

PROGRAMA EDUCATIVO
LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECATRÓNICA
EN COMPETENCIAS PROFESIONALES

PROGRAMA DE ASIGNATURA
SISTEMAS EMBEBIDOS

CLAVE: E-SE-3

Propósito de aprendizaje de la Asignatura		El estudiante desarrollará la programación de sistemas embebidos y su interacción con dispositivos periféricos para la implementación de aplicaciones en la automatización de procesos.			
Competencia a la que contribuye la asignatura		Diseñar sistemas mecatrónicos con base en los requerimientos del proceso y la detección de áreas de oportunidad mediante metodologías, herramientas de diseño, control, simulación y manufactura para brindar soluciones tecnológicas innovadoras a las necesidades de los procesos productivos y servicios.			
Tipo de competencia	Cuatrimestre	Créditos	Modalidad	Horas por semana	Horas Totales
Específica	7	4.69	Escolarizada	5	75

Unidades de Aprendizaje	Horas del Saber	Horas del Saber Hacer	Horas Totales
1.- Introducción a los sistemas embebidos	10	10	20
2.- Desarrollo de Sistemas embebidos	10	20	30
3.- Control de procesos con sistemas embebidos	5	20	25
Totales	25	50	75

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.1
APROBÓ:	DGUTyP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Funciones	Capacidades	Criterios de Desempeño
<p>Desarrollar sistemas mecatrónicos a través del diseño, la integración, administración y la aplicación de nuevas tecnologías para satisfacer las necesidades del sector productivo.</p>	<p>Determinar requerimientos de procesos industriales y de servicios mediante técnicas de medición de variables físicas, técnicas de análisis de las necesidades y del proceso para establecer las especificaciones de diseño.</p>	<p>Elabora un reporte de los requerimientos del diseño que incluya:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Requisitos del cliente, necesidades o áreas de oportunidad - Capacidad de producción o de servicio - Costo inicial, de operación y mantenimiento estimado - Dimensionamiento - Apariencia - Funciones del sistema mecatrónico: - Nivel de operabilidad - Desempeño - Requisitos del diseño - Seguridad - Normatividad - Manufacturabilidad - Factibilidad tecnológica - De instalación - Mantenimiento - Ergonomía - Sustentabilidad
	<p>Construir los componentes del sistema mecatrónicos mediante el cálculo y especificaciones de los elementos mecánicos, eléctricos, electrónicos y de control y su interacción, empleando software de diseño mecánico, electrónico y de instrumentación; con base en la normatividad aplicable, para satisfacer los requerimientos del</p>	<p>Elabora el proyecto de diseño del sistema mecatrónico que incluya:</p> <p>Diseño conceptual</p> <ul style="list-style-type: none"> - Con base en requerimientos - Diagrama de funciones - Metodología y conceptos - Bosquejos - Diseño seleccionado en base a una metodología

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.1
APROBÓ:	DGUTyP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

	proceso y la validación de la propuesta conceptual	<p>Diseño de detalle</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cálculos de diseño y control - Selección de elementos y componentes de sistemas, mecánicos, eléctricos, electrónicos, de control, robóticos, interfaces o de visión, con especificaciones técnicas y justificación. - Diagramas y protocolos de comunicación e interacción de sistemas, mecánicos, eléctricos, electrónicos, de control, robóticos, interfaces o de visión. - Planos de manufactura y ensamble - Diagrama de flujo del sistema y pseudocódigo. - Normas y estándares de referencia.
	Validar diseños de sistemas mecatrónicos a través del uso de modelos matemáticos y de software especializado de simulación, para evaluar la funcionalidad y en su caso adecuar la propuesta de diseño, con base a la normatividad aplicable	<p>Elaborar un reporte de la simulación de sistemas mecatrónicos usando un software especializado que incluya:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Resultados teóricos del diseño obtenidos del modelo matemático - Resultados de simulación de los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos - Programa y resultados de la simulación de sistemas: de control, monitoreo e interfaces - Programa y resultados de la simulación de las trayectorias de robots y CNC para celdas de manufactura flexible - Validación o recomendaciones para rediseño
Integrar Sistemas eléctricos, mecánicos y electrónicos a través de tecnologías de vanguardia a partir de las especificaciones de diseño.	Seleccionar los elementos del sistema mecatrónico Mediante el cálculo y especificaciones de los elementos mecánicos, eléctricos, electrónicos y de control y su interacción, empleando software de diseño mecánico,	Elabora un reporte en donde se describen los cálculos y criterios de selección de los elementos mecatrónicos. Asimismo, se muestran las condiciones de frontera y resultados de las simulaciones que llevan a la validación de los elementos mecatrónicos empleados.

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.1
APROBÓ:	DGUTyP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

	<p>electrónico y de instrumentación; con base en la normatividad aplicable, para satisfacer los requerimientos del proceso y la validación de la propuesta conceptual.</p>	
	<p>Ejecutar la instalación, conexión y programación del sistema mecatrónico De los elementos mecánicos, eléctricos, electrónicos y de control y su interacción, empleando software de programación, sistemas de comunicación, control e instrumentación industrial; con base en la normatividad aplicable, para satisfacer los requerimientos del proceso y la validación de la propuesta conceptual.</p>	<p>Realiza un informe del procedimiento para incorporar el sistema mecatrónico a un proceso que incluya lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ensamble y conexiones de acuerdo a planos, manuales técnicos, estándares y normas establecidas. - Programación de los sistemas de control e interfaces de acuerdo a los requerimientos del proceso - Calibración de los sistemas de medición de acuerdo a los parámetros del proceso. - Pruebas de operación y ajustes - Planos y diagramas del equipo a integrar - Layout de la planta - Requerimiento de instalaciones y servicios -Procedimientos de calibración -Resultados de pruebas de funcionamiento y ajustes. -Manual de usuario -Manual de mantenimiento del equipo.
<p>Gestionar proyectos y sistemas mecatrónicos para el desarrollo, conservación, control y mejoras mediante la metodología de administración de recursos humanos, materiales, técnicos y energéticos.</p>	<p>Administrar recursos humanos, materiales, técnicos y energéticos para el desarrollo y conservación de proyectos de ingeniería, mediante la metodología de administración por proyectos.</p>	<p>Elabora un programa anual de mejora y mantenimiento que incluya los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Requerimientos - Cronograma de Actividades - Periodicidad - Horas de trabajo - Tiempo de ejecución

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.1
APROBÓ:	DGUTyP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

		<ul style="list-style-type: none"> - Responsable de actividad - Personal requerido - Herramientas - Refacciones y consumibles requeridos - Servicios especiales - Presupuesto estimado
	<p>Evaluar los indicadores de desempeño de sistemas mecatrónicos a través del uso de herramientas estadísticas y gráficas de control, para determinar su calidad e impacto.</p>	<p>Realiza un estudio comparativo de los indicadores de desempeño en condiciones reales de operación contra los establecidos en el diseño, identificando áreas de mejora.</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.1
APROBÓ:	DGUTyP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	1. Introducción a los sistemas embebidos					
Propósito esperado	El estudiante determinará las características de los sistemas embebidos para su aplicación en la automatización y control de sistemas mecatrónicos y robóticos.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	10	Horas del Saber Hacer	10	Horas Totales	20

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Conceptos generales	Identificar el concepto y la importancia de los sistemas embebidos.	Describir los tipos de aplicación de los sistemas embebidos.	Desarrollar el pensamiento analítico a través de la aplicación de sistemas embebidos en la resolución de problemas.
Atributos y tendencias de los sistemas embebidos	Reconocer la evolución y el estado del arte en el desarrollo tecnológico de los sistemas embebidos.	Definir una línea de tiempo para determinar la evolución de los sistemas embebidos y comparar el avance tecnológico con el actual	
Arquitectura de un sistema embebido	Describir el concepto y la arquitectura de sistemas embebidos con y sin sistema operativo.	Determinar los principales elementos que constituyen la arquitectura interna de un sistema embebido.	Desarrollar el pensamiento analítico a través del análisis del desarrollo de los sistemas embebidos.
Interfaces y dispositivos de programación para sistemas embebidos	Identificar los criterios de selección de sistemas embebidos en necesidades de control y automatización de procesos industriales. Identificar herramientas y lenguajes de programación en el desarrollo de los sistemas embebidos.	Seleccionar de manera adecuada el sistema embebido de acuerdo con las necesidades de aplicación. Determinar los principales elementos que componen una interfaz de programación	Fortalecer la actitud proactiva a través de la asignación de actividades y retos específicos. Fomentar el desarrollo de proyectos y/o prácticas que atiendan las necesidades del sector social

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

			Desarrollar el pensamiento analítico a través de la implementación de prácticas con diversos periféricos de los sistemas embebidos.
--	--	--	---

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	X
Tareas de Investigación. Aprendizaje basado en proyectos. Trabajo colaborativo.	Cañón Artículos científicos Internet Equipos de cómputo Software de simulación Laboratorio de prácticas. Pintarrón y/o proyector de video	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
El estudiante: <ul style="list-style-type: none"> Asimila el concepto y estado del arte de un sistema embebido, así como la estructura interna. Selecciona el tipo de herramienta adecuada como dispositivos de programación. Determina el dispositivo adecuado como sistema embebido para aplicaciones específicas. 	Elabora un reporte de investigación que describa: <ul style="list-style-type: none"> -Definición de un sistema embebido. -Arquitectura interna de un sistema embebido. -Estado del arte de un sistema embebido. -Aplicaciones de un sistema embebido 	Estudio de casos Lista de cotejo

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.1
APROBÓ:	DGUTyP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	2. Desarrollo de Sistemas embebidos					
Propósito esperado	El estudiante seleccionará los instrumentos de acuerdo con las variables de procesos a utilizar, para la medición del sistema.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	10	Horas del Saber Hacer	20	Horas Totales	30

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Fundamentos del lenguaje de programación	<p>Identificar la Estructura básica de un programa.</p> <p>Identificar las características de los elementos que componen las plataformas de desarrollo existentes para la implementación de sistemas embebidos.</p> <p>Explicar el entorno, variables y sintaxis de los lenguajes y plataformas de programación y simulación.</p> <p>Conocer las diferentes estructuras de programación de acuerdo con el tipo de sistema embebido, basadas en lenguaje C o en lenguaje de descripción de hardware.</p>	<p>Ejecutar la programación de algoritmos básicos de los sistemas embebidos</p> <p>Elaborar simulaciones de sistemas utilizando estructuras de programación para depurar el desempeño de los algoritmos.</p>	<p>Desarrollar el pensamiento analítico a través de la programación de sistemas embebidos.</p> <p>Fomentar el desarrollo de proyectos y prácticas que atiendan las necesidades del sector social</p> <p>Desarrollar el pensamiento analítico a través de la configuración de los módulos de entrada/salida de los sistemas embebidos.</p> <p>Desarrollar el pensamiento analítico a través de la programación de</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

	Reconocer en un programa: -Declaraciones concurrentes -Operadores y expresiones -Funciones y subprogramas.		dispositivos externos conectados en sistemas embebidos.
Manejo de puertos de Entrada/Salida	Conocer la configuración y gestión de pines y puertos de entrada y salida. Definir el diseño de sistemas digitales con lógica combinatorial y secuencial y control de aplicaciones.	Diseñar programas utilizando condicionales de entrada y ejecuciones de salida. Validar algoritmos de programación utilizando software de simulación.	Fortalecer la actitud proactiva a través de la asignación de actividades y retos específicos. Desarrollar el pensamiento analítico a través de la utilización de sensores y actuadores en sistemas embebidos.
Manejo de periféricos	Conocer el uso de instrucciones para el uso de dispositivos externos a través de una plataforma de programación de sistemas embebidos. Explicar la configuración y la programación de los puertos y dispositivos periféricos (LCD, teclados matriciales, entre otros).	Programar, configurar e implementar aplicaciones empleando una plataforma para sistemas embebidos. Diseñar sistemas con el uso de dispositivos externos tales como visualizadores de magnitudes, a través del uso de librerías.	Desarrollar el pensamiento analítico a través de la resolución de problemas.
Procesamiento de señales	Explicar: - Las características técnicas y funcionamiento del convertidor ADC - El procedimiento de configuración (resolución, rango, etc.) y cálculo de parámetros del convertidor ADC, para el uso y aplicación de sensores en el diseño de sistemas Definir la gestión de interrupciones de los sistemas embebidos.	Configurar el ADC en conexión con el sistema embebido usando escalas variables de conversión para el uso de sensores analógicos y digitales de acuerdo con la hoja de especificaciones del fabricante. Diseñar algoritmos para manipular dispositivos actuadores usando señales PWM. Desarrollar sistemas con el uso de temporizadores e interrupciones.	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

	Identificar el uso de la generación y uso de las señales PWM para manipulación de actuadores.	Validar los algoritmos diseñados con el uso de software de simulación para sistemas embebidos.	
Protocolos de comunicación	Conocer las características de los elementos para el uso de protocolos de comunicación: -I2C. -SPI -RS-232	Programar aplicaciones de comunicación que incluya protocolos de comunicación RS232, I2C, en una aplicación. Validar los algoritmos diseñados con el uso de software de simulación para sistemas embebidos.	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Soluciones de problemas Práctica en laboratorio Análisis de casos Trabajo colaborativo	Pizarrón Cañón Artículos científicos Internet Equipos de cómputo Materiales y equipo de laboratorio Software para simulación de diseño Fuente de voltaje regulada. Tablilla de pruebas. Multímetro digital Punta lógica	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.1
APROBÓ:	DGUTyP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
El estudiante desarrolla la lógica de algoritmos para el uso depurado de lenguaje de programación empleando dispositivos externos y a hace uso de herramientas para el procesamiento de señales, adquisición de datos, manipulación de actuadores y comunicación con dispositivos usando diversos protocolos.	A partir del planteamiento de un problema específico, elaborará un reporte donde: <ul style="list-style-type: none"> - Identifica las funciones básicas del software de simulación. - Comprende el procedimiento para implementar algoritmos de programación y ejecutar la simulación correspondiente. - Implementa sistemas usando sensores y sistemas de adquisición de datos y procesamiento de señales. 	Caso práctico portafolio de evidencias

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.1
APROBÓ:	DGUTyP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	3. Control de procesos con sistemas embebidos					
Propósito esperado	El estudiante aplicará el procedimiento de creación para el diseño y la validación de sistemas embebidos.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	5	Horas del Saber Hacer	20	Horas Totales	25

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actucional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Desarrollo de aplicaciones de control de procesos utilizando sistemas embebidos	<p>Describir las características y aplicaciones de los:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Sistemas de Lazo Abierto -Sistemas de Lazo Cerrado <p>Explicar los principios de funcionamiento de los tipos de control:</p> <ul style="list-style-type: none"> -On-Off -Proporcional, - Proporcional + Integral - Proporcional + Integral+Derivativo <p>Explicar el desarrollo de los algoritmos utilizando control aplicado a procesos en sistemas embebidos.</p>	<p>Realizar el procedimiento de configuración y control de puertos y dispositivos periféricos en una aplicación automatizada.</p> <p>Elaborar un control en lazo cerrado Proporcional de un sistema mecatrónico a través de un sistema embebido, que incluya el monitoreo de variables físicas usando sensores</p>	<p>Fomentar el desarrollo de proyectos y/o prácticas que atiendan las necesidades del sector social.</p> <p>Fortalecer la actitud proactiva a través de la asignación de actividades y retos específicos.</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Soluciones de problemas Práctica en laboratorio Análisis de casos	Pizarrón Cañón Artículos científicos Internet Equipos de cómputo Materiales y equipo de laboratorio Software para simulación de diseño Fuente de voltaje regulada. Tablilla de pruebas. Multímetro digital Punta lógica	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
<p>El estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> Determina las características y requerimientos de un sistema de control en un proceso automatizado basado en un sistema embebido. Integra los recursos de un sistema embebido, periféricos, protocolos de comunicación en el desarrollo de un sistema mecatrónico. 	<p>A partir del planteamiento de un problema específico, elaborará un reporte donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> Selecciona y aplica las técnicas de control automático adecuadas. implementa un sistema mecatrónico con la capacidad de medir alguna variable de proceso aplicando módulos de aplicación y procesamiento de señales. 	<p>Caso práctico portafolio de evidencias</p>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.1
APROBÓ:	DGUTyP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Perfil idóneo del docente		
Formación académica	Formación Pedagógica	Experiencia Profesional
Ingeniería en el área de Electrónica o áreas afines: Mecatrónica, Sistemas de Control, Programación.	Con experiencia docente, cursos o capacitaciones en el enfoque basado en competencias y manejo de las TIC's para fines didácticos	Preferentemente en el área de su formación profesional.

Referencias bibliográficas					
Autor	Año	Título del documento	Lugar de publicación	Editorial	ISBN
Sepehr Naimi, Sarmad Naimi, Azalia Yaghini, Muhammad Ali Mazidi	(2018)	ARM Assembly Language Programming with Raspberry Pi using GCC	USA	MicroDigitalEd	978-1970054002 197005400X
Maxinez, David	(2014)	Programación de sistemas digitales con VHDL	México	Patria	978-6074386219 6074386218
Lacamera Daniele	(2023)	Embedded Systems Architecture: Design and write software for embedded devices to build safe and connected systems	UK	Packt Publishing	978-1803239545 1803239549
Cassials Ricardo	(2020)	Sistemas embebidos FPGA	México	Alfaomega	8426729592, 9788426729590
Mercado Fernández José Antonio	(2019)	Sistemas programables avanzados	España	Parainfo	978-84-283-4229-2
Peter Marwedel	(2021)	Embedded System Design	USA	Springer Cham	978-3-030-60910-8 978-3-030-60909-2
Sarmad Naimi, Muhammad Ali Mazidi, Sepehr Naimi	(2020)	The STM32F103 Arm Microcontroller and Embedded Systems: Using Assembly and C	USA	MicroDigitalEd	978-1970054019 1970054018

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Referencias digitales			
Autor	Fecha de recuperación	Título del documento	Vínculo
Sergio Salas Arriarán	2024	Todo sobre sistemas embebidos: Arquitectura, programación y diseño de aplicaciones prácticas con el PIC18F	https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/579143/Todo+sobre+sistemas+embebidos+-+1er+cap.pdf;jsessionid=71068B16246159795DC0BE13204648F7?sequence=1
Intel	2018	Intel® Cyclone® 10 GX FPGA Development Kit User Guide	https://www.intel.com/content/www/us/en/docs/programmable/683696/current/overview.html
Raspberry Pi LTD	2023	Raspberry Pi Pico Datasheet	https://datasheets.raspberrypi.com/pico/pico-datasheet.pdf

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-61.1
APROBÓ:	DGUTyP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	