



INGENIERÍA MECATRÓNICA EN COMPETENCIAS PROFESIONALES



ASIGNATURA DE PROGRAMACIÓN DE SISTEMAS EMBEBIDOS

PROPÓSITO DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA	El alumno implementará sistemas de control a través de la programación de sistemas embebidos y su interacción con periféricos para el diseño de sistemas en la automatización de procesos.				
CUATRIMESTRE	Septimo				
TOTAL DE HORAS	PRESENCIALES	NO PRESENCIALES	HORAS POR SEMANA	PRESENCIALES	NO PRESENCIALES
	75	0		5	0

UNIDADES DE APRENDIZAJE	HORAS DEL SABER		HORAS DEL SABER HACER		HORAS TOTALES	
	P	NP	P	NP	P	NP
I. Fundamentos de los sistemas embebidos	5	1	5	2	10	3
II. Implementación de circuitos digitales en PLD's	10	1	15	5	25	6
III. Programación de sistemas embebidos	10	1	30	5	40	6
TOTALES		28		62		90

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Ingeniería Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre 2018

COMPETENCIA A LA QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

De acuerdo con la metodología de diseño curricular de la CGUTyP, las competencias se desagregan en dos niveles de desempeño: Unidades de Competencias y Capacidades.

La presente asignatura contribuye al logro de la competencia y los niveles de desagregación de los contenidos a continuación:

COMPETENCIA: Diseñar sistemas mecatrónicos y robóticos con base en los requerimientos del proceso y la detección de áreas de oportunidad mediante metodologías, herramientas de diseño, simulación y manufactura para brindar soluciones tecnológicas innovadoras a las necesidades de los procesos productivos y servicios.

UNIDADES DE COMPETENCIA	CAPACIDADES	CRITERIOS DE DESEMPEÑO
Formular diseños de sistemas mecatrónicos y robóticos con base en los requerimientos del proceso, herramientas de diseño y simulación para atender una problemática o área de oportunidad de procesos industriales y servicios.	Elaborar diseños de sistemas mecatrónicos y robóticos 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 proceso y la validación de la propuesta conceptual.	<p>Elabora proyecto de diseño de un sistema mecatrónico o robótico que incluya:</p> <p>Diseño conceptual</p> <ul style="list-style-type: none"> -Requerimientos, -Diagrama de funciones, -Metodología y conceptos -Bosquejos -Diseño seleccionado en base a una metodología <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.

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Ingeniería Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre 2018

UNIDADES DE COMPETENCIA	CAPACIDADES	CRITERIOS DE DESEMPEÑO
<p>Evaluar factibilidad técnica de diseños de sistemas mecatrónicos y robóticos mediante prototipos y pruebas considerando la normatividad aplicable para su aprobación y desarrollo.</p>	<p>Simular sistemas mecatrónicos y robóticos a través del uso de modelos matemáticos y software especializado de simulación, para evaluar la funcionalidad y en su caso adecuar la propuesta de diseño.</p>	<p>Lleva a cabo la simulación de sistemas mecatrónicos o robóticos usando un software especializado y la documenta en un reporte 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 - Validación o recomendaciones para rediseño

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Ingeniería Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre 2018

UNIDADES DE COMPETENCIA	CAPACIDADES	CRITERIOS DE DESEMPEÑO
	<p>Validar diseños de sistemas mecatrónicos y robóticos a través de la construcción de prototipos y realización de pruebas funcionales y físicas con base a la normatividad aplicable para retroalimentar el diseño y garantizar el cumplimiento de los requisitos establecidos.</p>	<p>Construye un prototipo y documenta el proceso de construcción especificando:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Cumplimiento de especificaciones de diseño -Procesos de manufactura empleados -Equipo, herramientas y materiales empleados -Proceso de interconexión y ensamble -Normas y estándares de referencia <p>Presenta un reporte de validación del diseño que incluya:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Resultado de las pruebas de funcionabilidad y físicas bajo los siguientes criterios: <ul style="list-style-type: none"> --Seguridad --Desempeño sinérgico de los sistemas: electrónicos, mecánicos, de control, monitoreo, interfaces, ópticos y robóticos --Repetibilidad --Nivel de operabilidad --Costo de manufactura, de operación y mantenimiento --Dimensionamiento: geométrico y de masa --Apariencia --Manufacturabilidad --Factibilidad tecnológica --De instalación y consumo energético --Mantenimiento --Ergonomía --Sustentabilidad -Dictamen de validación: <ul style="list-style-type: none"> --Desviaciones encontradas --Propuesta de mejora --Y en su caso liberación del diseño

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Ingeniería Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre 2018

UNIDADES DE APRENDIZAJE

UNIDAD DE APRENDIZAJE	I. Fundamentos de los sistemas embebidos.							
PROPÓSITO ESPERADO	El alumno determinará sistemas embebidos para su implementación en la automatización y control de sistemas mecatrónicos y robóticos.							
HORAS TOTALES	P	NP	HORAS DEL SABER	P	NP	HORAS DEL SABER HACER	P	NP
	10	3		5	1		5	2

TEMAS	SABER DIMENSIÓN CONCEPTUAL	SABER HACER DIMENSIÓN ACTUACIONAL	SER DIMENSIÓN SOCIOAFECTIVA
Sistemas embebidos	<p>Reconocer el uso de algoritmos y diagramas de flujo como herramientas en la optimización de códigos de programación.</p> <p>Reconocer la operación de las memorias, convertidores A/D-D/A y registros.</p> <p>Distinguir el concepto y la arquitectura de sistemas embebidos con y sin sistema operativo.</p> <p>Describir la clasificación de los sistemas embebidos.</p> <p>Identificar herramientas y lenguajes de programación en el desarrollo de los sistemas embebidos.</p> <p>Explicar los criterios de selección de sistemas embebidos en el control y automatización de procesos.</p>	<p>Seleccionar sistemas embebidos de acuerdo a las necesidades de la aplicación.</p>	<p>Análisis</p> <p>Síntesis</p>

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Ingeniería Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre 2018

TEMAS	SABER DIMENSIÓN CONCEPTUAL	SABER HACER DIMENSIÓN ACTUACIONAL	SER DIMENSIÓN SOCIOAFECTIVA
Dispositivos Lógicos Programables PLD's	Distinguir el concepto y arquitectura de los Dispositivos Lógicos Programables (PLD's). Identificar la clasificación de los PLD's. Identificar las herramientas y lenguajes de programación en el desarrollo de los PLD's. Explicar los criterios en la selección de los PLD's en el desarrollo de circuitos digitales y sistemas de control.	Seleccionar el sistema PLD de acuerdo a las necesidades de la aplicación	Síntesis Honestidad Analítico Trabajo en equipo Extrovertido Liderazgo. Autodidacta

PROCESO DE EVALUACIÓN		TÉCNICAS SUGERIDAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE	ESPACIO DE FORMACIÓN			MATERIALES Y EQUIPOS
EVIDENCIA DE DESEMPEÑO	INSTRUMENTO EVALUACIÓN		AULA	TALLER	OTRO	
Integra un portafolio de evidencias que contenga: -Diagrama de la arquitectura general de sistemas embebidos. -Tabla descriptiva de los sistemas embebidos y sus aplicaciones. -Justificación de la selección del uso de un sistema embebido como alternativa de solución de acuerdo a un caso dado. -Justificación de la selección del uso de un PLD como alternativa de solución de acuerdo a un caso dado.	Portafolio de evidencias Rúbrica	Tarea de investigación Aprendizaje auxiliado por las TIC's Discusión en grupo	X			Pizarrón Computadora Proyector

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Ingeniería Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre 2018

UNIDAD DE APRENDIZAJE	II. Implementación de circuitos digitales en PLD's							
PROPÓSITO ESPERADO	El alumno desarrollará programas en VHDL para la implementación de algoritmos de control en Dispositivos Lógicos Programables							
HORAS TOTALES	P	NP	HORAS DEL SABER	P	NP	HORAS DEL SABER HACER	P	NP
	25	6		10	1		15	5

TEMAS	SABER DIMENSIÓN CONCEPTUAL	SABER HACER DIMENSIÓN ACTUACIONAL	SER DIMENSIÓN SOCIOAFECTIVA
Programación de PLD's con VHDL	<p>Reconocer la metodología de diseño de circuitos de pequeña escala de integración (Small Scale Integration - SSI) combinacional y secuencial.</p> <p>Reconocer la estructura de programas de HDL.</p> <p>Identificar la organización y la estructura del lenguaje de programación VHDL.</p> <p>Explicar el procedimiento de programación de circuitos SSI combinacionales y secuenciales en VHDL.</p> <p>Reconocer el procedimiento de implementación del programa VHDL de circuitos SSI en PLD.</p>	<p>Desarrollar algoritmos y códigos de programación de circuitos SSI combinacionales y secuenciales.</p> <p>Implementar circuitos combinacionales y secuenciales con VHDL en PLDs.</p>	<p>Síntesis</p> <p>Honestidad</p> <p>Analítico</p> <p>Trabajo en equipo</p> <p>Extrovertido</p> <p>Liderazgo.</p> <p>Tolerancia a la frustración</p> <p>Autodidacta</p>
Circuitos digitales en FPGA	<p>Reconocer la operación de los circuitos Mediana Escala de Integración (MSI) combinacionales, contadores y registros.</p> <p>Explicar el procedimiento de programación de circuitos MSI combinacionales, contadores y registros en FPGA.</p>	<p>Realizar algoritmos y códigos de programación de circuitos MSI combinacionales, contadores y registros.</p> <p>Implementar circuitos digitales con VHDL en FPGA.</p>	<p>Síntesis</p> <p>Honestidad</p> <p>Analítico</p> <p>Trabajo en equipo</p> <p>Extrovertido</p> <p>Liderazgo.</p> <p>Tolerancia a la</p>

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Ingeniería Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre 2018

TEMAS	SABER DIMENSIÓN CONCEPTUAL	SABER HACER DIMENSIÓN ACTUACIONAL	SER DIMENSIÓN SOCIOAFECTIVA
	Explicar el procedimiento de implementación de circuitos MSI combinacionales, contadores y registros en FPGA.		frustración Autodidacta

PROCESO DE EVALUACIÓN		TÉCNICAS SUGERIDAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE	ESPACIO DE FORMACIÓN			MATERIALES Y EQUIPOS
EVIDENCIA DE DESEMPEÑO	INSTRUMENTO EVALUACIÓN		AULA	TALLER	OTRO	
<p>Integra un portafolio de evidencias que contenga:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Reporte de prácticas de programación de circuitos SSI y MSI combinacionales y secuenciales en VHDL en PLD's que contenga: -Código fuente. -Descripción del circuito combinacional y secuencial. -Justificación del PLD utilizado. -Diagrama de flujo de la implementación del programa en el PLD. 	Portafolio de evidencias Rúbrica	<p>Tarea de investigación</p> <p>Aprendizaje auxiliado por las TIC's</p> <p>Discusión en grupo</p>		X		<p>Pizarrón</p> <p>Computadora</p> <p>Proyector</p> <p>PLD's</p> <p>Programador de Microcontroladores/PLD's/Memorias</p> <p>Software para programador de Microcontroladores/PLD's/Memorias</p> <p>RIO's</p> <p>Software para programación de RIO's</p> <p>Tarjetas de FPGA</p>

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Ingeniería Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre 2018

UNIDAD DE APRENDIZAJE	III. Programación de sistemas embebidos							
PROPÓSITO ESPERADO	El alumno programará sistemas embebidos para integrar a aplicaciones de control en sistemas mecatrónicos							
HORAS TOTALES	P	NP	HORAS DEL SABER	P	NP	HORAS DEL SABER HACER	P	NP
	40	6		10	1		30	5

TEMAS	SABER DIMENSIÓN CONCEPTUAL	SABER HACER DIMENSIÓN ACTUACIONAL	SER DIMENSIÓN SOCIOAFECTIVA
Programación de Sistema Embebido de gama baja	<p>Distinguir las características de sistemas embebidos de gama baja y gama alta.</p> <p>Explicar las características de la tarjeta de desarrollo rápido del sistema embebido.</p> <p>Describir el concepto y características del entorno de programación (IDE) del sistema embebido de gama baja.</p> <p>Explicar los procedimientos de programación en sistemas embebidos de gama baja de desarrollo.</p> <p>Explicar la conexión de los periféricos con los sistemas embebidos.</p> <p>Explicarla programación y manipulación de periféricos.</p> <p>Explicar el control y automatización con sistemas embebidos.</p>	<p>Programar sistemas embebidos de gama baja.</p> <p>Desarrollar la interacción de sistemas embebidos con periféricos.</p> <p>Implementar la programación de los sistemas embebidos en el control y automatización de sistemas.</p>	<p>Síntesis</p> <p>Honestidad</p> <p>Analítico</p> <p>Trabajo en equipo</p> <p>Extrovertido</p> <p>Liderazgo.</p> <p>Tolerancia a la frustración</p> <p>Autodidacta</p>

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Ingeniería Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre 2018

TEMAS	SABER DIMENSIÓN CONCEPTUAL	SABER HACER DIMENSIÓN ACTUACIONAL	SER DIMENSIÓN SOCIOAFECTIVA
Programación de Sistema Embebido de gama alta	<p>Explicar los comandos de operación del sistema operativo (SO) del sistema embebido.</p> <p>Identificar los periféricos de la tarjeta del sistema embebido de gama alta.</p> <p>Reconocer los lenguajes de medio y alto nivel.</p> <p>Reconocer el procedimiento de programación, compilación y ejecución de programas de medio y alto nivel.</p> <p>Explicar la manipulación de periféricos de sistemas embebidos en el lenguaje de programación seleccionado.</p> <p>Explicar el procedimiento en la programación del SO de sistemas embebidos: -Editar -Compilar -Ejecutar -Depurar</p> <p>Explicar los procedimientos de implementación de sistemas embebidos con periféricos.</p>	<p>Seleccionar el lenguaje y entorno de programación a emplear en el sistema operativo del sistema embebido.</p> <p>Desarrollar programas en las tarjetas de sistemas embebidos.</p> <p>Ensamblar periféricos en tarjetas de sistemas embebidos.</p> <p>Integrar la programación de sistemas embebidos con periféricos.</p>	<p>Síntesis</p> <p>Honestidad</p> <p>Analítico</p> <p>Trabajo en equipo</p> <p>Extrovertido</p> <p>Liderazgo.</p> <p>Tolerancia a la frustración</p> <p>Autodidacta</p>

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Ingeniería Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre 2018

PROCESO DE EVALUACIÓN		TÉCNICAS SUGERIDAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE	ESPACIO DE FORMACIÓN			MATERIALES Y EQUIPOS
EVIDENCIA DE DESEMPEÑO	INSTRUMENTO EVALUACIÓN		AULA	TALLER	OTRO	
<p>A partir de un caso de estudio de un proceso a automatizar o controlar, integra un portafolio de evidencias que contenga:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Justificación de selección de tarjeta de sistema embebido. -Diagrama a bloques de conexión del sistema mecatrónico a controlar con el sistema embebido y periféricos. -Diagrama de flujo del código de programa. -Código fuente. -Descripción del procedimiento paso a paso del desarrollo e implementación del sistema embebido. - Resultados de la implementación. 	<p>Portafolio de evidencias Rúbrica</p>	<p>Tarea de investigación Aprendizaje auxiliado por las TIC's</p>	X			<p>Pizarrón Computadora Proyector Software de programación de microcontroladores Programadores de microcontroladores Tarjetas de sistemas embebidos de 8, 16 o 32 bits Tarjetas de sistemas embebidos con Controlador o Procesador de gama alta (ARMv7 o superior) Tarjetas de sistemas embebidos con FPGA de gama alta Memorias con Sistema operativo para las tarjetas embebidas RIO's</p>

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Ingeniería Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre 2018

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUTOR	AÑO	TÍTULO DEL DOCUMENTO	LUGAR DE PUBLICACIÓN	EDITORIAL	ISBN
Stephen Brown, Zvonko Vranesic	2013	<i>Fundamentos de Lógica Digital con Diseño VHDL</i>	México	Mc Graw Hill	9786071509284
Joseph Yiu	2007	<i>The definitive guide to the ARM Cortex-M3</i>	EEUU	Elsevier	978-0-12-382090-7
Joseph Yiu	2011	<i>The definitive guide to the ARM Cortex-M0</i>	EEUU	Elsevier	978-0-12-385477-3
Jack Ganssle	2007	<i>Embedded Hardware</i>	EEUU	Elsevier	978-0.7506-8584-9
Ahmed Amine Jerray	2004	<i>Embedded Software for SoC</i>	EEUU	Newnes (Springer Science)	1-4020-7528-6
Zainalabedi Navabi	2007	<i>Embedded Core Design with FPGAs</i>	EEUU	Mc Graw Hill	978-0-07-147481-8
Oliver H. Bailey	2005	<i>Embedded Systems Desktop Integration</i>	EEUU	Hardware Publishing Inc.	987-1-55622-994-1
Doug Abbott	2003	<i>Linux for embedded and Real-time applications</i>	EEUU	Newnes (Springer Science)	0-7506-7546-2
Alex González	2015	<i>Embedded Linux Projects using yocto project cookbook</i>	EEUU	Pack Publishing Ltd.	978-1-78439-518-6
Karim Yaghmour	2009	<i>Building Embedded Linux Systems</i>	EEUU	O'Reilly	978-0596159085
Ron Sass	2010	<i>Embedded systes design with platform FPGAs, Principles and practices</i>	EEUU	Elsevier	978-0-12-374333-6

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

AUTOR	TÍTULO DEL DOCUMENTO	FECHA DE RECUPERACIÓN	VÍNCULO
Muhammad Ali Mazidi et. al.	Freescle ARM Cortex-M Embedded Programming	2014	B00P4ABTP6, Editorial Mazidi & Naimi

ELABORÓ:	Comité de Directores de la Ingeniería Mecatrónica	REVISÓ:	Dirección Académica
APROBÓ:	C. G. U. T. y P.	FECHA DE ENTRADA EN VIGOR:	Septiembre 2018