

CONCURRENCIA Y PARALELISMO**Carrera/ Plan:***Ingeniería en Computación Plan 2008 / Plan 2011***Año 2019****Año:** 4°**Régimen de Cursada:** Semestral**Carácter (Obligatoria/Optativa):** Obligatoria**Correlativas:** Taller de Lenguajes II (plan 2008 y 2011), Conceptos de Sistemas Operativos (plan 2011), Redes de Datos I (plan 2008).**Profesor/es:** Franco Chichizola**Hs. semanales:** 6**FUNDAMENTACIÓN**

La temática de la Concurrencia es central en el desarrollo actual de la Ciencia Informática, en particular por el creciente desarrollo de arquitecturas multiprocesador que permiten implementar físicamente los conceptos teóricos de concurrencia "real".

El impacto de la concurrencia se refleja en diferentes ámbitos de la disciplina tales como las arquitecturas, los sistemas operativos, los lenguajes y el diseño y desarrollo de aplicaciones. En este sentido, se impone que los futuros profesionales sean capaces de desarrollar soluciones que utilicen adecuadamente la tecnología disponible con fundamentos teóricos firmes.

OBJETIVOS GENERALES

Dar los conceptos fundamentales de Concurrencia en software. Analizar la semántica y sintaxis para especificar concurrencia. Estudiar la sincronización de procesos concurrentes por memoria compartida y mensajes. Desarrollar estudios de casos con diferentes lenguajes/ herramientas para concurrencia.

CONTENIDOS MINIMOS

- Especificación de la ejecución concurrente.
- Comunicación y sincronización.
- Concurrencia con variables compartidas.
- Concurrencia con pasajes de mensajes.
- Lenguajes de programación concurrente.
- Introducción a los conceptos de procesamiento paralelo.

PROGRAMA ANALÍTICO**1. Conceptos básicos**

- Objetivos de los sistemas concurrentes.
- Procesamiento secuencial, concurrente y paralelo. Características.
- Concurrencia y paralelismo. Relación con la arquitectura.
- Sincronización (por exclusión mutua y por condición) y comunicación (por memoria compartida y por mensajes).

2. Concurrencia y sincronización

- Especificación y semántica de la ejecución concurrente. La sentencia "co" y "process"
- Acciones atómicas y sincronización.
- El problema de interferencia. Historias válidas e inválidas.

- *Atomicidad de grano fino y de grano grueso.*
- *La propiedad de "A lo sumo una vez".*
- *La sentencia "await". Semántica. Especificación de la sincronización.*
- *Técnicas para evitar interferencia.*
- *Propiedades de seguridad y vida.*
- *Políticas de scheduling y fairness.*

3. **Concurrencia con variables compartidas**

- **Sincronización por variables compartidas**

- *Sincronización de grano fino.*
- *Secciones críticas (SC). Definición del problema. Propiedades necesarias de las soluciones. Planteo de soluciones clásicas.*
- *Sincronización Barrier. Definición del problema. Planteo de soluciones.*

- **Sincronización por semáforos**

- *Defectos de la sincronización por variables compartidas.*
- *Semáforos. Sintaxis y semántica.*
- *Usos básicos y técnicas de programación con semáforos.*

- **Sincronización por monitores**

- *Evolución histórica a partir de semáforos.*
- *Monitores. Sintaxis y semántica.*
- *Sincronización en monitores. Disciplinas de señalización: "Signal and wait" y "Signal and continue".*
- *Usos básicos y técnicas de programación con monitores.*

- **Lenguajes para programación con variables compartidas**

- *Pthreads.*
- *OpenMP..*

4. **Programación distribuida. Concurrencia con pasaje de mensajes**

- *Programas distribuidos. Relación entre mecanismos de comunicación.*

- **Pasaje de mensajes asíncronos (PMA)**

- *Sintaxis y semántica. Canales. Operaciones.*
- *Usos básicos y técnicas de programación con Pasaje de Mensajes Asíncronos.*

- **Pasaje de mensajes sincrónicos (PMS)**

- *Sintaxis y semántica.*
- *Conceptos de CSP. Comunicación guardada. Sintaxis y semántica.*
- *Usos básicos y técnicas de programación con Pasaje de Mensajes Sincrónicos.*

- **Remote Procedure Calls (RPC) y Rendezvous.**

- *Sintaxis y semántica.*
- *Similitudes y diferencias.*
- *Usos básicos y técnicas de programación con RPC y Rendezvous.*

- **Lenguaje para Programación distribuida**

- *Librería para manejo de mensajes – MPI.*
- *Lenguaje para Rendezvous - ADA.*

5. **Introducción a la Programación Paralela**

- *Objetivos del procesamiento paralelo.*
- *Necesidad del paralelismo.*
- *Concepto de Sistema Paralelo.*
- *Diseño de algoritmos paralelos.*
- *Métricas de rendimiento de los sistemas paralelos (speedup y eficiencia).*
- *Concepto de asignación de tareas y balance de carga.*
- *Balance de carga estático y dinámico.*
- *Arquitecturas orientadas a Procesamiento Paralelo.*

6. Paradigmas de cómputo paralelo

- Objetivo de los paradigmas de resolución de programas paralelos.
- Paradigma Master/Slave.
- Paradigma Divide/Conquer.
- Paradigma Pipelining.
- Otros paradigmas.

En la práctica se realiza trabajo experimental sobre arquitecturas paralelas utilizando los lenguajes y librerías enseñados (Pthreads, OpenMP, MPI, ADA).

BIBLIOGRAFÍA

• **Principal**

- Andrews G. "Foundations of Multithreaded, Parallel and Distributed Programming", Addison Wesley, 2000.
- Grama A., Gupta A., Karypis G., Kumar V. "An Introduction to Parallel Computing. Design and Analysis of Algorithms", Pearson Addison Wesley, 2nd Edition, 2003.

• **Complementaria**

- Akl S. "Parallel Computation. Models and Methods", Prentice-Hall, Inc., 1997.
- Barnes J. "Programming in Ada 2005 with CD", Addison Wesley, 2006.
- Ben-Ari, M. "Principles of Concurrent and Distributed Programming, 2/E". Addison-Wesley. 2006. ISBN 0-321-31283-X.
- Downey, A. "The Little Book of Semaphores, Second Edition". Free book disponible en <http://www.freetechbooks.com/the-little-book-of-semaphores-second-edition-t519.html>, 2007.
- Ghosh, S. "Distributed Systems: An Algorithmic Approach". Chapman & Hall/CRC, 2007. ISBN1584885645, 9781584885641.
- Habermann A., Perry D. "Ada for Experienced Programmers", Addison-Wesley Publishing Company, Inc. 1993.
- Herlihy M., Shavit N. "The Art of Multiprocessor Programming". Morgan Kaufmann, 2008.
- Hoare C. "Communicating Sequential Processes", Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1985
- Jordan H.F., Alagband G., Jordan H.E. "Fundamentals of Parallel Computing", Prentice Hall, 2002.
- Leopold C. "Parallel and Distributed Computing. A survey of Models, Paradigms, and Approaches", Wiley Series on Parallel and Distributed Computing. Albert Zomaya Series Editor, 2001.
- Snir, M., Otto, S., Huss-Lederman, S., Walker, D., Dongarra, J. "MPI: The Complete Reference". Cambridge, MA: MIT Press, 1996. Available in web site: <http://www.netlib.org/utk/papers/mpi-book/mpi-book.html>.
- Taubenfeld, G. "Synchronization Algorithms and Concurrent Programming". Prentice Hall. 2006.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

La asignatura se estructura con clases teóricas y prácticas:

- Las clases teóricas son dictadas por el Profesor de la asignatura y no son obligatorias.
- Las clases prácticas sirven para que los alumnos trabajen/consulten sobre los ejercicios propuestos en la guía de trabajos prácticos. En algunas de ellas implica el desarrollo de trabajos con diferentes arquitecturas paralelas y lenguajes/librerías de programación.

El reglamento y cronograma tentativo son conocidos por los alumnos desde el inicio de la cursada.

Se utiliza un entorno virtual de enseñanza-aprendizaje (**ideas**), donde se encuentran disponibles clases, guías de TP, avisos, resultados de exámenes, etc.

Para las clases teóricas se utiliza PC, cañón y pizarrón.

Los trabajos de Laboratorio son realizados sobre diferentes arquitecturas paralelas y lenguajes/librerías de programación paralela.

EVALUACIÓN

Para aprobar la cursada de la materia, los alumnos deben aprobar dos **exámenes prácticos parciales (Memoria Compartida y Memoria Distribuida)** para el que dispone de una fecha para cada uno de ellos y dos recuperatorios globales.

Además se cuenta con un **examen teórico optativo**.

Para promocionar la materia la suma del puntaje de los dos **exámenes prácticos parciales** aprobados (máximo de 4 puntos para cada uno de ellos) y el puntaje del **examen teórico optativo** (máximo de 2 puntos) debe ser mayor o igual a 6. El no rendir o no aprobar el **examen teórico optativo** no impide obtener la promoción, sólo se considera 0 el puntaje de ese ítem.

En caso de sólo obtener la cursada, se debe rendir un examen teórico/práctico para aprobar la materia en alguna de las mesas de finales.

CRONOGRAMA DE CLASES Y EVALUACIONES

Clase	Fecha	Contenidos/Actividades
1	08/03/2019	Teoría: conceptos básico de concurrencia y paralelismo
2	15/03/2019	Teoría: variables compartidas
3	21/03/2019	Práctica: práctica 1 – variables compartidas
4	22/03/2019	Teoría: semáforos
5	28/03/2019	Práctica: práctica 2 – semáforos
6	29/03/2019	Teoría: monitores
7	04/04/2019	Práctica: práctica 2 – semáforos
8	05/04/2019	Teoría: monitores (continuación)
9	11/04/2019	Práctica: práctica 3 – monitores
10	12/04/2019	Teoría: librerías para programación paralela con MC (Pthreads – OpenMP)
11	25/04/2019	Práctica: práctica 3 – monitores
12	26/04/2019	Teoría: pasaje de mensajes asíncrono (PMA)
13	02/05/2019	Práctica: repaso prácticas 1, 2 y 3
14	03/05/2019	Teoría: pasaje de mensajes síncrono (PMS)
15	09/05/2019	Práctica: repaso prácticas 1, 2 y 3
16	10/05/2019	Examen: primer parcial práctico (Memoria Compartida - prácticas 1, 2 y 3)
17	16/05/2019	Práctica: práctica 4 – PMA y PMS
18	17/05/2019	Teoría: RPC, Rendezvous y lenguaje ADA.
19	23/05/2019	Práctica: práctica 4 – PMA y PMS
20	24/05/2019	Teoría: librerías para programación paralela con PM (MPI)
21	30/05/2019	Práctica: práctica 5 – Rendezvous (ADA)
22	31/05/2019	Teoría: introducción a los Sistemas Paralelos
23	06/06/2019	Práctica: práctica 5 – Rendezvous (ADA)
24	07/06/2019	Teoría: paradigmas de cómputo paralela
25	13/06/2019	Práctica: repaso prácticas 4 y 5
26	14/06/2019	Examen: segundo parcial práctico (Pasaje de Mensajes - prácticas 4 y 5)
27	27/06/2019	Práctica: repaso prácticas 1, 2, 3, 4 y 5
28	28/06/2019	Examen: primer recuperatorio global práctico
29	04/07/2019	Práctica: repaso prácticas 1, 2, 3, 4 y 5
30	11/07/2019	Práctica: repaso prácticas 1, 2, 3, 4 y 5
31	12/07/2019	Examen: segundo recuperatorio global práctico
32	19/07/2019	Examen: examen teórico optativo

Evaluaciones previstas	Fecha
Primer parcial práctico (Memoria Compartida)	10/05/2019
Segundo parcial práctico (Memoria Distribuida)	14/06/2019
Primer recuperatorio global práctico	28/06/2019
Segundo recuperatorio global práctico	12/07/2019
Examen teórico optativo.	19/07/2019



Contacto de la cátedra (mail, sitio WEB, plataforma virtual de gestión de cursos):

- **Plataforma virtual:** ideas.info.unlp.edu.ar
- **Web:** weblidi.info.unlp.edu.ar/catedras/concurrenciayparalelismo/
- **Mail:** francoch@lidi.info.unlp.edu.ar

Firma del/los profesor/es