

Guia docent

270616 - AVLSI - Algorismes per a VLSI

Última modificació: 29/07/2025

Unitat responsable: Facultat d'Informàtica de Barcelona

Unitat que imparteix: 723 - CS - Departament de Ciències de la Computació.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA INFORMÀTICA (Pla 2012). (Assignatura optativa).
MÀSTER UNIVERSITARI EN INNOVACIÓ I RECERCA EN INFORMÀTICA (Pla 2012). (Assignatura optativa).

Curs: 2025

Crèdits ECTS: 6.0

Idiomes: Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: JORDI CORTADELLA FORTUNY

Altres: Primer quadrimestre:
JORDI CORTADELLA FORTUNY - 10

CAPACITATS PRÈVIES

Experiència en estructures de dades i algorismes, amb èmfasi especial en algorismes de grafs.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:

CEE3.1. Capacidad para identificar barreras computacionales y analizar la complejidad de problemas computacionales en diversos ámbitos de la ciencia y la tecnología; así como para representar problemas de alta complejidad en estructuras matemáticas que puedan ser tratadas eficientemente con esquemas algorítmicos.

CEE3.2. Capacidad para utilizar un espectro amplio y variado de recursos algorítmicos para resolver problemas de alta dificultad algorítmica.

CEE3.3. Capacidad para entender las necesidades computacionales de problemas de disciplinas distintas de la informática y efectuar contribuciones significativas en equipos multidisciplinares que usen la computación.

Genèriques:

CG1. Capacidad para aplicar el método científico en el estudio y análisis de fenómenos y sistemas en cualquier ámbito de la Informática, así como en la concepción, diseño e implantación de soluciones informáticas innovadoras y originales.

CG3. Capacidad para el modelado matemático, cálculo y diseño experimental en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación e innovación en todos los ámbitos de la Informática.

Transversals:

CTR6. RAONAMENT: Capacitat de raonament crític, lògic i matemàtic. Capacitat de resoldre problemes en la seva àrea d'estudi. Capacitat d'abstracció: capacitat de crear i utilitzar models que reflecteixin situacions reals. Capacitat de dissenyar i realitzar experiments senzills, i analitzar-ne i interpretar-ne els resultats. Capacitat d'anàlisi, de síntesi i d'avaluació.

Bàsiques:

CB6. Que els estudiants sàpiguin aplicar els coneixements adquirits y la seva capacitat de resolució de problemes en entorns nous o poc coneguts dins de contextos més amplis (o multidisciplinaris) relacionats amb la seva àrea d'estudi.

CB8. Que els estudiants sàpiguin comunicar les seves conclusions i els coneixements i raons darreres que les sustenten- a públics especialitzats i no especialitzats d'una manera clara i sense ambigüitats.

CB9. Que els estudiants posseeixin les habilitats d'aprenentatge que els permetin continuar estudiant d'una manera que haurà de ser en gran mesura autodirigida o autònoma.

METODOLOGIES DOCENTS

Els continguts teòrics de l'assignatura s'imparteixen a les classes de teoria. A les classes de problemes es resolen exemples pràctics i es proposen problemes que els estudiants han de resoldre en les hores d'Aprenentatge Autònom. Durant el curs també es plantejarà un projecte algorímic que els estudiants haurà de resoldre i implementar durant les seves hores d'Aprenentatge Autònom.

OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

1. Understanding the design flow of a VLSI circuit
2. Learning new algorithmic techniques for logic synthesis and formal verification
3. Learning new algorithmic technique for physical synthesis
4. Modelling and solving problems on Electronic Design Automation
5. Developing an EDA project and doing a public presentation of the solution

HORES TOTS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	96,0	64.00
Hores grup gran	54,0	36.00

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

Introduction.

Descripció:

Integrated circuit fabrication. Layout layers and design rules. VLSI design flow. VLSI design styles.

Partitioning and Floorplanning

Descripció:

Partitioning algorithms. Representation of floorplans. Slicing floorplans. Floorplanning algorithms.

Placement

Descripció:

Optimization objectives. Algorithms for global placement. Algorithms for legalization and detailed placement.

Global routing

Descripció:

Representation of routing regions. Algorithms for single-net and full-net routing.

Detailed routing

Descripció:

Horizontal and vertical constraint graphs. Channel routing. Switchbox routing. Over-the-cell routing.



Two-level logic synthesis

Descripció:

Boolean Algebras. Representation of Boolean functions. Quine-McCluskey algorithm. Heuristic logic minimization: Espresso.

Multi-level logic synthesis.

Descripció:

Kernel-based algebraic decomposition. AIG-based decomposition. Technology mapping for standard cells and FPGAs.

Formal verification

Descripció:

Binary Decision Diagrams. Combinational equivalence checking. Sequential equivalence checking. Model checking with temporal logic.

ACTIVITATS

Aprenentatge del fluxe de disseny d'un circuit VLSI

Objectius específics:

1

Competències relacionades:

CEE3.2. Capacidad para utilizar un espectro amplio y variado de recursos algorítmicos para resolver problemas de alta dificultad algorítmica.

CG1. Capacidad para aplicar el método científico en el estudio y análisis de fenómenos y sistemas en cualquier ámbito de la Informática, así como en la concepción, diseño e implantación de soluciones informáticas innovadoras y originales.

Dedicació: 3h

Grup gran/Teoria: 1h

Grup mitjà/Pràctiques: 1h

Aprenentatge autònom: 1h

Aprenentatge d'algorismes de síntesi lògica

Objectius específics:

1, 2

Competències relacionades:

CEE3.1. Capacidad para identificar barreras computacionales y analizar la complejidad de problemas computacionales en diversos ámbitos de la ciencia y la tecnología; así como para representar problemas de alta complejidad en estructuras matemáticas que puedan ser tratadas eficientemente con esquemas algorítmicos.

CEE3.2. Capacidad para utilizar un espectro amplio y variado de recursos algorítmicos para resolver problemas de alta dificultad algorítmica.

CEE3.3. Capacidad para entender las necesidades computacionales de problemas de disciplinas distintas de la informática y efectuar contribuciones significativas en equipos multidisciplinares que usen la computación.

CG3. Capacidad para el modelado matemático, cálculo y diseño experimental en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación e innovación en todos los ámbitos de la Informática.

CG1. Capacidad para aplicar el método científico en el estudio y análisis de fenómenos y sistemas en cualquier ámbito de la Informática, así como en la concepción, diseño e implantación de soluciones informáticas innovadoras y originales.

CTR6. RAONAMENT: Capacitat de raonament crític, lògic i matemàtic. Capacitat de resoldre problemes en la seva àrea d'estudi.

Capacitat d'abstracció: capacitat de crear i utilitzar models que reflecteixin situacions reals. Capacitat de dissenyar i realitzar experiments senzills, i analitzar-ne i interpretar-ne els resultats. Capacitat d'anàlisi, de síntesi i d'avaluació.

Dedicació: 31h

Grup gran/Teoria: 7h

Grup mitjà/Pràctiques: 8h

Aprenentatge autònom: 16h

Aprenentatge de tècniques de verificació formal de circuits

Objectius específics:

1, 2

Competències relacionades:

CEE3.1. Capacidad para identificar barreras computacionales y analizar la complejidad de problemas computacionales en diversos ámbitos de la ciencia y la tecnología; así como para representar problemas de alta complejidad en estructuras matemáticas que puedan ser tratadas eficientemente con esquemas algorítmicos.

CEE3.2. Capacidad para utilizar un espectro amplio y variado de recursos algorítmicos para resolver problemas de alta dificultad algorítmica.

CEE3.3. Capacidad para entender las necesidades computacionales de problemas de disciplinas distintas de la informática y efectuar contribuciones significativas en equipos multidisciplinares que usen la computación.

CG3. Capacidad para el modelado matemático, cálculo y diseño experimental en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación e innovación en todos los ámbitos de la Informática.

CG1. Capacidad para aplicar el método científico en el estudio y análisis de fenómenos y sistemas en cualquier ámbito de la Informática, así como en la concepción, diseño e implantación de soluciones informáticas innovadoras y originales.

CTR6. RAONAMENT: Capacitat de raonament crític, lògic i matemàtic. Capacitat de resoldre problemes en la seva àrea d'estudi.

Capacitat d'abstracció: capacitat de crear i utilitzar models que reflecteixin situacions reals. Capacitat de dissenyar i realitzar experiments senzills, i analitzar-ne i interpretar-ne els resultats. Capacitat d'anàlisi, de síntesi i d'avaluació.

Dedicació: 19h

Grup gran/Teoria: 4h

Grup mitjà/Pràctiques: 5h

Aprenentatge autònom: 10h

Aprenentatge de tècniques per a la planificació i posicionament de components d'un circuit

Objectius específics:

1, 3

Competències relacionades:

CEE3.1. Capacidad para identificar barreras computacionales y analizar la complejidad de problemas computacionales en diversos ámbitos de la ciencia y la tecnología; así como para representar problemas de alta complejidad en estructuras matemáticas que puedan ser tratadas eficientemente con esquemas algorítmicos.

CEE3.2. Capacidad para utilizar un espectro amplio y variado de recursos algorítmicos para resolver problemas de alta dificultad algorítmica.

CEE3.3. Capacidad para entender las necesidades computacionales de problemas de disciplinas distintas de la informática y efectuar contribuciones significativas en equipos multidisciplinares que usen la computación.

CG3. Capacidad para el modelado matemático, cálculo y diseño experimental en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación e innovación en todos los ámbitos de la Informática.

CG1. Capacidad para aplicar el método científico en el estudio y análisis de fenómenos y sistemas en cualquier ámbito de la Informática, así como en la concepción, diseño e implantación de soluciones informáticas innovadoras y originales.

CTR6. RAONAMENT: Capacitat de raonament crític, lògic i matemàtic. Capacitat de resoldre problemes en la seva àrea d'estudi.

Capacitat d'abstracció: capacitat de crear i utilitzar models que reflecteixin situacions reals. Capacitat de dissenyar i realitzar experiments senzills, i analitzar-ne i interpretar-ne els resultats. Capacitat d'anàlisi, de síntesi i d'avaluació.

Dedicació: 28h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup mitjà/Pràctiques: 7h

Aprenentatge autònom: 15h

Aprenentatge d'algorismes d'enrutat de senyals

Dedicació: 26h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup mitjà/Pràctiques: 6h

Aprenentatge autònom: 14h

Exercicis de síntesi física

Objectius específics:

3, 4

Competències relacionades:

CB6. Que els estudiants sàpiguin aplicar els coneixements adquirits y la seva capacitat de resolució de problemes en entorns nous o poc coneguts dins de contextos més amplis (o multidisciplinaris) relacionats amb la seva àrea d'estudi.

CB9. Que els estudiants posseeixin les habilitats d'aprenentatge que els permetin continuar estudiant d'una manera que haurà de ser en gran mesura autodirigida o autònoma.

CEE3.1. Capacidad para identificar barreras computacionales y analizar la complejidad de problemas computacionales en diversos ámbitos de la ciencia y la tecnología; así como para representar problemas de alta complejidad en estructuras matemáticas que puedan ser tratadas eficientemente con esquemas algorítmicos.

CEE3.2. Capacidad para utilizar un espectro amplio y variado de recursos algorítmicos para resolver problemas de alta dificultad algorítmica.

CEE3.3. Capacidad para entender las necesidades computacionales de problemas de disciplinas distintas de la informática y efectuar contribuciones significativas en equipos multidisciplinarios que usen la computación.

CG3. Capacidad para el modelado matemático, cálculo y diseño experimental en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación e innovación en todos los ámbitos de la Informática.

CG1. Capacidad para aplicar el método científico en el estudio y análisis de fenómenos y sistemas en cualquier ámbito de la Informática, así como en la concepción, diseño e implantación de soluciones informáticas innovadoras y originales.

CTR6. RAONAMENT: Capacitat de raonament crític, lògic i matemàtic. Capacitat de resoldre problemes en la seva àrea d'estudi.

Capacitat d'abstracció: capacitat de crear i utilitzar models que reflecteixin situacions reals. Capacitat de dissenyar i realitzar experiments senzills, i analitzar-ne i interpretar-ne els resultats. Capacitat d'anàlisi, de síntesi i d'avaluació.

Dedicació: 6h

Aprenentatge autònom: 6h

Exercicis sobre síntesi lògica

Objectius específics:

1, 2, 4

Competències relacionades:

CB6. Que els estudiants sàpiguin aplicar els coneixements adquirits y la seva capacitat de resolució de problemes en entorns nous o poc coneguts dins de contextos més amplis (o multidisciplinaris) relacionats amb la seva àrea d'estudi.

CB9. Que els estudiants posseeixin les habilitats d'aprenentatge que els permetin continuar estudiant d'una manera que haurà de ser en gran mesura autodirigida o autònoma.

CEE3.1. Capacidad para identificar barreras computacionales y analizar la complejidad de problemas computacionales en diversos ámbitos de la ciencia y la tecnología; así como para representar problemas de alta complejidad en estructuras matemáticas que puedan ser tratadas eficientemente con esquemas algorítmicos.

CEE3.2. Capacidad para utilizar un espectro amplio y variado de recursos algorítmicos para resolver problemas de alta dificultad algorítmica.

CEE3.3. Capacidad para entender las necesidades computacionales de problemas de disciplinas distintas de la informática y efectuar contribuciones significativas en equipos multidisciplinarios que usen la computación.

CG3. Capacidad para el modelado matemático, cálculo y diseño experimental en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación e innovación en todos los ámbitos de la Informática.

CG1. Capacidad para aplicar el método científico en el estudio y análisis de fenómenos y sistemas en cualquier ámbito de la Informática, así como en la concepción, diseño e implantación de soluciones informáticas innovadoras y originales.

CTR6. RAONAMENT: Capacitat de raonament crític, lògic i matemàtic. Capacitat de resoldre problemes en la seva àrea d'estudi.

Capacitat d'abstracció: capacitat de crear i utilitzar models que reflecteixin situacions reals. Capacitat de dissenyar i realitzar experiments senzills, i analitzar-ne i interpretar-ne els resultats. Capacitat d'anàlisi, de síntesi i d'avaluació.

Dedicació: 6h

Aprenentatge autònom: 6h

Projecte d'Automatització de Disseny Electrònic

Objectius específics:

1, 4, 5

Competències relacionades:

CB6. Que els estudiants sàpiguin aplicar els coneixements adquirits y la seva capacitat de resolució de problemes en entorns nous o poc coneguts dins de contextos més amplis (o multidisciplinaris) relacionats amb la seva àrea d'estudi.

CB8. Que els estudiants sàpiguin comunicar les seves conclusions i els coneixements i raons darreres que les sustenten- a públics especialitzats i no especialitzats d'una manera clara i sense ambigüitats.

CB9. Que els estudiants posseeixin les habilitats d'aprenentatge que els permetin continuar estudiant d'una manera que haurà de ser en gran mesura autodirigida o autònoma.

CEE3.1. Capacidad para identificar barreras computacionales y analizar la complejidad de problemas computacionales en diversos ámbitos de la ciencia y la tecnología; así como para representar problemas de alta complejidad en estructuras matemáticas que puedan ser tratadas eficientemente con esquemas algorítmicos.

CEE3.2. Capacidad para utilizar un espectro amplio y variado de recursos algorítmicos para resolver problemas de alta dificultad algorítmica.

CG1. Capacidad para aplicar el método científico en el estudio y análisis de fenómenos y sistemas en cualquier ámbito de la Informática, así como en la concepción, diseño e implantación de soluciones informáticas innovadoras y originales.

Dedicació: 20h

Aprenentatge autònom: 20h

Examen final

Dedicació: 11h

Activitats dirigides: 3h

Aprenentatge autònom: 8h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Grade = 35% FP + 35% FT + 30% EX

FP = Final Project (graded from 0 to 10) in which each participant is required to develop a project on some algorithmic problem related to Electronic Design Automation, either proposed by the professor or by the student. The results of the project will have to be presented in class. The source code of the software will have to be delivered in some form such that the results of the project can be easily generated by executing the application.

FT = Final Test graded from (0 to 10) covering the contents of the course.

EX = Exercises assigned to the student and solved during the Autonomous Learning time. Two assignments will be delivered during the course (15% of the grade each one).

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Kahng, A.B.; Lienig, J.; Markov, I.L.; Hu, jin. VLSI Physical Design: From Graph Partitioning to Timing Closure [en línia]. 2nd. Springer, 2022 [Consulta: 08/01/2025]. Disponible a: <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/978-3-030-96415-3>. ISBN 9783030964153.
- De Micheli, G. Synthesis and optimization of digital circuits. New York: McGraw-Hill, cop. 1994. ISBN 9780070163331.
- Alpert, C.J.; Metha, D.P.; Sapatnekar, S.S. (eds.). Handbook of algorithms for physical design automation. CRC : Taylor & Francis, 2009. ISBN 9780849372421.
- Wang, L.-T.; Chang, Y.-W.; Cheng, K.-T. (eds.). Electronic design automation: synthesis, verification, and test. Morgan Kaufmann Publishers/Elsevier, 2009. ISBN 9780123743640.
- Hachtel, G.D.; Somenzi, F. Logic synthesis and verification algorithms. Kluwer Academic Publishers, 1996. ISBN 0792397460.