



<p><b>Monitorización y Optimización de Rendimiento en Sistemas de Cómputo de Altas Prestaciones</b></p> <p><b>Año 2022</b></p>	<p><b>Carreras:</b>                  Doctorado en Ciencias Informáticas                  Maestría en Computo de Altas Prestaciones                  Especialización en Computo de Altas                  Prestaciones y Tecnología GRID</p> <p><b>Duración:</b> 70 hs.</p> <p><b>Docentes:</b>                  Dra. Dolores Rexachs (UAB – España)                  Dr. Emilio Luque (UAB – España)                  Dr. Álvaro Wong (UAB – España)</p> <p><b>Créditos:</b> 4</p>
--	--

### OBJETIVOS GENERALES:

La Optimización de Rendimiento en Sistemas de Cómputo de Altas Prestaciones se basa en tres elementos clave: la Ejecución Eficiente incluyendo la Entrada/Salida (E/S | I/O), la Escalabilidad y la Disponibilidad.

1. La ejecución eficiente de las aplicaciones proporciona un uso justo de los recursos computacionales, minimizando la energía gastada y preservando el medio ambiente.
2. La función de escalabilidad permite que las prestaciones del sistema crezca proporcionalmente cuando aumentan los recursos. El objetivo del Exascale computing.
3. La disponibilidad permite que el sistema proporciona sus servicios a pesar de fallas de hardware y software.

El objetivo en HPC es acomodar tanto la disponibilidad como la escalabilidad mientras se mantiene bajo estrictas restricciones de rendimiento (por ejemplo, tiempo de procesamiento) y métricas de costos (por ejemplo, consumo de energía).

### COMPETENCIAS A DESARROLLAR EN RELACION CON EL OBJETIVO DE LA CARRERA

C.1- Analizar problemas del mundo real que por su complejidad y/o volumen de datos requieran cómputo paralelo y diseñar soluciones desde el punto de vista del hardware necesario, lo que requiere un conocimiento de las arquitecturas paralelas actuales.

C.2- Conocer los fundamentos para el desarrollo de Sistemas Paralelos (incluyendo la relación entre hardware y software).

C.3- Tener capacidad de análisis, diseño, implementación y optimización de algoritmos distribuidos y paralelos, aplicables a problemas numéricos y no numéricos en diferentes áreas del conocimiento, incluyendo su análisis de rendimiento y eficiencia.

### **CONTENIDOS MINIMOS:**

- Concepto de rendimiento en sistemas paralelos. Métricas para el rendimiento.
- Monitorización y visualización de algoritmos paralelos/distribuidos.
- Análisis estático y dinámico del rendimiento en algoritmos paralelos sobre diferentes arquitecturas.
- Predicción de rendimiento en base a la “firma digital” del código ejecutable.

### **PROGRAMA**

#### 1. Introducción

- a. Sistemas de Cómputo de Altas Prestaciones (CAP/HPC): Optimización de Rendimiento.
- b. Ejecución Eficiente incluyendo la Entrada/Salida (E/S | I/O), Escalabilidad y Disponibilidad.

#### 2. Análisis del rendimiento de las aplicaciones

- a. Evaluación de las prestaciones
- b. PAS2P: Parallel Application Signature for Performance Prediction
- c. Monitorización: Instrumentation and Data Collection
- d. Performance prediction

#### 3. Análisis de la escalabilidad

- a. Conceptos básicos, índices y análisis.
- b. Mejorando (¿Optimizando?) las prestaciones

#### 4. Tolerancia a Fallos: Disponibilidad

- a. Estrategias para aumentar la fiabilidad y disponibilidad de un computador paralelo
- b. Tolerancia a fallos en computadores paralelos
- c. Ejemplo de una arquitectura Paralela Tolerante a fallos: RADIC



d. Middleware para tolerancia a fallos a nivel de la aplicación.

5. Análisis de la E/S

a. El papel del sistema de E/S en los Sistemas de Cómputo de Altas Prestaciones

## ACTIVIDADES EXPERIMENTALES y DE INVESTIGACION

### Tareas en Laboratorio (presencial o remoto)

Tal como se explica en el ítem relacionado con la metodología, ésta se basa en clases sincrónicas (presenciales o remotas) combinadas con actividades demostrativas en el laboratorio para aplicar los conceptos teóricos y que así el alumno adquiera las competencias y habilidades sobre cada uno de los temas que forman parte del contenido de la asignatura.

Además el alumno debe analizar un proyecto/desarrollo relacionado con los temas dictados en la teoría, cuya implementación concreta se realiza sobre máquinas/placas específicas y/o una infraestructura virtualizada que los alumnos pueden acceder en forma remota (en el Laboratorio dedicado a Paralelismo en el Postgrado).

Investigación/ Estudios adicionales:

Los alumnos analizarán papers relacionados con los problemas de análisis de rendimiento sobre diferentes arquitecturas multiprocesador y también en el caso de cómputo en la nube (por la incidencia de otros elementos en la performance, tales como el tráfico sobre Internet). y el enfoque de las técnicas y herramientas para tener valores de performance comparables con diferentes aplicaciones.

Se les propondrán temas de I+D orientados al estudio comparativo de evaluación de rendimiento en algoritmos sobre sistemas paralelos, de modo de potenciar el conocimiento transmitido en la teoría.

## METODOLOGIA Y MODALIDAD DE EVALUACION

La metodología se basa en clases sincrónicas a través del sistema de videoconferencias adoptado por el Postgrado de Informática combinadas con sesiones en el laboratorio remoto para aplicar los conceptos teóricos y que así el alumno adquiera las competencias y habilidades sobre cada uno de los temas que forman parte del contenido de la asignatura.



Se requiere un 80% de asistencia a los encuentros sincrónicos, incluyendo el encuentro inicial de presentación de la materia, y el encuentro final de integración, ambos de asistencia obligatoria.

El trabajo se complementa con un proyecto experimental que debe desarrollar el alumno para cumplimentar las horas asignadas con soporte tutorizado por el profesor (*on-line*) y seguimiento a través del Entorno Virtual IDEAS contemplado en el SIED de la Facultad de Informática de la UNLP.

El despliegue práctico se realizará sobre una infraestructura virtualizada accesible al alumno en la que se puede ejecutar aplicaciones y medir rendimiento con las metodologías/herramientas explicadas en el curso.

La evaluación se realizará mediante un examen escrito al final de las sesiones sincrónicas para evaluar el grado de conocimientos del alumno (20%), el proyecto/desarrollo experimental que deberá entregar el alumno al final de las horas programadas (70%) y la participación y aportaciones de calidad/excelencia a las soluciones propuestas (10%).

## RECURSOS Y MATERIALES DE ESTUDIO

Como materiales de estudio, se dispone de:

- Presentaciones multimedia desarrolladas ad-hoc para introducir cada uno de los diferentes ejes temáticos.
- Píldoras formativas con la explicación de algunos temas
- Ejemplos donde se aplican los conceptos teóricos
- Ejercicios prácticos que son desarrollados en clase
- Material de lectura para estudiar y profundizar conceptos abordados en las clases
- Enlaces a artículos de actualidad de repositorios reconocidos en el área
- Acceso a equipamiento remoto situado en la Facultad de Informática de la UNLP y también en la nube (Cloud) de acuerdo a la disponibilidad del Postgrado de la Facultad de Informática para sus cursos.
  
- Software específico para determinadas actividades de laboratorio que se detallan en este programa.

## ACTIVIDADES EXPERIMENTALES Y APROPIACIÓN DE SABERES

Los trabajos experimentales pueden desarrollarse en cada clase o continuarse en más de una clase. Parten de una especificación/consigna del docente (explicada en la clase) y un trabajo individual o en grupos que interactúan en el que los alumnos resuelven un problema experimental concreto relacionado con la temática.

Los trabajos podrán ser individuales o grupales. Para esto último se configura el entorno virtual para que los alumnos del mismo grupo se encuentren en un espacio virtual diferente

del resto. Durante el desarrollo del trabajo, el docente estará conectado respondiendo dudas y consultas.

Estos trabajos pretenden desarrollar y/o fortalecer las aptitudes de opinión crítica en los temas relativos del curso. Los alumnos deberán sintetizar su comprensión de los temas, al realizar correctamente la tarea experimental propuesta.

También se pretende desarrollar la capacidad de poder comunicar y transmitir los resultados, en presentaciones pautadas a lo largo del curso.

En general, finalizada una actividad, hay una sesión de discusión conjunta donde los participantes comunicarán sus opiniones e intercambiarán los distintos puntos de vista.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **Modelos de Rendimiento**

Cesar, E., Moreno, A., Sorribes, J., and Luque, E. "Modeling master/worker applications for automatic performance tuning". /Parallel Comput./ 32, 7 (Sep. 2006), 568-589.

### **Kappa-Pi (Sintonización estática)**

Espinosa, A. Parcerisa, F. Margalef, T. Luque, E. "Relating the execution behaviour with the structure of the application", LNCS,1999, pages 91-100

### **MATE (Sintonización dinámica)**

Anna Morajko and Tomàs Margalef and Emilio Luque, "Design and implementation of a dynamic tuning environment",J. Parallel Distrib. Comput.,vol. 67, #4, 2007, pp. 474-490, Academic Press.

### **Rendimiento en Multi-clusters**

Argollo, E. de Souza, J. R. Rexachs, D. Luque, E. "Efficient Execution on Long-Distance Geographically Distributed Dedicated Clusters", LNCS, 2004, 3241, pp. 311-318, Springer-Verlag.

### **Tuning SPMD Applications in Order to Increase Performability**

Meyer, H, Muresano, R, Rexachs, D., Luque, E. 12th IEEE International Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and Communications (TrustCom), 2013 16-18 July 2013. Page 1170 - 1178

### **Locality-aware parallel process mapping for multi-core hpc systems.**

Hursey, J., Squyres, J., Dontje, T.: IEEE International Conference on Cluster Computing (2011) 527/531



**Locality-aware parallel process mapping for multi-core hpc systems.**

Hursey, J., Squyres, J., Dontje, T.: IEEE International Conference on Cluster Computing (2011) 527/531

**A tool for selecting the right target machine for parallel scientific applications.**

Panadero, J., Wong, A., Rexachs, D., Luque, E.: ICCS 18(0) (2013) 1824 { 1833

**Characterizing communication patterns of nas-mpi benchmark programs.**

Lee, I.: In: Southeastcon, 2009. SOUTHEASTCON '09. IEEE. (2009) 158{163

**Performance instrumentation and measurement for terascale systems.**

Dongarra, J., Malony, A.D., Moore, S., Mucci, P., Shende, S.: In: European Center for Parallelism of Barcelona. (2003) 53/62