

FACULTAD REGIONAL BAHÍA BLANCA

Departamento Electrónica

PROGRAMA DE :**Software de Tiempo Real**CÓDIGO: **9-95-1686**ÁREA: **Sistemas Digitales**PLAN: **1995**

<input type="checkbox"/> RÉGIMEN CUATRIMESTRAL		HORAS DE CLASE		TOTALES	PROFESOR RESPONSABLE	
				80		
TEÓRICAS		PRÁCTICAS LABORATORIO		Mag. Guillermo Rodolfo Friedrich Profesor Adjunto Interino Software de Tiempo Real		
Total	% s /Total Materia	Total	% s / Total			
55	69%	25	31%			
CORRELATIVAS PARA CURSADO		CORRELATIVAS PARA RENDIR FINAL				
CURSADAS		APROBADAS		CURSADAS		APROBADAS
Técnicas Digitales II		Informática II				Técnicas Digitales II

OBJETIVOS:

Dentro del campo de acción del ingeniero en electrónica hay una creciente cantidad de aplicaciones que tienen requerimientos de tiempo real: sistemas de control, sistemas de comunicación, procesamiento de señales, y muchas más. La envergadura de tales sistemas puede ir desde pequeños sistemas embebidos basados en microcontroladores, hasta sistemas basados en varias computadoras de gran porte trabajando en red.

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

- Introducir al alumno en los fundamentos de los sistemas de tiempo real y las bases teóricas sobre las que se apoya esta disciplina.
- Estudiar un sistema operativo de tiempo real, a fin de analizar las características que lo hacen ventajoso para este tipo de aplicaciones, y hacer algunas experiencias prácticas de desarrollo de aplicaciones de tiempo real sobre el mismo.
- Introducir al alumno en algunas técnicas y metodologías utilizadas para el análisis y diseño de sistemas de tiempo real.
- Aplicar e integrar los conocimientos obtenidos en la realización de un pequeño proyecto.

PROGRAMA ANALÍTICO:**Unidad Temática I: Conceptos básicos.**

Que es un sistema de tiempo real. 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. Ejemplos.

Unidad Temática II: 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; mensaje bloqueantes (rendez-vous) y no bloqueantes (buzones, proxys); señales; tuberías (pipes). Caso de estudio: la cena de los filósofos.

FACULTAD REGIONAL BAHÍA BLANCA

Departamento Electrónica

Materia: **Software de Tiempo Real**CÓDIGO: **9-95-1686**AÑO: **6°**Régimen: **Cuatrimestral**

PLAN : 1995

Unidad Temática III: 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 RMS); 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.

Unidad Temática IV: Estudio de un sistema operativo de tiempo real (QNX).

El sistema operativo QNX. Arquitectura microkernel, comunicación entre procesos (mensajes, proxys, señales), manejo de procesos, planificación (scheduling), comunicación entre nodos de una red (usando la red propia de QNX y usando TCP/IP), temporizado, manejo de entrada/salida, interrupciones. Desarrollo de aplicaciones de tiempo real sobre QNX.

Breve reseña de otros sistemas operativos de tiempo real.

Unidad Temática V: Redes en tiempo real.

Análisis del funcionamiento de algunas redes basadas en pasaje de ficha (Token Ring, Token Bus, FDDI), desde la perspectiva de los sistemas de tiempo real. Analogía con el análisis de la planificación de tareas sobre un procesador.

Estudio de casos.

Unidad Temática VI: Sistemas distribuidos de tiempo real.

Conceptos generales sobre sistemas distribuidos; ventajas y desventajas. Objetivos: transparencia, confiabilidad, tolerancia a fallas, escalabilidad. Sincronización de relojes en los sistemas distribuidos; soluciones para la ausencia de un reloj único: algoritmos de Lamport (happens-before), de Cristian y de Berkeley.

Planificación de tareas en sistemas distribuidos de tiempo real: influencia de la red sobre la comunicación entre procesos y el cumplimiento de las metas temporales; planificación de extremo a extremo.

Asignación de tareas a procesadores: un problema de complejidad NP; soluciones heurísticas o metaheurísticas.

Planificación dinámica de tareas en sistemas distribuidos de tiempo real: conceptos y soluciones del *Spring Kernel*.

Unidad Temática VII: Métodos para especificación, análisis y diseño de sistemas de tiempo real.

Necesidad de métodos adecuados para especificación, análisis y diseño de sistemas de tiempo real. Algunos factores que aumentan la complejidad: restricciones temporales y concurrencia. Validación de sistemas de tiempo real. Clasificación de metodologías: informales, semiformales y formales. Otra clasificación: técnicas operativas, descriptivas y duales.

Casos de estudio: DARTS, Redes de Petri Temporales, Autómatas Temporizados.

Nociones básicas de lógica temporal y TCTL para la verificación de sistemas de tiempo real.

Caso de estudio: la herramienta UPPAAL para la descripción de sistemas de tiempo real mediante autómatas temporizados y su verificación formal mediante fórmulas de la lógica TCTL.

FACULTAD REGIONAL BAHÍA BLANCA

Departamento Electrónica

Materia: Software de Tiempo Real

CÓDIGO: 9-95-1686

AÑO: 6º

Régimen: Cuatrimestral

PLAN : 1995

BIBLIOGRAFIA:

- G. Wainer, "Sistemas de Tiempo Real", editorial Nueva Librería, 1997.
- Ferreira Magalhaes, "Software para Tempo Real", EBAI, 1986.
- A. Tanenbaum, "Sistemas Operativos Modernos", editorial Prentice-Hall, 1993.
- Apuntes de la cátedra. En la página web de la materia (www.frbb.utn.edu.ar/electronica/treal) está disponible la versión actualizada de estos apuntes, en formato PDF.
- Papers. Los principales son:
 - 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.
 - Santos y Orozco, "Rate monotonic scheduling in hard real-time systems". Information Processing Letters 48, pp. 37-45.
 - 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.
 - Stankovic & Ramamritham, "The Spring Kernel: a new paradigm for real-time systems", IEEE Software, pp. 62-72, May. 91.
 - Ramamritham & Stankovic, "Dynamic task scheduling in hard real-time distributed systems", IEEE Software, pp. 65-75, Jul. 84.
 - H. Goma, "A software design method for real-time systems", Communications of the ACM, vol. 27, N° 9, pp. 938-949, Sept. 84.
 - H. Goma, "Software development of real-time systems", Communications of the ACM, vol. 29, N° 7, pp. 657-668, Jul. 86.
 - A. David, "UPPAAL2k: small tutorial".
 - Kim G. Larsen et al, "UPPAAL in a nutshell".
- "Proceedings of the IEEE", N° 1, vol. 82, Enero 1994. Ejemplar dedicado integramente a los sistemas de tiempo real.

Bibliografía complementaria:

- D. Comer, "Redes globales de información con Internet y TCP/IP". 3º edición, Prentice-Hall, 1999.
- F. Halsall, "Comunicación de datos, redes de computadoras y sistemas abiertos". 4º edición, Prentice-Hall, 1998.
- W. Stallings, "Comunicaciones y redes de computadores". 6º edición, Prentice-Hall, 2000.
- Byron S. Gottfried, "Programación en C", 2º edición. Serie Schaum, Editorial Mc. Graw-Hill, 1997.
- Kernighan y Ritchie, "El lenguaje de programación C". Prentice-Hall, 1977.
- W. Stallings, "Operating Systems. Internals and design principles", 3º edic. Prentice-Hall, 1997.

PROGRAMA DE :**Software de Tiempo Real**CÓDIGO: **9-95-1686**

PLAN : 1995

LABORATORIOS**Laboratorio 1:**

Uso del sistema operativo QNX, comandos básicos, uso del editor y el compilador C. Desarrollo de algunos programas básicos en C.

Laboratorio 2:

Comunicación entre procesos en QNX por medio de mensajes. El modelo cliente/servidor. Rendez-vous extendido.

Laboratorio 3:

Comunicación entre procesos en QNX mediante proxys y señales. Manejo básico de temporizados (funciones *sleep()* y *alarm()*).

Laboratorio 4:

Manejo de procesos en QNX. Creación y terminación de procesos hijos. Asignación de nombres a los procesos y posterior identificación del PID de un proceso a partir del nombre.

Laboratorio 5: Manejo de entrada/salida e interrupciones en QNX.

Laboratorio 6:

Generación de eventos mediante temporizadores (timers); activación periódica de tareas. Planificación de procesos en QNX. Evaluación del comportamiento de un sistema en función de la prioridad y tipo de planificación asignados a cada proceso.

Laboratorio 7:

Uso de los mensajes bloqueantes como un mecanismo para el control de acceso a una región crítica. Implementación del problema de la cena de los filósofos aplicando esta estrategia.

Laboratorio 8:

Desarrollo de una pequeña aplicación de tiempo real distribuida sobre dos o más nodos de una red local. Se implementa sobre QNX, en lenguaje C, usando la interface Socket para la comunicación entre aplicaciones de distintos nodos.

Laboratorio 9:

Uso de UPPAAL para especificar un sistema de tiempo real mediante autómatas temporizados, y verificar sus propiedades funcionales y temporales.

TALLERES

Taller 1: Análisis y diseño de un pequeño sistema de tiempo real usando la metodología DARTS.

Taller 2: Descripción de un pequeño sistema de tiempo real usando Redes de Petri Temporales.

Taller 3: Descripción de un pequeño sistema de tiempo real mediante Autómatas Temporizados y verificación de propiedades del mismo mediante fórmulas de TCTL. Uso de la herramienta UPPAAL.

FACULTAD REGIONAL BAHÍA BLANCA

Departamento Electrónica

PROGRAMA DE :CÓDIGO: **9-95-1686****Software de Tiempo Real**

PLAN : 1995

MÉTODO DE EVALUACIÓN:

La evaluación se realiza en base a una serie de trabajos que el alumno debe realizar. Durante la etapa de cursado estos trabajos son:

- Trabajos prácticos: tienen la finalidad de afianzar conceptos y ayudar a formar criterios para la aplicación de los mismos.
- Trabajos de laboratorio: tienen la finalidad de que el alumno se afiance en el uso de las herramientas con que se trabaja en el curso (sistema operativo, compilador, etc.), al mismo tiempo que utiliza tales recursos para resolver problemas e implementar pequeñas aplicaciones.
- Seminarios: tienen la finalidad de que los alumnos investiguen sobre un tema, comparen, saquen conclusiones, expongan el resultado de su trabajo y debatan.
- Talleres: tienen la finalidad de que el alumno se ejercite en la aplicación de diferentes metodologías para la resolución de algunos casos concretos.

A fin de lograr la aprobación de la materia, el alumno debe realizar un trabajo final de una extensión tal que pueda concretarlo en el transcurso del segundo cuatrimestre. Dicho trabajo comprende una parte de investigación sobre algún tópico de interés para el alumno y la cátedra, una parte de desarrollo donde se realiza alguna implementación relativa al tema de la investigación, y la elaboración de un informe. Pos-teriormente se realiza un seminario en el que los alumnos exponen sus trabajos y se debate sobre ellos.

La calificación final se determina a priori en base al trabajo final. De acuerdo al desempeño del alumno durante la etapa de cursado dicha calificación final podrá aumentar o disminuir.

Cursado de la Materia:

- **Aprobación de los trabajos prácticos.**
- **Aprobación de los laboratorios y talleres.**

Promoción de la Materia:

- **Realización de un trabajo tutorial.**
- **Seminario con exposición de los trabajos tutoriales de cada alumno/comisión.**

VIGENCIA DE ESTE PROGRAMA

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

V I S A D O

PROFESOR JEFE DE AREA	SECRETARIO ACADÉMICO	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO
Fecha:	Fecha:	Fecha: