

Universidad Tecnológica Nacional

Facultad Regional Bahía Blanca

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

SOFTWARE DE TIEMPO REAL

Materia
9-95-1686

HORAS DE CLASE

PROFESOR RESPONSABLE

TEORICAS (cuatrimestral)

PRACTICAS (cuatrimestral)

Mg. Guillermo Rodolfo Friedrich
Profesor Titular Interino

Por semana

total

Por semana

total

DOCENTE AUXILIAR

3

48

2

32

ASIGNATURAS CORRELATIVAS PRECEDENTES

PARA CURSAR

APROBADAS

CURSADAS

Informática II

Técnicas Digitales II

APROBADAS PARA RENDIR

Técnicas Digitales II

DESCRIPCIÓN DEL EJE TEMÁTICO:

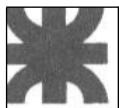
Esta materia electiva pertenece al área de Técnicas Digitales. Tiene relación en forma vertical con Técnicas Digitales II e Informática II. En forma horizontal guarda relación con Técnicas Digitales III, ya que se complementan en distintos tópicos: en Técnicas Digitales III se estudian detalles de algunas arquitecturas de procesadores, sobre los cuales corren los sistemas operativos y aplicaciones que interesan desde el punto de vista de tiempo real. El procesamiento de señales -que se estudia en Técnicas Digitales III- por lo general se debe realizar en tiempo real, cumpliendo estrictos requerimientos temporales. Las redes de datos -estudiadas en Técnicas Digitales III- son la base para los sistemas distribuidos. En ésta materia se analiza su desempeño cuando el tráfico debe cumplir con requerimientos de tiempo real, para permitir que a su vez los procesos que hacen uso de la red puedan cumplir con sus metas temporales. Por otra parte, la implementación de sistemas de tiempo real muchas veces se basa en la utilización de un sistema operativo, por lo que se estudian las funciones típicas de los sistemas operativos multitarea, en primer lugar, y de tiempo real en particular.

OBJETIVOS:

Dentro del campo de acción del ingeniero en electrónica hay una creciente cantidad de aplicaciones que tienen requerimientos de tiempo real, entre ellas: sistemas de control, sistemas de comunicaciones, procesamiento de señales e imágenes. La envergadura de tales sistemas puede ir desde pequeños sistemas embebidos basados en microcontroladores, hasta sistemas distribuidos basados en varias computadoras de gran porte trabajando en red. En los últimos años ha ido creciendo vertiginosamente el desarrollo de soluciones basadas en sistemas embebidos, que por lo general son sistemas de tiempo real. Debido a la fuerte relación entre hardware y software que tienen los sistemas embebidos, desde su concepción hasta su implementación, constituyen un área de trabajo de competencia específica del ingeniero electrónico.

A partir de estos antecedentes, la materia tiene los siguientes objetivos:

VIGENCIA AÑOS	2020	2021	2022	2023	2024	2025
------------------	------	------	------	------	------	------



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Bahía Blanca

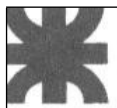
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

SOFTWARE DE TIEMPO REAL

Materia
9-95-1686

- Introducir al alumno en los fundamentos de los sistemas de tiempo real y las bases teóricas sobre las que se apoya esta disciplina.
- Introducir al alumno en la temática de sistemas embebidos, con una orientación hacia el diseño y desarrollo de aplicaciones con requerimientos de tiempo real.
- Estudiar las características particulares de los sistemas operativos de tiempo real y hacer experiencias prácticas sobre alguno de ellos. Analizar las posibilidades y eventuales ventajas de su uso en sistemas embebidos.
- Introducir al alumno en técnicas y metodologías para el análisis y diseño de sistemas de tiempo real.
- Aplicar e integrar los conocimientos obtenidos en la realización de un pequeño proyecto.

VIGENCIA AÑOS	2020	2021	2022	2023	2024	2025
------------------	------	------	------	------	------	------



Universidad Tecnológica Nacional

Facultad Regional Bahía Blanca

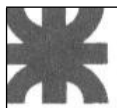
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

SOFTWARE DE TIEMPO REAL

Materia
9-95-1686

<u>Unidad</u> <u>Temática</u>	<u>CONTENIDO TEMATICO PROGRAMA ANALITICO</u>	<u>Horas</u> <u>desarrolladas</u>
I: Conceptos básicos de sistemas de tiempo real.	Que es un sistema de tiempo real. Terminología. Clasificación: según las restricciones de tiempo: duros, blandos, firmes; según la relación entre escalas de tiempo: basados en eventos, basados en reloj, interactivos; según la integración con el entorno: embebidos o no embebidos -orgánicos o débilmente acoplados-, reactivos o no reactivos.	2
II: Planificación de tareas en sistemas de tiempo real centralizados.	Conceptos básicos de planificación de procesos, planificación con desalojo (preemptive) y sin desalojo (non-preemptive). Algoritmos de planificación con prioridades fijas: Prioridades Monotónicas Crecientes (PMC o RM); fórmula de Liu y Layland para la condición suficiente; caracterización exacta usando la función trabajo (Lehoczky); otros métodos. Algoritmos de planificación con prioridades dinámicas: Menor Tiempo al Vencimiento (MTV o EDF) y Menor Tiempo de Latencia (MTL o LLF). Algoritmos de planificación sin prioridades: Primero en Entrar Primero en ser Servido (PEPS / FIFO). Análisis de factibilidad de la planificación de tareas de tiempo real. Planificación de tareas con recursos compartidos: el problema de la inversión de prioridades; protocolo básico de herencia de prioridades; protocolo de techo de prioridad. Planificación de tareas de tiempo real con cantidad limitada de niveles de prioridad: agrupamiento en clases de prioridad; análisis de factibilidad según el grado de saturación. Manejo de tareas aperiódicas, esporádicas y de no-tiempo real.	18
III: Sistemas distribuidos de tiempo real.	Conceptos generales sobre sistemas distribuidos. Potenciales ventajas: confiabilidad, tolerancia a fallas, escalabilidad. Sincronización de relojes en sistemas distribuidos; soluciones para la ausencia de un reloj único: algoritmos de Lamport (happens-before), de Cristian y de Berkeley. Influencia de la red de comunicación sobre el desempeño de un sistema distribuido de tiempo real. Análisis del desempeño de algunos tipos de redes, desde la perspectiva de los sistemas de tiempo real. Planificación conjunta de tareas y mensajes en sistemas distribuidos de tiempo real; influencia de la red de comunicación sobre el cumplimiento de las metas temporales. Asignación de tareas a procesadores o nodos.	15
IV: Manejo de procesos en sistemas operativos multitarea.	Comunicación y sincronización entre procesos; regiones críticas; soluciones con espera ocupada; soluciones con semáforos y con pasaje de mensajes; mensajes bloqueantes (rendez-vous) y no bloqueantes (buzones, proxys); señales; tuberías (pipes).	15
V: Sistemas operativos de tiempo real.	Funciones típicas de los sistemas operativos de tiempo real (SOTR). SOTR para sistemas embebidos. Funciones del Kernel. Manejo de multitarea con desalojo y cooperativo. Planificación (scheduling); manejo de prioridades. Comunicación y sincronización entre tareas (exclusión mutua, semáforos, colas, mensajes, tuberías -pipes-, buzones, etc.). Atención de interrupciones; latencia. Caso de estudio: FreeRTOS.	20
	Exámenes parciales:	10
	Total:	80 horas

VIGENCIA AÑOS	2020	2021	2022	2023	2024	2025
---------------	------	------	------	------	------	------



Universidad Tecnológica Nacional

Facultad Regional Bahía Blanca

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

SOFTWARE DE TIEMPO REAL

Materia
9-95-1686

METODOLOGÍA UTILIZADA

- Exposición de los temas por parte del docente, apoyado en recursos didácticos tales como el uso de computadora y cañón para presentaciones, demostraciones de software específico, etc.
- Guías de problemas, con problemas tipo para afianzar el dominio de conceptos y problemas abiertos de ingeniería.
- Trabajos prácticos que comprenden el estudio de un tema y la elaboración de un reporte.
- Actividades de formación práctica, que pueden consistir en análisis, desarrollo y ensayo de software sobre distintas plataformas (computadora, red de computadoras, kit de microcontrolador, etc). Elaboración de informes.

SISTEMA DE EVALUACIÓN:

Actividades de formación práctica:

La asignatura contará con la realización de actividades de formación práctica de laboratorio, coordinada con el desarrollo de las clases teóricas, que los alumnos deberán cumplimentar en tiempo y forma.

Cursado y Régimen de aprobación:

El cursado y régimen de aprobación de la asignatura es conforme a las condiciones establecidas por la Ordenanza Nro. 1549.

PRÁCTICAS EN GABINETE:

Una guía de problemas teórico-prácticos por cada unidad temática. Su objetivo básico es afianzar el dominio de conceptos e introducir en los aspectos prácticos relacionados, incluso a nivel de diseño.

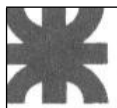
PRÁCTICAS EN LABORATORIO Y/O CAMPO Y/O TALLER:

Cada unidad temática incluye actividades de formación práctica, centradas en el diseño, desarrollo y ensayo de programas en C/C++.

Las actividades están orientados a:

- Trabajar en la comunicación y sincronización de tareas en sistemas multitarea.
- Desarrollar aplicaciones que deben cumplir con restricciones de tiempo real.
- Interactuar con un sistema operativo de tiempo real sobre la/s plataforma/s seleccionada/s, integrando conceptos tratados en trabajos anteriores.

VIGENCIA AÑOS	2020	2021	2022	2023	2024	2025
------------------	------	------	------	------	------	------



Universidad Tecnológica Nacional

Facultad Regional Bahía Blanca

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

SOFTWARE DE TIEMPO REAL

Materia
9-95-1686

BIBLIOGRAFÍA:

Libros:

- I. Lee, J. Leung y S. Son (editores), "Handbook of Real-Time and Embedded Systems". Chapman & Hall/CRC. Taylor and Francis Group.
- Francis Cottet et all, "Scheduling in Real-Time Systems". John Wiley and Sons, 2002.
-
- Phillip Laplante, "Real-Time Systems Design and Analysis". 3° edición, IEEE Press, Wiley-Interscience.
- TimeSys Corporation, "The Concise Handbook of Linux for Embedded Real-Time Systems".

Artículos:

- Alfons Crespo y Alejandro Alonso, "Una panorámica de los sistemas de tiempo real". Revista Iberoamericana de Informática Industrial, Vol. 3, N° 2, Abril 2006, pp. 7-18, ISSN: 1697-7912. <http://recyt.fecyt.es/index.php/RIAI/article/view/10407/7233>
- Liu & Layland, "Scheduling algorithms for multiprogramming in a hard real-time environment". JACM, Vol. 20, N° 1, Enero 1973, pp. 46-61.
- Lehoczky, Sha & Ding, "The rate monotonic scheduling: exact characterization and average case behavior". Proc. IEEE, May 89, pp. 166-171.
- Sha, Rajkumar & Lehoczky, "Priority inheritance protocols: an approach to real-time synchronization", IEEE Trans. on Computers, vol. 39, N° 9, Sept. 1990.
- Lehoczky, Sha & Strosnider, "Enhanced aperiodic responsiveness in hard real-time environments", Proceedings of the IEEE Real-Time Systems Symposium, 1987, pp. 261-270.

Apuntes de la cátedra. Estarán a disposición de los alumnos en el aula virtual.

Otros: hojas de datos y documentación del software y herramientas a utilizar.

- Mastering the FreeRTOS Real Time Kernel (www.freertos.org)

VIGENCIA DE ESTE PROGRAMA

AÑO	PROFESOR RESPONSABLE (firma aclarada)	AÑO	PROFESOR RESPONSABLE (firma aclarada)

VISADO

SECRETARIO DE DEPARTAMENTO	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO	SECRETARIO ACADÉMICO
FECHA:	FECHA:	FECHA:

VIGENCIA AÑOS	2020	2021	2022	2023	2024	2025