



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ing. de Sistemas
Informáticos

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

615001060 - Embedded Systems Modelling

PLAN DE ESTUDIOS

61CI - Grado En Ingeniería De Computadores

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Segundo semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	3
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	9
9. Otra información.....	10

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	615001060 - Embedded Systems Modelling
No de créditos	6 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Tercero curso
Semestre	Sexto semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Inglés/Castellano
Titulación	61CI - Grado en Ingeniería de Computadores
Centro responsable de la titulación	61 - E.T.S. De Ing. De Sistemas Informáticos
Curso académico	2025-26

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Agustin Yague Panadero (Coordinador/a)	D-1115	agustin.yague@upm.es	Sin horario.

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Fundamentos De Ingeniería Del Software

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Ingeniería de Computadores no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE3 - Capacidad de analizar y evaluar arquitecturas de computadores, incluyendo plataformas paralelas y distribuidas, así como desarrollar y optimizar software para las mismas

CE5 - Capacidad de analizar, evaluar y seleccionar las plataformas hardware y software más adecuadas para el soporte de aplicaciones empotradas y de tiempo real.

CT12 - Uso de tecnologías de la información y las comunicaciones : Usar las tecnologías de la información y las comunicaciones en el ámbito de la ingeniería.

OB06 - Capacidad para concebir, desarrollar y mantener sistemas o arquitecturas informáticas centralizadas o distribuidas integrando hardware, software y redes de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 del anexo II de la resolución de la Secretaría General de Universidades de 8 de junio de 2009 (BOE-A-2009-12977).

OB09 - Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, autonomía y creatividad. Capacidad para saber comunicar y transmitir los conocimientos, habilidades y destrezas de la profesión de Ingeniero Técnico en Informática.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA461 - Desarrolla todas las etapas del ciclo de vida de un sistema empotrado

RA10 - Recopila y sintetiza información de fuentes bibliográficas y de clases magistrales en inglés

RA556 - Selecciona los diagramas más adecuados para modelar un sistema empotrado, integrando la parte Hardware y la parte Software.

RA558 - Utiliza lenguajes de modelado para especificar y diseñar un sistema empotrado

RA562 - Identifica los requisitos y las soluciones tecnológicas que permiten desarrollar sistemas empotrados.

RA563 - Utiliza herramientas de desarrollo para la integración de todos los elementos requeridos para un sistema embebido

RA222 - RA151 Conoce las bases teóricas del modelado conceptual de datos y realiza el análisis de los requisitos de datos de un

RA358 - Utiliza lenguajes de modelado para especificar y diseñar un sistema empotrado con restricciones de tiempo real

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

This course provides students with a comprehensive understanding of how embedded systems are specified, designed, and analysed through modelling. Students will study the principles and practices of modelling languages such as SysML and UML to represent both the architecture and behaviour of embedded systems.

Emphasis is placed on modelling requirements, defining system architectures, and describing dynamic behaviors using activity, sequence, and state machine diagrams. Through hands-on laboratory sessions, students will apply these methods using professional system-modelling tools to develop accurate and consistent system representations.

The course introduces concepts of Model-Driven Development (MDD) and Domain-Specific Modelling (DSM), highlighting how model transformation and automation improve the development of complex embedded systems. Attention is also given to reliability, safety, and fault-tolerance, enabling students to validate and verify high-integrity designs.

Upon completion, students will be able to construct and evaluate comprehensive system models, demonstrating the ability to integrate structural and behavioral aspects of embedded systems. The course equips students with analytical, design, and documentation skills essential for professional practice in embedded systems engineering and model-based design.

Enterprise Architect will be employed as the modelling tool for all lab sessions.

5.2. Temario de la asignatura

1. Module 1: Foundations of Embedded System Modelling
 - 1.1. Introduction to Embedded System Modelling
 - 1.1.1. Goals and principles of modelling
 - 1.1.2. Modelling languages (UML, SysML)
 - 1.2. Embedded System Programming Essentials
 - 1.2.1. Characteristics of embedded systems
 - 1.2.2. Development tools and environments
2. Module 2: Requirements Engineering
 - 2.1. System Requirement Diagrams
 - 2.1.1. Scope, concepts, and goals
 - 2.1.2. Systems engineering overview
 - 2.2. Specification and Traceability
 - 2.2.1. Functional and non-functional requirements
 - 2.2.2. Relationships between requirements and components
 - 2.3. Graphical Representation of Requirements
 - 2.3.1. Visual modelling techniques
 - 2.3.2. Requirement diagrams in SysML
3. Module 3: System Architecture Modelling
 - 3.1. Architectural Modelling Techniques
 - 3.1.1. Introduction to System Architecture
 - 3.1.2. Package diagrams. Modular Structure and Dependencies
 - 3.2. Block Definition Diagrams (BDD)

- 3.2.1. Structural and behavioral properties
- 3.2.2. Subsystem design and structuring criteria
- 3.2.3. Implementing BDD
- 3.3. Internal Block Diagrams (IBD)
 - 3.3.1. Internal subsystem design
 - 3.3.2. Implementing IBD
- 4. Module 4: Behaviour Modelling
 - 4.1. Activity and Sequence Diagrams
 - 4.2. State Machine Diagrams
 - 4.2.1. States, transitions and concurrency
 - 4.2.2. Hierarchy and history
 - 4.2.3. Implementation of state machines
- 5. Module 5: Conceptual and Architectural Views
 - 5.1. Conceptual Modelling
 - 5.2. Architectural Views and Patterns
 - 5.2.1. System quality attributes
 - 5.2.2. Kruchten's 4+1 views model
 - 5.2.3. Architectural styles and patterns
- 6. Module 6: Model-Driven Engineering
 - 6.1. Model-Driven Development (MDD)
 - 6.1.1. Concepts of MDE and MDD
 - 6.1.2. Model transformation techniques
 - 6.2. Model-Driven Development (MDD)
 - 6.2.1. DSM and DSL concepts
 - 6.2.2. Tools for DSM
- 7. Module 7: Reliability and fault tolerance
 - 7.1. Concepts about security, safety and fault-tolerance
 - 7.2. Validation and Verification of embedded systems
 - 7.3. High Integrity Systems: concepts and standards

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Module 1: Foundations of Embedded System Modelling Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Module 1: Foundations of Embedded System Modelling. Lab assignment. Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
2	Module 1: Foundations of Embedded System Modelling Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Case study Presentation Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación	Coding basis for the case study Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
3	Module 2: Requirements Engineering Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Coding basis for the case study Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
4	Module 2: Requirements Engineering Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Module 2: Requirements Engineering. Lab Assignment Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
5	Module 3: System Architecture Modelling Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Module 3: System Architecture Modelling. Lab Assignment Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Moodle Questionnaire: M1 & M2 (RA10, RA222, RA562). EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:30
6	Module 3: System Architecture Modelling Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Module 3: System Architecture Modelling. Lab Assignment Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
7		UPM Conecta activities Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
8	Module 3: System Architecture Modelling Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación	Module 3: System Architecture Modelling. Lab Assignment Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		

9	Module 4: Behavior Modelling Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Module 4: Behavior Modelling. Lab Assignment. Duración: 01:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación		Moodle Questionnaire: M1 & M2 & M3 (RA10, RA222, RA461, RA556, RA558). EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:30
10	Module 4: Behavior Modelling Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Module 4: Behavior Modelling. Lab Assignment Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación		
11	Module 5: Conceptual and Architectural Views Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Module 5: Conceptual and Architectural Views. Lab Assignment Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
12	Module 5: Conceptual and Architectural Views Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Module 5: Conceptual and Architectural Views. Lab Assignment Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
13	Module 6: Model-Driven Engineering Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Module 6: Model-Driven Engineering. Lab Assignment Duración: 01:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación		Moodle Questionnaire: M4 & M5 (RA10, RA132, RA556). OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:30
14	Module 6: Model-Driven Engineering Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación	Module 6: Model-Driven Engineering. Lab Assignment Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación		
15	Module 7: Reliability and Safety Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación			Exam1: RA: All EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00
16				
17				Final Exam (only for students who did not manage to pass the continuous assessment.) (RA: All) EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global No presencial Duración: 03:00

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
5	Moodle Questionnaire: M1 & M2 (RA10, RA222, RA562).	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:30	5%	0 / 10	CE3 CE5
9	Moodle Questionnaire: M1 & M2 & M3 (RA10, RA222, RA461, RA556, RA558).	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:30	10%	4 / 10	CT12 CE5 OB09
13	Moodle Questionnaire: M4 & M5 (RA10, RA132, RA556).	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:30	5%	0 / 10	CT12 CE3 OB09
15	Exam1: RA: All	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	80%	4 / 10	CT12 CE3 CE5 OB06

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Final Exam (only for students who did not manage to pass the continuous assessment.) (RA: All)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	03:00	100%	5 / 10	CT12 CE3 CE5 OB06 OB09

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
-------------	-----------	------	----------	-----------------	-------------	------------------------

Final Exam: All syllabus and practical case (RA: All).	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CT12 CE3 CE5 OB06 OB09
--	-------------------------------------	------------	-------	------	--------	------------------------------------

7.2. Criterios de evaluación

The student reaching a mark equal or larger than 5 via the progressive evaluation will be exempt of the final exam.

Students who do not pass the progressive assessment will have the opportunity to pass the course by means of the final exam, which will count for 100% of their mark.

All models in the progressive evaluation must be created with Enterprise Architect.

EXTRAORDINARY EXAM

The extra-(July) exam will consist of a Final exam that will count for 100% of the final grade.

In these final exams (June and July) the student must demonstrate the same skills as those required in the progressive assessment, both in theory and in practice. It means that practical part will be composed of questions related to the case study. Students must reach a mark equal or larger than 5 in the final exam to pass.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Lenny Delligatti. 2013. SysML Distilled: A brief Guide to the Systems Modelling Language (1st ed) Addison-Wesley Professional	Bibliografía	

Designing Concurrent, Distributed, and Real-Time Applications with UML. Hassan Gomaa. Addison-Wesley.	Bibliografía	
Sanford Friedenthal, Alan Moore, and Rick Steiner. 2008. A Practical Guide to SysML: Systems Modeling Language. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA.	Bibliografía	
Beydeda, S., Book, M. & Gruhn V., Model- Driven Software Development, Springer, 2005.	Bibliografía	
https://sparxsystems.com/	Recursos web	Enterprise Architect modelling tool

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

TRANSLATIONS:

RA10 - Recopila y sintetiza información de fuentes bibliográficas y de clases magistrales en inglés / Gathers and synthesises information from bibliographic sources and lectures in English

RA358: Utiliza lenguajes de modelado para especificar y diseñar un sistema empotrado con restricciones de tiempo real. // Uses modelling languages to specify and design an embedded system. with real-time constraints

RA461 - Desarrolla todas las etapas del ciclo de vida de un sistema empotrado // Develops all lifecycle stages of an embedded system.

RA556 - Selecciona los diagramas más adecuados para modelar un sistema empotrado, integrando la parte Hardware y la parte Software.// Select the most appropriate diagrams to model an embedded system, integrating both the Hardware and Software components.

RA558 - Utiliza lenguajes de modelado para especificar y diseñar un sistema empotrado // Uses modelling

languages to specify and design an embedded system.

RA562 - Identifica los requisitos y las soluciones tecnológicas que permiten desarrollar sistemas empotrados // Identifies the requirements and the technological solutions allowing to develop embedded systems.

RA563 - Utiliza herramientas de desarrollo para la integración de todos los elementos requeridos para un sistema embebido // Uses development tools for the integration of all required elements for an embedded system.

CT12 Uso de tecnologías de la información y las comunicaciones : Usar las tecnologías de la información y las comunicaciones en el ámbito de la ingeniería. // Use of ICT in the engineering field.

CE5 Capacidad de analizar, evaluar y seleccionar las plataformas hardware y software más adecuadas para el soporte de aplicaciones empotradas. Ability to analyse, assess and select the HW platforms and SW more appropriated for the support of embedded applications

OB06 - Capacidad para concebir, desarrollar y mantener sistemas o arquitecturas informáticas centralizadas o distribuidas integrando hardware, software y redes de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 del anexo II de la resolución de la Secretaría General de Universidades de 8 de junio de 2009 (BOE-A-2009-12977). // Ability to conceive, develop, and maintain centralized or distributed computer systems or architectures, integrating hardware, software, and networks in accordance with the knowledge acquired as established in section 5 of Annex II of the resolution by the General Secretariat of Universities dated June 8, 2009 (BOE-A-2009-12977)

OB09 - Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, autonomía y creatividad. Capacidad para saber comunicar y transmitir los conocimientos, habilidades y destrezas de la profesión de Ingeniero Técnico en Informática. // Ability to solve problems with initiative, decision-making, autonomy and creativity. Ability to communicate and transmit knowledge, skills and abilities of Engineers.

TRANSVERSAL COMPETENCES:

This subject, aims at covering the aforementioned competences by combining the theoretical knowledge with its application in practice settings. The students are actively working in the case study where they have the

opportunity to apply the techniques for close-to-market problems. In order to cope with these competences, the "Resultados de aprendizaje /Learning Results (RA)" were defined: The interrelation between the concurrent programming applied to embedded systems and real-time systems for optimal performance. For the competences training, the following activities are foreseen:

- 1) Release of the subject contents including, slides presentation, bibliography and references with the ambition of making the links between engineering, environment and social responsibilities.
- 2) A talk about the social impact and environmental of the case study implemented in the subject will allow them to create consciousnesses of the impact while aligning with the United Nations Sustainable Development Goals SDG.

The results will be evaluated in the "Project presentation", where studies will have to incorporate in the report an analysis and an essay about the impact that the developed system will have for some of the society fields including economy, social well-being, human rights, environment). This part counts for a 20% of the project mark.