



Universitat de Lleida

GUIA DOCENT
**COMPUTACIÓ D'ALTES
PRESTACIONS**

Coordinació: ONRUBIA PALACIOS, JORDI RICARD

Any acadèmic 2023-24

Informació general de l'assignatura

Denominació	COMPUTACIÓ D'ALTES PRESTACIONS			
Codi	103084			
Semestre d'impartició	2N Q(SEMESTRE) AVALUACIÓ CONTINUADA			
Caràcter	Grau/Màster	Curs	Caràcter	Modalitat
	Màster Universitari en Enginyeria Informàtica	1	OBLIGATÒRIA	Presencial
Nombre de crèdits assignatura (ECTS)	4.5			
Tipus d'activitat, crèdits i grups	Tipus d'activitat	PRALAB	TEORIA	
	Nombre de crèdits	3	1.5	
	Nombre de grups	1	1	
Coordinació	ONRUBIA PALACIOS, JORDI RICARD			
Departament/s	ENGINYERIA INFORMÀTICA I DISSENY DIGITAL			
Distribució càrrega docent entre la classe presencial i el treball autònom de l'estudiant	30% de les hores són dirigides amb el professor (2h/setmana) i el 70% són de treball autònom. Les hores de treball dirigides són presencials.			
Informació important sobre tractament de dades	Consulteu aquest enllaç per a més informació.			
Idioma/es d'impartició	Anglès			

Professor/a (s/es)	Adreça electrònica professor/a (s/es)	Crèdits impartits pel professorat	Horari de tutoria/lloc
GINE DE SOLA, FRANCESC	francesc.gine@udl.cat	0	
ONRUBIA PALACIOS, JORDI RICARD	jordi.onrubia@udl.cat	4,5	

Informació complementària de l'assignatura

Per cursar aquesta assignatura s'han de tenir coneixement sòlids de programació estructurada, llenguatge C, així com d'Arquitectura i Tecnologia de Computadors i Sistemes Operatius.

Objectius acadèmics de l'assignatura

- Analitzar les prestacions d'un computador HPC.
- Saber i entendre els paradigmes de la programació paral·lela.
- Conèixer el funcionament i característiques de les arquitectures HPC.
- Implementar i depurar aplicacions paral·leles utilitzant els models de programació OpenMP, MPI i CUDA.
- Resoldre algorismes numèrics utilitzant tecnologies híbrides OpenMP-MPI i OpenMP-CUDA i avaluar el seu rendiment.
- Comunicar fluidament idees i conceptes en anglès escrit i parlat.

Competències

Competències Estratègiques UdL

- UdL1: Correcció en l'expressió oral escrita.
- UdL2: Domini d'una llengua estrangera.

Competències transversals EPS

- EPS3: Capacitat de transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.
- EPS4: Capacitat de concebre, dissenyar i implementar projectes i/o aportar solucions noves, utilitzant eines pròpies de l'enginyeria.

Competències Generals

- CG4. Capacitat per a la modelització matemàtica, càlcul i simulació en centres tecnològics i d'enginyeria d'empresa, en tasques de recerca, desenvolupament i innovació en tots els àmbits relacionats amb l'enginyeria informàtica.
- CG8: Capacitat per a l'aplicació dels coneixements assolits i la resolució de problemes en entorns nous o poc coneguts dintre de contextos més amplis i multidisciplinaris, essent capaços de la integració d'aquests coneixements.

Competències Bàsiques

- CB1: Posseir i comprendre coneixements que aportin una base u oportunitat de ser originals en el desenvolupament i/o aplicació de les idees, sovint en un context de recerca.
- CB2: Saber aplicar els coneixements adquirits i tenir capacitat de resolució de problemes en entorns nous o poc coneguts dintre de contextos més amplis.

Competències específiques de la titulació

- CE10: Capacitat per comprendre i poder aplicar coneixements avançats de computació d'altres prestacions i mètodes numèrics o computacionals a problemes d'enginyeria.
- CE12: Capacitat per aplicar mètodes matemàtics, estadístics i d'intel·ligència artificial per a modelar, dissenyar i desenvolupar aplicacions, serveis, sistemes intel·ligents i sistemes basats en el coneixement

Continguts fonamentals de l'assignatura

1. Introducció: Computació d'Altes Prestacions (1h P +2h A)
2. Processament paral·lel i benchmarking (5h P+ 13h A)
 - o Introducció
 - o Arquitectures HPC
 - o Disseny d'Aplicacions Paral·leles
 - o Mètriques de Rendiment
 - o Eines de Benchmarking
3. Programació paral·lela en entorns de memòria compartida - OpenMP (8h P+21h A)
 - o Introducció a OpenMP
 - o Regions Paral·leles i Sèries
 - o Variables d'entorn
 - o Estratègies de descomposició de bucles
 - o Sincronització de tasques
 - o Models de memòria
4. Programació paral·lela en entorns de memòria distribuïda - MPI (8h P+ 21h A)
 - o Introducció a MPI
 - o Estructura Bàsica d'un Programa MPI
 - o Tipus de Comunicacions
 - o Tipus de Dades Derivades
 - o Comunicadors i Topologies
5. Programació paral·lela en entorns GPGPU -CUDA (8h P+ 21h A)
 - o Introducció a CUDA

- o Entorn d'execució de CUDA
- o Administració de Memòria
- o Threads, Blocks e Indexing
- o Comunicacions i sincronització
- o Administració de dispositius

P. hores de treball presencial

A: hores de treball autònom

Eixos metodològics de l'assignatura

Cada setmana l'estudiant rebrà:

- 2 hores de classes presencials en el laboratori, on s'explicaran tant els aspectes més teòrics de l'assignatura, acompanyats d'exemples il·lustratius, com els continguts més aplicats, reforçats amb pràctiques dirigides. Com a material de suport de la classe se seguiran les transparències de l'assignatura.
- Material de suport per fer un seguiment no presencial que permetin reforçar temes bàsics.

L'avaluació serà continuada i està integrada per cinc diferents proves:

- 4 pràctiques: Benchmarking, OpenMP, MPI-OpenMP i CUDA.
- Verificació mitjançant presentació oral de la pràctica híbrida (OpenMP-MPI) i de CUDA.

Pla de desenvolupament de l'assignatura

Aquesta planificació té un caràcter orientatiu i està subjecta a possibles canvis en funció de la dinàmica del curs.

Setmana	Descripció	Activitats dirigides	Activitat no dirigides	Hores treball autònom
1	Introducció: Computació d'Altes Prestacions	Presentació de l'assignatura Classe magistral	Repàs dels continguts donats	1
	Processament paral·lel i benchmarking	Classes magistrals	Resolució exercicis	1
2	Processament paral·lel i benchmarking	Classes magistrals i laboratori Presentació entorn gestor cues SGE	Resolució exercicis Coneixement eines de l'entorn de gestor cues SGE	6
3	Processament paral·lel i benchmarking	Classe magistral i laboratori	Resolució exercicis Pràctica de benchmarking	6

4	Programació paral·lela en entorns de memòria compartida - OpenMP	Classe magistral i laboratori	Resolució exercicis OpenMP Lliurament de pràctica de benchmarking	5
5	Programació paral·lela en entorns de memòria compartida - OpenMP	Classe magistral i laboratori	Resolució exercicis OpenMP Pràctica HPC-OpenMP	5
6	Programació paral·lela en entorns de memòria compartida - OpenMP	Classe magistral i laboratori	Resolució exercicis OpenMP Lliurament de pràctica de benchmarking Pràctica HPC-OpenMP	5
7	Programació paral·lela en entorns de memòria compartida - OpenMP	Classe magistral i laboratori	Resolució exercicis OpenMP Pràctica HPC-OpenMP	6
8	Programació paral·lela en entorns de memòria distribuïda - MPI	Classe magistral i laboratori	Resolució exercicis MPI Pràctica HPC-OpenMP	5
9	Programació paral·lela en entorns de memòria distribuïda - MPI	Classe magistral i laboratori	Resolució exercicis MPI Pràctica HPC-OpenMP-MPI Lliurament Pràctica HPC-OpenMP	5
10	Programació paral·lela en entorns de memòria distribuïda - MPI	Classe magistral i laboratori	Resolució exercicis MPI Pràctica HPC-OpenMP-MPI	5
11	Programació Paral·lela en entorns de memòria distribuïda - MPI	Classe magistral i laboratori	Resolució exercicis MPI Pràctica HPC-OpenMP-MPI	6
12	Programació paral·lela en entorns GPGPU (CUDA)	Classe magistral i laboratori	Resolució exercicis CUDA Pràctica HPC-OpenMP-MPI	5
13	Programació paral·lela en entorns GPGPU (CUDA)	Classe magistral i laboratori	Resolució exercicis CUDA Pràctica HPC-CUDA Lliurament Pràctica HPC-OpenMP-MPI	5
14	Programació paral·lela en entorns GPGPU (CUDA)	Classe magistral i laboratori	Resolució exercicis CUDA Pràctica HPC-CUDA	5
15	Programació paral·lela en entorns GPGPU (CUDA)	Classe magistral i laboratori	Resolució exercicis CUDA Pràctica HPC-CUDA	6
16	Setmana Exàmens	Tutoria	Pràctica HPC-CUDA	2
17	Setmana Exàmens	Tutoria	Lliurament HPC-CUDA	2
18	Setmana Exàmens+verificació pràctiques	Tutoria	Verificació pràctica híbrida i CUDA.	3
19	Verificació practiques	Presentació Oral	Verificació pràctica híbrida i CUDA.	3

Sistema d'avaluació

L'avaluació és continuada i està integrada per quatre diferents blocs d'avaluació amb els següents pesos respecte de la nota final de l'assignatura:

- Bloc benchmarking: 10%
- Bloc computació memòria compartida: 25%
- Bloc computació memòria distribuïda 35%
- Bloc GPGPU: 30%

Cadascun d'aquests blocs està integrat per les **activitats d'avaluació** que es mostren en la següent Taula.

Blocs Avaluació	O/V (1)	Activitats Avaluació	Pesos	I/G (2)
Bloc benchmarking	O	Pràctica Benchmarking	10%	G
Bloc computació memòria compartida	O	Pràctica HPC-OpenMP	25%	G
Bloc computació memòria distribuïda	O	- Pràctica Híbrida HPC-OpenMP-MPI - Verificació pràctica	35%	G
Bloc GPGPU	O	-Pràctica HPC-CUDA. -Verificació de la pràctica	30%	G

(1) Obligatori / Voluntari

(2) Individual / Grup

Aleshores, la nota final es calcularà de la següent manera:

Nota Final= 10% Benchmarking + 25% OpenMP + 35% OpenMP-MPI (híbrida)*verificació + 30% CUDA*verificació

La prova de verificació consisteix en una presentació oral al professor, on cada grup ha d'explicar al professor les principals decisions de disseny preses durant el desenvolupament de les pràctica híbrida i de CUDA, així com una demostració de la seva correcta execució. Aquesta presentació és realitzarà al final del semestre en el laboratori de pràctiques. La nota de la prova de verificació serà binaria: 1 (Passada) o 0 (No passada).

Els estudiants que no superin la Nota Final amb una puntuació igual o superior a 5 podran recuperar les activitats amb un pes superior al 20%.

L'estudiant que compti amb el vistiplau per ser avaluat mitjançant **avaluació alternativa** ([veure requisits i procediment a la normativa d'avaluació de la UdL](#)) haurà de realitzar les següents activitats d'avaluació:

- Pràctica HPC-OpenMP: 25%
- Pràctica HPC-OpenMP-MPI (híbrida) i posterior verificació, d'acord a les mateixes condicions de l'avaluació continuada: 40%
- Pràctica HPC-CUDA 35% i posterior verificació, d'acord a les mateixes condicions de l'avaluació continuada: 35%

L'estudiant que no superi l'avaluació alternativa amb una nota igual o superior a 5 tindrà dret a la recuperació de les activitats amb un pes superior a 20%.

Bibliografia i recursos d'informació

F. Giné & J.L. Lèrida

Transparències de l'Assignatura

Lleida, 2020

P.S. Pacheco,

Parallel Programming with MPI,

Morgan Kaufmann Publishers , 1997

-R. Chandra, L. Dagum, D. Kohr,

Parallel Programming in OpenMP,

Morgan Kaufmann Publishers , 2001

S. Duane, Y. Mete

CUDA for Engineers: An Introduction to High-Performance Parallel Computing,

Addison Wesley, 2015

J. Cheng, M. Grossman, T. McKercher

PROFESSIONAL CUDA® C Programming,

John Wiley & Sons, Inc, 2014

<https://www.cs.utexas.edu/~rossbach/cs380p/papers/cuda-programming.pdf>