



## Teaching Guide

Identifying Data					2015/16
<b>Subject (*)</b>	Deseño de Sistemas de Control Industrial		<b>Code</b>	508117014	
<b>Study programme</b>	Enxeñeiro Industrial				
Descriptors					
<b>Cycle</b>	<b>Period</b>	<b>Year</b>	<b>Type</b>	<b>Credits</b>	
	1st four-month period	All	Libre	6	
<b>Language</b>	SpanishGalicianEnglish				
<b>Teaching method</b>	Face-to-face				
<b>Prerequisites</b>					
<b>Department</b>	Enxeñaría Industrial				
<b>Coordinador</b>		<b>E-mail</b>			
<b>Lecturers</b>		<b>E-mail</b>			
<b>Web</b>	campusvirtual.udc.es/moodle/				
<b>General description</b>	Descriptoros: Principios de control y automatización. Sistemas de lógica cableada. Sistemas de lógica Programada. Robótica industrial				

## Study programme competences / results

Code	Study programme competences / results

## Learning outcomes

Learning outcomes	Study programme competences / results
<p>El Objetivo de la asignatura es introducir al alumno en el diseño de sistemas de control secuencial aplicadas a la diferentes ramas de la Ingeniería Se abordan conceptos como Principios de Control y Automatización, tipos de sistemas a controlar. Programación de Sistemas de lógica cableada. Diseño de sistemas secuenciales. Síntesis de sistemas secuenciales con Automatas. Robótica Industrial.</p> <p>Por ello se pretende proporcionar una base muy estimable para el desarrollo de aplicaciones en diversos campos de la Ingeniería como pueden ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Programación de sistemas de regulación y control.</li> <li>- Diseño de Sistemas de Lógica Cableada.</li> <li>- Diseño de Sistemas de Lógica Programada.</li> <li>- Programación de autómatas programables.</li> <li>- Automatismos avanzados.</li> <li>- Programación de máquinas herramientas.</li> <li>- Uso de Redes Neuronales para aplicaciones Robóticas.</li> <li>- Programación de aplicaciones para Robótica.</li> <li>- Diseño de Sistemas Digitales electrónicos.</li> <li>- Programación de autómatas finitos.</li> <li>- Diseño de Sistemas oleoneumáticos.</li> <li>- Análisis y Simulación de Sistemas Eléctrico/Electrónicos y de Control.</li> </ul>	

## Contents

Topic	Sub-topic



1. Introducción a la Automatización.	1.1. Introducción. Objetivos. 1.2. Automatización. Palabras Clave. 1.3. Concepto de Automatización. 1.4. Modos funcionamiento de una planta. 1.5. Elementos de un Sistema de Automatización. 1.6. Objetivos de la Automatización. 1.7. Elementos de un sistema de control. 1.8. Tipos de señales en un sistema de control. 1.9. Clasificación de los automatismos. 1.10. Fases en el Diseño de un Sistema de Automatización 1.11. Implantación del sistema de control.
2. Algebra de Boole. Automatismos combinacionales.	2.1. Introducción. 2.2. Algebra de Boole. 2.3. Postulados (axiomas) de Huntington. 2.4. Definición operaciones básicas. Tablas de verdad. 2.5. Puertas Lógicas. 2.6. Variables y funciones lógicas en el mundo real. 2.7. Lógica positiva.Lógica negativa. 2.8. Propiedades útiles del Algebra de Boole. 2.9. Simplificación mediante el método de Karnaugh. 2.10. Funciones lógicas y tiempo. 2.11. Relés y contactos. 2.12. Pulsadores, interruptores y contactos. 2.13. Variables negadas con interruptores. 2.14. Diseño de un Sistema de Lógica Cableada.
3. Sensores y actuadores.	3.1. Introducción. 3.2. Tipos de sensores. 3.3. Clasificación actuadores/accionamientos.
4. Sistemas de codificación de la información.	4.1. Introducción. Sistemas de codificación de la información. 4.2. Mundo real vs. Mundo digital. 4.3. Codificación en general. 4.4. Codificación y tamaños típicos en un sistema digital. 4.5. Métodos para realizar la codificación en general. 4.6. Codificación números naturales en binario puro. 4.7. Codificación números enteros en signo magnitud. 4.8. Codificación números enteros en complemento a 2. 4.9. Sistemas de Codificación.



<p>5. Introducción al autómata programable (PLC).</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>5.1. Hardware del autómata.</li><li>5.2. Software del autómata.</li><li>5.3. Interacción entre Autómata y Mundo Real.</li><li>5.4. Programación del PLC para controlar la planta.</li><li>5.5. Tipos básicos de datos (Variables) en un PLC.</li><li>5.6. Programación en Diagrama de Contactos.</li><li>5.7. Programación con Lista de instrucciones.</li><li>5.8. Función AND.</li><li>5.9. Función OR.</li><li>5.10. Función XOR.</li><li>5.11. Paréntesis.</li><li>5.12. Organización básica de un programa.</li><li>5.13. Ejemplo simple de automatización con PLC.</li><li>5.14. Diseño de un Sistema de Automatización con lógica Programada.</li></ul>
<p>6. Sistemas secuenciales (Automatismos secuenciales)</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>6.1. Automatismo combinacional.</li><li>6.2. Automatismo secuencial.</li><li>6.3. Máquina de estados.</li><li>6.4. Ejemplo máquina de estados: control taladradora.</li><li>6.5. Realimentación.</li><li>6.6. Marcha/Paro con realimentación directa.</li><li>6.7. Sincronización.</li><li>6.8. Sincronización en hardware.</li></ul>
<p>7. Metodología para el diseño de sistemas secuencias: GRAFCET</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>7.1. Introducción GRAFCET.</li><li>7.2. División del proceso en etapas o fases.</li><li>7.3. Símbolos gráficos del Grafcet.</li><li>7.4. Reglas de evolución del Grafcet.</li><li>7.5. Estructuras básicas del Grafcet.</li><li>7.6. Diseño e implantación.</li><li>7.7. Instrucciones útiles para la implantación: Set/Reset.</li><li>7.8. Refinamiento: Asegurar la parada del sistema.</li><li>7.9. Relación entre Grafcet e implantación en PLC.</li><li>7.10. Equivalencia entre implantación digital y PLC.</li><li>7.11. Detección de flanco de señal (FP/FN).</li><li>7.12. Operación de Reset o inicialización.</li><li>7.13. Secuencia de funcionamiento de un sistema.</li></ul>
<p>8. Funciones integradas en un autómata.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>8.1. Acumulador.</li><li>8.2. Temporizadores.</li><li>8.3. Funcionamiento de un temporizador SE. Modos de funcionamiento.</li><li>8.4. Ejemplo: Lavadora controlada por tiempo.</li><li>8.5. Contadores.</li><li>8.6. Comparadores.</li></ul>



9. Guía GEMMA	9.1. Introducción a Guía GEMMA. 9.2. Modos fundamentales según GEMMA. 9.3. Proceso en funcionamiento (estados posibles). 9.4. Proceso en parada o puesta en marcha. 9.5. Proceso en defecto (estados posibles). 9.6. Guía para aplicar GEMMA a una automatización. 9.7. Caso funcionamiento semiautomático simple. 9.8. Aplicación a lavadora Industrial o similar. 9.9. Significado de los colores: Pulsadores. 9.10. Significado de los colores: Pilotos. 9.11. Rótulo típicos. 9.12. Caso funcionamiento automático simple. 9.13. Caso funcionamiento con marcha de arranque. 9.14. Caso parada de emergencia. 9.15. Diseño estructurado: Macroetapas. 9.16. Diseño estructurado: Grafcet jerarquizados. 9.17. Grafcet de producción funcional. 9.18. Grafcet de producción tecnológico. 9.19. Defectos del grafcet de producción. 9.20. Estados de GEMMA necesarios. 9.21. Pupitre de control. 9.22. Emergencia y Manual.
10. PLC Extensiones	10.1. Extensiones para mejorar la programación. 10.2. Saltos. 10.3. Implantación de Grafcet con saltos.
11. Introducción a la Robótica Industrial.	11.1. Historia y evolución. 11.2. Clasificación de robots.. 11.2. Estructura de un robor Industrial. 11.4. Principales características de un robot. 11.5 Motores paso a paso. 11.6 Lenguajes de Porgramación para Robótica. 11.7. Clasificación de la programación de Robots.

Planning				
Methodologies / tests	Competencies / Results	Teaching hours (in-person & virtual)	Student?s personal work hours	Total hours
Introductory activities		0.1	0	0.1
Guest lecture / keynote speech		30	45	75
Case study		10	10	20
ICT practicals		0	5.5	5.5
Laboratory practice		10	10	20
Supervised projects		6	12	18
Oral presentation		0.25	0	0.25
Speaking test		0.15	0	0.15
Research (Research project)		3	3	6
Events academic / information		1.5	1.5	3
Personalized attention		2	0	2

(\*)The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.



Methodologies	
Methodologies	Description
Introductory activities	Consiste en la exposición por parte del profesor de aquellas aplicaciones más relevantes en el ámbito industrial que son objeto de programación en la asignatura.
Guest lecture / keynote speech	Consiste en la exposición oral complementada con el uso de medios audiovisuales y la introducción de algunas preguntas dirigidas a los estudiantes, con el fin de transmitir conocimientos y facilitar el aprendizaje. Las explicaciones dadas en las clases teóricas en la pizarra, se apoyan con el uso de transparencias, y aplicando los conocimientos obtenidos a ejemplos concretos. Todos los temas de la asignatura tienen un conjunto de tareas específicas que se desarrollan en las clases de práctica. Secuencias de pequeños debates dirigidos. Resolución de dudas comunes. Actividad presencial en el aula que sirve para establecer los conceptos fundamentales de la materia.
Case study	Se plantean problemas en el campo del diseño de los sistemas de control industrial y su posible solución a través de una discusión grupal.
ICT practicals	Se propone el uso de la Plataforma Virtual para la disposición de diversos materiales para el seguimiento de la asignatura: Transparencias correspondientes al temario, Enunciados de Ejercicios, Manuales de Automatización, Material complementario como enlaces de interés, videos de Sistemas de Control Industrial, etc. Además se pueden descargar ficheros que contienen ejercicios de Diseño de Sistemas de Control Industrial para avanzar en la fijación de los conceptos por parte del alumnado.
Laboratory practice	Desarrollo de prácticas en el laboratorio de informática. Esta actividad consistirá en el estudio de casos y ejemplos además de la realización, por parte del alumnos, de ejercicios de diseño de sistemas de automatización en lógica cableada y lógica programada. En las prácticas de Programación se intenta que cada estudiante pueda seguir su propio ritmo de aprendizaje, para lo cual se les proporciona manuales de programación con las explicaciones necesarias, ejemplos resueltos y enunciados de ejercicios de dificultad creciente. Se establece un conjunto de prácticas semanales de duración igual a las clases presenciales de teoría. La asistencia ejecución de dichas prácticas es obligatoria. La bibliografía recomendada es de un nivel adecuado a la asignatura y puede ser utilizada para ampliar o aclarar algunas partes del programa.
Supervised projects	A lo largo del curso se proponen la realización de Trabajos Tutorizados voluntarios por parte de los profesores. Al final del periodo lectivo correspondiente los alumnos que hayan optado por la realización de los citados trabajos obligatoriamente deberán exponer el contenido de los mismos, formando dicha exposición parte de la prueba de evaluación. Existen dos alternativas para la realización de Trabajos Tutorizados:  a) A medida que se desarrolla el curso lectivo y se avanza en los diferentes niveles de programación se propondrán una Lista de Trabajos Tutorizados Básicos. Dichos trabajos consisten en un Conjunto de Cuestiones y Ejercicios teórico-prácticos para que el alumno valore la capacidad de comprensión de los conocimientos adquiridos. Dependiendo de la dificultad del tema escogido este trabajo podrá ser realizado individualmente o por parejas.  b) Alternativamente los alumnos podrán realizar Trabajos Tutorizados en Aspectos Avanzados sobre un tema relacionado con Programación de Procesos de Control Industrial, la aplicación de los ordenadores en la industria, control de procesos industriales, u otras áreas de programación industrial. Estos trabajos voluntarios podrá solicitarlos cualquier alumno, bien realizando una propuesta concreta al profesor o bien aceptando una propuesta de éste. El contenido de este trabajo deberá ser consensuado previamente con el profesorado de la asignatura. La aceptación o no de un alumno para la realización de un trabajo voluntario es totalmente discrecional por parte del profesor. Con esto se pretende garantizar un mínimo de calidad en los citados trabajos. El alumno deberá entregar un plan de trabajo que incluya Objetivos, Metodología y plazo de realización.
Oral presentation	Los alumnos que hayan optado por la realización de trabajos Tutelados propuestos a lo largo del curso obligatoriamente deberán exponer el contenido de los mismos, formando dicha exposición parte evaluación global de la asignatura. Se valorarán calidad de contenidos, dominio de la materia, claridad de exposición y medios utilizados para las mismas.
Speaking test	Consiste en una prueba de exposición de conocimientos de un tema de trabajo tutelado cuya duración oscila entre los 10-15 minutos seguidos de un debate de preguntas por parte de otros alumnos y/o profesores de 5 minutos.



Research (Research project)	Al finalizar los correspondientes módulos de teoría y prácticas se proponen ciertos trabajos de entidad con carácter voluntario que contemplan la programación de sistemas industriales reales y que constituyen en muchos casos el prólogo de realización de PROYECTOS FIN DE CARRERA.
Events academic / information	Como medio de iniciarse en actividades investigadoras se porpondrna pequeños trabajos de realización voluntaria para aquellos alumnos que deseen completar su formación o iniciarse en las técnicas de programación de sistemas de automatización avanzados.

### Personalized attention

Methodologies	Description
Guest lecture / keynote speech	Todas las metodologías encierran la atención tutorizada por parte del profesor en el horario de tutorías que cada año se publica en los Tablones del centro. Además se cuenta con tutorías a través de la Plataforma Virtual.
Laboratory practice	Sesión Magistral: Resolución de dudas conceptuales.
Supervised projects	Estudio de casos: Resolución de dudas que se plantean a problemas en el campo del diseño de los sistemas de control industrial y su posible solución a través de una discusión grupal desde diferentes ópticas.
Oral presentation	
Research (Research project)	Prácticas laboratorio: Resolución de dudas conceptuales. Trabajos Tutelados: Resolución de dudas conceptuales. Seguimiento de ejecución de Trabajos.
Introductory activities	Investigación (Proyecto de investigación): Seguimiento de ejecución de proyectos Fin de carrera y Trabajos.
ICT practicals	Presentación oral: Ayuda para guión de exposición.
Case study	Actividades iniciales: Presentar la asignatura y su utilidad dentor del panorama industrial y naval.

### Assessment

Methodologies	Competencies / Results	Description	Qualification
Laboratory practice		Asistencia Obligatoria. El 20% de inasistencias injustificadas conlleva la calificación de NO PRESENTADO de la asignatura.	10
Supervised projects		Calidad del trabajo. Adecuacion a objetivos propuestos. Contenido. Originalidad. Claridad en exposición del mismo.	40
Oral presentation		Concisión y claridad de presentación. Dominio de contenidos.	10
Research (Research project)		Interés científico. Originalidad.	10
Speaking test		Dominio del tema objeto de presentación. Claridad de la exposición. Medios utilizados en la exposición.	10
ICT practicals		Realización de ejercicios de Diseño de Sistemas de Control Industrial.	5
Events academic / information		Presentación de memorias representativas de los eventos a los que se acude. Participación en los coloquios finales de los eventos.	5
Case study		Se valora la idoneidad de la solución planteada a los problemas en el campo del diseño de los sistemas de control industrial.	10

### Assessment comments



OBSERVACIONES: La metodología empleada es el sistema de evaluación continua. Debido a esto, la asistencia a CLASES es un requisito obligatorio para aprobar la asignatura. Aquellos alumnos que superen el 20% de faltas de asistencia tendrán la calificación de NO PRESENTADO en la Asignatura. El método de evaluación propuesto es el de la evaluación continua. Para la superación de la materia el alumno resolverá un conjunto de problemas y ejercicios propuestos a lo largo del curso. Además, como colofón al aprendizaje adquirido, se realizarán Trabajos Tutorizados de fin de curso como una parte más del método de evaluación continua. La realización de Trabajos Tutorizados deberán exponer el contenido de los mismos al final del periodo lectivo correspondiente, formando dicha exposición parte de la prueba de evaluación. Existen dos alternativas para la realización de Trabajos Tutorizados:

a) Se propondrán una Lista de Trabajos Tutorizados Básicos. Dichos trabajos consisten en un Conjunto de Cuestiones y Ejercicios teórico-prácticos para que el alumno valore la capacidad de comprensión de los conocimientos adquiridos. Dependiendo de la dificultad del tema escogido este trabajo podrá ser realizado individualmente o por parejas.

b) Alternativamente los alumnos podrán realizar Trabajos Tutorizados en Aspectos Avanzados sobre un tema relacionado con Programación de Procesos de Control Industrial, la aplicación de los ordenadores en la industria, control de procesos industriales, u otras áreas de programación industrial. Estos trabajos voluntarios podrá solicitarlos cualquier alumno, bien realizando una propuesta concreta al profesor o bien aceptando una propuesta de éste. El contenido de este trabajo deberá ser consensuado previamente con el profesorado de la asignatura. La aceptación o no de un alumno para la realización de un trabajo voluntario es totalmente discrecional por parte del profesor. Con esto se pretende garantizar un mínimo de calidad en los citados trabajos. El alumno deberá entregar un plan de trabajo que incluya Objetivos, Metodología y plazo de realización.

Calificación Global final: La calificación, C.G., de la asignatura se compone de las siguientes partes:

a) Una parte práctica, PL (10%), correspondiente a las memorias presentadas de las Prácticas de Laboratorio. Las memorias podrán presentarse como PLAZO LÍMITE

la fecha correspondiente a la convocatoria ordinaria de febrero de la asignatura.

b) Una parte práctica correspondiente a la Solución de Problemas, EC (10%). Las resoluciones de problemas deberán presentarse como PLAZO LÍMITE

la fecha de finalización del tema del contenido correspondiente.

c) Una parte práctica correspondiente a los Trabajos Tutelados, TT (40%). La realización de dichos trabajos tiene carácter voluntario. Las memorias y exposición de los trabajos tutelados podrán presentarse como PLAZO LÍMITE

la fecha correspondiente a la convocatoria ordinaria de febrero de la asignatura.

d) presentación oral de los trabajos PO (10%).

e) Prueba oral PRO (10%).

f) Una parte práctica correspondiente a Eventos y Proyectos de Investigación, PI (3%). La asistencia a eventos y realización de Proyectos de investigación tendrá carácter voluntario.

Cada

una de las partes individuales evaluadas como "APTAS" (calificación  $> \text{ó} = 5$ ) se conservarán hasta la Convocatoria de Septiembre del curso actual. Jamás se conservarán para los cursos siguientes.

La calificación final de la asignatura será la

suma ponderada de las calificaciones obtenidas en todas las partes:

$C.G. = 0,1 \cdot PL + 0,2 \cdot EC + 0,1 \cdot PO + 0,4 \cdot TT + 0,1 \cdot PRO + 0,1 \cdot PO$  Una

vez cumplidos los requisitos anteriores, la realización, por parte del alumnado, de proyectos de investigación tendrá carácter voluntario y podrá suponer un aumento entre un 2 y un máximo de un 25% de la calificación global final, con el límite legal establecido de 10 puntos



máximo. En este caso, la Nota final será:

$CALIFICACIÓN\ FINAL = \min(C.G., 10)$

La calificación de la asignatura, de acuerdo con el R.D. 1125/2003 de 5 de septiembre (B.O.E. del 18.9.2003) viene expresada según una escala numérica de 0 a 10, con expresión de un decimal. La asignatura se supera con una calificación global (C.G.) de 5 puntos sobre 10.

Nota:

1. Las calificaciones provisionales de cada convocatoria se publicarán en la Plataforma virtual Moodle y se enviarán a través de SMS, si el alumno previamente ha autorizado su envío. En cualquiera de los casos las calificaciones definitivas que aparecen en las actas, las cuales el alumno puede consultar en la secretaría del centro, son las legalmente válidas.
2. No se calificará a los alumnos que no figuren en las actas de la asignatura hasta que regularicen su situación en la administración del centro.





## Sources of information

<b>Basic</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Enrique Mandado (2005). Autómatas Programables. Entorno y Aplicaciones.. Thomson-Paraninfo.</li><li>- Gerardo González Filgueira. César A. Vidal Feal. (2005). Autómatas Programables. Programación y Entorno.. Ramón Cabanillas 8, 1F. 15071. Santiago de Compostela (A Coruña). España. Reprografía Noroeste, S.L</li><li>- Dante Jorge Dorantes (2004). Automatización y Control. Prácticas de Laboratorio.. Mac Graw-Hill</li></ul>
<b>Complementary</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Florencio Jesús Cembranos Nistal. (1998). Sistemas de control Secuencial.. Thomson-Paraninfo</li></ul>

## Recommendations

### Subjects that it is recommended to have taken before

### Subjects that are recommended to be taken simultaneously

### Subjects that continue the syllabus

Fundamentos de Informática/770511104

### Other comments

(\*)The teaching guide is the document in which the URV publishes the information about all its courses. It is a public document and cannot be modified. Only in exceptional cases can it be revised by the competent agent or duly revised so that it is in line with current legislation.