

## INDICE

|  |     |
|--|-----|
| <b>Prologo</b>   | XI  |
| <b>1.Introducción</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   |     |
| 1.8 Referencias  | 11  |
| <b>2. Cinemática del brazo del robot</b>                                     |     |
| 2.1 Introducción   | 13  |
| 2.2 El problema cinemático directo   | 15  |
| 2.3 El problema cinemático inverso   | 54  |
| 2.4 Observaciones finales  | 78  |
| Referencia   |     |
| Problemas  | 79  |
| <b>3. Dinámica del brazo del robot</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  |     |
| Problemas  | 147 |
| <b>4. Planificación de trayectorias de un manipulador</b>                    |     |
| 4.1 Introducción   | 152 |
| 4.2 Consideraciones generalizadas 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  |     |
| Referencias  | 201 |
| Problemas  |     |
| <b>5. Control de manipuladores de robot</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  |     |
| Referencias  | 273 |
| Problemas  | 274 |
| <b>6. Detección</b>  | 275 |

|  |     |
|--|-----|
| 6.1 Introducción   |     |
| 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                                      |     |
| Referencias  | 303 |
| Problemas  | 304 |
| <b>7. Visión de bajo nivel</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 mas alto nivel</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                                      |     |
| Referencias  | 460 |
| Problemas  | 462 |
| <b>9. Lenguajes de programación del robot</b>                  | 465 |
| 9.1 Introducción   |     |
| 9.2 Características de los lenguajes de nivel de robots        | 467 |
| 9.3 Características de los lenguajes de nivel de tarea         | 478 |
| 9.4 Observaciones finales                                      | 487 |
| Referencia   |     |
| Problemas  | 489 |
| <b>10. Inteligencia de robot y planificación de tareas</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                                    | 589 |
| Referencia   |     |
| Problema   | 540 |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| <b>Apéndices</b>            |     |
| A Vectores y matrices       | 542 |
| B Jacobiano del manipulador | 564 |
| <b>Bibliografía</b>         | 576 |
| <b>Índice</b>               | 591 |