

<b>Asignatura:</b>	INFORMÁTICA Y AUTOMÁTICA INDUSTRIAL		
<b>Código:</b>	42998307		
<b>Año académico:</b>	2009/2010		
<b>Centro:</b>	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR		
<b>Departamento:</b>	LENGUAJES Y COMPUTACIÓN		
<b>Área:</b>	INGENIERÍA DE SISTEMAS Y AUTOMÁTICA		
<b>Titulación:</b>	INGENIERÍA INFORMÁTICA		
<b>Ciclo:</b>	SEGUNDO	<b>Curso:</b>	PRIMERO
<b>Cuatrimestre:</b>	SEGUNDO	<b>Carácter:</b>	OPTATIVA
<b>Créditos teóricos:</b>	3	<b>Créditos prácticos:</b>	3
<b>Profesorado:</b>			
	<b>Despacho</b>	<b>Teléfono</b>	<b>E-mail / Web</b>
FRANCISCO RODRÍGUEZ DÍAZ	2.23 CITE III	950 015681	<a href="mailto:frrodrig@ual.es">frrodrig@ual.es</a> <a href="http://www.ual.es/~frrodrig/">http://www.ual.es/~frrodrig/</a>
JORGE ANTONIO SÁNCHEZ MOLINA	2.16 CITE III	950 015849	<a href="mailto:jorgesanchez@ual.es">jorgesanchez@ual.es</a> <a href="http://www.ual.es/~jsm298/">http://www.ual.es/~jsm298/</a>
<b>Objetivos Generales:</b>			
<p>Informática y automática industrial es una asignatura optativa ofertada por el área de Ingeniería de Sistemas y Automática de la Universidad de Almería que consta de 3 créditos teóricos y 3 créditos prácticos, impartándose durante el segundo cuatrimestre del curso académico.</p> <p>Constituye la asignatura base de la intensificación de Informática Industrial y Robótica y tendrá un carácter eminentemente aplicado, haciendo uso en las prácticas de material de laboratorio especializado (computadores con tarjetas de entrada-salida analógico-digitales, autómatas programables, software de simulación para control, etc.).</p> <p>Sus descriptores son: Automatización y control de sistemas de producción; Autómatas programables: características, descripción mediante Redes de Petri y programación; Sistemas de control distribuido; Redes locales en la industria; Interfases hombre-máquina; Fabricación flexible y técnicas CIM.</p> <p>Los contenidos de la misma poseen una aplicación amplia en multitud de empresas relacionadas con la fabricación de vehículos, aeronáuticas, manufactureras, etc. Se presentan en la asignatura los principales componentes de los modernos entornos de producción-fabricación integrados. Se persigue también el objetivo de identificar, conectar y experimentar en los diferentes módulos tecnológicos y de gestión bajo asistencia informática.</p>			
<b>Conocimientos Previos Recomendados:</b>			
No se requieren conocimientos previos de control de procesos o robótica.			
<b>Contenidos teóricos (Temporización):</b>			
<b>Tema 1. Informática y automática</b>			
1.1. Concepto de automática			
1.2. Necesidad de la automática			
1.3. Comité Español de Automática			
1.4. Pirámide de la automatización			
1.5. Técnicas de control			
1.6. Supervisión de procesos			

- 1.7. Fabricación asistida mediante computador
- 1.8. Comunicaciones industriales
- 1.9. Robótica industrial
- 1.10. Docencia e investigación en automática y robótica de la Universidad de Almería

## **Tema 2. Fabricación integrada por computador**

- 2.1. Conceptos básicos
  - 2.1.1. Ciclo productivo
  - 2.1.2. Organización de una empresa
  - 2.1.3. Tecnologías de fabricación. CIM
  - 2.1.4. Ingeniería concurrente
- 2.2. Diseño asistido por computador. CAD
  - 2.2.1. Concepto de herramienta CAD
  - 2.2.2. Fundamentos básicos de herramientas CAD
  - 2.2.3. Tipos de herramientas CAD
  - 2.2.4. Funcionamiento de herramientas CAD
  - 2.2.5. Ejemplos de herramientas CAD
- 2.3. Ingeniería asistida por computador. CAE
  - 2.3.1. Concepto de herramienta CAE
  - 2.3.2. Aplicaciones de herramientas CAE
  - 2.3.3. Ejemplos de herramientas CAE
- 2.4. Fabricación asistida por computador. CAM
  - 2.4.1. Concepto de herramientas CAM
  - 2.4.2. Funciones de las herramientas CAM
  - 2.4.3. Ejemplos de funcionamiento
- 2.5. Herramientas para la fabricación asistida por computador
- 2.6. Ejemplos

## **Tema 3. Control numérico**

- 3.1. Máquina-herramienta
  - 3.1.1. Concepto de máquina-herramienta
  - 3.1.2. Concepto y tipos de mecanizado
  - 3.1.3. Tipos de máquina-herramienta
  - 3.1.4. Necesidad de la utilización de máquinas-herramienta
- 3.2. Control numérico
  - 3.2.1. Concepto de control numérico
  - 3.2.2. Máquinas-herramienta y control numérico
  - 3.2.3. Centros de mecanizado y torneado
  - 3.2.4. Sistemas de cambio de herramientas y piezas
- 3.3. Historia del Control numérico
- 3.4. Elementos de un sistema de control numérico
- 3.5. Clasificación de sistemas de control numérico
  - 3.5.1. Clasificación según el sistema de referencia
  - 3.5.2. Clasificación según el tipo de trayectoria
  - 3.5.3. Clasificación según el tipo de accionamiento
  - 3.5.4. Clasificación según el bucle de control
  - 3.5.5. Clasificación según la tecnología de control

- 3.6. Ventajas e inconvenientes de los sistemas de control numérico
- 3.7. Arquitectura de un sistema de control numérico
- 3.8. Programación de sistemas de control numérico
  - 3.8.1. Información necesaria para la programación de un sistema de control numérico
  - 3.8.2. Etapas en la programación
  - 3.8.3. Estándares de programación
  - 3.8.4. Tipos de programación
  - 3.8.5. Programación ISO
  - 3.8.6. Programación paramétrica
  - 3.8.7. Programación asistida mediante computador
- 3.9. Ventajas e inconvenientes de la utilización de sistemas de control numérico
- 3.10. Fabricantes de máquinas de control numérico
- 3.11. Sistema de control numérico de la Universidad de Almería

#### **Tema 4. Modelado y control de procesos secuenciales. Autómatas programables**

- 4.1. Automatización de procesos industriales
- 4.2. Tipos de procesos industriales
- 4.3. Sensores y actuadores discretos
- 4.4. Procesos secuenciales
- 4.5. Modelado de sistemas discretos
  - 4.5.1. Tipos de modelos
  - 4.5.2. Grafos de estado
  - 4.5.3. Redes de Petri
- 4.6. Autómatas programables
  - 4.6.1. Concepto de autómatas programable o PLC
  - 4.6.2. Ventajas e inconvenientes de la utilización de autómatas programables
  - 4.6.3. Lenguajes de programación. Norma IEC 1131
  - 4.6.4. Estructura de los autómatas programables
  - 4.6.5. Tipos de tareas en los autómatas programables
  - 4.6.6. Ciclo de trabajo de los autómatas programables
  - 4.6.7. Seguridad en los autómatas programables
  - 4.6.8. Conexión de los autómatas programables
  - 4.6.9. Arranque de los autómatas programables
  - 4.6.10. Modos de operación de los autómatas programables
  - 4.6.11. Programación de los autómatas programables
    - 4.6.11.1. Objetos de memoria
    - 4.6.11.2. Direccionamiento de los objetos
    - 4.6.11.3. Lista de instrucciones
    - 4.6.11.4. Grafcet
    - 4.6.11.5. Estructura de una aplicación

#### **Tema 5. Monitorización y supervisión de procesos industriales**

- 5.1. Concepto de supervisión
- 5.2. Etapas en la supervisión
- 5.3. Supervisión y monitorización
- 5.4. Implementación de los sistemas de supervisión

- 5.5. Terminología de sistemas de supervisión
- 5.6. Monitorización de sistemas
  - 5.6.1. El entorno de la monitorización
  - 5.6.2. Dispositivos de adquisición de datos
  - 5.6.3. Registro de datos
  - 5.6.4. Representación de un proceso
  - 5.6.5. Gestión de alarmas
  - 5.6.6. Gráficas y tendencias
  - 5.6.7. Históricos y bases de datos
- 5.7. Sistemas SCADA's
  - 5.7.1. Concepto de sistema SCADA
  - 5.7.2. Estructura interna
  - 5.7.3. Tecnología de sistemas abiertos
  - 5.7.4. Arquitectura de un sistema SCADA
  - 5.7.5. Desarrollo de una aplicación SCADA
  - 5.7.6. Tendencias del mercado
- 5.8. Detección de fallos
  - 5.8.1. Métodos de detección de fallos
  - 5.8.2. SCADA's y detección de fallos
  - 5.8.3. Métodos estadísticos de detección de fallos
  - 5.8.4. Métodos analíticos de detección de fallos
  - 5.8.5. Métodos basados en conocimiento de detección de fallos
  - 5.8.6. Detección y diagnóstico de fallos
- 5.9. Diagnóstico de fallos y decisión

## **Tema 6. Redes de comunicaciones industriales**

- 6.1. Introducción a las redes industriales
- 6.2. Necesidad de utilización de redes industriales
- 6.3. Tipos de redes industriales
- 6.4. Redes industriales a nivel de proceso
- 6.5. Buses de campo
  - 6.5.1. Concepto y necesidad de los buses de campo
  - 6.5.2. Características de los buses de campo
  - 6.5.3. Tipos de buses de campo
  - 6.5.4. Ejemplos de buses de campo
    - 6.5.4.1. Profibus
    - 6.5.4.2. Foundation Fieldbus
    - 6.5.4.3. Modbus
    - 6.5.4.4. Otros
- 6.6. Ethernet industrial
- 6.7. Integración de redes industriales
- 6.8. Ejemplos de utilización

## **Contenidos prácticos (Temporización):**

### **Práctica 1. Diseño y desarrollo de un sistema de fabricación CAD/CAE**

*Materiales: Computador personal, Sistema operativo Windows 2000, Navegador Web, Herramienta CAD/CAE.*

El desarrollo y fabricación de productos se ha modificado a lo largo de la historia. Este cambio viene determinado por la evolución tecnológica, que ha influenciado claramente en las actividades socio-económicas de las empresas. En la etapa de diseño de un nuevo producto se desarrolla un modelo y se evalúa el diseño. Tradicionalmente esta fase consistía en fabricar (normalmente artesanalmente ya que se trata de un nuevo producto para el que no se existen las herramientas exactas que lo fabriquen por nosotros) un primer prototipo, sobre el que se hacían pruebas de calidad. En la mayoría de los casos el producto presentará deficiencias, debido a problemas que el diseñador no tuvo en cuenta durante la etapa creativa del desarrollo por lo que habrá que generar nuevos prototipos intentando subsanar errores de versiones anteriores.

Por tanto, el desarrollo de prototipos es un proceso caro y lento por lo que nos puede hacer abandonar un proyecto antes de que este aparezca en el mercado puesto que la inversión inicial no fue suficiente ni siquiera para desarrollar un producto competitivo. Afortunadamente, han surgido herramientas informáticas CAD/CAE especializadas de alto rendimiento que sirven para diseñar y probar productos sin necesidad de fabricar prototipos reales. En esta práctica se va a proponer el diseño de varios productos utilizando herramientas CAD/CAE como Autocad, CATIA o SolidWorks de forma que el alumno se familiarice con este tipo de aplicaciones y se inicie en el diseño industrial de productos comerciales.

### **Práctica 2. Programación de máquinas de control numérico**

*Materiales: Computador personal, Sistema operativo Windows 2000, Navegador Web, Herramienta de programación y simulación de sistemas de control numérico Microtech Simulator, Celula de fabricación flexible de la Universidad de Almería*

Una vez que los alumnos ya han diseñado un producto utilizando herramientas CAD/CAE, se le introduce en la fabricación asistida mediante computador, CAM, de los mismos. De esta forma, se obtienen tiempos y costes de desarrollo mejores, lo que aumenta el rendimiento del proceso completo. Para ello, en esta práctica, a los alumnos se les enseñará la programación estándar ISO de máquinas de control numérico y se les propone la realización de diferentes programas para la fabricación mediante CNC de piezas industriales. En una primera fase se utiliza un simulador de máquinas de control numérico y cuando se observe que el sistema diseñado funcione correctamente, se utilizará el centro de mecanizado de la Universidad de Almería para fabricar una pieza de forma real.

### **Práctica 3. Modelado y programación de sistemas secuenciales utilizando autómatas programables**

*Materiales: Computador personal, Sistema operativo Windows 2000, Navegador Web, Autómatas programables Schneider-Telemecanique TSX37-10. Software PL7.*

La idea de esta práctica es que los alumnos desarrollen un problema completo de automatización desde su formulación inicial, modelado y simulación mediante Redes de Petri y programación del autómata real. Se utilizarán como entradas/salidas las que incorpora el autómata con fines educacionales. La programación se realizará utilizando tres de los cuatro lenguajes de los que dispone el autómata: diagrama de contactos (LD), lista de instrucciones (IL), lenguaje literal estructurado (ST) y Grafset.

Además, el alumno desarrollará una pantalla de explotación mediante un editor gráfico que permitirá la visualización de los valores de interés en la aplicación. Los ejemplos propuestos son la realización de un sistema de control industriales como llenado de silos de cereales, máquinas de llenado y tapado, llenado de contenedores, etiquetadoras, dosificador-mezclador automático, células robotizadas, taladradoras, control de temperatura de líquidos, tanques de agitación, automatización de una grúa, detección y expulsión de botellas sin tapón, etc.

#### **Práctica 4. Diseño e implementación de un sistema SCADA**

*Materiales. Computador personal, Sistema operativo Windows 2000, Navegador Web, Programa Matlab 6.5., Herramienta de simulación de sistemas dinámicos Simulink, Sistema de desarrollo de herramientas Scada LabView, Librería de simulación desarrollada por el profesorado.*

Las exigencias que actualmente se imponen a los procesos productivo en cuestión de rendimiento, calidad y flexibilidad hacen necesario introducir las nuevas tecnologías en el control y vigilancia de éstos. Con este propósito, nace la idea de supervisar los procesos. La incorporación de nuevas tecnologías en la industria permite la reducción del número de paradas innecesarias, la predicción de citaciones anómalas o la actuación rápida y eficaz de forma que se asegure la continuidad y uniformidad de la producción.

Así, la supervisión de procesos se establece como forma de automatizar tareas como las descritas en las guías de aseguramiento de la calidad y/o en los planes de mantenimiento preventivo con el fin de eliminar o reducir situaciones indeseadas. La centralización y registro de datos es el primer paso en la implantación de un sistema de supervisión, y su simplicidad reside en la conectividad que ofrecen los actuales sistemas de control. Son los llamados sistemas SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) o software de monitorización y control que permiten el acceso a datos del proceso y cierta interacción entre el operario (interfaces gráficos y animados) y el proceso (adquisición de datos a través de dispositivos de campo). Estos sistemas SCADA han substituido las salas de control por ordenadores o terminales de control, y los bellos pero estáticos y voluminosos sinópticos por pantallas configurables y animadas. El objetivo de esta práctica consiste en el diseño e implementación de una herramienta SCADA que supervise un determinado sistema industrial que el alumno debe modelar, analizar y diseñar los controladores del mismo.

#### **Bibliografía:**

La bibliografía se indica en grupos temáticos, señalando la básica en negrita

##### ***Control automático***

- Aguado, A.; Martínez, M.; *Identificación y control adaptativo*; Ed. Prentice Hall; 2003
- Astrom, K.J.; Wittenmark, B.; *Sistemas controlados por computador*. Prentice Hall, 1993.
- Amström, K.J.; Hagglund, T.; *PID controllers: Theory, design and tuning*; Ed. ISA (The Instrumentation, Systems, and Automation Society); 1995.
- **Bolton, W.; *Ingeniería de control*; Ed. Marcombo; 2001**
- Nise, N.S.; *Sistemas de control para ingeniería*; Ed. Ceca; México; 2002
- **Kuo, B.C.; *Sistemas de control automático*, Ed. Prentice-Hall, 1.997.**
- Ogata, K.; *Ingeniería de Control Moderna*, Ed. Prentice-Hall, 1.998.
- Ollero y Camacho. *Control e Instrumentación de Procesos Químicos*. Ed. Síntesis, 1997.
- Roca, A.; *Control de procesos*; Ediciones UPC; Universidad Politécnica de Cataluña; España; 1997
- Rodríguez, F.; López, M.; *Control adaptativo y robusto*; Universidad de Sevilla; 1996

### ***Sistemas de supervisión y monitorización***

- Bailey, D.; *Practical SCADA for industries*; Ed. Newnes; 2003.
- **Colomer, J.; Meléndez, J.; Ayza, J.; *Sistemas de supervisión*; Ed. Cuadernos CEA-IFAC, 2000.**
- Krutz, R.; *Securing SCADA systems*; Ed. Wiley; 2005
- Lázaro, A.M. *LabVIEW 6i. Programación gráfica para el control de instrumentación*. Paraninfo. 2001
- **Lázaro, A.M. *LabVIEW 7i. Programación gráfica para el control de instrumentación*. Paraninfo. 2005**
- Noyes, J.; Bransby; *People in control: human factors in control room design*; IEE Control Publication; 2001
- Patton, R.; Frank, P.; Clarck, R.; *Fault diagnosis in dynamic systems. Theory and applications*; Ed. Prentice Hall; 1989
- **Rodríguez, A.; *Sistemas SCADA*; Ed. Marcombo; 2006; 479 pp**
- Sohlberg, B.; *Supervisión and control for industrial proceses*; Advances in Industrial Processes; Ed. Springer-Verlag; 1998
- Sokoloff, L.; *Appliction in LabView*; Ed. Prentice Hall; 2004
- Travis, J. *Internet Applications in LabVIEW*. Prentice Hall. 2000.

### ***Autómatas programables***

- Brams, G.W.; *Las Redes de Petri: Teoría y Práctica*. Masson, 1992.
- Carracedo, J.; *Redes Locales en la industria, Productrónica*. Marcombo, 1988.
- Carrow, R.; *Soft Logic*. McGraw Hill, 1998.
- Lewis, R.W.; *Programming industrial control systems using IEC1131-3*; IEE Control Publication; 1996
- García, C.A.; Gil, A.J.; Llorens, F.; Mañas, C.J.; Martín, J.A.; *Autómatas programables*; Ed. Universidad de Cádiz; 1999
- García, P.; *Autómatas programables: aplicaciones al control y supervisión de sistemas*; UPM. Ed.; 2003
- **Mandado, E.; Marcos, J.; Fernández, C.; Armesto, J.; Pérez, S.; *Autómatas programables. Entorno y aplicaciones*; Ed. Thomson; 2005; 724 pp.**
- Martínez, J.; Tomás, L.M.; *Problemas resueltos con autómatas programables mediante Grafset*; Ed. Universidad de Murcia; 1999
- Olsson, G.; Piani, G.; *Computer systems for automation and control*, Prentice Hall, 1992.
- **Piedrafita, R.; *Ingeniería de la automatización industrial*; 2ª Ed.; Ed. Ra-ma; España; 570 pp.; 1999**
- Pineda, M.; Pérez, J.; *Automatización de maniobras industriales mediante autómatas programables*; UPV Ed.; 2006
- Porras, A.; Montanero, A. P.; 1994; *Autómatas programables*; Ed. McGraw Hill; Madrid; España; 208 pp.
- Romera, J. P.; Lorite, J. A.; Montoro, S., 1994; *Automatización. Problemas resueltos con autómatas programables*; Ed. Paraninfo; España; 301 pp.
- Schneider Electric; 2002; *PL7 Micro/Junio/Pro. Manual de referencia*; Ed. Schenider Electric; 792 pp.
- Silva, M.. *Las Redes de Petri en la Automática y la Informática*, Ed. AC., 1985.
- Simon, S.; *Autómatas Programables*, Paraninfo, 1988.

### **Redes industriales**

- Berge, J.; *Fieldbuses for Process Control: Engineering, Operation and Maintenance*; Ed. Instrumentation Systems and Automation Society; 2001
- Cerro, E.; *Comunicaciones Industriales*. Ed. Ceysa; 2004
- Ferreiro, R.; *Tecnología de control de procesos con Foundation Fieldbus*; Ed. Ra-Ma; 2007; 448 pp.
- **Gil et al.; *Comunicaciones industriales: principios básicos*; Ed. UNED; 2007; 483 pp.**
- Gil et al.; *Comunicaciones industriales: sistemas distribuidos y aplicaciones*; Ed. UNED; 2007; 435 pp.
- Peña, J.; Gámiz, J.; Grau i Saldes, A.; Martínez, H.; *Comunicaciones en el entorno industrial*. Ed. UOC, 2003
- Sempere, V.; Silvestre, J.; Mataix, J.; Fuertes, J.M.; *Profibus. Un bus industrial*; Ed. Cuadernos CEA-IFAC, 2002.
- Stallings, W.; *Comunicaciones y redes de computadores*; Prentice Hall, 1998.
- Tanenbaum, A. S. *Computer networks*; Ed. Prentice Hall, 1996

### **Control numérico**

- Cruz, F.; *Control numérico y programación: sistemas de fabricación de máquinas automatizadas*; Ed. Marcombo 2004
- **Cuesta, A.; Ledo, F.; *Teoría y problemas resueltos en programación control numérico*; Ed. Marcombo; 2006; 139 pp**
- Díaz Parralejo, A.; *La programación de máquinas-herramienta por control numérico*; Universidad de Extremadura; 1991
- Huertas, J.K.; *Control numérico*; Ed. Donostiarra; 1987
- Sebastián, M.A.; *Fabricación con máquinas-herramienta con control numérico*; Ed. UNED; 1999
- Nanfara, F.; *The CNC Workbook. An introduction to computer numerical control*; Ed. Addison-Wesley 1995

### **CAD/CAM/CAE/CIM**

- Gómez González, Sergio; *Dibujo asistido mediante ordenador. Teoría y prácticas de diseño*; UPC Ed.; 2004
- Groover, M.P.; *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing*; Ed. Prentice Hall; 2000
- Groover, M.P.; *Fundamentos de manufactura moderna*; Ed. Prentice Hall; 1997; 1062 pp
- Lambas Perez, Jesús; *Diseño gráfico con CATIA*; 2006
- **Lee, K.; *Principles of CAD/CAE/CAM*; Prentice Hall; 1999**
- Rehg, J.; *Computer-Integrated Manufacturing*; Prentice Hall; 2000
- Rehg, J.A.; Kraebber, H. ; *Computer-Integrated Manufacturing*; Ed. Pearson; 2004
- **Rothbart, H.A.; *CAM Design Handbook*; Ed. McGraw Hill; 2004**
- **McMahon, C.; Browne, J.; *CAD/CAM: Principles, Practice and Manufacturing Management*; Ed. Prentice Hall; 665 pp.**
- Norton, R.; Lyden, T.J.; *CAM Design and Manufacturing Handbook*; Industrial Press; 2001
- Baumgartner, Knischewski, Wieding. *CIM: consideraciones básicas*. Marcombo, 1991.
- R. Ferré Masip. *Fabricación Asistida por Computador-CAM*. Marcombo, 1987.
- B. Hawkes. *CAD/CAM*. Paraninfo S.A., 1989.
- V. Rembold. *Computer Integrated Manufacturing and Engineering*. Addison Wesley, 1993.

**Metodología:**

Sesiones de teoría para todo el grupo de alumnos en las que el profesor explicará los contenidos teóricos fundamentales de cada tema y donde se valorará la participación del alumnado con la aportación de nuevos enfoques, preguntas, etc. Además durante el transcurso de cada tema hay un conjunto de ejercicios que permiten al alumno/a mejorar la destreza en el uso de los conceptos.

La parte práctica se organiza en sesiones para cada grupo de alumnos, desarrolladas en paralelo a la parte teórica y con una adecuada sincronización, de forma que el alumnado pueda poner en práctica los conocimientos adquiridos en cada módulo de la parte teórica y donde se pretenderá un comportamiento lo más autónomo posible

Además, se proponen un conjunto de ejercicios que el alumno/a opcionalmente puede realizar y enviar, o bien a través de WebCT o bien en tutorías, para su revisión.

El profesorado realiza el seguimiento continuo del proceso de aprendizaje, anotando los progresos del alumnado y respondiendo a sus necesidades formativas que puedan surgir a lo largo del curso.

Tanto en las clases teóricas como prácticas se hará uso intensivo de herramientas interactivas junto con laboratorios virtuales y remotos con el fin de realzar la motivación de los alumnos.

**Plan de acción tutorial:**

El alumnado podrá hacer uso de las tutorías para resolver las dudas que se le haya planteado en la parte práctica y/o en la parte teórica de la asignatura. Por otra parte, al iniciar el curso se propondrán temas relacionados con la temática de la asignatura para posibles trabajos opcionales organizados en grupos de dos alumnos. Cada grupo de trabajo deberá asistir al menos a 3 tutorías a lo largo del cuatrimestre. Previamente a la primera tutoría el profesor proporcionará la documentación inicial necesaria para la elaboración del trabajo así como las fuentes donde deben buscar. En la primera tutoría deberán presentar una recopilación del material bibliográfico que van a utilizar en la realización del trabajo. En la segunda deberán entregar la estructura del trabajo. En la tercera entregarán el trabajo ya elaborado.

**Evaluación:**

- Prácticas obligatorias.
- Ejercicios a entregar a lo largo del curso
- Trabajo optativo relacionado con la asignatura
- Ejercicios opcionales a entregar de cada tema
- Examen final si se estima necesario: Junio 2009
- Convocatorias extraordinarias que decida Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Almería

**Observaciones:**

Las prácticas de laboratorio se desarrollarán en el *Laboratorio de Control Automático, Robótica y Visión Artificial* del Departamento de Lenguajes y Computación, CITE III