

# Índice

<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
1.1 Ecosistema de Arduino .....	2
1.2 Software y hardware abierto .....	4
1.3 Sistemas embebidos .....	6
1.4 Componentes básicos en electrónica .....	7
1.5 Bibliografía .....	9
<b>2. Hardware .....</b>	<b>11</b>
2.1 Esquemático de Arduino UNO .....	11
2.2 Alimentación .....	12
2.3 Microcontrolador .....	14
2.4 Periféricos internos .....	17
2.4.1 <i>Sistema de reloj</i> .....	18
2.4.2 <i>Temporizadores</i> .....	19
2.4.3 <i>PWM</i> .....	19
2.4.4 <i>I<sup>2</sup>C</i> .....	20
2.4.5 <i>SPI</i> .....	21
2.4.6 <i>USART</i> .....	22
2.5 CSP .....	23
2.6 USB.....	24
2.7 Conector de pines .....	25
2.8 Tipos de placas.....	27
2.9 Tipos de <i>shields</i> .....	30
2.10 Bibliografía .....	31

## Sistemas integrados con Arduino

<b>3. Programación</b> .....	<b>33</b>
3.1 IDE.....	33
3.1.1 <i>Instalación</i> .....	33
3.1.2 <i>Descripción del entorno</i> .....	36
3.1.3 <i>Otros entornos de desarrollo</i> .....	40
3.2 Comenzando a programar con Arduino .....	41
3.3 Programación.....	43
3.3.1 <i>Directivas del precompilador</i> .....	44
3.3.2 <i>Comentarios</i> .....	47
3.3.3 <i>Tipos de datos</i> .....	48
3.3.4 <i>Operadores</i> .....	56
3.3.5 <i>Estructuras de decisión</i> .....	61
3.3.6 <i>Estructuras de repetición</i> .....	65
3.3.7 <i>Funciones</i> .....	69
3.4 Estudio del programa Blink.....	74
3.5 Depuración .....	79
3.6 Bibliografía.....	83
<b>4. Acceso al hardware</b> .....	<b>85</b>
4.1 Entradas y salidas digitales .....	85
4.1.1 <i>Entrada</i> .....	85
4.1.2 <i>Salida</i> .....	89
4.1.3 <i>Puertos</i> .....	90
4.1.4 <i>Ejemplo: Push-button y LED</i> .....	91
4.1.5 <i>Ejemplo: secuencia de luces del coche fantástico</i> .....	94
4.2 Conversión analógico-digital .....	96
4.2.1 <i>Ejemplo: sensor de temperatura</i> .....	99
4.3 Salida analógica .....	102

4.3.1	<i>Ejemplo: control de iluminación de un LED</i>	105
4.4	Bibliografía	109
<b>5.</b>	<b>Comunicaciones</b>	<b>111</b>
5.1	USART	111
5.1.1	<i>Comunicación serie usando librería software</i>	114
5.1.2	<i>Manejo de strings</i>	115
5.1.3	<i>Ejemplo: GPS</i>	117
5.2	I <sup>2</sup> C/SPI	126
5.2.1	<i>Ejemplo: RTC</i>	130
5.3	Stream	137
5.4	Bibliografía	138
<b>6.</b>	<b>Periféricos del microcontrolador</b>	<b>139</b>
6.1	Temporización	139
6.1.1	<i>Ejemplo: cambiar la frecuencia de trabajo de la salida PWM</i>	142
6.2	Interrupciones	147
6.2.1	<i>Externas</i>	149
6.2.2	<i>Internas</i>	151
6.2.3	<i>Watchdog</i>	159
6.3	Sleep	161
6.3.1	<i>Ejemplo: Sleep y despertar con evento externo</i>	163
6.4	Memorias	165
6.4.1	<i>RAM</i>	165
6.4.2	<i>Flash</i>	166
6.4.3	<i>EEPROM</i>	168
6.5	Bibliografía	173
<b>7.</b>	<b>Librerías</b>	<b>175</b>
7.1	SD Card	177

## Sistemas integrados con Arduino

7.1.1 Ejemplo: datalog.....	179
7.2 Ethernet.....	182
7.2.1 Ejemplo: servidor web.....	187
7.3 Comunicaciones inalámbricas.....	196
7.3.1 RFID.....	197
7.3.2 Wifi.....	201
7.3.3 ZigBee.....	209
7.4 Pantalla TFT.....	224
7.4.1 Ejemplo: graficar señal analógica.....	226
7.5 Motores.....	233
7.5.1 Motores paso a paso.....	233
7.5.2 Servomotores.....	238
7.6 Bibliografía.....	246
<b>8. Comunicación con otras plataformas.....</b>	<b>249</b>
8.1 Graficar valores con MakerPlot.....	249
8.2 Firmata.....	251
8.2.1 Ejemplo: programa en Arduino.....	254
8.2.2 Ejemplo: aplicación en PC con .NET.....	256
8.3 Intérprete de comandos.....	257
8.4 LabVIEW.....	261
8.5 MATLAB.....	263
8.6 Android.....	264
8.6.1 Ejemplo: programa en Arduino.....	267
8.6.2 Ejemplo: programa en Android.....	267
8.7 Servicios web.....	273
8.8 Internet of things.....	276
8.9 Bibliografía.....	282

<b>9. Núcleo de Arduino .....</b>	<b>285</b>
9.1 <i>Toolchain</i> .....	285
9.1.1 <i>Preprocesador</i> .....	286
9.1.2 <i>Compilador</i> .....	287
9.1.3 <i>Linker</i> .....	288
9.1.4 <i>Bootloader y programadores</i> .....	289
9.2 <i>Core</i> .....	290
9.3 <i>Crear nuevas librerías</i> .....	293
9.3.1 <i>Ejemplo: conmutación de pin</i> .....	297
9.4 <i>Crear nuevas placas</i> .....	299
9.5 <i>Bibliografía</i> .....	302
<b>10. Apéndices.....</b>	<b>303</b>