

**CAMPO DISCIPLINARIO
DE INGENIERÍA DE CONTROL Y
MECATRÓNICA**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
LICENCIATURA: INGENIERA EN TELECOMUNICACIONES,
SISTEMAS Y ELECTRÓNICA



DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA:									
Control Avanzado									
IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA									
MODALIDAD: Curso									
TIPO DE ASIGNATURA: Teórico-Práctica									
SEMESTRE EN QUE SE IMPARTE: Noveno									
CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: Obligatoria de Elección									
NÚMERO DE CRÉDITOS: 8									
HORAS DE CLASE A LA SEMANA:	5	Teóricas:	3	Prácticas:	2	Semanas de clase:	16	TOTAL DE HORAS:	80
SERIACIÓN OBLIGATORIA ANTECEDENTE: Ninguna									
SERIACIÓN OBLIGATORIA SUBSECUENTE: Ninguna									

OBJETIVO GENERAL

Al finalizar el curso el alumno comprenderá las herramientas y estrategias básicas utilizadas en la teoría del control avanzado.

ÍNDICE TEMÁTICO			
UNIDAD	TEMAS	Horas Teóricas	Horas Prácticas
1	Introducción	6	2
2	Estrategias Avanzadas de Control	22	15
3	Sistemas de Control por Computadora	20	15
	Total de Horas	48	32
	Suma Total de las Horas	80	

CONTENIDO TEMÁTICO

1. INTRODUCCIÓN

- 1.1. Modelado de procesos.
- 1.2. Identificación de procesos.

2. ESTRATEGIAS AVANZADAS DE CONTROL

- 2.1. Control de cascada.
- 2.2. Control prealimentado.
- 2.3. Control proporcional.
- 2.4. Compensación de tiempo muerto.
- 2.5. Control por modelo interno.
- 2.6. Control selectivo.
- 2.7. Control de gamma partida.

3. SISTEMAS DE CONTROL POR COMPUTADORA

- 3.1. Controladores y filtros digitales.
- 3.2. Estabilidad de los sistemas de control en tiempo discreto.
- 3.3. Análisis de la respuesta transitoria de los sistemas discretos.
- 3.4. Diseño mediante el lugar geométrico de las raíces.
- 3.5. Análisis de respuesta en frecuencia.
- 3.6. Simulación mediante MATLAB y SIMULINK.

PRÁCTICAS DE LABORATORIO

1. Estrategias Avanzadas de Control.
2. Sistemas de Control por Computadora.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Nise N.S., *Control System Engineering*, 3ª edición, New York, John Wiley and Son, 2000.
- C.T. Chen, *A linear systems primer*, Boston, Birkhauser, 2007.
- Anderson B.D.O., Moore John, *Optimal Control: Linear Quadratic Methods*, Dover Publications, 2007.
- Skogestad Sigurd , Postlethwaite Ian, *Multivariable feedback control: analysis and design*, John Wiley, 2005.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Kirk Donald E., *Optimal control theory: an introduction*, Courier Dover Publications, 2004.
- Desineni S. Naidu, *Optimal control systems*, CRC Press, 2003.
- David G. Hull, *Optimal control theory for applications*, Springer, 2003.
- Pardalos Panos M., Tseveendorj Ider , Enkhbat , *Optimization and optimal control*, World Scientific, 2003.

SITIOS WEB RECOMENDADOS

- <http://www.dgbiblio.unam.mx> (librunam, tesiunam, bases de datos digitales)
- <http://www.copernic.com>

**SUGERENCIAS DIDÁCTICAS RECOMENDADAS PARA IMPARTIR LA
ASIGNATURA**

SUGERENCIAS DIDÁCTICAS	A UTILIZAR
Exposición oral	X
Exposición audiovisual	X
Ejercicios dentro de clase	X
Ejercicios fuera del aula	X
Lecturas obligatorias	X
Trabajo de investigación	
Prácticas de laboratorio	X
Prácticas de campo	
Otras	

MECANISMOS DE EVALUACIÓN

ELEMENTOS UTILIZADOS PARA EVALUAR EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	A UTILIZAR
Exámenes parciales	X
Examen final	X
Trabajos y tareas fuera del aula	X
Participación en clase	X
Asistencia	
Exposición de seminarios por los alumnos	

PERFIL PROFESIOGRÁFICO REQUERIDO PARA IMPARTIR LA ASIGNATURA			
LICENCIATURA	POSGRADO	ÁREA INDISPENSABLE	ÁREA DESEABLE
Ingeniería Mecánica Eléctrica o, Ingeniería Mecatrónica	en Control	Control	



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
LICENCIATURA: INGENIERA EN TELECOMUNICACIONES,
SISTEMAS Y ELECTRÓNICA



DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA:									
Autómatas Programables									
IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA									
MODALIDAD: Curso									
TIPO DE ASIGNATURA: Teórica-Práctica									
SEMESTRE EN QUE SE IMPARTE: Noveno									
CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: Obligatoria de Elección									
NÚMERO DE CRÉDITOS: 8									
HORAS DE CLASE A LA SEMANA:	5	Teóricas:	3	Prácticas:	2	Semanas de clase:	16	TOTAL DE HORAS:	80
SERIACIÓN OBLIGATORIA ANTECEDENTE: Ninguna									
SERIACIÓN OBLIGATORIA SUBSECUENTE: Ninguna									

OBJETIVO GENERAL

Al finalizar el curso el alumno comprenderá los fundamentos de los controladores lógicos programables (PLC), así como su arquitectura y programación, para poder aplicarlos en la automatización de procesos.

ÍNDICE TEMÁTICO			
UNIDAD	TEMAS	Horas Teóricas	Horas Prácticas
1	Introducción	4	2
2	Arquitectura de los PLC y su Ciclo de Funcionamiento.	8	6
3	Formas de Representar Automatismos	8	6
4	Lenguajes de Programación	10	6
5	Estructura de Programación	10	6
6	Introducción a las Redes de Comunicación Industrial	8	6
	Total de Horas	48	32
	Suma Total de las Horas	80	

CONTENIDO TEMÁTICO

1. INTRODUCCIÓN

- 1.1. Historia de los PLC.
- 1.2. Principios de un sistema automático.
- 1.3. Fases de estudio en la elaboración de un automatismo.
- 1.4. Opciones tecnológicas: Relevadores inteligentes, PACs.

2. ARQUITECTURA DE LOS PLC Y SU CICLO DE FUNCIONAMIENTO.

- 2.1. CPU.
- 2.2. Tipos de memoria.
- 2.3. Tipos de programadores.
- 2.4. Módulos de entrada – salida.
- 2.5. Módulos especiales: Servoposicionamiento, PID, Fuzzy y conteo rápido.
- 2.6. Modo de ejecución.
- 2.7. Tiempo de ejecución y control en tiempo real.

3. FORMAS DE REPRESENTAR AUTOMATISMOS

- 3.1. Introducción.
- 3.2. Funciones algebraicas.
- 3.3. Esquema de relevadores.
- 3.4. Diagrama de conexión.

4. LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

- 4.1. Diagrama de escalera.
- 4.2. Texto estructurado.
- 4.3. Lista de instrucciones.
- 4.4. Bloques de función.
- 4.5. Documentación del sistema de PLC.

5. ESTRUCTURA DE PROGRAMACIÓN

- 5.1. Programación lineal.
- 5.2. Programación estructurada.
- 5.3. Programación multitarea.
- 5.4. Parametrización de módulos funcionales.
- 5.5. Aplicaciones.

6. INTRODUCCIÓN A LAS REDES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL

- 6.1. Conceptos básicos de comunicación de datos.
- 6.2. Buses de campo: AS-i, Profibus/Foundation/ModBus.
- 6.3. Multiplexores de entrada – salida.
- 6.4. Redes LAN.
- 6.5. ETHERNET.

PRÁCTICAS DE LABORATORIO

1. Introducción.
2. Arquitectura de los PLC y su ciclo de funcionamiento.
3. Formas de representar automatismos.
4. Lenguajes de programación.
5. Estructura de programación.
6. Introducción a las redes de comunicación industrial.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Hackworth, John R. *Programmable logic controllers: programming methods and applications*. Ed. Merrill, 2008.
- Petruzella, Frank D. *Programmable logic controllers*. Ed. McGraw-Hill, 2004.
- Stenerson, J. *Fundamentals of programmable logic controllers, sensor and communications*. Ed. Prentice Hall, 2004.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Bolton W., *Programmable Logic Controllers*, Elsevier Inc. USA, 2009.
- Reh James A. , Sartori Glenn J. , *Programmable logic controllers*, Pearson, 2009.
- Prentice Hall, 2009 Morris, *Programmable logic controllers*, Prentice Hall, 2000.

SITIOS WEB RECOMENDADOS

- <http://www.dgbiblio.unam.mx> (librunam, tesunam, bases de datos digitales)
- <http://www.copernic.com>
- Allen Bradley <http://www.ab.com>
- Festo <http://www.festo.com>
- Siemens <http://www.siemens.com>

**SUGERENCIAS DIDÁCTICAS RECOMENDADAS PARA IMPARTIR LA
ASIGNATURA**

SUGERENCIAS DIDÁCTICAS	A UTILIZAR
Exposición oral	X
Exposición audiovisual	X
Ejercicios dentro de clase	X
Ejercicios fuera del aula	X
Lecturas obligatorias	X
Trabajo de investigación	X
Prácticas de laboratorio	X
Prácticas de campo	
Otras	

MECANISMOS DE EVALUACIÓN

ELEMENTOS UTILIZADOS PARA EVALUAR EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	A UTILIZAR
Exámenes parciales	X
Examen final	X
Trabajos y tareas fuera del aula	X
Participación en clase	X
Asistencia	X
Exposición de seminarios por los alumnos	

PERFIL PROFESIOGRÁFICO REQUERIDO PARA IMPARTIR LA ASIGNATURA			
LICENCIATURA	POSGRADO	ÁREA INDISPENSABLE	ÁREA DESEABLE
Ingeniería en Control o, Ingeniería Mecánica Eléctrica	en Electrónica		Electrónica, Control



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
LICENCIATURA: INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES,
SISTEMAS Y ELECTRÓNICA



DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA:				
Robótica				
IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA				
MODALIDAD: Curso				
TIPO DE ASIGNATURA: Teórico-Práctica				
SEMESTRE EN QUE SE IMPARTE: Noveno				
CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: Obligatoria de Elección				
NÚMERO DE CRÉDITOS: 8				
HORAS DE CLASE A LA SEMANA: 5	Teóricas: 3	Prácticas: 2	Semanas de clase: 16	TOTAL DE HORAS: 80
SERIACIÓN OBLIGATORIA ANTECEDENTE: Ninguna				
SERIACIÓN OBLIGATORIA SUBSECUENTE: Ninguna				

OBJETIVO GENERAL

Al finalizar el curso el alumno comprenderá y aplicará las principales herramientas utilizadas en la robótica, implementando los algoritmos de control más comunes.

ÍNDICE TEMÁTICO			
UNIDAD	TEMAS	Horas Teóricas	Horas Prácticas
1	Introducción a la Robótica	2	4
2	Herramientas Para la Localización Espacial de Robots Manipuladores	6	4
3	Análisis Cinemático Directo de Robots de Cadena Abierta	6	4
4	Análisis Cinemático Inverso de Robots de Cadena Cerrada	6	4
5	Cinemática Directa e Inversa de Robots de Cadena Cerrada	6	4
6	Introducción al Análisis Dinámico de Robots	6	4
7	Estrategias de Control de Robots	8	4
8	Robots Convencionales	8	4
	Total de Horas	48	32
	Suma Total de las Horas	80	

CONTENIDO TEMÁTICO

1. INTRODUCCIÓN A LA ROBÓTICA

- 1.1. Panorama de la robótica.
 - 1.1.1. Antecedentes históricos.
 - 1.1.2. Desarrollo de la robótica.
 - 1.1.3. Definición, conceptos y clasificación de robots.

2. HERRAMIENTAS PARA LA LOCALIZACIÓN ESPACIAL DE ROBOTS MANIPULADORES

- 2.1. Estructura mecánica de robots de cadena abierta y de cadena cerrada.
- 2.2. Obtención y representación de la posición del robot.
- 2.3. Determinación y representación de la orientación del robot.
- 2.4. Matrices de transformación y ángulos de Euler.
- 2.5. Métodos para determinar la localización espacial de un robot.
 - 2.5.1. Parámetros de Euler.
 - 2.5.2. Cuaterniones.

3. ANÁLISIS CINEMÁTICO DIRECTO DE ROBOTS DE CADENA ABIERTA

- 3.1. Marcos de referencia en robots.
- 3.2. Cinemática directa.
- 3.3. Parámetros de Denavith – Hartenberg.
 - 3.3.1. Análisis de robots de cadena abierta.
 - 3.3.2. Análisis de robots de cadena cerrada.

4. ANÁLISIS CINEMÁTICO INVERSO DE ROBOTS DE CADENA CERRADA

- 4.1. Cinemática inversa.
 - 4.1.1. Método geométrico.
 - 4.1.2. Método algebraico.
- 4.2. Determinación del espacio de trabajo del robot.
- 4.3. Generación de trayectorias.
 - 4.3.1. Trayectorias en el espacio cartesiano.
 - 4.3.2. Trayectorias en el espacio articular.

5. CINEMÁTICA DIRECTA E INVERSA DE ROBOTS DE CADENA CERRADA

- 5.1. Grados de libertad de una estructura y su clasificación.
- 5.2. Análisis cinemático.

6. INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS DINÁMICO DE ROBOTS

- 6.1. Modelo dinámico mediante la formulación de Newton – Euler.
- 6.2. Modelo dinámico mediante la formulación de Euler – Lagrange.

7. ESTRATEGIAS DE CONTROL DE ROBOTS

- 7.1. Control PID.
- 7.2. Control PID con compensación de gravedad.
- 7.3. Control por par calculado.

8. ROBOTS CONVENCIONALES.

8.1. Programación de robots.

- 8.1.1. Sistemas de programación.
- 8.1.2. Especificación de localizaciones y movimientos.
- 8.1.3. Interacción con el entorno.

8.2. Implantación de un robot industrial.

- 8.2.1. Características a considerar para la selección de un robot.
- 8.2.2. Simulación virtual.
 - 8.2.2.1. Aplicación real.

PRÁCTICAS DE LABORATORIO

1. Introducción.
2. Modelado y Simulación de Robots.
3. Estrategias de Control.
4. Robots Convencionales.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Ollero, A., *Robótica: Manipuladores y robots móviles*, Marcombo-Boixareu Editores. 2001.
- Barrientos, A.; Peñín, L.; Balaguer, C. & Aracil, R., *Fundamentos de Robótica*, 2da Edición, McGraw Hill, 2007.
- Craig, *Introduction to Robotics. Mechanics and Control*, 3ra Edición. Prentice Hall, 2003.
- Akella Srinivas, *Algorithmic Foundation of Robotics*, Springer-verlang Berlin, 2008.
- Donald Bruce R., Lynch Kevin M., Rus Daniela *Algorithmic and computational robotics: new directions: the fourth Workshop on the Algorithmic Foundations of Robotics*, A K Peters, Ltd., 2001.
- John Craig. *Robótica*. Tercera Edition. Prentice Hall, 2006.
- Oliver Brock, Jeff Trinkle, Fabio Ramos, *Robotics: Science and Systems*, MIT Press, 2009.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- B Siciliano Bruno, Sciavicco Lorenzo , Villani Luigi , *Robotics: modelling, planning and control*, Springer, 2009.
- Sciavicco Lorenzo, Siciliano Bruno, *Modelling and control of robot manipulators* Springer, 2000.
- Siciliano Bruno , Khatib Oussama , *Springer handbook of robotics* Springer, 2008
- Angelo Joseph A., *Robotics: a reference guide to the new technology*, Libraries Unlimited, 2007.

- Rajni V. Patel, F. Shadpey, Control of redundant robot manipulators: theory and experiments, Springer, 2005.

SITIOS WEB RECOMENDADOS

- <http://www.dgbiblio.unam.mx> (librunam, tesiumam, bases de datos digitales)
- <http://www.copernic.com>

SUGERENCIAS DIDÁCTICAS RECOMENDADAS PARA IMPARTIR LA ASIGNATURA

SUGERENCIAS DIDÁCTICAS	A UTILIZAR
Exposición oral	X
Exposición audiovisual	X
Ejercicios dentro de clase	X
Ejercicios fuera del aula	X
Lecturas obligatorias	X
Trabajo de investigación	
Prácticas de laboratorio	X
Prácticas de campo	
Otras	

MECANISMOS DE EVALUACIÓN

ELEMENTOS UTILIZADOS PARA EVALUAR EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	A UTILIZAR
Exámenes parciales	X
Examen final	X
Trabajos y tareas fuera del aula	X
Participación en clase	X
Asistencia	
Exposición de seminarios por los alumnos	

PERFIL PROFESIOGRÁFICO REQUERIDO PARA IMPARTIR LA ASIGNATURA			
LICENCIATURA	POSGRADO	ÁREA INDISPENSABLE	ÁREA DESEABLE
Ingeniería Mecánica Eléctrica o, Ingeniería en Control o, Ingeniería Mecatrónica	en Ingeniería	Control	Electrónica