



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería 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

2024/25 - Segundo semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	10
8. Recursos didácticos.....	12
9. Otra información.....	13

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 - Escuela Técnica Superior De Ingeniería De Sistemas Informáticos
Curso académico	2024-25

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Gustavo Adolfo Hernandez Peñalosa (Coordinador/a)	4408	gustavo.hernandez.penalosa@upm.es	Sin horario. Schedule not defined yet. Mentoring schedule will be published at the beginning of the semester according to the needs.

Jose Carlos Gamazo Real	4308	josecarlos.gamazo@upm.es	Sin horario. Schedule not defined yet. Mentoring schedule will be published at the beginning of the semester according to the needs.
Javier Garcia Martin	4419	javier.garciam@upm.es	Sin horario. Schedule not defined yet. Mentoring schedule will be published at the beginning of the semester according to the needs.

* 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

CE2 - Capacidad de desarrollar procesadores específicos y sistemas empotrados, así como desarrollar y optimizar el software de dichos sistemas.

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.

CE7 - Capacidad para analizar, evaluar, seleccionar y configurar plataformas hardware para el desarrollo y ejecución de aplicaciones y servicios informáticos

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.

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

RA557 - Utiliza la programación concurrente en el contexto de los sistemas empotrados.

RA559 - Utiliza las herramientas de programación adecuadas para Implementar sistemas multitarea que siguen la estructura de un sistema empotrado

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.

RA132 - Desarrolla los componentes HW y SW de un sistema empotrado

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

Embedded Systems Modelling is aimed at endowing students with the background to select the appropriate diagrams to develop a model for an embedded system according to its characteristics and needs.

The students will develop in an appropriate manner a complete lifecycle for an embedded system including the use of model language to create diagrams, with special attention to the requirements for systems that interact with hardware and sensors (embedded systems, real-time systems, etc).

The students will obtain the knowledge to apply appropriate validation techniques for the diverse diagrams' model. Furthermore, students will learn the methods to develop code enabled for the implementation of the system modelled with the diagrams.

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

5.2. Temario de la asignatura

1. Introduction to Embedded System Modelling
 - 1.1. Goals and principles of modelling languages
 - 1.2. Introduction to Modelling Languages
 - 1.3. Characteristics of embedding system programming
 - 1.4. Tools to develop system modelling
2. System Requirement Diagrams
 - 2.1. Introduction (scope, concepts and goals)
 - 2.2. Systems engineering
 - 2.3. Features and requirements specification
 - 2.4. Relationships between requirements and other components
 - 2.5. Graphical representation
3. Modelling the system Architecture
 - 3.1. Package Diagrams
 - 3.2. Internal Block Diagrams
 - 3.3. Block Definition Diagram (BDD)
 - 3.3.1. Block structural properties
 - 3.3.2. Block behaviour properties
 - 3.3.3. Subsystem design issues and Structuring Criteria
 - 3.3.4. Implementing BDD
4. Modelling the system behaviour
 - 4.1. Review of Activity Diagrams and Sequence Diagrams
 - 4.2. State Machine Diagrams
 - 4.2.1. States and transitions
 - 4.2.2. Concurrency, hierarchy and history
 - 4.3. Implementing state machine diagrams
5. Architecture and conceptual modelling
 - 5.1. Introduction to conceptual modelling

- 5.2. Review of Use Case Diagrams and Class diagrams
- 5.3. Architectural model views
 - 5.3.1. System quality attributes
 - 5.3.2. Kruchten's 4+1 views model
 - 5.3.3. Styles and patterns
- 6. Model-Driven Development (MDD) Engineering for embedded systems
 - 6.1. Concepts of MDE and MDD
 - 6.2. Model Transformation
 - 6.3. Domain-Specific Modelling (DSM) and Languages (DSL)
 - 6.4. Tools for DSM
- 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	T1: Introduction to Embedded System Modelling Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	W1: Introduction to Enterprise Architect modelling tool Duración: 01:45 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio Group Questionnaire Duración: 00:15 OT: Otras actividades formativas / Evaluación	Group questionnaire Duración: 00:15 OT: Otras actividades formativas / Evaluación	
2	T2: System Requirements Diagrams (I) 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	T2: System Requirements Diagrams (II) 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	T3: Modelling the system Architecture (I) Duración: 01:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Moodle Questionnaire: T1 & T2 (RA10, RA132). Duración: 00:15 OT: Otras actividades formativas / Evaluación	W2: Programming a system defined by Block Diagrams Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Moodle Questionnaire: T1 & T2 (RA10, RA132). OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:15
5	T3: Modelling the system Architecture (II) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	W2: Programming a system defined by Block Diagrams Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
6	T4: Modelling the system behaviour (I) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	W2: Programming a system defined by Block Diagrams Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
7	T4: Modelling the system behaviour (II) Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Moodle Questionnaire: T3 & T4 (RA10,RA132). Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas /	W3: Programming a system specified by State Machine Diagrams Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Moodle Questionnaire: T3 & T4 (RA10,RA132). OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:30

	Evaluación			
8	<p>Midterm Exam 1: T1, T2, T3 & T4. (RA10,RA556,RA558) Duración: 01:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p>Midterm Exam 1: T1, T2, T3 & T4. (RA10,RA556,RA558) EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:30</p>
9	<p>T5: Architecture and conceptual modelling (I) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>W3: Programming a system specified by State Machine Diagrams Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>		
10	<p>T5: Architecture and conceptual modelling (II) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>W3: Programming a system specified by State Machine Diagrams Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>		
11	<p>T6: Model-Driven Development (MDD) Engineering for embedded systems (I) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>W4: Modelling a complete embedded system: Selection of the appropriate diagrams and developing and validating the model. Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
12	<p>T6: Model-Driven Development (MDD) Engineering for embedded systems (II) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>W4: Modelling a complete embedded system: Selection of the appropriate diagrams and developing and validating the model. Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
13	<p>T7: Reliability and fault tolerance (I) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>W4: Modelling a complete embedded system: Selection of the appropriate diagrams and developing and validating the model. Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>		
14	<p>T7: Reliability and fault tolerance (II) Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Moodle Questionnaire: T5, T6 & T7 (RA10,RA132). Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>	<p>W4: Modelling a complete embedded system: Selection of the appropriate diagrams and developing and validating the model. Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>		<p>Moodle Questionnaire: T5, T6 & T7 (RA10,RA132). OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:30</p>
15	<p>Exam2: T5, T6 & T7. (RA: All) Duración: 01:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>	<p>Case study presentation: Final report. (RA10,RA132,RA461,RA556,RA557,RA558,RA559,RA562,RA653) Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>	<p>Seminar (Optional) Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>	<p>Case study presentation: Final report. (RA10,RA132,RA461,RA556,RA557,RA558,RA559,RA562,RA653) PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:20</p> <p>Exam2: T5, T6 & T7. (RA: All) EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:30</p>

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
4	Moodle Questionnaire: T1 & T2 (RA10, RA132).	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:15	3%	0 / 10	CE3 CE5
7	Moodle Questionnaire: T3 & T4 (RA10, RA132).	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:30	3%	0 / 10	OB09 CE3 CT12
8	Midterm Exam 1: T1, T2, T3 & T4. (RA10, RA556, RA558)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	25%	4 / 10	CE7 OB09 CT12 CE5
14	Moodle Questionnaire: T5, T6 & T7 (RA10, RA132).	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:30	4%	0 / 10	CE7 CE2 CE3 CT12
15	Case study presentation: Final report. (RA10, RA132, RA461, RA556, RA557, RA558, RA559, RA562, RA653)	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:20	35%	5 / 10	CE2 CE3 CT12 OB09 CE5
15	Exam2: T5, T6 & T7. (RA: All)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	30%	4 / 10	CT12 CE5 CE2 CE3

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	CE7 CE2 OB09 CE3 CT12 CE5

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	OB09 CE3 CT12 CE5 CE7 CE2

7.2. Criterios de evaluación

The student reaching a mark equal or larger than 5 via the continuous 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. To do so, they must request this possibility to the teachers of the subject within 2 months from the beginning of the term in which the subject is taught.

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

RA132 - Desarrolla los componentes HW y SW de un sistema empotrado // Develops the HW and SW components of an embedded system.

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

RA557 - Utiliza la programación concurrente en el contexto de los sistemas empotrados. // Uses concurrent programming in the context of embedded systems.

RA558 - Utiliza lenguajes de modelado para especificar y diseñar un sistema empotrado // Uses modelling languages to specify and design an embedded system.

RA559 - Utiliza las herramientas de programación adecuadas para implementar sistemas multitarea que siguen la estructura de un sistema empotrado // Uses appropriate programming tools for implementing multitask systems that follows the structure of 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.

CE2 Capacidad de desarrollar procesadores específicos y sistemas empuotrados, así como desarrollar y optimizar el software de dichos sistemas. // Ability to develop specific processors and embedded systems as well as to develop and optimise software for such systems

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

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 it's 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 consciousness 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 wellbeing, human rights, environment). This part counts for a 20% of the project mark.