

---

# CONTENIDO

---

Prólogo	xi
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes	1
1.2. Desarrollo histórico	4
1.3. Cinemática y dinámica del brazo del robot	6
1.4. Planificación de la trayectoria y control del movimiento del manipulador	7
1.5. Sensores del robot	9
1.6. Lenguajes de programación de robots	10
1.7. Inteligencia del robot	11
1.8. Referencias	11
<b>2. Cinemática del brazo del robot</b>	<b>13</b>
2.1. Introducción	13
2.2. El problema cinemático directo	15
2.3. El problema cinemático inverso	54
2.4. Observaciones finales	78
Referencias	79
Problemas	79
<b>3. Dinámica del brazo del robot</b>	<b>85</b>
3.1. Introducción	85
3.2. Formulación de Lagrange-Euler	87
3.3. Formulación de Newton-Euler	106
3.4. Ecuaciones de movimiento generalizadas de d'Alembert	128
3.5. Observaciones finales	146
Referencias	146
Problemas	147

<b>4. Planificación de trayectorias de un manipulador</b>	<b>152</b>
4.1. Introducción	152
4.2. Consideraciones generales sobre la planificación de trayectoria	155
4.3. Trayectorias de articulación interpoladas	157
4.4. Planificación de trayectorias de caminos cartesianos del manipulador	178
4.5. Observaciones finales	201
Referencias	201
Problemas	203
<b>5. Control de manipuladores de robot</b>	<b>206</b>
5.1. Introducción	206
5.2. Control del brazo del robot PUMA	208
5.3. Técnica del par calculado	210
5.4. Control subóptimo de tiempo mínimo	228
5.5. Control de estructura variable	232
5.6. Control por realimentación desacoplado no lineal	234
5.7. Control de movimiento resuelto	239
5.8. Control adaptativo	251
5.9. Observaciones finales	272
Referencias	273
Problemas	274
<b>6. Detección</b>	<b>275</b>
6.1. Introducción	275
6.2. Detección de alcance	276
6.3. Detección de proximidad	285
6.4. Sensores de contacto	293
6.5. Detección de fuerza y torsión	299
6.6. Observaciones finales	303
Referencias	303
Problemas	304
<b>7. Visión de bajo nivel</b>	<b>306</b>
7.1. Introducción	306
7.2. Adquisición de imágenes	308
7.3. Técnicas de iluminación	315
7.4. Geometría de formación de imágenes	319
7.5. Algunas relaciones básicas entre pixels	339
7.6. Preprocesamiento	343
7.7. Observaciones finales	372
Referencias	373
Problemas	374
<b>8. Visión de más alto nivel</b>	<b>375</b>
8.1. Introducción	375
8.2. Segmentación	376
8.3. Descripción	410

8.4.	Segmentación y descripción de estructuras tridimensionales	431
8.5.	Reconocimiento	440
8.6.	Interpretación	456
8.7.	Observaciones finales	460
	Referencias	460
	Problemas	462
<b>9.</b>	<b>Lenguajes de programación del robot</b>	<b>465</b>
9.1.	Introducción	465
9.2.	Características de los lenguajes de nivel de robots	467
9.3.	Características de los lenguajes a nivel de tarea	478
9.4.	Observaciones finales	487
	Referencias	489
	Problemas	489
<b>10.</b>	<b>Inteligencia de robot y planificación de tareas</b>	<b>491</b>
10.1.	Introducción	491
10.2.	Búsqueda del espacio de estados	492
10.3.	Reducción del problema	502
10.4.	Uso de la lógica de predicados	507
10.5.	Análisis «means-ends»	512
10.6.	Resolución del problema	515
10.7.	Aprendizaje del robot	523
10.8.	Planificación de tareas de robot	525
10.9.	Problemas básicos en la planificación de tareas	528
10.10.	Sistemas expertos e ingeniería del conocimiento	536
10.11.	Observaciones finales	539
	Referencias	540
	Problemas	540
	<b>Apéndices</b>	<b>542</b>
A	Vectores y matrices	542
B	Jacobiano del manipulador	564
	Bibliografía	576
	Índice	591