



POLITÉCNICA

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Industriales

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**53001304 - Ingeniería de sistemas**

### PLAN DE ESTUDIOS

05AZ - Master Universitario En Ingeniería Industrial

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2018/19 - Anual

## 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.....	4
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	10
8. Recursos didácticos.....	14

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	53001304 - Ingeniería de sistemas
<b>No de créditos</b>	12 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Anual
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	05AZ - Master universitario en ingeniería industrial
<b>Centro en el que se imparte</b>	05 - Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
<b>Curso académico</b>	2018-19

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Ricardo Sanz Bravo (Coordinador/a)	Automatica	ricardo.sanz@upm.es	L - 15:30 - 17:30 Pedir por email
Pascual Campoy Cervera	Automatica	pascual.campoy@upm.es	Sin horario. Pedir por email

\* 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

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería Industrial no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Inglés

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

- (a) - APLICA. Habilidad para aplicar conocimientos científicos, matemáticos y tecnológicos en sistemas relacionados con la práctica de la ingeniería.
- (b) - EXPERIMENTA. Habilidad para diseñar y realizar experimentos así como analizar e interpretar datos.
- (c) - DISEÑA. Habilidad para diseñar un sistema, componente o proceso que alcance los requisitos deseados teniendo en cuenta restricciones realistas tales como las económicas, medioambientales, sociales, políticas, éticas, de salud y seguridad, de fabricación y de sostenibilidad.
- (d) - TRABAJA EN EQUIPO. Habilidad para trabajar en equipos multidisciplinares.
- (e) - RESUELVE. Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

- (f) - ES RESPONSABLE. Comprensión de la responsabilidad ética y profesional.
- (g) - COMUNICA. Habilidad para comunicar eficazmente.
- (h) - ENTIENDE LOS IMPACTOS. Educación amplia necesaria para entender el impacto de las soluciones ingenieriles en un contexto social global.
- (i) - SE ACTUALIZA. Reconocimiento de la necesidad y la habilidad para comprometerse al aprendizaje continuo.
- (j) - CONOCE. Conocimiento de los temas contemporáneos.
- (k) - USA HERRAMIENTAS. Habilidad para usar las técnicas, destrezas y herramientas ingenieriles modernas necesarias para la práctica de la ingeniería.
- (l) - ES BILINGÜE. Capacidad de trabajar en un entorno bilingüe (inglés/castellano).
- (m) - PLANIFICA. Organización y planificación en el ámbito de la empresa, y otras instituciones y organizaciones de proyectos y equipos humanos.
- (n) - IDEA. Creatividad

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA151 - Comprender, diseñar e implementar un sistema de software de acuerdo a especificaciones

RA152 - Comprender y utilizar procesos de desarrollo de software

RA153 - Conocimiento de los procesos de la Ingeniería de Sistemas

RA149 - RA03 Realizar un proyecto, con concreción de detalles en entregas semanales

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

*Intelligent control systems in smart artefacts* are ubiquitous. They set pace for hearts, follow packets, control traffic lights, fly planes, stabilise the cars. They are at the very center of the artefacts and services we use every day. On them largely depends the *technology fabric* on which we live: from smartphones and washing machines to hospitals and spacecraft. In most cases they are very complex systems; their construction is far from easy and requires specific knowledge of the application domain -chemistry, space, robotics- as well as general skills that transcend disciplines.

**INGENIA Systems Engineering** (INGENIA SE, ISE) seeks learning and applying the methods of systems engineering to the construction of an intelligent technical system. Teaching will be provided in accordance with the **CDIO** program and the guidelines of the International Council on Systems Engineering (**INCOSSE**), one of the 32 members of **ABET**.

INGENIA SE uses a learning process based on a real project, enabling the student to learn generic ETSII skills: the **Smart System Challenge**. The system to be built will be different each course to secure the objectives.

In INGENIA SE, students will **conceive, design, implement** and **operate** a smart system fulfilling its mission. The project will develop capacity in:

- Automatic control systems engineering;
- complete life-cycle engineering: from conception to retirement;
- actual engineering tools; and
- techniques for individual and group work.

More than a course, we expect INGENIA SE to be **a grasp of the real life of a systems engineer**.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Intro to the INGENIA Systems Engineering Course
2. Systems and Life-cycles
3. Stakeholders, Tooling and Models
  - 3.1. Stakeholders and System Requirements
  - 3.2. Project Management Tools
  - 3.3. Systems and Models
4. Planning, Standards and Tools
  - 4.1. Project Planning and Control
  - 4.2. Standards in SE
  - 4.3. Modeling and Simulation Tools
5. MBSE Tooling
  - 5.1. SysML Modeling and Tools
  - 5.2. Development Tools
6. ISE Challenge
  - 6.1. Drone Control
  - 6.2. Project Specification
7. Requirements Engineering
  - 7.1. Requirements Specification
  - 7.2. Challenge Requirements Capture
8. System Design
  - 8.1. System Architecture
  - 8.2. Detailed System Design
9. Risk and Human Resources Management
10. System Development and Integration
11. Cost and Trade Studies
12. Measurement
13. Verification and Validation

## 14. System Decomission

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	<b>Lección 1: Intro to ISE</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Platforms Hands-on</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
2	<b>Lección 2: Systems and Lifecycles</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Lifecycle understanding</b> Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas		
3	<b>Lección 3: Stakeholders, Tooling and Models</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tools Hands-on</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
4	<b>Lección 4: Planning, Standards and Tools</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tools Hands-on</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
5	<b>Lección 5: MBSE Tooling</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>SysML Modeling Laboratory</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Model creation exercise</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 04:00
6	<b>Lección 6: ISE Challenge</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>ISE Challenge Discussion</b> Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas		
7	<b>Lección 7: Requirements Engineering</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>ISE Challenge Requirements Capture</b> Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas		
8	<b>Lesson 8: System Design</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>System Design Hands-on</b> Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas		<b>Creativity Exercise</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 02:00
9	<b>Lesson 9: Risk Management</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Lesson 9: People Management</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Requirements Review</b> Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas  <b>People Management Exercise</b> Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas		

10	<b>Lesson 10: system Development</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>System Development</b> Duración: 04:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas		<b>Software Class Programming</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 06:00
11		<b>System Development</b> Duración: 05:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas		
12	<b>Lesson 10: System Integration</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>System Development</b> Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	<b>Project Review Meeting</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	<b>Project Review Evaluation</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 04:00
13	<b>Lesson 11: Cost and Trade Studies</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>System Development</b> Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas		
14	<b>Lesson: 12: Measurement</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>System Development</b> Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas		
15	<b>Lesson 13: Verification and Validation</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>System Development</b> Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas		<b>TPM Definition</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 04:00
16	<b>Lesson 14: System Decomission</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>System Development</b> Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas		
17		<b>System Development</b> Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas		
18		<b>System Development</b> Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	<b>Project Review Meeting</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	<b>Project Review Evaluation</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 04:00
19		<b>System Development</b> Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas		
20		<b>System Testing</b> Duración: 08:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas		
21		<b>System Testing</b> Duración: 08:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas		<b>Software Testing</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 04:00
22		<b>Requirements Verification</b> Duración: 05:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas		

23		<b>System packaging and delivery</b> Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas		
24		<b>System Reporting</b> Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	<b>Project Review Meeting</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	<b>System Delivery</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 06:00
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

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.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
5	Model creation exercise	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	04:00	5%	5 / 10	(h) (n) (g) (l) (f) (i) (d) (k) (m) (j)
8	Creativity Exercise	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	10%	5 / 10	(l) (h) (n) (i) (c) (d) (e) (g)
10	Software Class Programming	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	06:00	15%	3 / 10	(n) (b) (i) (c) (e) (k) (a)
12	Project Review Evaluation	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	04:00	15%	5 / 10	(h) (n) (b) (f) (i) (c) (d) (e) (k) (m) (a) (j)

15	TPM Definition	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	10%	5 / 10	(h) (b) (c) (d) (e) (k) (m) (a)
18	Project Review Evaluation	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	04:00	15%	5 / 10	(h) (n) (b) (f) (i) (c) (d) (e) (k) (m) (a) (j)
21	Software Testing	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	04:00	10%	3 / 10	(g) (l) (b) (i) (c) (e) (k) (a)
24	System Delivery	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	06:00	50%	5 / 10	(g) (l) (h) (n) (b) (f) (i) (c) (d) (e) (k) (m) (a) (j)

### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
5	Model creation exercise	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	04:00	5%	5 / 10	(h) (n) (g) (l) (f) (i) (d)

							(k) (m) (j)
8	Creativity Exercise	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	10%	5 / 10	(l) (h) (n) (i) (c) (d) (e) (g)
10	Software Class Programming	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	06:00	15%	3 / 10	(n) (b) (i) (c) (e) (k) (a)
12	Project Review Evaluation	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	04:00	15%	5 / 10	(h) (n) (b) (f) (i) (c) (d) (e) (k) (m) (a) (j)
15	TPM Definition	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	10%	5 / 10	(h) (b) (c) (d) (e) (k) (m) (a)
18	Project Review Evaluation	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	04:00	15%	5 / 10	(h) (n) (b) (f) (i) (c) (d) (e) (k) (m) (a) (j)

24	System Delivery	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	06:00	50%	5 / 10	(g) (l) (h) (n) (b) (f) (i) (c) (d) (e) (k) (m) (a) (j)
----	-----------------	---------------------------------------	---------------	-------	-----	--------	--

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

### 7.2. Criterios de evaluación

Se evaluará la capacidad del alumno para:

- Comprender los procesos de ingeniería de sistemas
- Ser capaz de aplicarlos al desarrollo de un sistema real
- Utilizar las herramientas adecuadas

- Trabajar en equipo
- Comunicar los resultados
- Todo ello en Inglés/Español de forma bilingüe

Los valores porcentuales de cada una de las actividades se revisará en función de las dificultades específicas del proyecto.

Existe también un margen de calificación para permitir cierta holgura respecto a las responsabilidades individuales y de equipo (el peso total de las actividades de evaluación supera el 100%).

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Página Moodle del curso	Recursos web	
Ordenadores	Equipamiento	Ordenadores en aula cooperativa
Estándares	Bibliografía	Estándares ISO e IEEE
INCOSE Handbook	Bibliografía	Handbook de Ingeniería de Sistemas de INCOSE
Dron	Equipamiento	Dron quadrotor
C++	Bibliografía	Estándar C++
Toolchain	Equipamiento	Toolchain de desarrollo C++

SysML	Bibliografía	Especificación del OMG Systems Modeling Language
Eclipse / Papyrus	Equipamiento	Herramienta de ingeniería MBSE