

Guía docente

270616 - AVLSI - Algoritmos para VLSI

Última modificación: 29/07/2025

Unidad responsable: Facultad de Informática de Barcelona

Unidad que imparte: 723 - CS - Departamento de Ciencias de la Computación.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA (Plan 2012). (Asignatura optativa).
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN EN INFORMÁTICA (Plan 2012). (Asignatura optativa).

Curso: 2025

Créditos ECTS: 6.0

Idiomas: Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: JORDI CORTADELLA FORTUNY

Otros: Primer quadrimestre:
JORDI CORTADELLA FORTUNY - 10

CAPACIDADES PREVIAS

Experiencia en estructuras de datos y algoritmos, con especial énfasis en algoritmos de grafos.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:

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.

Genéricas:

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.

Transversales:

CTR6. RAZONAMIENTO: Capacidad de razonamiento crítico, lógico y matemático. Capacidad para resolver problemas dentro de su área de estudio. Capacidad de abstracción: capacidad de crear y utilizar modelos que reflejen situaciones reales. Capacidad de diseñar y realizar experimentos sencillos, y analizar e interpretar sus resultados. Capacidad de análisis, síntesis y evaluación.

Básicas:

CB6. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CB8. Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CB9. Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

METODOLOGÍAS DOCENTES

Los contenidos teóricos de la asignatura se imparten en las clases de teoría. En las clases de problemas se resuelven ejemplos prácticos y se proponen problemas que los estudiantes deben resolver en las horas de aprendizaje autónomo. Durante el curso también se planteará un proyecto algorítmico que los estudiantes tendrán que resolver e implementar durante sus horas de Aprendizaje Autónomo.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

- 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

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTE

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	96,0	64.00
Horas grupo grande	54,0	36.00

Dedicación total: 150 h

CONTENIDOS

Introduction.

Descripción:

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

Partitioning and Floorplanning

Descripción:

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

Placement

Descripción:

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

Global routing

Descripción:

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

Detailed routing

Descripción:

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

Two-level logic synthesis

Descripción:

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

Multi-level logic synthesis.

Descripción:

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

Formal verification

Descripción:

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

ACTIVIDADES

Learning the design flow of a VLSI circuit

Objetivos específicos:

1

Competencias relacionadas:

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.

Dedicación: 3h

Aprendizaje autónomo: 1h

Grupo grande/Teoría: 1h

Grupo mediano/Prácticas: 1h

Learning of algorithms for logic synthesis

Objetivos específicos:

1, 2

Competencias relacionadas:

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. RAZONAMIENTO: Capacidad de razonamiento crítico, lógico y matemático. Capacidad para resolver problemas dentro de su área de estudio. Capacidad de abstracción: capacidad de crear y utilizar modelos que reflejen situaciones reales. Capacidad de diseñar y realizar experimentos sencillos, y analizar e interpretar sus resultados. Capacidad de análisis, síntesis y evaluación.

Dedicación: 31h

Aprendizaje autónomo: 16h

Grupo grande/Teoría: 7h

Grupo mediano/Prácticas: 8h

Learning of techniques for formal verification of circuits

Objetivos específicos:

1, 2

Competencias relacionadas:

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. RAZONAMIENTO: Capacidad de razonamiento crítico, lógico y matemático. Capacidad para resolver problemas dentro de su área de estudio. Capacidad de abstracción: capacidad de crear y utilizar modelos que reflejen situaciones reales. Capacidad de diseñar y realizar experimentos sencillos, y analizar e interpretar sus resultados. Capacidad de análisis, síntesis y evaluación.

Dedicación: 19h

Aprendizaje autónomo: 10h

Grupo grande/Teoría: 4h

Grupo mediano/Prácticas: 5h

Learning of techniques for circuit floorplanning and placement

Objetivos específicos:

1, 3

Competencias relacionadas:

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. RAZONAMIENTO: Capacidad de razonamiento crítico, lógico y matemático. Capacidad para resolver problemas dentro de su área de estudio. Capacidad de abstracción: capacidad de crear y utilizar modelos que reflejen situaciones reales. Capacidad de diseñar y realizar experimentos sencillos, y analizar e interpretar sus resultados. Capacidad de análisis, síntesis y evaluación.

Dedicación: 28h

Aprendizaje autónomo: 15h

Grupo grande/Teoría: 6h

Grupo mediano/Prácticas: 7h

Learning of routing algorithms

Dedicación: 26h

Aprendizaje autónomo: 14h

Grupo grande/Teoría: 6h

Grupo mediano/Prácticas: 6h

Assignment on physical synthesis

Objetivos específicos:

3, 4

Competencias relacionadas:

CB6. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CB9. Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

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. RAZONAMIENTO: Capacidad de razonamiento crítico, lógico y matemático. Capacidad para resolver problemas dentro de su área de estudio. Capacidad de abstracción: capacidad de crear y utilizar modelos que reflejen situaciones reales. Capacidad de diseñar y realizar experimentos sencillos, y analizar e interpretar sus resultados. Capacidad de análisis, síntesis y evaluación.

Dedicación: 6h

Aprendizaje autónomo: 6h

Assignment on logic synthesis

Objetivos específicos:

1, 2, 4

Competencias relacionadas:

CB6. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CB9. Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

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. RAZONAMIENTO: Capacidad de razonamiento crítico, lógico y matemático. Capacidad para resolver problemas dentro de su área de estudio. Capacidad de abstracción: capacidad de crear y utilizar modelos que reflejen situaciones reales. Capacidad de diseñar y realizar experimentos sencillos, y analizar e interpretar sus resultados. Capacidad de análisis, síntesis y evaluación.

Dedicación: 6h

Aprendizaje autónomo: 6h

EDA project

Objetivos específicos:

1, 4, 5

Competencias relacionadas:

CB6. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CB8. Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CB9. Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

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.

Dedicación: 20h

Aprendizaje autónomo: 20h

Final exam

Dedicación: 11h

Aprendizaje autónomo: 8h

Actividades dirigidas: 3h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

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).

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Kahng, A.B.; Lienig, J.; Markov, I.L.; Hu, jin. VLSI Physical Design: From Graph Partitioning to Timing Closure [en línea]. 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.