

# Contenido

<b>Capítulo 1</b>	
<b>Introducción a la Robótica</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1</b> Introducción.....	<b>1</b>
<b>1.2</b> Historia de la Robótica .....	<b>2</b>
<b>1.3</b> Tipos de robots.....	<b>4</b>
1.3.1 Definiciones.....	5
1.3.2 Robots móviles.....	6
1.3.2.1 Tipos de estructura mecánica del robot móvil...	9
1.3.3 Robots industriales .....	10
<b>1.4</b> Drones.....	<b>12</b>
1.4.1 Clasificación de los drones.....	12
1.4.2 Historia .....	13
1.4.3 Ventajas y desventajas de los drones.....	13
1.4.4 Nuevos paradigmas de aplicación.....	13
1.4.5 Componentes de un dron.....	14
<b>1.5</b> Robots a implementar en esta obra...	<b>15</b>
1.5.1 Robots sin lógica adicional .....	16
1.5.2 Robot seguidor de luz .....	18
1.5.3 Robot seguidor de línea blanca .....	19
1.5.4 Robot seguidor de línea negra con lógica de circuitos integrados digitales no programables.....	20
1.5.5 Robots con lógica de microcontrolador .....	21
1.5.5.1 Robot seguidor de luz con lógica de microcontrolador en lenguaje C.....	21
1.5.5.2 Robot seguidor de luz con lógica de microcontrolador en lenguaje Assembler.....	22
2.2.2 Período.....	26
2.2.3 Ciclo .....	26
<b>2.3</b> Corriente Continua (CC) .....	<b>27</b>
<b>2.4</b> Tensión eléctrica.....	<b>27</b>
2.4.1 Voltímetro .....	28
<b>2.5</b> Resistencia eléctrica .....	<b>28</b>
<b>2.6</b> Primera Ley de OHM .....	<b>29</b>
<b>2.7</b> Triángulo de la Ley de OHM .....	<b>29</b>
<b>2.8</b> Circuito eléctrico .....	<b>30</b>
<b>2.9</b> Leyes de Kirchhoff .....	<b>30</b>
<b>2.10</b> Configuraciones circuitales básicas .....	<b>30</b>
<b>2.11</b> Circuitos en serie .....	<b>30</b>
2.11.1 Malla.....	32
2.11.2 Segunda Ley de Kirchhoff (LVK).....	33
<b>2.12</b> Circuitos paralelos.....	<b>35</b>
2.12.1 Primera Ley de Kirchhoff (LIK)....	35
2.12.2 Nodo .....	36
<b>2.13</b> Circuitos mixtos .....	<b>36</b>
<b>2.14</b> Potencia eléctrica.....	<b>37</b>
<b>2.15</b> Triángulo de potencia .....	<b>38</b>
<b>2.16</b> Gráfico de sectores .....	<b>39</b>
<b>2.17</b> Señales .....	<b>40</b>
<b>2.18</b> Electrónica analógica.....	<b>40</b>
2.18.1 Señales analógicas.....	40
<b>2.19</b> Electrónica digital.....	<b>41</b>
2.19.1 Señales digitales.....	41
<b>2.20</b> Sistema de numeración binario .....	<b>42</b>
2.20.1 Conversión binario a decimal .....	43
2.20.2 Conversión decimal a binario .....	43
<b>2.21</b> Complemento a 1 de un número binario .....	<b>44</b>
<b>2.22</b> Niveles lógicos y niveles de tensión .	<b>44</b>
<b>2.23</b> Resistencias de pull down .....	<b>45</b>
<b>2.24</b> Resistencias de pull up .....	<b>48</b>
<b>2.25</b> Tierra o ground .....	<b>49</b>
<b>Capítulo 2</b>	
<b>Fundamentos y circuitos de aplicación en Robótica</b> .....	<b>23</b>
<b>2.1</b> Corriente eléctrica .....	<b>23</b>
2.1.1 Intensidad de la corriente eléctrica.....	23
2.1.2 Amperímetro .....	24
<b>2.2</b> Corriente Alterna (CA).....	<b>25</b>
2.2.1 Frecuencia .....	26
<b>Capítulo 3</b>	
<b>Componentes Empleados en Robótica</b> .....	<b>51</b>
<b>3.1</b> Introducción .....	<b>51</b>
<b>3.2</b> Tecnologías de Componentes THT y SMD.....	<b>51</b>
<b>3.3</b> Resistencias.....	<b>52</b>
3.3.1 Tipos y características.....	53
3.3.2 Resistencias fijas .....	54

3.3.2.1 Resistencias de carbón .....	54	3.11.3 Cable de wire wrapping .....	92
3.3.3 Resistencias variables.....	56	<b>3.12 Borneras para placa de 2</b>	
3.3.4 Resistencias de metal film o		<b>terminales</b> .....	93
precisión .....	58	<b>3.13 Baterías</b> .....	94
3.3.5 Resistencias de encapsulados		<b>3.14 Conector broche para batería</b> .....	97
especiales .....	59	<b>3.15 Imán de neodimio</b> .....	97
<b>3.4 Diodos</b> .....	59	<b>3.16 Tornillos, tuercas, arandelas, bujes..</b>	98
3.4.1 Tipos y características .....	61	<b>3.17 Motores</b> .....	100
3.4.2 Diodos LED .....	61	3.17.1 Motor de corriente continua.....	100
<b>3.5 Transistores</b> .....	63	3.17.2 Servomotor.....	101
3.5.1 Bipolares .....	63	3.17.3 Motores para aplicación en	
3.5.2 MOSFET.....	65	Robótica.....	101
3.5.3 Fototransistores.....	65	3.17.4 Diferencia entre velocidad y	
3.5.4 Encapsulados más empleados		torque.....	103
en Robótica .....	66	<b>3.18 Esquinero ángulo</b> .....	104
3.5.5 Configuración Darlington.....	66	<b>3.19 Ruedas</b> .....	105
3.5.6 Método de Testeo de		3.19.1 Modelos y características .....	105
funcionamiento .....	68	3.19.2 Ruedas para motores .....	106
3.5.7 Pin Out de los Transistores a		3.19.3 Omni wheel – Rueda	
emplear .....	69	omnidireccional .....	106
3.5.8 Obtención del valor del $\beta_{cc}$ o		3.19.4 Rueda loca .....	106
hFE.....	70	3.19.5 Opciones avanzadas de diseño	
3.5.9 Transistor 2N2222A.		de ruedas.....	108
Características .....	71	3.19.5.1 Modelado e impresión 3D ...	108
3.5.10 Submúltiplos y notación		3.19.5.2 Diseño de moldes .....	108
científica .....	72	<b>3.20 Patas Metálicas</b> .....	110
3.5.11 Configuraciones de un		<b>3.21 Termocontraibles</b> .....	110
transistor.....	72	<b>3.22 Estaño</b> .....	111
<b>3.6 Capacitores</b> .....	73		
3.6.1 Tipos y características.....	75		
3.6.2 Cerámicos .....	75		
3.6.3 Cerámicos multicapa.....	76		
3.6.4 Electrolíticos de aluminio .....	77		
3.6.5 Electrolíticos de tantalio.....	77		
3.6.6 Modos de funcionamiento .....	77		
3.6.6.1 Capacitor en corriente			
continua .....	124		
4.6.6.2 Capacitor en corriente			
alterna .....	124		
<b>3.7 Osciladores</b> .....	78		
3.7.1 Oscilador de cristal .....	79		
<b>3.8 Sensores</b> .....	79		
3.8.1 LDR – Resistencia dependiente			
de la Luz .....	80		
3.8.2 Sensor óptico por infrarrojo .....	81		
3.8.3 Sensor ultrasónico.....	85		
3.8.4 Sensores de implementación			
con componentes discretos.....	87		
<b>3.9 Placas multipropósito o</b>			
<b>experimentales</b> .....	88		
<b>3.10 Zócalos</b> .....	89		
<b>3.11 Wire wrapping</b> .....	90		
3.11.1 Pinza de wire wrapping .....	91		
3.11.2 Zócalos de wire wrapping .....	92		

## Capítulo 4

### Herramientas e instrumental para

<b>Robótica</b> .....	113
<b>4.1 Soldador y estación de soldado</b> .....	113
<b>4.2 Soporte de soldador</b> .....	114
<b>4.3 Cutter</b> .....	115
<b>4.4 Limas de matricero</b> .....	115
<b>4.5 Alicata</b> .....	115
<b>4.6 Pinza de punta plana</b> .....	116
<b>4.7 Set de destornilladores perilleros</b> .....	116
<b>4.8 Bruselas</b> .....	117
<b>4.9 Calibre</b> .....	117
<b>4.10 Torno de mano</b> .....	118
4.10.1 Mechac.....	118
4.10.2 Discos de corte .....	119
4.10.3 Accesorios .....	120
<b>4.11 Instrumental de medición</b> .....	121
4.11.1 Introducción .....	121
4.11.2 Tester.....	121
4.11.3 Osciloscopio .....	124
4.11.3.1 Osciloscopio analógico.....	124
4.11.3.2 Osciloscopio digital .....	125
<b>4.12 Elementos de seguridad personal</b> ....	125

**Capítulo 5**

**Diseño e implementación de**

**Robots sin lógica adicional ..... 127**

**5.1 Diseño y montaje de circuitos..... 127**

5.1.1 Introducción.....127

5.1.2 Métodos y técnicas de montaje.....127

5.1.3 Método de montaje cableado.....128

5.1.4 Montaje con wire wrapping.....129

5.1.5 Diseño de circuitos impresos PCB..... 130

**5.2 Robot seguidor de luz..... 131**

5.2.1 Introducción.....131

5.2.2 Circuito eléctrico.....132

5.2.3 Principio de funcionamiento.....133

5.2.4 Listado de materiales o BOM.....134

5.2.5 Montaje y pasos de implementación .....134

5.2.6 Testeo y pruebas de funcionamiento .....137

**5.3 Robot seguidor de línea blanca ..... 139**

5.3.1 Circuito eléctrico.....139

5.3.2 Principio de funcionamiento.....140

5.3.3 Listado de materiales o BOM.....140

5.3.4 Montaje y pasos de implementación .....141

5.3.5 Testeo y pruebas de funcionamiento .....142

**5.4 Otra forma de montaje de Robots..... 143**

5.4.1 Introducción.....143

5.4.2 Montaje y pasos de implementación .....143

5.4.3 Otras modificaciones.....148

5.4.4 Listado de materiales o BOM. Vista Ampliada ..... 151

**Capítulo 6**

**Introducción a la programación en**

**Robótica ..... 153**

**6.1 Introducción ..... 153**

**6.2 Algoritmo..... 154**

6.2.1 Definiciones.....154

6.2.2 Tres etapas de diseño.....154

6.2.3 Tres características.....155

6.2.4 Etapas de un algoritmo.....156

**6.3 Lenguajes de programación ..... 156**

6.3.1 Clasificación.....156

6.3.2 Lenguaje de máquina.....156

6.3.3 Lenguaje de bajo nivel .....157

6.3.4 Lenguajes de alto nivel .....157

**6.4 Compilador, enlazador e intérpretes ..158**

6.4.1 Compilador.....158

6.4.2 Intérprete .....158

**6.5 Paradigmas de programación ..... 158**

6.5.1 Clasificación ..... 158

6.5.2 Programación estructurada (PE) .. 159

**6.6 Tipos de datos..... 160**

**6.7 Desarrollo de algoritmos..... 164**

6.7.1 Diagramas ..... 164

6.7.2 Diagramas de flujo ..... 164

6.7.3 Diagramas de flujo símbolos básicos..... 165

6.7.4 Diagramas de Nassi-Shneiderman ..... 167

6.7.5 Structorizer Software ..... 169

**6.8 Validación o verificación de algoritmos..... 171**

6.8.1 Pruebas de escritorio (PE) ..... 172

**6.9 Lenguaje Ensamblador o Assembler.. 172**

6.9.1 Set de Instrucciones ..... 173

**6.10 IDE - Entorno de Desarrollo Integrado ..... 173**

6.10.1 Introducción ..... 173

6.10.2 IDE MPLAB - Assembler ..... 173

6.10.3 IDE MPLAB X – Lenguaje C..... 177

6.10.4 IDE Dev-C++ ..... 178

**6.11 Lenguaje C ..... 180**

6.11.1 Historia ..... 181

6.11.2 Biblioteca estándar de C ..... 181

6.11.3 Funciones..... 181

6.11.4 Estructura básica de un programa en C ..... 182

6.11.5 Aplicación de desarrollo de algoritmos ..... 184

**Capítulo 7**

**Diseño e implementación de robots con lógica de circuitos integrados digitales no**

**programables ..... 191**

**7.1 Diseño de robots con compuertas lógicas ..... 191**

**7.2 Compuertas lógicas..... 192**

**7.3 Descripción y modo de funcionamiento..... 194**

7.3.1 Compuerta Inversora (NOT) ..... 194

7.3.2 Compuerta OR ..... 195

7.3.3 Compuerta AND..... 196

7.3.4 Compuerta NOR ..... 197

7.3.5 Compuerta NAND ..... 198

7.3.6 Compuerta XOR ..... 199

7.3.7 Compuerta XNOR ..... 200

**7.4 Circuitos Integrados..... 201**

7.4.1 Clasificación ..... 201

7.4.2 Tecnología TTL..... 202

7.4.3 Tecnología CMOS ..... 205

**7.5 Circuito Integrado 40106BE ..... 206**

**7.6 Circuito Integrado ULN2803 ..... 207**  
**7.7 Robot seguidor de línea negra con**  
**lógica de circuitos integrados**  
**digitales no programables ..... 208**  
 7.7.1 Introducción ..... 209  
 7.7.2 Circuito eléctrico ..... 209  
 7.7.3 Principio de funcionamiento ..... 210  
 7.7.4 Listado de materiales o BOM ..... 211  
 7.7.5 Montaje y pasos de  
 implementación ..... 212  
 7.7.6 Testeo y pruebas de  
 funcionamiento ..... 216

**Capítulo 8**

**Microcontroladores y su**

**Aplicación en Robótica ..... 221**

**8.1 Introducción a los**  
**microcontroladores ..... 221**  
**8.2 Microcontroladores y**  
**microprocesadores ..... 222**  
**8.3 Arquitecturas de Harvard y Von**  
**Neumann ..... 222**  
**8.4 Arquitectura interna ..... 224**  
**8.5 Set de instrucciones CISC y RISC ..... 224**  
 8.5.1 Set de instrucciones CISC ..... 225  
 8.5.2 Set de instrucciones RISC ..... 225  
**8.6 Ciclos de máquina vs ciclos de Clk ..... 225**  
**8.7 Pin out ..... 226**  
**8.8 Puertos o ports ..... 226**  
**8.9 SFR – Registros de funciones**  
**especiales ..... 227**  
**8.10 Tipos de memoria ..... 227**  
 8.10.1 Mapa de memoria ..... 229  
**8.11 Elección del microcontrolador ..... 229**  
**8.12 Herramientas de trabajo ..... 233**  
**8.13 Programación. Pasos a seguir ..... 233**  
**8.14 Programador – PICKit 3 de**  
**Microchip ..... 234**  
 8.14.1 ICSP – In Circuit Serial  
 Programing ..... 234  
 8.14.2 Implementación de la ICSP en  
 Robótica ..... 235  
**8.15 Implementación de placa de**  
**entrenamiento ..... 236**  
 8.15.1 Desarrollo de la aplicación ..... 237  
 8.15.2 Explicación de la sintaxis del  
 programa ..... 240  
**8.16 Set de Instrucciones del µC**  
**16F84A ..... 242**  
**8.17 Configuración básica de los µC a**  
**emplear ..... 242**  
 8.17.1 Configuración Básica del µC  
 16F84A ..... 242

8.17.2 Configuración Básica del µC  
 18F4610 ..... 243

**Capítulo 9**

**Diseño e implementación de**  
**robots con lógica de**

**microcontrolador ..... 245**

**9.1 Introducción ..... 245**

**9.2 Robot seguidor de luz con lógica de**  
**microcontrolador en lenguaje C ..... 245**

9.2.1 Circuito eléctrico ..... 246  
 9.2.2 Principio de funcionamiento ..... 247  
 9.2.3 Listado de materiales o BOM ..... 249  
 9.2.4 Montaje y pasos de  
 implementación ..... 250  
 9.2.5 Testeo y pruebas de  
 funcionamiento ..... 258  
 9.2.5.1 Testeo del hardware ..... 258  
 9.2.5.2 Testeo del software ..... 258  
 9.2.5.3 Testeo del software en la  
 implementación del  
 hardware ..... 259  
 9.2.6 Desarrollo de programas ..... 259

**9.3 Robot seguidor de luz con lógica de**  
**microcontrolador en lenguaje**

**Assembler ..... 269**

9.3.1 Circuito eléctrico ..... 269  
 9.3.2 Principio de funcionamiento ..... 270  
 9.3.3 Listado de materiales o BOM ..... 270  
 9.3.4 Montaje y pasos de  
 implementación ..... 270  
 9.3.5 Testeo y pruebas de  
 funcionamiento ..... 271  
 9.3.6 Desarrollo de programas ..... 272

**Capítulo 10**

**Arduino - Otra forma de hacer Robótica . 287**

**10.1 Introducción a Arduino ..... 287**

**10.2 Processing ..... 291**

**10.3 Wiring ..... 293**

**10.4 IDE Arduino ..... 296**

**10.5 Lenguaje Arduino ..... 298**

**10.6 Estructura de un programa ..... 298**

**10.7 Desarrollo de programas ..... 299**

**10.8 Placas Arduino ..... 302**

10.8.1 Arduino Uno ..... 306

10.8.2 Arduino Mega 2560 ..... 307

**10.9 Shields Arduino ..... 307**

**10.10 Fritzing Software de diseño de**  
**PCB ..... 309**

**10.11 Aplicaciones de Robótica con**  
**Arduino ..... 312**

10.11.1	Introducción .....	312
10.11.2	Arduino robots.....	312
10.11.3	Robots compatibles con Arduino.....	313
10.11.4	Desarrollo empleando Arduino.....	314

## Capítulo 11

### Impresoras 3D Aplicación en

<b>Robótica</b> .....	317
<b>11.1</b> Introducción .....	317
<b>11.2</b> Tipos y características.....	318
11.2.1 Cartesianas .....	318
11.2.2 Delta .....	319
<b>11.3</b> Electrónica - Hardware .....	320
<b>11.4</b> Tipos de archivos de trabajo .....	321
<b>11.5</b> Software empleado en impresión 3D.....	323
<b>11.6</b> Diseño e impresión de componentes y chasis.....	324

## Capítulo 12

### Robótica Avanzada - FPGA .....

<b>12.1</b> Introducción .....	333
<b>12.2</b> FPGA – Placa a emplear.....	334
<b>12.3</b> IDE – ISE.....	334
<b>12.4</b> Descarga del programa .....	335
<b>12.5</b> Creación de un proyecto .....	335
12.5.1 VHDL - Lenguaje .....	341
12.5.2 Estructura de un programa.....	343
12.5.3 Comportamiento lógico del componente .....	344
12.5.4 Sintaxis y sintetización del programa.....	344
12.5.5 Vista de esquemático.....	345
12.5.6 Simulación del proyecto.....	346
12.5.7 Generación de archivo ejecutable.....	352
12.5.8 Conexión de la placa Basys 2 a la PC .....	358