado y fabricación de componentes:

- Realiza armado y medición de circuitos siguiendo técnicas específicas: Evaluación a través de trabajos de laboratorio donde se califica la precisión y calidad del armado, puesta en marcha y medición de circuitos digitales.
- Cumple con criterios establecidos para la calidad y precisión: Evaluación de la calidad y precisión del armado y fabricación de componentes en base a criterios establecidos.

#### CE1.4.1: Analizar, diseñar y probar circuitos y sistemas digitales:

- Analiza, diseña y prueba circuitos digitales para aplicaciones específicas: Evaluación a través de trabajos prácticos y proyectos donde se evalúe la capacidad de analizar, diseñar y probar circuitos digitales.
- Comprende conceptos de diseño y análisis de circuitos digitales: Evaluación mediante exámenes escritos con preguntas sobre conceptos de diseño y análisis de circuitos digitales.

#### CE1.4.3: Analizar, diseñar e implementar sistemas embebidos:

- Analiza, diseña e implementa sistemas embebidos con microcontroladores o microprocesadores: Evaluación a través de trabajos prácticos y proyectos donde los estudiantes deben desarrollar sistemas embebidos.
- Evalúa la funcionalidad y eficiencia de sistemas embebidos: Evaluación de la funcionalidad y eficiencia de los sistemas embebidos desarrollados por los estudiantes.

#### CE4.5: Analizar, diseñar, implementar y probar sistemas embebidos y su software asociado:

- Analiza y diseña sistemas embebidos: Evaluación mediante proyectos donde los estudiantes deben analizar y diseñar sistemas embebidos.
- Implementa y prueba sistemas embebidos y su software: Evaluación de la capacidad de los estudiantes para implementar y probar sistemas embebidos y su software asociado.

#### CE1.4.6: Analizar, diseñar e implementar sistemas de procesamiento de datos:

- Analiza, diseña, implementa y evalúa sistemas de procesamiento de datos: Evaluación a través de proyectos donde los estudiantes deben desarrollar sistemas de procesamiento de datos.

- Demuestra el funcionamiento y eficiencia de sistemas de procesamiento de datos: Evaluación mediante presentaciones donde los estudiantes demuestran el funcionamiento y eficiencia de los sistemas desarrollados.

CE1.4.7: Analizar, diseñar e implementar soluciones basadas en lógicas programables:

- Analiza, diseña, programa e implementa soluciones con lógicas programables: Evaluación a través de pruebas prácticas donde los estudiantes deben desarrollar soluciones basadas en lógicas programables.
- Evalúa la funcionalidad y rendimiento de las soluciones implementadas: Evaluación de la funcionalidad y rendimiento de las soluciones implementadas por los estudiantes.

### **De las competencias específicas para Ingeniería Biomédica**

CE8.B1: Conocer el funcionamiento y características de dispositivos eléctricos y electrónicos en Ingeniería Biomédica:

- Demuestra conocimiento sobre dispositivos eléctricos y electrónicos utilizados en Ingeniería Biomédica: Evaluación a través de exámenes escritos sobre dispositivos en Ingeniería Biomédica.
- Aplica conocimientos en situaciones biomédicas: Evaluación mediante estudios de casos donde los estudiantes deben aplicar sus conocimientos en situaciones biomédicas.

CE8.B3: Realizar el análisis y procesamiento de señales en tiempo continuo y tiempo discreto:

- Realiza análisis y procesamiento de señales utilizando herramientas y técnicas específicas: Evaluación a través de trabajos de laboratorio donde se califica la precisión y eficiencia del análisis y procesamiento de señales.
- Demuestra la precisión y eficiencia en el análisis y procesamiento de señales: Evaluación de la precisión y eficiencia en base a criterios específicos.

### **De las competencias específicas para Ingeniería en Computación**

CE2.4: Analizar, modelar, diseñar, desarrollar y probar circuitos electrónicos digitales

CE4.1: Analizar, diseñar, sintetizar, simular, construir y probar circuitos y sistemas digitales para cualquier aplicación:

- Analiza y diseña circuitos digitales: Evaluación a través de proyectos donde los estudiantes deben analizar y diseñar circuitos digitales para aplicaciones específicas.
- Construye y prueba circuitos digitales: Evaluación de la capacidad de los estudiantes para construir y probar circuitos digitales en laboratorio.

CE4.3: Analizar, diseñar, programar, implementar, probar, depurar y evaluar hardware y software para sistemas de computación de propósitos específicos:

- Analiza, diseña, programa e implementa sistemas de computación específicos: Evaluación a través de proyectos donde los estudiantes deben analizar, diseñar, programar e implementar sistemas de computación para propósitos específicos.
- Prueba, depura y evalúa sistemas de computación: Evaluación de la capacidad de los estudiantes para probar, depurar y evaluar sistemas de computación desarrollados.

CE4.5: Analizar, diseñar, implementar y probar sistemas embebidos y su software asociado:

- Analiza y diseña sistemas embebidos: Evaluación mediante proyectos donde los estudiantes deben analizar y diseñar sistemas embebidos.
- Implementa y prueba sistemas embebidos y su software: Evaluación de la capacidad de los estudiantes para implementar y probar sistemas embebidos y su software asociado.

CE4.6: Analizar, diseñar, programar, implementar, probar, depurar y evaluar sistemas de procesamiento de datos (hardware/software):

Analiza, diseña y programa sistemas de procesamiento de datos: Evaluación a través de proyectos donde los estudiantes deben analizar, diseñar y programar sistemas de procesamiento de datos.

Implementa, prueba, depura y evalúa sistemas de procesamiento de datos: Evaluación de la capacidad de los estudiantes para implementar, probar, depurar y evaluar sistemas de procesamiento de datos desarrollados.

CE4.7: Analizar, diseñar, programar, implementar y evaluar soluciones basadas en lógicas programables, microcontroladores y microprocesadores:

- Analiza, diseña y programa soluciones con lógicas programables: Evaluación mediante proyectos donde los estudiantes deben analizar, diseñar y programar soluciones basadas en lógicas programables.
- Implementa y evalúa soluciones basadas en microcontroladores y microprocesadores: Evaluación de la capacidad de los estudiantes para implementar y evaluar soluciones basadas en microcontroladores y microprocesadores.

CE7.2.2 Sintetizar, diseñar, desarrollar y analizar programas en lenguajes de programación de bajo nivel, como C y C++:

- Sintetiza, diseña y desarrolla programas en lenguajes de bajo nivel: Evaluación a través de proyectos donde los estudiantes deben sintetizar, diseñar y desarrollar programas en lenguajes de bajo nivel.
- Analiza programas en lenguajes de bajo nivel: Evaluación de la capacidad de los estudiantes para analizar programas escritos en lenguajes de bajo nivel.

CE7.2.3 Seleccionar y utilizar entornos de desarrollo integrados (IDE) y herramientas de depuración específicas para este tipo de sistemas:

- Selecciona y utiliza IDE y herramientas de depuración: Evaluación mediante la revisión de proyectos donde los estudiantes seleccionan y utilizan IDE y herramientas de depuración específicas para sistemas embebidos.
- Demuestra eficacia en el uso de las herramientas: Evaluación de la eficacia en el uso de las herramientas mediante pruebas prácticas.

CE7.2.4 Conocer y analizar la arquitectura interna de los sistemas embebidos, incluyendo microcontroladores, microprocesadores y sistemas en chip (SoC):

- Demuestra conocimiento de la arquitectura interna: Evaluación a través de exámenes escritos con preguntas que evalúen el conocimiento de la arquitectura interna de sistemas embebidos.
- Realiza análisis detallados de sistemas embebidos: Evaluación mediante proyectos donde los estudiantes deben realizar análisis detallados de sistemas embebidos, identificando componentes clave y su interacción.

## Bibliografía

Hoja de datos del microcontrolador utilizado.

Documentos de ayuda del Sistema Integrado de desarrollo de Software.

Fundamentos de Sistemas Digitales. Thomas L. Floyd . Editorial Pearson Prentice Hall.  
ISBN: 84- 205-2994-X

Circuitos Lógicos Programables de C. Tavernier – Editorial Paraninfo.

Llaves Lógicas Programables de C. Tavernier – Editorial Paraninfo.

Microcontroladores PIC – E. Martin, J. M. Angulo y I. Angulo – Editorial Paraninfo.

Microchip Data Book de Microchip Technology.

Microcontroladores PIC de C. Tavernier – Editorial Paraninfo.

Microcontroladores Avanzados dsPIC. Controladores Digitales de Señales. Arquitectura,

Programación y aplicaciones. Jose Angulo Usategui, Begoña Garcia Zapirain, Ignacio Angulo Martínez y Javier Vicente Sáez.. Thomson Editores. ISBN: 84-9732-385-8