

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Sistemas Embebidos.
Clave de la asignatura:	SSI-2505
SATCA¹:	3 – 2 – 5
Carrera:	Ingeniería Mecatrónica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

La asignatura se orienta al desarrollo de competencias avanzadas en el diseño e implementación de sistemas embebidos aplicados al control, automatización e integración de dispositivos mecatrónicos.

Esta asignatura tiene como propósito consolidar y ampliar los conocimientos adquiridos en cursos previos relacionados con electrónica digital, microcontroladores, programación y control automático. Se enfoca en el uso de plataformas modernas y versátiles como INFINEON PSoC, STM32, ESP32 y Raspberry Pi, permitiendo a los estudiantes diseñar soluciones inteligentes, conectadas y eficientes para aplicaciones industriales, robóticas y de Internet de las Cosas (IoT).

El conocimiento y dominio de sistemas embebidos avanzados es esencial para el desarrollo de productos inteligentes, automatizados y conectados, por lo que esta asignatura prepara al estudiante para desempeñarse profesionalmente en áreas como:

- Automatización industrial y control de procesos.
- Robótica autónoma y colaborativa.
- Diseño de productos electrónicos inteligentes.
- Desarrollo de sistemas IoT embebidos.
- Industria 4.0 y sistemas ciberfísicos.
- Electromovilidad

Intención didáctica

La asignatura Sistemas Embebidos Avanzados está diseñada para desarrollar en el estudiante habilidades prácticas y conceptuales que le permitan diseñar, implementar y optimizar sistemas embebidos complejos aplicados a la mecatrónica. Para lograrlo, se utilizará un enfoque teórico-práctico, donde la teoría se combina con actividades de laboratorio y proyectos que reflejen problemáticas reales del entorno industrial y tecnológico

actual.

Se privilegiará el aprendizaje activo y significativo mediante:

- **Resolución de problemas:** Los estudiantes abordarán casos reales y desafíos de ingeniería para aplicar conceptos de control, programación y comunicaciones embebidas.
- **Aprendizaje basado en proyectos (ABP):** Durante el curso, los alumnos desarrollarán proyectos integradores que permitan consolidar conocimientos y habilidades en un contexto multidisciplinario.
- **Trabajo colaborativo:** Se fomentará el trabajo en equipo para el diseño, implementación y validación de sistemas embebidos, promoviendo habilidades de comunicación y liderazgo.
- **Uso de tecnologías actuales:** Se aprovecharán plataformas modernas (PSoC 6, STM32, ESP32, Raspberry Pi) para que los estudiantes aprendan a manejar herramientas y entornos profesionales.
- **Evaluación continua y formativa:** Mediante prácticas de laboratorio, exposiciones, y revisión de avances en proyectos, se proporcionará retroalimentación constante para mejorar el aprendizaje.

Esta estrategia busca que el estudiante no solo adquiera conocimientos técnicos, sino que también desarrolle una mentalidad crítica, creativa y responsable, capaz de adaptarse a las tendencias tecnológicas y a las demandas del sector productivo en la era de la automatización, robótica, electromovilidad y el IoT.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Tepic. Tepic, Nayarit. Marzo a Mayo del 2025.	Miembros de la Academia de Ingeniería Mecatrónica del Instituto Tecnológico de Tepic.	Jornada 2025 de Diseño Curricular para elaboración del Módulo de Especialidad por Competencias de la Carrera de Ingeniería Mecatrónica.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
• Diseñar, implementar y validar sistemas embebidos que integren hardware y software, aplicando principios de electrónica, control y programación para desarrollar soluciones tecnológicas eficientes, seguras y sostenibles en los ámbitos de automatización, robótica y electromovilidad.

5. Competencias previas

El alumno debe:

- Evaluar, analizar, comprender, interconectar, controlar y mantener sistemas para diferentes procesos electrónicos e industriales.
- Conocer, analizar y aplicar diferentes lenguajes de programación; con herramientas de software para automatizar, mantener y administrar sistemas.
- Diseñar circuitos electrónicos analógicos para aplicarlos con dispositivos sensores para la medición de magnitudes tales como temperatura, presión, detección de movimientos. Así mismo, para el tratamiento y acondicionamiento de señales eléctricas y electrónicas.
- Analizar con documentación técnica para interpretar hojas de datos (datasheets), diagramas y manuales de dispositivos electrónicos.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción a los Sistemas Embebidos y Plataformas Tecnológicas.	1.1 Definición, características y aplicaciones de sistemas embebidos. 1.2 Arquitectura de microcontroladores (Harvard, Von Neumann). 1.3 Microcontroladores (PIC, AVR, ARM, ESP32). 1.4 Comparativa de plataformas (Arduino (simplicidad), STM32 (potencia y bajo consumo), Raspberry Pi (alto nivel, Linux), Microchip PIC/AVR (industria tradicional), PSoC 6 (configurable + IA). 1.5 Los entornos de desarrollo (Arduino IDE, STM32CubeIDE, MPLAB X, ModusToolbox, Thonny).
2	Entradas/Salidas y Control de Dispositivos con Sistemas Embebidos.	2.1 GPIOs, ADC, PWM. 2.2 Temporizadores e interrupciones. 2.3 Control de motores DC y servos. 2.4 Sensores analógicos y digitales.

3	Comunicación y Redes de Sensores	3.1 UART, SPI, I2C: características y usos. 3.2 Módulos de comunicación (Bluetooth, WiFi, LoRa). 3.3 Protocolos de comunicación en IoT. 3.4 Topologías de redes embebidas.
4	Sistemas Embebidos Aplicados a la Mecatrónica.	4.1 Sistemas embebidos en robótica y domótica. 4.2 Controladores en vehículos eléctricos. 4.3 Sistemas BMS, sensores automotrices. 4.4 Integración de subsistemas inteligentes.
5	Proyecto Integrador con Sistemas Embebidos.	5.1 Diseño de sistemas embebidos aplicados. 5.2 Metodología de desarrollo (V-model, prototipado rápido). 5.3 Validación, pruebas y depuración. 5.4 Documentación técnica y presentación de resultados.

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Nombre de tema:

1.- Introducción a los Sistemas Embebidos y Plataformas Tecnológicas.

Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): - Comprender la estructura y funcionamiento básico de un sistema embebido. Genérica(s): - Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. - Capacidad para organizar y planificar el tiempo. - Capacidad de comunicación oral y escrita Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. - Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. - Capacidad de trabajo en equipo. Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas Habilidad para trabajar en forma autónoma.	- Realizar un mapa conceptual y comparativo de plataformas de Sistemas embebidos - Realizar ensayo técnico: "¿Qué plataforma elegirías para un scooter eléctrico?". - Realizar prácticas de laboratorio básicas ("Hola mundo") en 2 plataformas distintas. - Mapa mental de tipos de sistemas embebidos. - Investigación de productos reales con sistemas embebidos (auto eléctrico, drones, robots). - Realizar ensayo sobre la evolución de los sistemas embebidos y sus aplicaciones actuales. - Realizar un Análisis comparativo entre microcontroladores y microprocesadores (en equipo). - Realizar el análisis de la arquitectura de una placa de desarrollo (Arduino, ESP32, STM32, PSoC, Raspberry PI). - Instalación y configuración del entorno de desarrollo (IDE). - A través de plenaria y lluvias de ideas generar un análisis sobre: "¿Dónde encontramos sistemas embebidos en la vida diaria?"

--	--

Nombre de tema 2.- Entradas/Salidas y Control de Dispositivos con Sistemas Embebidos.	
Competencias Específica(s): • Configurar y programar interfaces digitales y analógicas. • Controlar actuadores básicos desde un sistema embebido. Genérica(s): • Capacidad de análisis y síntesis. Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas). • Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario. • Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas. Compromiso ético. • Habilidades de investigación. Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones. Habilidad para trabajar en forma autónoma.	Actividades de aprendizaje • Investigar como realizar la y caracterización de sensores (temperatura, luz, ultrasonido). • Realizar un esquema funcional de un sistema que combina entradas y salidas (diagrama de bloques). • Realizar prácticas de lectura de sensores analógicos (potenciómetro, LDR, termistor). • Realizar programación de salidas PWM para control de motores y LED RGB, Control de velocidad de un motor mediante PWM. • Realizar programas y Simulación de eventos con interrupciones (sensor de movimiento, botón). • A través de plenaria y lluvias de ideas generar un análisis sobre: PWM frente a control on/off.

Nombre del tema

3.- Comunicación y Redes de Sensores.

Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): - Implementar comunicaciones seriales y redes básicas de sensores. Genéricas: - Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica, identificar, plantear y resolver. - Habilidades de investigación. Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones. Habilidad para trabajar en forma autónoma.	- Realizar un Mapa conceptual de los protocolos UART, SPI e I2C. - Realizar diferentes prácticas de laboratorio: comunicación entre microcontrolador y un sensor digital (ej. MPU6050). - Investigar la implementación práctica: uso de módulos Bluetooth o WiFi para transmisión de datos. - Realizar investigación sobre el desarrollo de una red simple de sensores con protocolo I2C. - Investigar y realizar una propuesta del monitoreo ambiental con una plataforma comercial de sistemas embebidos + sensores + transmisión WiFi. - En equipos de trabajo investigar y documentar la actividad integradora: diseño de una red de sensores distribuida para domótica.

Nombre del tema

4.- Sistemas Embebidos Aplicados a la Mecatrónica.

Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): • Aplicar conocimientos de sistemas embebidos a problemas reales en electromovilidad y automatización. • Evaluar arquitecturas reales de sistemas mecatrónicos. Genéricas: • Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas). • Toma de decisiones, para la solución de problemas. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones, generando nuevas ideas (creatividad). • Habilidad para trabajar en forma autónoma, con capacidad para diseñar y gestionar proyectos.	• Realizar un Análisis técnico de un sistema real: scooter eléctrico, sistema de control en robótica móvil o domótica. • Investigar, realizar una propuesta y simulación de un sistema embebido para control de carga/batería (caso de electromovilidad). • Realizar un Mapa de sensores en un vehículo eléctrico y su rol en la toma de decisiones. • En grupos de trabajo realizar una propuesta de diseño conceptual de un subsistema de control para robot móvil o estación de carga. • A través de plenaria y lluvias de ideas generar un análisis sobre: ventajas del uso de sistemas embebidos frente a PLCs en sistemas inteligentes.

Nombre del tema 5: Proyecto Integrador con Sistemas Embebidos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): - Integrar todos los conocimientos adquiridos en el desarrollo de un proyecto funcional. - Diseña e implementar un sistema embebido para la evaluación del funcionamiento en un entorno simulado o real. Genéricas: - Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas). - Toma de decisiones, para la solución de problemas. - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. - Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones, generando nuevas ideas (creatividad). - Habilidad para trabajar en forma autónoma, con capacidad para diseñar y gestionar proyectos.	- Realizar la Formulación del problema y definición de requerimientos del proyecto. - Definir el Diseño de arquitectura: selección de sensores, actuadores, microcontrolador y comunicación. - Realizar la Implementación del prototipo funcional. - Realizar pruebas funcionales y validación en condiciones controladas. - Desarrollo de proyecto funcional. - Elaboración del informe técnico final y presentación del proyecto. - Autoevaluación y coevaluación del trabajo en equipo.

8. Prácticas Sugeridas

Práctica 1: Configuración del entorno de desarrollo (Arduino IDE / STM32CubeIDE).

Práctica 2: Escritura y carga de un programa básico (Blink LED).

Práctica 3: Uso de estructuras de control en programación embebida (condicionales y bucles).

Práctica 4: Manipulación de entradas/salidas digitales (botones y LEDs).
Práctica 5: Lectura de sensores analógicos con ADC (ej. potenciómetro, sensor de temperatura LM35).
Práctica 6: Generación de señales PWM para control de brillo de LED.
Práctica 7: Uso de temporizadores para crear delays precisos y eventos periódicos.
Práctica 8: Interrupciones externas: botón con detección sin bloqueo.
Práctica 9: Control de motor DC con transistor o puente H (L298N).
Práctica 10: Control de servomotor mediante PWM.
Práctica 11: Comunicación serial UART: envío y recepción de datos con el monitor serial.
Práctica 12: Comunicación con sensor I2C (ej. MPU6050, OLED).
Práctica 13: Comunicación con periférico SPI (ej. lector de tarjetas SD o pantalla TFT).
Práctica 14: Transmisión de datos por Bluetooth (HC-05 o ESP32).
Práctica 15: Envío de datos a través de WiFi (ej. ESP32 + Blynk / ThingSpeak).
Práctica 16: Control de velocidad y dirección de un motor para robótica móvil.
Práctica 17: Lectura e interpretación de sensores ultrasónicos y de proximidad.
Práctica 18: Simulación de un sistema de monitoreo de batería (BMS básico).
Práctica 19: Integración de sensores y actuadores en un subsistema automatizado (miniproyecto).
Práctica 20: Desarrollo y prueba del prototipo del proyecto final.

9. Proyecto de asignatura

Diseñar y construir un prototipo funcional basado en un sistema embebido (como Arduino, ESP32 o STM32, PSoC, Raspberry Pi) que integre sensores, actuadores y comunicación para resolver un problema real del entorno, como el monitoreo ambiental, control vehicular, automatización de procesos, o asistencia robótica. Para el desarrollo del proyecto se consideran las siguientes fases:

Fundamentación: Identificar un problema real del entorno relacionado con automatización, electromovilidad o robótica, y justificar su relevancia. Las actividades que se realizan en esta fase: análisis del entorno: identificación de necesidades o problemas concretos, revisión bibliográfica y análisis de proyectos similares, definición del objetivo general y específicos del proyecto, redacción del planteamiento del problema y justificación, elaboración del marco teórico con base en sistemas embebidos y tecnologías relacionadas, producto esperado: documento con la fundamentación teórica, tecnológica y contextual del proyecto.

Planeación: Definir las especificaciones técnicas, los recursos, el cronograma y los criterios de evaluación del proyecto. Las actividades a realizar en esta fase: especificación de requerimientos del sistema (hardware y software), selección de plataforma de desarrollo (Arduino, ESP32, etc.), diseño del diagrama de bloques del sistema, elaboración de cronograma de trabajo por etapas, asignación de tareas en equipos, análisis de factibilidad (tiempo, costos, complejidad). Producto esperado: Documento técnico de planeación del proyecto con cronograma, lista de materiales, arquitectura del sistema y roles asignados.

Ejecución: Construir e integrar el prototipo del sistema embebido conforme a lo planificado. Las actividades a realizar en esta etapa son: desarrollo de circuitos electrónicos y conexiones, programación de módulos (lectura de sensores, control de actuadores, comunicaciones), pruebas unitarias de cada componente, integración del sistema completo, pruebas funcionales y corrección de errores, optimización del consumo, espacio y desempeño. Producto esperado:

Prototipo funcional del sistema embebido.

Evaluación: Verificar el cumplimiento de los objetivos del proyecto, evaluar el funcionamiento y presentar los resultados. Las actividades a realizar en esta etapa son: verificación del cumplimiento de requerimientos, evaluación de funcionamiento del prototipo en condiciones reales, elaboración del informe técnico final, presentación del proyecto (oral y/o mediante exposición práctica), autoevaluación y coevaluación del trabajo en equipo, Producto esperado: Informe final documentado, video de demostración (opcional) y presentación técnica del proyecto.

10. Evaluación por competencias

Son las técnicas, instrumentos y herramientas sugeridas para constatar los desempeños académicos de las actividades de aprendizaje. La evaluación debe ser continua y formativa por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje:

- **Reportes de las investigaciones solicitadas.**
- **Examen para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.**
- **Reportes de prácticas**
- **Puntualidad.**
- **Responsabilidad.**
- **Trabajo en equipo.**
- **Limpieza.**
- **Mapas conceptuales.**
- **Solución de problemas.**
- **Proyecto de asignatura.**

11. Fuentes de información

1. Mazidi, M.A., Naimi, S. (2016). *AVR Microcontroller and Embedded Systems*. Pearson.
2. Valvano, J.W. (2015). *Embedded Systems: Introduction to ARM Cortex-M Microcontrollers*. CreateSpace.
3. **Complementaria:**
4. Simon, D.E. (1999). *An Embedded Software Primer*. Addison-Wesley.
5. Barr, M. & Massa, A. (2006). *Programming Embedded Systems*. O'Reilly.
6. Marwedel, P. (2010). *Embedded System Design*. Springer.
7. The Internet of Things: Do-It-Yourself at Home Projects for Arduino, Raspberry Pi and BeagleBone Black, Donald Norris, McGraw-Hill Education TAB, 2015.
8. Internet de las cosas. La Tecnología Revolucionaria que todo lo conecta, Adrian MCEwen; Hakim Cassimally, Editorial Anaya Multimedia, Año 2014 Digital
9. La cuarta revolución industrial, Klaus Schwab, Penguin Random House Grupo Editorial, 2017.
10. The Internet of Things: Do-It-Yourself at Home Projects for Arduino, Raspberry Pi and BeagleBone Black, Donald Norris, McGraw-Hill Education TAB, 2015
11. Google Assistant. Desarrollo de aplicaciones IoT para Arduino y ESP8266, Tomás Domínguez Mínguez, Edición: 1, 2020, Editorial Alfaomega.
12. Internet de las cosas con ESP8266, Autor: SAMPALLO, Guillermo, Coedición: Alfaomega, Marcombo.
13. Internet De Las Cosas, Autor: Joyanes Aguilar, Luis, Editorial: Alfaomega.
14.  Mazidi, M. A., Mazidi, J. G., & Causey, R. D. (2008). *AVR microcontroller and*

- embedded systems: Using assembly and C.* Pearson Education.
15. ■ Valvano, J. W. (2012). *Embedded systems: Introduction to ARM Cortex-M microcontrollers (Vol. 1)*. CreateSpace Independent Publishing Platform.
 16. ■ Barr, M., & Massa, A. (2006). *Programming embedded systems: With C and GNU development tools* (2nd ed.). O'Reilly Media.
 17. ■ Marwedel, P. (2010). *Embedded system design: Embedded systems foundations of cyber-physical systems* (2nd ed.). Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-94-007-0257-7>
 18. ■ Simon, D. E. (1999). *An embedded software primer*. Addison-Wesley.
 19. ■ Noergaard, T. (2012). *Embedded systems architecture: A comprehensive guide for engineers and programmers* (2nd ed.). Newnes.
 20. ■ Monk, S. (2013). *Programming Arduino: Getting started with sketches* (2nd ed.). McGraw-Hill Education.
 21. ■ Ganssle, J. (2008). *The art of designing embedded systems* (2nd ed.). Newnes.