

# Contenido

Relación de figuras, tablas, registros y diagramas .....	XV
Introducción .....	XIX
<b>Parte 1</b>	
<b>Capítulo 1</b>	
<b>Programando.....</b>	<b>3</b>
<b>Capítulo 2</b>	
<b>Primer programa en AVR (prender un LED) .....</b>	<b>7</b>
<b>Capítulo 3</b>	
<b>Encabezado.....</b>	<b>17</b>
3.1. Directiva .ORG: indica el origen o inicio del programa.....	30
3.2. Directiva .CSEG: Code Segment.....	33
3.3. Directiva .ESEG: EEPROM Segment.....	39
3.4. Directiva .DSEG: Data Segment .....	44
3.4.1. Problema en el segmento .DSEG.....	48
<b>Capítulo 4</b>	
<b>Configuración.....</b>	<b>49</b>
4.1. Stack Pointer .....	49
<b>Capítulo 5</b>	
<b>Cuerpo del programa.....</b>	<b>55</b>
5.1. Subrutinas .....	55
<b>Capítulo 6</b>	
<b>Pull-up y pull-down.....</b>	<b>59</b>
<b>Capítulo 7</b>	
<b>Ciclo While.....</b>	<b>63</b>
<b>Capítulo 8</b>	
<b>Programa 2 (botón prende LED).....</b>	<b>65</b>
<b>Capítulo 9</b>	
<b>Programa 3 (puerto bidireccional).....</b>	<b>67</b>

## **X**    CONTENIDO

### **Capítulo 10**

<b>Programa 4 (máscara) .....</b>	<b>73</b>
-----------------------------------	-----------

### **Capítulo 11**

<b>Programa 5 (subrutina de un segundo) .....</b>	<b>75</b>
---	-----------

### **Capítulo 12**

<b>Ciclo For.....</b>	<b>81</b>
12.1. Programa 6 (retardo de 1 minuto usando ciclo For) .....	82

### **Capítulo 13**

<b>Debouncer (función antirrebote) .....</b>	<b>85</b>
13.1. Programa 7 (Delay_Debouncer) .....	86

### **Capítulo 14**

<b>Programa 8 (control de un motor a pasos unipolar).....</b>	<b>89</b>
---	-----------

### **Capítulo 15**

<b>Programa 9 (control de velocidad de un motor CD).....</b>	<b>93</b>
--	-----------

### **Capítulo 16**

<b>Direccionamientos.....</b>	<b>97</b>
16.1. Direccionamiento directo de un solo registro .....	97
16.2. Direccionamiento directo de dos registros .....	98
16.3. Direccionamiento directo de I/O .....	98
16.4. Direccionamiento directo de datos .....	99
16.5. Direccionamiento indirecto de datos con desplazamiento.....	100
16.6. Direccionamiento indirecto de datos .....	100
16.7. Direccionamiento indirecto de datos con predecremento.....	101
16.8. Direccionamiento indirecto de datos con postincremento.....	101
16.9. Direccionamiento a memoria de programa.....	102
16.10. Direccionamiento indirecto a memoria de programa, IJMP e ICALL .....	103
16.11. Direccionamiento relativo a memoria de programa.....	103

### **Capítulo 17**

<b>Instrucciones orientadas a Bit.....</b>	<b>107</b>
--	------------

### **Capítulo 18**

<b>Interrupciones .....</b>	<b>111</b>
18.1. Programa 10 (prender un LED con interrupción INT0) .....	119

<b>Capítulo 19</b>	
<b>Reset entre los AVR.....</b>	<b>129</b>
<b>Capítulo 20</b>	
<b>Instrucciones de control del MCU.....</b>	<b>135</b>
<b>Capítulo 21</b>	
<b>Error de Branch out of range .....</b>	<b>143</b>
21.1. Branch: saltos a subrutinas .....	144
<b>Capítulo 22</b>	
<b>Uso de teclado y display LCD .....</b>	<b>147</b>
22.1. Programa 11 (desplegar mensajes en el display LCD).....	157
22.2. Programa 12 (desplegar los caracteres del teclado en el display) .....	160
<b>Capítulo 23</b>	
<b>Álgebra booleana con AVR .....</b>	<b>169</b>
23.1. Programa 13 (ecuación booleana a través de programación AVR) .....	169
<b>Capítulo 24</b>	
<b>Flip-Flops con AVR.....</b>	<b>177</b>
24.1. Programa 14 (Flip-Flop con AVR).....	178
<b>Capítulo 25</b>	
<b>Lectura/escritura en EEPROM.....</b>	<b>181</b>
25.1. Programa 15 (memorización de teclado matricial en EEPROM).....	183
<b>Capítulo 26</b>	
<b>Instrucciones Push y Pop.....</b>	<b>191</b>
26.1. Push: salvar el valor de un registro en el Stack .....	191
26.2. Pop: recuperar el valor de un registro del Stack .....	191
26.3. Error en el uso del Stack Pointer con interrupciones.....	196
26.4. Error en el uso del Stack Pointer con saltos RCALL.....	199
<b>Capítulo 27</b>	
<b>Instrucciones ST/STD/STS - LD/LDS.....</b>	<b>203</b>
<b>Capítulo 28</b>	
<b>PWN .....</b>	<b>207</b>
28.1. Control de servo-motor.....	213

**Capítulo 29**

<b>Contador de 24 y 32-bits (ascendente y descendente).....</b>	<b>221</b>
---	------------

**Capítulo 30**

<b>Expresiones (Expressions).....</b>	<b>225</b>
30.1. Operandos (Operands).....	225
30.2. Operadores (Operators).....	225
30.3. Funciones (Functions).....	232

**Capítulo 31**

<b>Macros.....</b>	<b>237</b>
--------------------	------------

**Capítulo 32**

<b>Directivas.....</b>	<b>243</b>
32.1. Directiva #DEFINE.....	243
32.2. Directiva DEF: establece una etiqueta a un registro.....	244
32.3. Directiva UNDEF: indefinir o “desnombrar” el nombre simbólico de un registro (quitar la etiqueta a un registro).....	247
32.4. Directiva EQU: hacer un símbolo igual que una expresión (asignar un valor a una etiqueta).....	248
32.5. Directiva SET: establece que un símbolo sea igual a una expresión.....	250
32.6. Directiva DEVICE.....	250
32.7. Directiva CSEGSIZE: tamaño de la memoria del programa (Program Memory Size).....	251
32.8. Directivas IF, ELSE, ENDF: condicionales (conditional assembly).....	251
32.9. Directivas IFDEF, IFNDEF: condicionales (conditional assembly).....	253
32.10. Directiva ELIF: condicionales (conditional assembly).....	254
32.11. Directiva ERROR: saca la palabra “ERROR” con una cadena de caracteres (string).....	255
32.12. Directiva WARNING: saca la palabra “WARNING” con una cadena de caracteres (string).....	256
32.13. Directiva MESSAGE: saca la palabra “MESSAGE” con una cadena de caracteres (string).....	257
32.14. Directiva EXIT: salirse del archivo.....	258
32.15. Directivas LIST – NOLIST: genera un archivo “listfile .lst”.....	260
32.16. Directiva LISTMAC: expansión del contenido de una macro.....	263

**Parte 2****Capítulo 33**

<b>Comunicación entre un AVR y una computadora.....</b>	<b>267</b>
---	------------

**Capítulo 34**

<b>Comunicación entre los AVR .....</b>	<b>275</b>
34.1. Comunicación entre los AVR usando SPI-USI.....	275
34.2. Comunicación USI 3-hilos (3-Wire).....	280
34.3. Comunicación entre los AVR usando comunicación híbrida síncrona.....	287

**Capítulo 35**

<b>Comunicación entre los AVR a distancia .....</b>	<b>295</b>
35.1. Comunicación a distancia con interfaz RS-485.....	295
35.2. Comunicación a distancia usando XBEE .....	296

**Capítulo 36**

<b>Generador de pulso de reloj para sincronía (Clock Recovery).....</b>	<b>305</b>
36.1. Codificador Manchester.....	310

**Capítulo 37**

<b>Lectura de un convertidor ADC0804 en un display LCD .....</b>	<b>321</b>
37.1. Convertidor ADC del ATtiny13 .....	326

**Capítulo 38**

<b>Voltímetro digital de 8-bits.....</b>	<b>329</b>
--	------------

**Capítulo 39**

<b>Sensor de temperatura PT100 .....</b>	<b>339</b>
39.1. Instrucción de multiplicación MUL.....	342

**Capítulo 40**

<b>Generador de funciones usando convertidor DAC0800.....</b>	<b>353</b>
40.1. Trazador de figuras de dos dimensiones .....	358

**Capítulo 41**

<b>Sensor de proximidad ultrasónico HC-SR04.....</b>	<b>361</b>
41.1. Multiplicación de un número de 24-bits por uno de 16-bits.....	364

**Capítulo 42**

<b>Puente de Wheatstone.....</b>	<b>379</b>
42.1. Potenciómetro digital.....	380

**Capítulo 43**

<b>Circuito de cruce por cero para Dimmer 120 VCA.....</b>	<b>389</b>
--	------------

## **XIV** CONTENIDO

### **Capítulo 44**

<b>Resolución de ecuaciones con AVR.....</b>	<b>399</b>
44.1. Raíz cuadrada en AVR .....	400

### **Capítulo 45**

<b>Crear un PLC con AVR .....</b>	<b>417</b>
-----------------------------------	------------

### **Capítulo 46**

<b>Tarjeta Programadora Universal .....</b>	<b>421</b>
---	------------

### **Capítulo 47**

<b>Cómo hacer una tarjeta tipo Arduino .....</b>	<b>423</b>
47.1. ¿Qué es el Bootloader? .....	426
47.2. Partes de la tarjeta Arduino .....	442
47.3. Armandó nuestra tarjeta tipo Arduino.....	444
Palabras finales .....	453
Índice analítico.....	455