



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Ingeniería de sistemas y control

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                       |            |       |              |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|--------------|
| Asignatura          | Ingeniería de sistemas y control                                                                                                                                                                                                                      |            |       |              |
| Código              | V09G290V01705                                                                                                                                                                                                                                         |            |       |              |
| Titulación          | Grado en Ingeniería de la Energía                                                                                                                                                                                                                     |            |       |              |
| Descriptores        | Creditos ECTS                                                                                                                                                                                                                                         | Seleccione | Curso | Cuatrimestre |
|                     | 6                                                                                                                                                                                                                                                     | OP         | 4     | 1c           |
| Lengua Impartición  | Castellano                                                                                                                                                                                                                                            |            |       |              |
| Departamento        | Ingeniería de sistemas y automática                                                                                                                                                                                                                   |            |       |              |
| Coordinador/a       | Espada Seoane, Angel Manuel                                                                                                                                                                                                                           |            |       |              |
| Profesorado         | Espada Seoane, Angel Manuel                                                                                                                                                                                                                           |            |       |              |
| Correo-e            | aespada@uvigo.es                                                                                                                                                                                                                                      |            |       |              |
| Web                 | <a href="http://fatic.uvigo.es/">http://fatic.uvigo.es/</a>                                                                                                                                                                                           |            |       |              |
| Descripción general | En esta materia se presentan los conceptos básicos de los sistemas de automatización industrial y de los métodos de control, considerando como elementos centrales de los mismos el autómatas programable y el regulador industrial, respectivamente. |            |       |              |

## Competencias

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| C1     | Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización. |
| C44    | Op7 Conocimientos sobre el modelado y simulación de sistemas.                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| D1     | Capacidad de interrelacionar todos los conocimientos adquiridos, interpretándolos como componentes de un cuerpo del saber con una estructura clara y una fuerte coherencia interna.                                                                                                                                                                       |
| D3     | Proponer y desarrollar soluciones prácticas, utilizando los conocimientos teóricos, a fenómenos y situaciones-problema de la realidad cotidiana propios de la ingeniería, desarrollando las estrategias adecuadas.                                                                                                                                        |
| D4     | Favorecer el trabajo cooperativo, las capacidades de comunicación, organización, planificación y aceptación de responsabilidades en un ambiente de trabajo multilingüe y multidisciplinar, que favorezca la educación para la igualdad, para la paz y para el respeto de los derechos fundamentales.                                                      |
| D5     | Conocer las fuentes necesarias para disponer de una actualización permanente y continua de toda la información precisa para desarrollar su labor, accediendo a todas las herramientas, actuales y futuras, de búsqueda de información y adaptándose a los cambios tecnológicos y sociales.                                                                |
| D7     | Capacidad para organizar, interpretar, asimilar, elaborar y gestionar toda la información necesaria para desarrollar su labor, manejando las herramientas informáticas, matemáticas, físicas, etc. necesarias para ello.                                                                                                                                  |

## Resultados de aprendizaje

| Resultados previstos en la materia                                                                             | Resultados de Formación y Aprendizaje |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----|
| Conocimientos generales sobre el control y simulación de sistemas dinámicos, tanto continuos como muestreados. | C1                                    | D1 |
|                                                                                                                | C44                                   | D3 |
| Capacidad para diseñar sistemas básicos de regulación y control.                                               | C1                                    | D1 |
|                                                                                                                | C44                                   | D3 |
|                                                                                                                |                                       | D7 |
| Nociones básicas de control óptimo.                                                                            | C1                                    |    |
|                                                                                                                | C44                                   |    |
| Habilidad para concebir, desarrollar y modelar sistemas automáticos.                                           | C1                                    | D1 |
|                                                                                                                | C44                                   | D3 |
|                                                                                                                |                                       | D5 |
|                                                                                                                |                                       | D7 |

|                                                                                                                                                                                                                    |           |                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------|
| Capacidad de analizar las necesidades de un proyecto de automatización y fijar sus especificaciones.                                                                                                               | C1<br>C44 | D1<br>D3<br>D4<br>D5<br>D7 |
| Capacidad de dimensionar y seleccionar un autómatas programable industrial para una aplicación específica de automatización así como determinar el tipo y características de los sensores y actuadores necesarios. |           | D1<br>D3<br>D5<br>D7       |
| Ser capaz de integrar distintas tecnologías (electrónicas, eléctricas, neumáticas, etc.) en una única automatización.                                                                                              | C44       | D1<br>D3<br>D4<br>D7       |

## Contenidos

### Tema

|                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Introducción a la automatización industrial.                                                 | 1.1 Introducción a la automatización de tareas.<br>1.2 Tipos de mando.<br>1.3 El autómatas programable industrial.<br>1.4 Diagrama de bloques. Elementos del autómatas programable.<br>1.5 Ciclo de funcionamiento del autómatas. Tiempo de ciclo.<br>1.6 Modos de operación.                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 2. Introducción a la programación de autómatas.                                                 | 2.1 Sistema binario, octal, hexadecimal, BCD. Números reales.<br>2.2 Direccionamiento y acceso a periferia.<br>2.3 Instrucciones, variables y operandos.<br>2.4 Formas de representación de un programa.<br>2.5 Tipos de módulos de programa.<br>2.6 Programación lineal y estructurada.                                                                                                                                                                                                                                             |
| 3. Programación de autómatas con Y/S.                                                           | 3.1 Variables binarias. Entradas, salidas y memoria.<br>3.2 Combinaciones binarias.<br>3.3 Operaciones de asignación.<br>3.4 Creación de un programa sencillo.<br>3.5 Temporizadores y contadores.<br>3.6 Operaciones aritméticas.<br>3.7 Ejemplos.                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 4. Modelado de sistemas para la programación de autómatas.                                      | 4.1 Principios básicos. Técnicas de modelado.<br>4.2 Modelado mediante Redes de Petri.<br>4.2.1 Definición de etapas y transiciones. Reglas de evolución.<br>4.2.2 Elección condicional entre varias alternativas.<br>4.2.3 Secuencias simultáneas. Concurrencia. Recurso compartido.<br>4.3 Implantación de Redes de Petri.<br>4.3.1 Implantación directa.<br>4.3.2 Implantación normalizada (Grafcet).<br>4.4 Ejemplos.                                                                                                            |
| 5. Conceptos básicos de regulación automática. Representación y modelado de sistemas continuos. | 5.1 Sistemas de regulación en bucle abierto y bucle cerrado.<br>5.2 Bucle típico de regulación. Nomenclatura y definiciones.<br>5.3 Sistemas físicos y modelos matemáticos.<br>5.3.1 Sistemas mecánicos.<br>5.3.2 Sistemas eléctricos.<br>5.3.3 Otros.<br>5.4 Modelado en variables de estado.<br>5.5 Modelado en función de transferencia. Transformada de Laplace. Propiedades. Ejemplos.                                                                                                                                          |
| 6. Análisis de sistemas dinámicos.                                                              | 6.1 Estabilidad.<br>6.2 Respuesta transitoria. Modos transitorios.<br>6.2.1 Sistemas de primero orden. Ecuación diferencial y función de transferencia. Ejemplos<br>6.2.2 Sistemas de segundo orden. Ecuación diferencial y función de transferencia. Ejemplos<br>6.2.3 Efecto de la adición de polos y ceros.<br>6.3 Reducción de sistemas de orden superior.<br>6.4 Respuesta en el régimen permanente.<br>6.4.1 Errores en el régimen permanente.<br>6.4.2 Señales de entrada y tipo de un sistema.<br>6.4.3 Constantes de error. |

|                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7. Reguladores y ajuste de parámetros.                | 7.1 Acciones básicas de control. Efectos proporcional, integral y derivativo.<br>7.2 Regulador PID.<br>7.3 Métodos empíricos de sintonía de reguladores industriales.<br>7.3.1 Fórmulas de sintonía en lazo abierto: Ziegler-Nichols y otros.<br>7.3.2 Fórmulas de sintonía en lazo cerrado: Ziegler-Nichols y otros.<br>7.4 Diseño de reguladores en variables de estado. Asignación de por los. |
| P1. Introducción a STEP7.                             | Introducción al programa STEP7, que permite crear y modificar programas para los autómatas Siemens de la serie S7-300 y S7-400.                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| P2. Programación en STEP7.                            | Modelado de un ejemplo de automatización sencillo e implantación en STEP7 utilizando operaciones binarias.                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| P3. Implantación de RdP en STEP7.                     | Modelado con RdP de un ejemplo de automatización sencillo y introducción a la implantación de la misma en STEP7.                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| P4. Modelado con RdP e implantación en STEP7.         | Modelado con RdP de un ejemplo de automatización de mediana complejidad e implantación de la misma en STEP7.                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| P5. Modelado con GRAFCET e implantación con S7-Graph. | Modelado normalizado de una RdP e implantación de sistemas de automatización con S7-Graph.                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| P6. Análisis de sistemas de control con MATLAB.       | Introducción a las instrucciones específicas de sistemas de control del programa MATLAB.                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| P7. Introducción a SIMULINK.                          | Introducción al programa SIMULINK, extensión del MATLAB para la simulación de sistemas dinámicos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| P8. Modelado y respuesta temporal en SIMULINK.        | Modelado y simulación de sistemas de control con SIMULINK.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| P9. Introducción a los reguladores industriales.      | Manejo básico del regulador SIPART DR 19/20 y de la tarjeta de adquisición de datos PC-LAB PCI1711.                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| P10. Ajuste empírico de un regulador industrial.      | Determinación de los parámetros de un regulador PID por los métodos estudiados e implantación del control calculado en un regulador industrial.                                                                                                                                                                                                                                                   |

## Planificación

|                                           | Horas en clase | Horas fuera de clase | Horas totales |
|-------------------------------------------|----------------|----------------------|---------------|
| Prácticas de laboratorio                  | 20             | 30                   | 50            |
| Resolución de problemas y/o ejercicios    | 5              | 10                   | 15            |
| Sesión magistral                          | 25             | 25                   | 50            |
| Informes/memorias de prácticas            | 0              | 8                    | 8             |
| Pruebas de respuesta larga, de desarrollo | 3              | 24                   | 27            |

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

## Metodologías

|                                        | Descripción                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Prácticas de laboratorio               | Actividades de aplicación de los conocimientos adquiridos en las clases de teoría a situaciones concretas que puedan ser desarrolladas en el laboratorio de la asignatura. |
| Resolución de problemas y/o ejercicios | El profesorado resolverá en el aula problemas y ejercicios y el alumnado tendrá que resolver ejercicios similares para adquirir las capacidades necesarias.                |
| Sesión magistral                       | Exposición por parte del profesor de los contenidos de la materia.                                                                                                         |

## Atención personalizada

| Metodologías                              | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sesión magistral                          | Para un aprovechamiento eficaz de la dedicación del alumnado, el profesorado atenderá personalmente las dudas y consultas del alumnado. Dicta atención tendrá lugar tanto en las clases de teoría, problemas y laboratorio como en las tutorías (en un horario prefijado). |
| Prácticas de laboratorio                  | Para un aprovechamiento eficaz de la dedicación del alumnado, el profesorado atenderá personalmente las dudas y consultas del alumnado. Dicta atención tendrá lugar tanto en las clases de teoría, problemas y laboratorio como en las tutorías (en un horario prefijado). |
| Resolución de problemas y/o ejercicios    | Para un aprovechamiento eficaz de la dedicación del alumnado, el profesorado atenderá personalmente las dudas y consultas del alumnado. Dicta atención tendrá lugar tanto en las clases de teoría, problemas y laboratorio como en las tutorías (en un horario prefijado). |
| Pruebas                                   | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Pruebas de respuesta larga, de desarrollo | Para un aprovechamiento eficaz de la dedicación del alumnado, el profesorado atenderá personalmente las dudas y consultas del alumnado. Dicta atención tendrá lugar tanto en las clases de teoría, problemas y laboratorio como en las tutorías (en un horario prefijado). |

## Evaluación

| Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                       | Calificación | Resultados de Formación y Aprendizaje |                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------|----------------------------|
| Prácticas de laboratorio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Se evaluará cada práctica de laboratorio entre 0 y 10 puntos, en función del cumplimiento de los objetivos fijados en el enunciado de la misma y de la preparación previa y la actitud del alumnado. Cada práctica podrá tener distinta ponderación en la nota total. | 25           | C1<br>C44                             | D1<br>D3<br>D4<br>D5<br>D7 |
| <b>RESULTADOS DEL APRENDIZAJE:</b><br>Conocimientos generales sobre el control y simulación de sistemas dinámicos, tanto continuos como muestreados. Capacidad para diseñar sistemas básicos de regulación y control. Nociones básicas de control óptimo. Habilidad para concebir, desarrollar y modelar sistemas automáticos. Capacidad de analizar las necesidades de un proyecto de automatización y fijar sus especificaciones. Capacidad de dimensionar y seleccionar un autómatas programable industrial para una aplicación específica de automatización así como determinar el tipo y características de los sensores y actuadores necesarios. Ser capaz de integrar distintas tecnologías (electrónicas, eléctricas, neumáticas, etc.) en una única automatización. |                                                                                                                                                                                                                                                                       |              |                                       |                            |
| Informes/memorias de prácticas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Las memorias de las prácticas seleccionadas se evaluarán entre 0 y 10 puntos, habida cuenta el reflejo adecuado de los resultados obtenidos en la ejecución de la práctica, de su organización y calidad de presentación.                                             | 5            | C1<br>C44                             | D1<br>D3<br>D4<br>D5<br>D7 |
| <b>RESULTADOS DEL APRENDIZAJE:</b><br>Conocimientos generales sobre el control y simulación de sistemas dinámicos, tanto continuos como muestreados. Capacidad para diseñar sistemas básicos de regulación y control. Nociones básicas de control óptimo. Habilidad para concebir, desarrollar y modelar sistemas automáticos. Capacidad de analizar las necesidades de un proyecto de automatización y fijar sus especificaciones. Capacidad de dimensionar y seleccionar un autómatas programable industrial para una aplicación específica de automatización así como determinar el tipo y características de los sensores y actuadores necesarios. Ser capaz de integrar distintas tecnologías (electrónicas, eléctricas, neumáticas, etc.) en una única automatización. |                                                                                                                                                                                                                                                                       |              |                                       |                            |
| Pruebas de respuesta larga, de desarrollo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Examen final de los contenidos de la materia, que podrá incluir problemas y ejercicios, con una puntuación entre 0 y 10 puntos.                                                                                                                                       | 70           | C1<br>C44                             | D1<br>D3<br>D4<br>D5<br>D7 |
| <b>RESULTADOS DEL APRENDIZAJE:</b><br>Conocimientos generales sobre el control y simulación de sistemas dinámicos, tanto continuos como muestreados. Capacidad para diseñar sistemas básicos de regulación y control. Nociones básicas de control óptimo. Habilidad para concebir, desarrollar y modelar sistemas automáticos. Capacidad de analizar las necesidades de un proyecto de automatización y fijar sus especificaciones. Capacidad de dimensionar y seleccionar un autómatas programable industrial para una aplicación específica de automatización así como determinar el tipo y características de los sensores y actuadores necesarios. Ser capaz de integrar distintas tecnologías (electrónicas, eléctricas, neumáticas, etc.) en una única automatización. |                                                                                                                                                                                                                                                                       |              |                                       |                            |

#### Otros comentarios sobre la Evaluación

- Se realizará una Evaluación Continua del trabajo del alumnado en las prácticas a lo largo de las sesiones de laboratorio establecidas en el cuatrimestre, siendo la asistencia a las mismas de carácter obligatorio. En el caso de no superarla, se realizará un examen de prácticas en la segunda convocatoria.
- Se podrán exigir requisitos previos para la realización de cada práctica en el laboratorio, de forma que limiten la máxima calificación a obtener.
- La evaluación de las prácticas para el alumnado que renuncie oficialmente a la Evaluación Continua, se realizará en un examen de prácticas en las dos convocatorias.
- Se deberán superar ambas pruebas (escrita y prácticas) para aprobar la materia, obteniéndose la nota total según el porcentaje indicado más arriba. En el caso de no superar las dos o alguna de las partes, se podrá aplicar un escalado a las notas parciales de forma que la nota total no supere el 4.5.
- En el examen final se podrá establecer una puntuación mínima en un conjunto de cuestiones para superarlo.
- En la segunda convocatoria del mismo curso el alumnado se deberá examinar de las pruebas no superadas en la primera convocatoria, con los mismos criterios de aquella.
- Según la Normativa de Evaluación Continua, los alumnos sujetos a Evaluación Continua que se presenten a alguna actividad evaluable reflejada en la Guía Docente de la asignatura serán considerados como "presentados".

Calendario de exámenes:

- Convocatoria Fin de Carrera: 10:00 □ 20/10/2015
- Convocatoria ordinaria 1º período: 10:00 □ 19/01/2016
- Convocatoria extraordinaria Julio: 10:00 □ 01/07/2016

Esta información se puede verificar/consultar de forma actualizada en la página web del centro:

<http://etseminas.webs.uvigo.es/cms/index.php?id=57>

---

#### **Fuentes de información**

E.MANDADO, J.MARCOS, C. FERNANDEZ, J.I.ARMESTO, "**Autómatas Programables y Sistemas de Automatización**", 2009,

MANUEL SILVA, □**Las Redes de Petri en la Automática y la Informática**□,

R. C. DORF, R. H. BISHOP, "**Sistemas de Control Moderno**", 2005,

---

Complementaria:

- "Autómatas Programables. Fundamento. Manejo. Instalación y Práctica", PORRAS, A., MONTERO, A.P., Ed. McGraw-Hill, 1990.
- "Automatización. Problemas resueltos con autómatas programables□, J. Pedro Romera, J. Antonio Lorite, Sebastián Montoro. Ed. Paraninfo
- □Guía usuario Step7□ SIEMENS
- □Diagrama de funciones (FUP) para S7-300 y S7-400□ SIEMENS
- □SIMATIC S7-GRAPH para S7-300/400□ SIEMENS
- "Control de sistemas continuos. Problemas resueltos", Barrientos, Ed. McGraw-Hill.
- "Ingeniería de control moderna", Ogata, K., Ed. Prentice-hall.
- "Retroalimentación y sistemas de control", DISTEFANO, J.J., STUBBERUD, A.R., WILLIAMS, I.J., Ed. McGraw-Hill.

---

#### **Recomendaciones**

---