

| Titulació                                                                            | Tipus | Curs |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|
| Modelització per a la Ciència i l'Enginyeria / Modelling for Science and Engineering | OB    | 1    |

## Professor/a de contacte

Nom: Juan Carlos Moure Lopez

Correu electrònic: juancarlos.moure@uab.cat

## Equip docent

Christian Guzman Ruiz

## Idiomes dels grups

Podeu consultar aquesta informació al [final](#) del document.

## Prerequisits

No hi ha prerequisits

## Objectius

L'objectiu del mòdul és:

- Desenvolupar programes en C.
- Identificar les dificultats relacionades amb la programació paral·lela.
- Aplicar una metodologia adequada per al desenvolupament d'aplicacions paral·leles.
- Comprendre les diferències dels enfocaments de programació en paral·lel: memòria compartida, pas de missatges.
- Determinar l'enfocament de programació paral·lela més convenient per desenvolupar una aplicació particular.
- Desenvolupar aplicacions paral·leles.
- Avaluar el rendiment de l'aplicació paral·lela i recopilar les mesures necessàries per ajustar l'aplicació per tal de millorar el seu rendiment.

Al final d'aquest mòdul, els estudiants han de tenir coneixements, mètodes i habilitats tècniques suficients per desenvolupar aplicacions paral·leles utilitzant un model de programació adequat i avaluar el rendiment de l'aplicació.

## Resultats d'aprenentatge

1. CA04 (Competència) Comunicar els resultats derivats del tractament de problemes de programació paral·lela un públic expert.
2. CA05 (Competència) Treballar en equips multidisciplinaris en l'aplicació de la programació en paral·lel a la modelització de processos reals.
3. KA03 (Coneixement) Identificar els entorns de programació que permeten el desenvolupament d'algorismes de paral·lelització.
4. KA04 (Coneixement) Identificar les principals arquitectures de computadors paral·lels i distribuïts.
5. KA05 (Coneixement) Descriure el funcionament i els paràmetres en què es basen les eines d'anàlisi del rendiment d'una estructura de programació en paral·lel.
6. SA04 (Habilitat) Fer servir el programari específic per a la programació en paral·lel.
7. SA05 (Habilitat) Desenvolupar la solució paral·lela a un problema computacional i triar les eines més adequades.
8. SA06 (Habilitat) Fer servir les eines apropiades per analitzar el rendiment d'una aplicació de programació en paral·lel.

## Continguts

1. Introducció al curs.
2. Programació en C.
3. Introducció als sistemes d'altres prestacions, sistemes paral·lels, multiprocessadors i multicomputadors. Execució d'aplicacions paral·leles en sistemes d'altres prestacions.
4. Programació OpenMP - Aplicacions basades en memòria compartida. Estàndard OpenMP (Open Multiprocessing)
5. Programació MPI - Aplicacions basades en pas de missatges. Estàndard MPI (Message Passing Interface).
6. Anàlisi de rendiment - Anàlisi de prestacions de sistemes paral·lels. Avaluació de prestacions de sistemes paral·lels. Exemples d'eines d'avaluació de prestacions.
7. Programació GPU.

## Activitats formatives i Metodologia

| Títol                                               | Hores | ECTS | Resultats d'aprenentatge |
|-----------------------------------------------------|-------|------|--------------------------|
| Tipus: Dirigides                                    |       |      |                          |
| Assistència a classe de teoria i exercicis pràctics | 14    | 0,56 | KA03, KA04, KA05         |
| Pràctiques de laboratori                            | 24    | 0,96 | CA05, SA04, SA05, SA06   |
| Tipus: Autònomes                                    |       |      |                          |
| Disseny i desenvolupament d'exercicis pràctics      | 52    | 2,08 | KA03, KA04, KA05         |
| Estudi                                              | 36    | 1,44 | KA03, KA04               |

L'assignatura es desenvoluparà en classes teòriques i exercicis de pràctics.

Es recomana que l'alumnat assisteixi a totes les classes de l'assignatura amb un ordinador portàtil amb la bateria ben carregada.

El plantejament del treball està orientat a promoure un aprenentatge actiu i a desenvolupar les competències de capacitat d'organització i planificació, comunicació oral i escrita, treball en equip i raonament crític. La qualitat dels exercicis realitzats, de la seva presentació i del seu funcionament es valorarà especialment.

La gestió de la docència de l'assignatura es farà a través del Campus Virtual (<https://cv.uab.cat/>), que servirà per poder veure els materials, gestionar els grups de pràctiques, fer els lliuraments corresponents, veure les notes, comunicar-vos amb els professors, etc.

Nota: es reservaran 15 minuts d'una classe, dins del calendari establert pel centre/titulació, perquè els alumnes compleixin les enquestes d'avaluació de l'actuació del professorat i d'avaluació de l'assignatura.

## Avaluació

### Activitats d'avaluació continuada

| Títol                        | Pes | Hores | ECTS | Resultats d'aprenentatge |
|------------------------------|-----|-------|------|--------------------------|
| Examen Final                 | 30  | 2     | 0,08 | CA04, KA03, KA04, KA05   |
| Exercicis pràctics amb GPUs  | 20  | 6     | 0,24 | CA05, SA04, SA05, SA06   |
| Exercicis pràctics en C      | 15  | 6     | 0,24 | CA05, SA04, SA05, SA06   |
| Exercicis pràctics en MPI    | 20  | 6     | 0,24 | CA05, SA04, SA05, SA06   |
| Exercicis pràctics en OpenMP | 15  | 4     | 0,16 | CA05, SA04, SA05, SA06   |

L'objectiu del procés d'avaluació és verificar que l'alumne ha assolit els coneixements i habilitats definits en els objectius de l'assignatura, així com les competències.

S'avaluaran cinc tipus d'activitats de manera independent on la suma ponderada d'elles donarà la nota final. Aquestes cinc activitats són:

1. Programació en C (15%)
2. Programació en OpenMP (15%)
3. Programació en MPI (20%)
4. Programació amb GPUs (20%)
5. Examen final individual (30%)

Les avaluacions de la programació seràn realitzades en grups de 2 persones. Examen final serà individual i escrit.

Nota sobre plagis:

Sense perjudici d'altres mesures disciplinàries que s'estimin oportunes, i d'acord amb la normativa acadèmica vigent, les irregularitats comeses per un o una estudiant que puguin conduir a una variació de la qualificació en una activitat avaluable es qualificaran amb un zero (0). Les activitats d'avaluació qualificades d'aquesta forma i per aquest procediment no seran recuperables. Si és necessari superar qualsevol d'aquestes activitats d'avaluació per aprovar l'assignatura, aquesta assignatura quedarà suspesa directament, sense oportunitat de recuperar-la en el mateix curs. Aquestes irregularitats inclouen, entre d'altres:

- la còpia total o parcial d'una pràctica, informe, o qualsevol altra activitat d'avaluació;
- deixar copiar;

- presentar un treball de grup no fet íntegrament pels i les membres del grup (aplicat a tots els i les membres, no solament als que no han treballat);
- presentar com a propis materials elaborats per un tercer, encara que siguin traduccions o adaptacions, i en general treballs amb elements no originals i exclusius de l'estudiant;
- l'ús no autoritzat de la IA (p. ex, Copilot, ChatGPT o equivalents);
- tenir dispositius de comunicació (com telèfons mòbils, smart watches, bolígrafs amb càmera, etc.) accessibles durant les proves d'avaluació teórico-pràctiques individuals (exàmens);
- parlar amb companys o companyes durant les proves d'avaluació teórico-pràctiques individuals (exàmens);
- copiar o intentar copiar d'altres alumnes durant les proves d'avaluació teórico-pràctiques (exàmens);
- usar o intentar usar escrits relacionats amb la matèria durant la realització de les proves d'avaluació teórico-pràctiques (exàmens), quan aquests no hagin estat explícitament permesos.

---

## Bibliografia

Parallel Programming: Techniques and Applications using Networked Workstations and Parallel Computers. Barry Wilkinson. Prentice Hall, 1999.

Designing and Building Parallel Programs: Concepts and Tools for Parallel Software Engineering. Ian Foster . Addison Wesley, 1995.

Introduction to Parallel Computing. A. Grama et al. Addison Wesley, Second Edition, 2003.

Parallel Program Development For Cluster Computing: Methodology, Tools and Integrated Environments. Edited by J. C. Cunha, P. Kacsuk, S. C. Winter. Nova Science Publishers, Inc., 2001.

High Performance Cluster Computing (Vols. 1 y 2), Rajkumar Buyya ed., Prentice Hall, 1999.

Parallel Programming with MPI, Peter Pacheco, Morgan Kaufman, 1996

Using MPI-2, William Gropp, Ewing Lusk and Rajeev Thakur, MIT Press, 1999.

Programming Massively Parallel Processors: A Hands-on Approach. David Kirk and Wen-mei Hwu. ISBN: 978-0-12-381472-2. Published by Elsevier Inc. 2010.

[http://www.elsevierdirect.com/morgan\\_kaufmann/kirk/](http://www.elsevierdirect.com/morgan_kaufmann/kirk/)

## Programari

C

OpenMP

MPI

OpenACC

gestor de cues (SLURM)

eines per a avaluació de rendiment (perf, TAU, nvcc)

connexió remota amb laboratori (e.g. MobaTex, Eclipse, Visual Studio, etc.)

## Grups i idiomes de l'assignatura

La informació proporcionada és provisional fins al 30 de novembre de 2025. A partir d'aquesta data, podreu consultar l'idioma de cada grup a través daquest [enllaç](#). Per accedir a la informació, caldrà introduir el CODI de l'assignatura

| Nom                                       | Grup | Idioma | Semestre            | Torn  |
|-------------------------------------------|------|--------|---------------------|-------|
| (PLABm) Pràctiques de laboratori (màster) | 1    | Anglès | primer quadrimestre | tarda |
| (PLABm) Pràctiques de laboratori (màster) | 2    | Anglès | primer quadrimestre | tarda |
| (TEm) Teoria (màster)                     | 1    | Anglès | primer quadrimestre | tarda |