

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Sistemas de control de tiempo real
Clave de la asignatura:	RIF-1701
SATCA¹:	3 – 2 – 5
Carrera:	Ingeniería Electrónica Ingeniería Mecatrónica Ingeniería Electromecánica Ingeniería en Sistemas Computacionales

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
<p>Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero la capacidad de analizar, diseñar y construir sistemas de control de tiempo real para la solución de problemas en aplicaciones interdisciplinarias. En la actualidad, la evolución de las capacidades de almacenamiento y procesamiento a través de medios electrónicos ha llevado a los diversos campos de la ingeniería a incorporar nuevas tecnologías para su provecho y crecimiento. Sin embargo, esta transformación implica la necesidad de incorporar nuevas bases teóricas y el diseño de estrategias adaptadas al nuevo entorno y aplicaciones.</p> <p>Esta materia proporciona los fundamentos teóricos y prácticos para la implementación de sistemas de control de tiempo real utilizando medios electrónicos digitales y análogos.</p>
Intención didáctica
<p>El enfoque sugerido para la materia promueve la generación de competencias que permiten al alumno generar soluciones para aplicaciones interdisciplinarias. El contenido teórico de la materia está orientado a que el alumno adquiera los fundamentos matemáticos y de análisis para el diseño e implementación de sistemas de control de tiempo real; sin embargo, dada la naturaleza de estos procesos, la selección del proyecto de aplicación queda abierta a la resolución de problemas en diversas disciplinas.</p> <p>El contenido de la materia consta de tres unidades. En la primera unidad se abordan los conceptos, fundamentos teóricos y herramientas orientadas al diseño e implementación de aplicaciones en tiempo real. Esta unidad tiene como objetivo que el alumno adquiera los</p>

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

elementos necesarios para identificar, clasificar, programar y analizar aplicaciones en tiempo real desde un punto de vista teórico y finalmente adquiriera la capacidad de plasmar dicho conocimiento para el desarrollo de aplicaciones propias con ejecución en tiempo real.

En la segunda unidad se estudian los fundamentos teóricos y los aspectos de diseño e implementación de sistemas de instrumentación con ejecución en tiempo real. Esta unidad se enfoca en generar en el alumno la capacidad de establecer condiciones y características en el diseño de sistemas de instrumentación de tiempo real de acuerdo al problema a resolver y a las particularidades requeridas por diversos escenarios disciplinarios.

La tercera unidad se enfoca en que el alumno adquiriera las competencias necesarias para diseñar, desarrollar e implementar sistemas de adquisición de datos dentro de aplicaciones de tiempo real para resolver problemas en el campo interdisciplinario.

Algunos ejemplos de aplicaciones con requerimientos de tiempo real donde se aplica la instrumentación de tiempo real son sistemas de vigilancia, control de movimiento de mecanismos y sistemas, sistemas de control retroalimentado, transmisión de datos a través de diversos medios y protocolos, adquisición de señales para procesamiento digital, entre otras.

Es esencial que el docente provea al alumno de una visión panorámica de la utilidad de las herramientas adquiridas y su aplicación a otras disciplinas.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Ensenada, Reunión del Cuerpo Académico "Robótica, Instrumentación y Control", Febrero 2017.	Miembros del Cuerpo Académico "Robótica, Instrumentación y Control" ITENS-CA-1.	Diseño del módulo de especialidad de Robótica, Instrumentación y Control para las carreras de Ingeniería Electrónica, Electromecánica, Mecatrónica y Sistemas Computacionales.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> - Analizar y diseñar aplicaciones orientadas a la instrumentación de sistemas de tiempo real. - Capacidad analítica para integrar los conocimientos adquiridos para la generación de nuevo conocimiento, adaptación de soluciones y resolución de nuevos problemas.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> • Conocer los fundamentos y haber diseñado aplicaciones utilizando algún lenguaje de programación. • Poseer los conocimientos y principios básicos en circuitos electrónicos y eléctricos. • Conocimientos en instrumentación y electrónica digital.
--

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Tiempo real	1.1 Definiciones 1.2 Introducción a las aplicaciones de tiempo real 1.3 Herramientas de procesamiento de tiempo real
2	Instrumentación de tiempo real	2.1 Elementos de un sistema de adquisición de datos 2.2 Herramientas para la instrumentación de tiempo real
3	Proyecto	3.1 Anteproyecto 3.2 Desarrollo 3.3 Reporte final

7. Actividades de aprendizaje de los temas

UNIDAD I: Tiempo real	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identifica y clasifica el concepto de tiempo real. - Analiza los requerimientos y herramientas aplicables al desarrollo de aplicaciones en tiempo real. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacidad de análisis y síntesis. - Empleo de lenguaje técnico – científico - Habilidad para buscar y analizar información - Trabajo en equipo - Habilidad para trabajar en forma autónoma - Empleo de metodologías para el desarrollo de actividades - Incorporación de los métodos y habilidades aprendidas para la generación de nuevo conocimiento. 	<p>1.1 Estudio de la clasificación y características que definen a los sistemas de tiempo real.</p> <p>1.2 Análisis de las características, diseño, desarrollo e implementación de aplicaciones de tiempo real.</p> <p>1.3 Análisis de las herramientas para procesamiento de tiempo real.</p>
UNIDAD II: Instrumentación de tiempo real	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identifica y analiza sistemas de adquisición de datos de tiempo real. 	<p>2.1 Estudio de los elementos y características que definen a un sistema de adquisición de datos en tiempo real</p>

<ul style="list-style-type: none"> - Es capaz de establecer propuestas de solución orientado a problemas de sistemas de instrumentación de tiempo real. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacidad de análisis y síntesis. - Empleo de lenguaje técnico – científico - Habilidad para buscar y analizar información - Trabajo en equipo - Habilidad para trabajar en forma autónoma - Empleo de metodologías para el desarrollo de actividades - Incorporación de los métodos y habilidades aprendidas para la generación de nuevo conocimiento. 	<p>2.2 Análisis de herramientas para la instrumentación de tiempo real.</p>
<p>UNIDAD III: Proyecto</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Es capaz de diseñar, desarrollar e implementar un sistema de control de tiempo real dentro de aplicaciones de diversas disciplinas relacionadas. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacidad de análisis y síntesis. - Empleo de lenguaje técnico – científico - Habilidad para buscar y analizar información - Trabajo en equipo - Habilidad para trabajar en forma autónoma - Empleo de metodologías para el desarrollo de actividades 	<p>3.1 Diseño e implementación de un sistema de control de tiempo real.</p> <p>3.2 Presentación del diseño dentro de una aplicación.</p>

- Incorporación de los métodos y habilidades aprendidas para la generación de nuevo conocimiento.	
---	--

8. Práctica(s)

Las prácticas propuestas para fortalecer el aprendizaje del estudiante son:

1. Diseñar programas utilizando herramientas para el desarrollo de aplicaciones de tiempo real.
2. Análisis de compatibilidad y propuestas de diseño para acondicionar señales entre los elementos que integran un sistema de instrumentación.
3. Proyecto de aplicación: diseño de un sistema de control de tiempo real para resolver un problema de aplicación; por ejemplo: implementar un sistema de control, análisis de señales digitales, medición y monitoreo de señales, sistema de vigilancia, entre otros.

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** El marco referencial que apoya el proyecto de asignatura implica dos aspectos: a) la evaluación de los conocimientos y competencias necesarias para contraponer la materia y b) lograr que el alumno adquiriera la capacidad de interpretar y relacionar los conceptos matemáticos correspondientes a la adquisición de datos en tiempo real dentro de un contexto práctico. En caso de que el resultado del diagnóstico no sea adecuado, el docente tendrá que plantear un mecanismo que permita compensar las deficiencias manifestadas; por ejemplo, resolución de ejercicios y/o práctica de laboratorio. Para el primer punto, se recomienda que la evaluación diagnóstica se lleve a cabo al iniciar el curso y el segundo aspecto será determinado a través de los medios de verificación utilizados en cada evaluación.
- **Planeación:** En esta etapa, los alumnos con ayuda del docente deberán seleccionar un área de aplicación con la finalidad de plantear su proyecto de asignatura. Esta etapa

es la más importante ya una vez selecciona el área de aplicación se debe proceder a identificar un problema orientado a la adquisición de datos en tiempo real. Finalmente, es necesario realizar un análisis de los componentes a utilizar (Computadora, Micrófono, Cámara, Tarjeta de adquisición de datos, Circuitos eléctricos y electrónicos, Transductores, Sensores, Microcontroladores, Convertidores, etc.), establecer características de compatibilidad para la comunicación de datos y programar un calendario de actividades. Estos últimos tres aspectos permitirán evaluar el desempeño en esta etapa del proyecto.

- **Ejecución:** Durante esta etapa, el docente deberá supervisar periódicamente el avance del proyecto y ofrecer su experiencia para resolver el problema planteado. De esta manera, se podrá garantizar que el proyecto llegue a buen término. El análisis de factibilidad y compatibilidad realizado en la etapa de Planeación permitirá que esta etapa se lleve a cabo sin contratiempo. La evaluación de esta etapa es a través del cotejamiento de las actividades realizadas contra el calendario programado.
- **Evaluación:** En esta etapa se realizará una cuantificación de los resultados obtenidos del proyecto. Se sugiere que sea dividida en dos aspectos: a) grado de comprensión y b) resolución del problema. Para la primera parte se sugiere una exposición por parte de cada equipo de trabajo con la finalidad de evidenciar las competencias adquiridas al realizar el proyecto. Para la segunda parte, se solicita la entrega de una memoria, documento en extenso o informe en donde se describa cada una de las etapas del proceso que llevó a la conclusión del proyecto. La evaluación de esta etapa se verá reflejada en la última unidad del temario de la asignatura.

10. Evaluación por competencias

La evaluación debe ser continua, formativa e integral, por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje. Los elementos sugeridos para la evaluación son:

- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.
- Examen práctico con evaluación del desempeño. Se calificará la capacidad del estudiante para asimilar y aplicar conocimiento teórico.
- Realizar prácticas de laboratorio para reafirmar el aprendizaje teórico.
- Realizar prácticas sugeridas utilizando herramientas de desarrollo y programación.
- Listas de verificación en prácticas de laboratorio.
- Realizar un proyecto de aplicación orientado al diseño e implementación de un sistema de control de tiempo real.
- Resolución de problemas teóricos de aplicación correspondiente a los temas expuestos en clase.

11. Fuentes de información

Bertolotti I. C., Manduchi G. *Real-time embedded systems: Open-source operating systems perspective (Embedded Systems Series)*, 1ra. Edición, CRC Press, 2012.

Di Paolo M. *Data acquisition Systems: From fundamentals to applied design*, Springer – New York, 2013.

Edwards L. *Open-source robotics and process control cookbook: Designing and building robust, dependable real-time systems*, Newnes – Elsevier, 2004.

Galeano, G., *Programación de Sistemas Embebidos en C*, 1a. Edición, Alfaomega, Colombia, 2009.

Kopetz H. *Real-time systems: design principles for distributed embedded applications (Real-time systems series)*, 2da. Edición, Springer, 2011.

Kormanyos C.M. *Real-time C++: Efficient object-oriented and template microcontroller programming*, Springer, 2013.

Laplante P.A., Ovaska S.J. *Real-time systems design and analysis: tools for the practitioner*, 4ta. Edición, Wiley – IEEE Press, 2011.

Li Q., Yao C. *Real-time concepts for embedded systems*, 1ra. Edición, CRC Press, 2003.

Oshana R. *DSP for embedded and real-time systems*, 1ra. Edición, Newnes – Elsevier, 2012.

Park J., Mackay S. *Practical data acquisition for instrumentation and control systems – Engineering and Instrumentation Control Series*, Newnes – Elsevier, 2003.