

**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES**

ESCUELA: UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA EN INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS AVANZADAS CARRERA: INGENIERÍA MECATRÓNICA ESPECIALIDAD: COORDINACIÓN: ACADEMIA DE MECATRÓNICA DEPARTAMENTO:	ASIGNATURA: MECATRÓNICA VI (ROBÓTICA I). CLAVE: IMMEC60867 SEMESTRE: OCTAVO CREDITOS: 10 VIGENTE: ENERO 2000 TIPO DE ASIGNATURA: TEÓRICO/PRÁCTICA MODALIDAD: ESCOLARIZADA
FUNDAMENTACIÓN DE LA ASIGNATURA	
<p>A lo largo de toda la historia, el hombre se ha sentido fascinado por máquinas y dispositivos capaces de imitar las funciones y movimientos de los seres vivos (AUTÓMATAS). En los últimos 30 años, los autómatas han revolucionado los procesos productivos hasta el punto de verse como elementos imprescindibles; los autómatas con mayor auge en la industria han sido los robots debido a la facilidad de adaptarse en diversas tareas y procesos, al manejo de grandes cargas, así como su precisión, exactitud, confiabilidad. En el área de la mecatrónica los robots son elementos necesarios, ya que su función principal es manipular elementos, materia prima, piezas en proceso y piezas terminadas de tal forma que interactúen los diferentes componentes y/o procesos que constituyen un sistema. Por lo anterior, para la formación de ingenieros en mecatrónica es necesario el estudio de la robótica desde el punto de vista teórico y práctico para poder comprender, analizar, diseñar, operar, sistemas robóticos como elementos aislados y como integrantes de sistemas más complejos.</p> <p>Las asignaturas antecedentes son las Matemáticas en general, la Dinámica, la Mecatrónica II, los Dispositivos Programables y las Máquinas Eléctricas y las consecuentes son la Mecatrónica IX y el Trabajo Terminal.</p> <p>En la enseñanza de la asignatura el profesor presenta los conceptos teóricos en clase y luego son comprobados en el laboratorio y en la visita a industrias automatizadas que usan los robots en sus procesos industriales.</p>	
OBJETIVO DE LA ASIGNATURA	
<ul style="list-style-type: none"> • El alumno analizará y adquirirá los conceptos básicos del modelado (geométrico, cinemático y dinámico) de robots manipuladores rígidos en cadena cinemática abierta y sus aplicaciones industriales, identificará, evaluará y aplicará los esquemas de control básico utilizado en este tipo de sistemas. 	
TIEMPOS TOTALES ASIGNADOS: HRS/SEMESTRE:90 HRS/SEMANA: 6 HRS/TEORÍA/SEMESTRE: 60 HRS/PRÁCTICA/SEMESTRE: 30	PROGRAMA ELABORADO O ACTUALIZADO POR: ACADEMIA DE MECATRÓNICA REVISADO POR: SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA APROBADO POR:C. T. C.E./12 DE MARZO/99
AUTORIZADO POR: LA COMISIÓN DE PLANES Y PROGRAMAS DE ESTUDIO DEL C. G. C. / 24 DE MAYO DE 1999	

No. UNIDAD: I

NOMBRE: INTRODUCCIÓN.

OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD

- El alumno evaluará la importancia de la robótica en la automatización y mecanización de procesos.
- El alumno analizará y aplicará los criterios más importantes para la implementación de un robot en un proceso.

# DE TEMA	TEMAS	INSTRUMENTACIÓN DIDÁCTICA	H/T	H/P	E.C.	CLAVE
1.1	Antecedentes históricos.	Exposición del profesor con ayuda de acetatos, fotos, filminas y equipo de vídeo para motivación del curso. Utilización de pizarrón y computadora personal.	0.5	0	0.5	1B, 2B
1.2	Definición y clasificación de los robots.		0.5		0.5	
1.3	Aplicaciones industriales de los robots.		2		2	
1.4	Criterios de implementación de un robot industrial.		1		1	
1.4.1	Características a considerar en la selección de un robot.					
1.4.2	Justificación económica.					
1.4.3	Medidas de seguridad.					
1.5	Perspectivas de la robótica.		0.5		0.5	
		SUBTOTAL	4.5	0	4.5	

No. UNIDAD: II

NOMBRE: MORFOLOGÍA DEL ROBOT.

OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD

- El alumno identificará y analizará los componentes de un robot y la relación que existe entre ellos.

# DE TEMA	TEMAS	INSTRUMENTACIÓN DIDÁCTICA	H/T	H/P	E.C.	CLAVE
2.1	Componentes de un robot.	Exposición del profesor con ayuda de acetatos, fotos, filminas y equipo de vídeo para motivación del curso.	0.5	0.5	0.5	1B, 2B
2.2	Sistema mecánico. 2.2.1 Tipos de articulaciones. 2.2.2 Tipos de actuadores.	Utilización de pizarrón y computadora personal.	0.5	0.5	0.5	
2.3	Sistema de percepción. 2.3.1 Percepción interna. 2.3.2 Percepción externa.	Realización de prácticas de laboratorio.	3	2	3	
2.4	Interfaces hombre-máquina.	Investigación bibliográfica a través de consultas por internet, tarea del alumno.	0.5	0.5	0.5	
2.5	Controlador.		0.5	0.5	0.5	
		SUBTOTAL	5	4	5	

No. UNIDAD: III

NOMBRE: FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS.

OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD

- El alumno evaluará y analizará las principales estructuras algebraicas para el estudio de la robótica.
- El alumno diferenciará y aplicará las diferentes técnicas para la localización y orientación de un objeto en el espacio.

# DE TEMA	TEMAS	INSTRUMENTACIÓN DIDÁCTICA	H/T	H/P	E.C.	CLAVE
3.1	Estructuras algebraicas. 3.1.1 Grupo. 3.1.2 Campo. 3.1.3 Espacios vectoriales. 3.1.4 Transformaciones lineales.	Exposición del profesor con ayuda del profesor con ayuda de pizarrón así como de computadora personal. Desarrollo de ejercicios extraclase por parte del alumno.	2		2	4B, 5B
3.2	Localización espacial. 3.2.1 Representación de la posición. 3.2.2 Representación de la orientación.	Realización de prácticas de laboratorio.	2	1	2	
3.3	Transformaciones homogéneas. 3.3.1 Coordenadas y matrices homogéneas. 3.3.2 Aplicaciones de las matrices homogéneas. 3.3.3 Composición de las matrices homogéneas.		3	1	3	
3.4	Cuaterniones.		3		3	
		SUBTOTAL	10	2	10	

No. UNIDAD: IV

NOMBRE: CINEMÁTICA DEL ROBOT.

OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD

- El alumno analizará y aplicará los robots manipuladores con cadenas cinemáticas abiertas a través de métodos geométricos y aplicaciones del álgebra lineal.
- El alumno aplicará los métodos de obtención de la cinemática directa, inversa y el jacobiano a robots industriales.

# DE TEMA	TEMAS	INSTRUMENTACIÓN DIDÁCTICA	H/T	H/P	E.C.	CLAVE
4.1	Cinemática directa. 4.1.1 Obtención de la cinemática directa por transformaciones homogéneas. 4.1.2 Obtención de la cinemática directa por los parámetros de Denavit-Hartenberg. 4.1.3 Obtención de la cinemática directa por cuaterniones.	Exposición del profesor con ayuda de pizarrón así como de computadora personal. Realización de ejercicios por parte del alumno. Realización de prácticas de laboratorio.	6	2	6	1B, 2B, 3B, 4B
4.2	Cinemática inversa. 4.2.1 Solución de la cinemática inversa por métodos geométricos. 4.2.2 Solución de la cinemática inversa a partir de la matriz de transformación homogénea.		6	4	6	
4.3	Jacobiano. 4.3.1 Relaciones diferenciales. 4.3.2 Velocidad lineal y rotacional de un cuerpo rígido. 4.3.3 Velocidades de propagación. 4.3.4 Matriz Jacobiano. 4.3.5 Jacobiano inverso. 4.3.6 Singularidad y manipulabilidad.		8	4	8	
		SUBTOTAL	20	10	20	

No. UNIDAD: V

NOMBRE: DINÁMICA DEL ROBOT.

OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD

- El alumno analizará y formulará métodos para obtener el modelo dinámico de un robot.
- El alumno aplicará modelos dinámicos de robots industriales.

# DE TEMA	TEMAS	INSTRUMENTACIÓN DIDÁCTICA	H/T	H/P	E.C.	CLAVE
5.1	Introducción	Exposición del profesor con ayuda de pizarrón así como de computadora personal.	0.5		0.5	1B, 2B, 3B, 4B
5.2	Aceleración de un cuerpo rígido.	Realización de ejercicios por parte del alumno.	0.5		0.5	
5.3	Distribución de masas.	Realización de prácticas de laboratorio.	2		2	
5.4	Modelo dinámico del robot.		3	4	3	
	5.4.1 Formulación de Euler-Lagrange. 5.4.2 Formulación de Newton-Euler. 5.4.3 Evaluación entre la solución iterativa y cerrada.					
5.5	Representación del modelo dinámico de un robot.		2	2	2	
	5.5.1 Representación en variables de estado. 5.5.2 Representación en el espacio de la tarea.					
		SUBTOTAL	8	6	8	

No. UNIDAD: VI

NOMBRE: GENERACIÓN DE TRAYECTORIAS.

OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD

- El alumno diferenciará y analizará métodos para generar trayectorias en el espacio.
- El alumno aplicará los métodos de generación de trayectorias en robots industriales.

# DE TEMA	TEMAS	INSTRUMENTACIÓN DIDÁCTICA	H/T	H/P	E.C.	CLAVE
6.1	Introducción.	Exposición del profesor con ayuda de pizarrón así como de computadora personal.	0.5		0.5	1B, 2B, 3B, 4B
6.2	Consideraciones generales y problemática.	Realización de ejercicios por parte del alumno.	0.5		0.5	
6.3	Generación de trayectorias. 6.3.1 Tipos de trayectorias. 6.3.2 Interpoladores lineales. 6.3.3 Interpoladores cubico. 6.3.4 Interpoladores de alto orden.	Realización de prácticas de laboratorio.	4	2	4	
6.4	Programación de trayectorias. 6.4.1 Fuera de línea. 6.4.2 En tiempo real. 6.4.3 Usando el modelo dinámico.		1	2	1	
6.5	Consideraciones prácticas.		1		1	
		SUBTOTAL	7	4	7	

No. UNIDAD: VII

NOMBRE: CONTROL DE ROBOTS.

OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD

- El alumno diferenciará y analizará las diferentes estructuras de control de robots.
- El alumno analizará las estructuras de control en robots industriales.

# DE TEMA	TEMAS	INSTRUMENTACIÓN DIDÁCTICA	H/T	H/P	E.C.	CLAVE
7.1	Introducción.	Exposición del profesor con ayuda de pizarrón así como de computadora personal.	0.5		0.5	1B, 2B, 3B, 4B
7.2	Tipos de control articular.	Realización de ejercicios por parte del alumno.	0.5		0.5	
7.3	Estructuras de control para robots. 7.3.1 Control lineal. 7.3.2 Control no lineal. 7.3.3 Control adaptable. 7.3.4 Controles avanzados.	Realización de prácticas de laboratorio.	3	4	3	
7.4	Control de fuerza.		1		1	
7.5	Consideraciones prácticas.		0.5		0.5	
		SUBTOTAL	5.5	4	5.5	

# PRAC.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	RELACIONES DE U. TEMÁTICAS	HORAS PRAC.	LUGAR DE REALIZACIÓN
1	Morfología de los robots manipuladores.	II	2	LABORATORIO DE COMPUTO Y LABORATORIO DE MANUFACTURA INTEGRADA POR COMPUTADORA
2	Estudio de las principales arquitectura de los robots manipuladores industriales.	II	2	
3	Realización de tareas utilizando descripción espacial.	III	2	
4	Obtención, validación y análisis de la cinemática directa de un robot manipulador.	IV	2	
5	Obtención, validación y análisis de la cinemática inversa de robot manipulador.	IV	4	
6	Obtención, validación y análisis de el jacobiano de un robot manipulador.	IV	4	
7	Obtención del modelo dinámico de un robot manipulador.	V	4	
8	Desarrollo de la simulación del modelo dinámico de un robot manipulador para la obtención de su validación.	V	2	
9	Diseño y programación de trayectorias en un robot manipulador para desarrollar una tarea.	VI	4	
10	Conocimiento de las principales estructuras y arquitecturas de los sistemas de control en un robot manipulador.	VII	4	

PERIODO	UNIDADES TEMÁTICAS		PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN
1°	I, II, III		70% Examen teórico + 15% evaluación de prácticas + 15% evaluación de proyecto final.
2°	IV,		70% Examen teórico + 15% evaluación de prácticas + 15% evaluación de proyecto final.
3°	V, VI, VII		70% Examen teórico + 15% evaluación de prácticas + 15% evaluación de proyecto final.
CLAVE	B	C	BIBLIOGRAFÍA
1	X		BARRIENTOS, A., I. PENIN, C. BALAGUER Y R. ARCIL, <u>FUNDAMENTOS DE ROBOTICA</u> , 1ª EDICIÓN, ED. MC GRAW-HILL, 1997
2	X		JHON J. CRAIG, <u>INTRODUCTION TO ROBOTICS: MECHANICS AND CONTROL</u> , 2ª EDICIÓN, ED. ADDISON-WESLEY PUBLISHING COMPANY, 1989
3	X		MARK W. SPONG AND M. VIDYASAGAR, <u>ROBOT DYNAMICS AND CONTROL</u> , 1ª EDICIÓN, ED. JOHN WILEY AND SONS, 1989
4		X	K. S. FU, R. C. GONZALEZ Y C. S. LEE, <u>ROBOTICA: CONTROL, DETECCIÓN, VISIÓN E INTELIGENCIA</u> , 1ª EDICIÓN, ED. MC GRAW-HILL, 1990
5		X	L. SWITCH, J. LOWELL Y J. P. SAGE, <u>ELEMENTOS DE ALGEBRA LINEAL</u> , 1ª EDICIÓN, ED. REVERTE, 1989
6		X	HALMOS, P. R., <u>FINETE-DIMENSIONAL VECTOR SPACES</u> , 1ª EDICIÓN, ED. VAN NOSTRAND, 1958