

## PROGRAMA DE CURSO

### SISTEMAS EMBEBIDOS Y SENSORES

#### A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Ciencias de la Computación					
Nombre del curso	Sistemas embebidos y sensores	Código	CC5328	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Embedded systems and sensors</i>					
Horas semanales	Docencia	2	Auxiliares	2	Trabajo personal	6
Carácter del curso	Obligatorio			Electivo	X	
Requisitos	CC4302: Sistemas operativos					

#### B. Propósito del curso:

El propósito del curso es proveer a los y las estudiantes de las bases del diseño e implementación de sensorización a través de sistemas embebidos, de los fundamentos y aplicaciones de la *sensorización* industrial, procesos generadores de datos y análisis exploratorios de datos para la resolución de problemas de monitoreo de condiciones en maquinaria industrial.

El curso tendrá un fuerte énfasis en aplicaciones cyberfísicas de sistemas de monitoreo de condiciones desarrollados en la industria 4.0. Así, los y las estudiantes adquieren herramientas para analizar y resolver problemas relacionados con la instrumentalización y análisis de datos de maquinaria crítica. Así, los y las estudiantes adquieren herramientas para resolver problemas de diseño o generar nuevos sistemas de acuerdo con las necesidades en distintas áreas de la ingeniería.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE6: Desarrollar software en una amplia variedad de plataformas y lenguajes de programación.

CE8: Diagnosticar y resolver problemas en el funcionamiento de software cercano a la plataforma para mejorar su desempeño.

CE9: Desarrollar soluciones computacionales de manera interdisciplinaria y colaborativa.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG4: Trabajo en equipo

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

CG5: Innovación:

Concebir ideas viables y novedosas que generen valor para resolver necesidades latentes, materializadas en productos, servicios o en mejoras a procesos dentro de un sistema u organización, considerando el contexto sociocultural y económico y los beneficios para el usuario.

**C. Resultados de aprendizaje:**

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE6	RA1: Analiza con su equipo el diseño e implementación de un sistema de monitoreo de condiciones en un entorno industrial, considerando el diseño e implementación de <i>Firmware</i> y <i>Software</i> , a fin de satisfacer las necesidades y requerimientos del usuario y entorno de operación.
CE8	RA2: Utiliza algún <i>framework</i> para el desarrollo de aplicaciones web/móviles, y para la gestión y visualización del sistema de monitoreo diseñado, con el objetivo de construir una aplicación donde se reutilizan funcionalidades comunes del manejo de usuario.
CE9	RA3: Propone soluciones basadas en sistemas embebidos y sensores de alta complejidad, que satisfagan los requerimientos técnico – económicos del usuario, considerando requisitos funcionales y no funcionales para construir un producto de nivel de madurez tecnológica o Technology readiness levels (TRL3).
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA4: Elabora, con lenguaje objetivo y preciso, informes técnicos para reportar, en forma oral o escrita, propuestas del sistema de monitoreo diseñado, esgrimiendo argumentos para justificar decisiones de diseño para la construcción del producto.
CG4	RA5: Toma acuerdos con su equipo acerca de cómo abordar la construcción o implementación del producto, considerando el modificar su proceder en diversas situaciones que pueden generar conflicto en el equipo al momento de abortar un desafío.
CG5	RA6: Diseña prototipos y experimentos para proponer opciones de mejora, identificando las fuentes de información y de fallas de la propuesta, validando el producto construido.

#### D. Unidades temáticas:

Número	RA a los que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA3, RA4, RA5	Fundamentos de Sistemas Embebidos	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1. Conceptos generales de sistemas embebidos. 1.2. Sistemas de monitoreo e Industria 4.0. 1.3. Diagnóstico y desafíos del desarrollo de sensorización y sistemas embebidos.		La/el estudiante: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Maneja conceptos de Industria 4.0, sistemas cyberfísicos, y sistemas de monitoreo de condiciones para analizar problemas industriales donde se dé la sensorización, considerando tanto las propiedades teóricas como prácticas de los sistemas embebidos.</li> <li>2. Identifica las etapas involucradas en el desarrollo de un sistema de monitoreo de condiciones en escenarios industriales.</li> <li>3. Analiza de forma crítica diferentes casos de estudio, respetando la opinión de los demás, y aporta a la construcción de un clima de tolerancia en el contexto de las actividades que ejecuta el equipo.</li> <li>4. Expone en forma oral el análisis de casos de estudio en aplicaciones industriales; particularmente, problemas técnicos asociados a sensorización y monitoreo de condiciones, utilizando un registro formal para exponer, en forma clara, a una audiencia.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		[1][2][3]	

Número	RA a los que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA2, RA3, RA4, RA5	Microcontroladores y Sensores	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1. Programación de microcontroladores y sensores. 2.2. Protocolos de comunicación serial. 2.3. Conceptos generales de desarrollo de firmware.		La/el estudiante: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Programa microcontroladores y sensores de acuerdo a las tareas de operatividad y mantenibilidad (O&amp;M) usando un framework.</li> <li>2. Analiza las diferentes tecnologías para el monitoreo de condiciones de problemas industriales, considerando su entorno de operación.</li> <li>3. Selecciona distintos protocolos de comunicación serial para programar según requerimientos de un sistema.</li> <li>4. Propone soluciones iniciales para cada una de las etapas del desarrollo del producto (identificación del problema, selección de solución inicial y</li> </ol>	

	<p>familiarización para programar los microcontroladores y sensores).</p> <p>5. Toma acuerdos con su equipo para proponer las soluciones iniciales sobre la construcción del producto, decidiendo conjuntamente en cómo abordarán las tareas correspondientes.</p> <p>6. Elabora informes técnicos y explicar a sus pares, de forma pertinente y coherente, la metodología utilizada para desarrollar las soluciones iniciales relacionadas con la construcción del producto.</p>
<b>Bibliografía de la unidad</b>	[1][2][3]

Número	RA a los que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA2, RA5, RA6, RA7.	Prototipado de Dispositivos	4 semanas
<b>Contenidos</b>		<b>Indicador de logro</b>	
<p>3.1. Conceptos microelectrónica electrónica y sistemas digitales.</p> <p>3.2. Proceso de creación de productos.</p> <p>3.3. Etapas de prototipado inicial y validación de concepto.</p> <p>3.4. Instrumentación para validación.</p> <p>3.5. Diseñar experimentos para generar procesos generadores de datos.</p>		<p>La/el estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Usa conceptos de electrónica, microelectrónica y sistemas digitales para la construcción del prototipo.</li> <li>2. Aplica metodologías para elaborar el producto, considerando las tareas de operación y mantenimiento, los materiales disponibles, tiempos de ejecución, limitaciones y alcances del producto.</li> <li>3. Valida, experimentalmente, la funcionalidad de la arquitectura planteada, considerando el nivel de madurez tecnológica y metodologías ágiles de desarrollo.</li> <li>4. Plantea soluciones acordes a los desafíos tecnológico y a las tareas de operación y mantenibilidad (O&amp;M), considerando una visión integral del sistema desarrollado.</li> <li>5. Diseña e implementa un sistema de monitoreo de problemas industriales, en equipo, considerando acuerdos y modificando su proceder en situaciones que pudieran generar conflictos con sus pares.</li> <li>6. Expone en forma oral y escrita sobre el prototipo desarrollando, explicando el diagrama de flujo de trabajo que se utilizó en la construcción del producto.</li> </ol>	
<b>Bibliografía de la unidad</b>		[1][2][3]	

Número	RA a los que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA3, RA5, RA6	Sistemas Generadores de Datos y Edge Sensors	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1 Sistemas generadores de datos. 4.2 Indicadores claves estratégicos (KPI) de las industrias. 4.3 Edge Sensors. 4.4 Machine learning y sensorización. 4.5 Machine learning y sistemas embebidos.		La/el estudiante: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estima los KPI dependiendo del proceso generador de datos involucrados.</li> <li>2. Utiliza lenguajes de programación en edge sensor, para el uso de algoritmos de machine learning.</li> <li>3. Diseña e implementa, en acuerdo con su equipo, un banco de ensayo para validación del sistema de monitoreo de condiciones desarrollado.</li> <li>4. Implementa algoritmos de machine learning con el sistema de monitoreo de condiciones desarrollado en sistemas computacionales tradicionales y en microcontroladores.</li> <li>5. Construye el producto TRL3, y lo valida con el banco de ensayo propuesto.</li> <li>6. Expone en forma oral el resultado de la validación del producto, explicando las limitaciones y alcances de éste, e indicando cómo se podría abordar el problema o la limitación encontrada.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		[1][2][3]	

Número	RA a los que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA3, RA4, RA5	Modelos de Negocio	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
5.1. Definición modelo de negocio. 5.2. Modelo de negocios basado en sistemas de monitoreo de condiciones. 5.3. Productos y servicios de base científica tecnológica en el marco de la industria 4.0. 5.4. Desafíos para la Industria.		La/el estudiante: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Relaciona modelos actuales de negocios con productos de base científica tecnológica.</li> <li>2. Compara los modelos de negocios tradicionales con los de la industria 4.0 y sistemas cyberfísicos, considerando ventajas y desventajas.</li> <li>3. Explica, en forma oral, la utilización actual de modelos de negocio en distintos rubros empresariales, considerando su propuesta de valor.</li> </ol>	
Bibliografía de la unidad		[1][2][3]	

## E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

El curso considera diversas estrategias de enseñanza - aprendizaje:

- **Clases de expositivas:** Se presentan los conceptos fundamentales de cada unidad. Los estudiantes analizan ejemplos y trabajan en problemas y ejemplos fundamentales para el desarrollo de sistemas de monitoreo de condiciones, así como el uso de técnicas y herramientas para abordarlos.
- **Trabajo de proyecto:** Se trabaja en diversas entregas, donde los y las estudiantes avanzan en el desarrollo de sistemas de monitoreo de condiciones, según las especificaciones, requisitos, y funcionalidad de éste.

## F. Estrategias de evaluación:

Al inicio de cada semestre, el cuerpo académico informará sobre la cantidad y tipo de evaluaciones, así como las ponderaciones correspondientes.

El curso considera distintas instancias de evaluación:

Tipo de evaluación	Resultado de aprendizaje asociado a la evaluación
Tareas y trabajo en clases.	- Informes evalúan RA1, RA2, RA4, RA6, RA7. - Presentaciones de proyectos evalúan RA1, RA2, RA3, RA4, RA5, RA6, RA7.

## G. Recursos bibliográficos:

### Bibliografía obligatoria:

- [1] Klaus Schwab (2017). The Fourth Industrial Revolution. ISBN: 978-1524758868
- [2] Dominik T. Matt, Vladimír Modrák, Helmut Zsifkovits (2020). Industry 4.0 for SMEs: Challenges, Opportunities and Requirements. ISBN: B083GLWMXM
- [3] Lucia Knapčíková, Michal Balog (2019). Industry 4.0: Trends in Management of Intelligent Manufacturing Systems. ISBN: 303014013X

## H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Otoño 2023
Elaborado por:	Luciano Radrigan Figueroa
Validado por:	Académico par: Sergio Ochoa Comité técnico docente, enero 2023.
Revisado por:	Área de Gestión Curricular