

# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>XV</b>
<b>CAPÍTULO 1. ELECTRÓNICA BÁSICA.....</b>	<b>1</b>
<b>CONCEPTOS TEÓRICOS SOBRE ELECTRICIDAD .....</b>	<b>1</b>
¿Qué es la electricidad? .....	1
¿Qué es el voltaje?.....	2
¿Qué es la intensidad de corriente? .....	3
¿Qué es la corriente continua (DC) y la corriente alterna (AC)? .....	4
¿Qué es la resistencia eléctrica? .....	4
¿Qué es la Ley de Ohm?.....	5
¿Qué es la potencia?.....	6
¿Qué son las señales digitales y las señales analógicas?.....	7
¿Qué son las señales periódicas y las señales aperiódicas?.....	9
<b>CIRCUITOS ELÉCTRICOS BÁSICOS .....</b>	<b>10</b>
Representación gráfica de circuitos .....	10
Conexiones en serie y en paralelo .....	12
El divisor de tensión.....	15
Las resistencias “pull-up” y “pull-down” .....	16
<b>FUENTES DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA .....</b>	<b>18</b>
Tipos de pilas/baterías.....	18
Características de las pilas/baterías.....	20
Conexiones de varias pilas/baterías.....	22
Compra de pilas/baterías.....	24
Compra de cargadores .....	25
Características de los adaptadores AC/DC .....	26

<b>COMPONENTES ELÉCTRICOS .....</b>	<b>29</b>
Resistencias.....	29
Potenciómetros.....	31
Otras resistencias de valor variable .....	33
Diodos y LEDs.....	34
Condensadores .....	36
Transistores.....	40
Pulsadores.....	42
Reguladores de tensión .....	44
Placas de prototipado .....	46
<b>USO DE UNA PLACA DE PROTOTIPADO .....</b>	<b>50</b>
<b>USO DE UN MULTÍMETRO DIGITAL .....</b>	<b>57</b>
<b>CAPÍTULO 2. HARDWARE ARDUINO .....</b>	<b>61</b>
<b>¿QUÉ ES UN SISTEMA ELECTRÓNICO?.....</b>	<b>61</b>
<b>¿QUÉ ES UN MICROCONTROLADOR?.....</b>	<b>62</b>
<b>¿QUÉ ES ARDUINO? .....</b>	<b>63</b>
<b>¿CUÁL ES EL ORIGEN DE ARDUINO?.....</b>	<b>66</b>
<b>¿QUÉ QUIERE DECIR QUE ARDUINO SEA “SOFTWARE LIBRE”? .....</b>	<b>67</b>
<b>¿QUÉ QUIERE DECIR QUE ARDUINO SEA “HARDWARE LIBRE”?.....</b>	<b>68</b>
<b>¿POR QUÉ ELEGIR ARDUINO?.....</b>	<b>70</b>
<b>CARACTERÍSTICAS DEL MICRO DE LA PLACA ARDUINO UNO .....</b>	<b>71</b>
El encapsulado del microcontrolador .....	72
El modelo del microcontrolador .....	74
Las memorias del microcontrolador .....	76
Los registros del microcontrolador .....	78
Los protocolos de comunicación I <sup>2</sup> C/TWI y SPI .....	79
El gestor de arranque del microcontrolador .....	83
<b>¿QUÉ OTRAS CARACTERÍSTICAS TIENE LA PLACA ARDUINO UNO? .....</b>	<b>85</b>
La alimentación.....	85
El chip ATmega16U2.....	88
Las entradas y salidas digitales .....	89
Las entradas analógicas .....	90
Las salidas analógicas (PWM) .....	91
Otros usos de los pines-hembra de la placa.....	93
El conector ICSP .....	96
El reloj.....	98
El botón de “reset” .....	100
Obtener el diseño esquemático y de referencia .....	101
<b>¿QUÉ OTRAS PLACAS ARDUINO OFICIALES EXISTEN?.....</b>	<b>102</b>

Arduino Mega 2560 .....	102
Arduino Mega ADK.....	102
Arduino Ethernet .....	104
Los adaptadores USB-Serie .....	105
PoE (“Power Over Ethernet”) .....	106
Arduino Fio .....	109
Arduino Pro.....	110
Arduino Lilypad .....	111
Arduino Nano.....	111
Arduino Mini.....	112
Arduino Pro Mini.....	112
Arduino Leonardo .....	113
El “auto-reset” de la placa Leonardo .....	114
Arduino Micro .....	114
Arduino Due.....	115
<b>¿QUÉ “SHIELDS” ARDUINO OFICIALES EXISTEN? .....</b>	<b>117</b>
Arduino Ethernet Shield.....	117
Arduino Wireless SD Shield.....	119
Arduino Wireless Proto Shield .....	120
Arduino WiFi Shield .....	120
Arduino Motor Shield .....	122
Tinkerkit (y otros) .....	124
Arduino Proto Shield.....	125
<b>¿QUÉ SHIELDS NO OFICIALES EXISTEN? .....</b>	<b>127</b>
<b>CAPÍTULO 3. SOFTWARE ARDUINO .....</b>	<b>129</b>
<b>¿QUÉ ES UN IDE?.....</b>	<b>129</b>
<b>INSTALACIÓN DEL IDE ARDUINO .....</b>	<b>130</b>
Ubuntu.....	130
Fedora .....	130
Cualquier sistema Linux .....	131
Las dependencias .....	132
Los permisos de usuario .....	134
Sobre el reconocimiento y uso de dispositivos USB-ACM en Linux .....	135
Cualquier sistema Linux (a partir del código fuente) .....	136
Windows.....	137
Mac OS X.....	138
<b>PRIMER CONTACTO CON EL IDE .....</b>	<b>139</b>
El “Serial Monitor” y otros terminales serie .....	145
<b>CONFIGURACIÓN Y COMPROBACIÓN DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DEL IDE ...</b>	<b>146</b>

<b>MÁS ALLÁ DEL LENGUAJE ARDUINO: EL LENGUAJE C/C++ .....</b>	<b>148</b>
<b>IDES ALTERNATIVOS AL OFICIAL.....</b>	<b>149</b>
<b>CAPÍTULO 4. LENGUAJE ARDUINO .....</b>	<b>153</b>
<b>MI PRIMER SKETCH ARDUINO .....</b>	<b>153</b>
<b>ESTRUCTURA GENERAL DE UN SKETCH.....</b>	<b>154</b>
Sobre las mayúsculas, tabulaciones y puntos y comas .....	155
<b>COMENTARIOS.....</b>	<b>155</b>
<b>VARIABLES .....</b>	<b>156</b>
Declaración e inicialización de una variable .....	157
Asignación de valores a una variable .....	158
Ámbito de una variable.....	159
Tipos posibles de una variable .....	160
Cambio de tipo de datos (numéricos).....	168
<b>CONSTANTES.....</b>	<b>171</b>
<b>PARÁMETROS DE UNA INSTRUCCIÓN .....</b>	<b>171</b>
<b>VALOR DE RETORNO DE UNA INSTRUCCIÓN .....</b>	<b>172</b>
<b>LA COMUNICACIÓN SERIE CON LA PLACA ARDUINO.....</b>	<b>173</b>
Instrucciones para enviar datos desde la placa al exterior.....	175
Instrucciones para recibir datos desde el exterior .....	178
Los objetos serie de otras placas Arduino.....	183
<b>INSTRUCCIONES DE GESTIÓN DEL TIEMPO .....</b>	<b>184</b>
<b>INSTRUCCIONES MATEMÁTICAS, TRIGONOMÉTRICAS Y DE</b>	
<b>PSEUDOALEATORIEDAD.....</b>	<b>186</b>
<b>INSTRUCCIONES DE GESTIÓN DE CADENAS.....</b>	<b>191</b>
<b>CREACIÓN DE INSTRUCCIONES (FUNCIONES) PROPIAS .....</b>	<b>197</b>
<b>BLOQUES CONDICIONALES.....</b>	<b>200</b>
Los bloques “if” y “if/else” .....	200
El bloque “switch” .....	206
<b>BLOQUES REPETITIVOS (BUCLES).....</b>	<b>207</b>
El bloque “while” .....	207
El bloque “do” .....	210
El bloque “for” .....	210
Las instrucciones “break” y “continue” .....	214
<b>CAPÍTULO 5. LIBRERÍAS ARDUINO .....</b>	<b>217</b>
<b>LAS LIBRERÍAS OFICIALES .....</b>	<b>217</b>
Librería LiquidCrystal .....	217
Librería EEPROM .....	217

Librería SD.....	218
Librería Ethernet.....	218
Librería Firmata.....	219
Librería SPI.....	219
Librería Wire.....	220
Librería SoftwareSerial.....	220
Librerías Servo y Stepper.....	221
Librerías Keyboard y Mouse (solo para Arduino Leonardo y Due).....	221
Librerías Audio, Scheduler y USBHost (solo para Arduino Due).....	221
<b>USO DE PANTALLAS.....</b>	<b>222</b>
Las pantallas de cristal líquido (LCDs).....	222
La librería LiquidCrystal.....	225
Módulos LCD de tipo I <sup>2</sup> C, Serie o SPI.....	230
Shields que incorporan LCDs.....	234
Shields y módulos que incorporan GLCDs.....	236
Shields que incorporan pantallas OLED de 4DSYSTEMS.....	239
Módulos OLED de Adafruit.....	241
Shields y módulos que incorporan pantallas TFT.....	244
Shields y módulos que incorporan pantallas TFT táctiles.....	246
Shields que incorporan displays “7-segmentos”.....	249
Matrices de LEDs.....	253
<b>USO DE LA MEMORIA EEPROM.....</b>	<b>256</b>
<b>USO DE TARJETAS SD.....</b>	<b>257</b>
Características de las tarjetas SD.....	257
La librería SD.....	259
Shields que incorporan zócalos microSD.....	269
Módulos que incorporan zócalos microSD.....	270
<b>USO DE PUERTOS SERIE SOFTWARE.....</b>	<b>270</b>
<b>USO DE MOTORES.....</b>	<b>273</b>
Conceptos básicos sobre motores.....	273
Tipos de motores.....	275
Los motores DC.....	275
Los servomotores.....	277
Los motores paso a paso.....	280
La librería Servo.....	283
La librería Stepper.....	288
 <b>CAPÍTULO 6. ENTRADAS Y SALIDAS.....</b>	 <b>293</b>
<b>USO DE LAS ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES.....</b>	<b>293</b>
Ejemplos con salidas digitales.....	295

Ejemplos con entradas digitales (pulsadores).....	303
Keypads.....	318
<b>USO DE LAS ENTRADAS Y SALIDAS ANALÓGICAS .....</b>	<b>320</b>
Ejemplos con salidas analógicas.....	322
Ejemplos con entradas analógicas (potenciómetros).....	328
Ejemplo de uso de joysticks como entradas analógicas.....	336
Ejemplo de uso de pulsadores como entradas analógicas.....	338
Sensores capacitivos .....	342
Cambiar el voltaje de referencia de las lecturas analógicas.....	347
<b>CONTROL DE MOTORES DC .....</b>	<b>349</b>
El chip L293 .....	355
Módulos de control para motores DC.....	357
La placa TB6612FNG .....	357
Otros módulos .....	359
Shields de control para motores DC (y paso a paso) .....	360
El “Adafruit Motor Shield” .....	360
Otros shields.....	361
<b>EMISIÓN DE SONIDO.....</b>	<b>365</b>
Uso de zumbadores .....	365
Las funciones tone() y noTone() .....	368
Uso de altavoces .....	373
Amplificación simple del sonido .....	375
Sonidos pregrabados .....	378
La librería “SimpleSDAudio” .....	378
El “Wave Shield” de Adafruit .....	380
Shields que reproducen MP3.....	381
Módulos de audio.....	383
Reproductores de voz.....	387
 <b>CAPÍTULO 7. SENSORES.....</b>	 <b>391</b>
<b>SENSORES DE LUZ VISIBLE .....</b>	<b>392</b>
Fotorresistores.....	392
El sensor digital TSL2561.....	405
El sensor analógico TEMT6000 .....	405
<b>SENSORES DE LUZ INFRARROJA .....</b>	<b>406</b>
Fotodiodos y fototransistores .....	406
Control remoto .....	411
<b>SENSORES DE TEMPERATURA.....</b>	<b>423</b>
Termistores .....	423
El chip analógico TMP36 .....	428

El chip digital DS18B20 y el protocolo 1-Wire.....	432
La plaquita breakout TMP421 .....	434
<b>SENSORES DE HUMEDAD.....</b>	<b>435</b>
El sensor DHT22/RHT03 .....	435
Los sensores SHT15 y SHT21 .....	439
<b>SENSORES DE DISTANCIA.....</b>	<b>440</b>
El sensor Ping))).....	440
El sensor SRF05.....	443
El sensor HC-SR04 .....	446
El sensor LV-EZ0.....	446
Los sensores GP2Yxxx .....	448
El sensor IS471F.....	451
Los sensores QRD1114 y QRE1113.....	451
<b>SENSOR DE INCLINACIÓN .....</b>	<b>452</b>
<b>SENSORES DE MOVIMIENTO.....</b>	<b>454</b>
EL SENSOR EPIR .....	458
<b>SENSORES DE CONTACTO .....</b>	<b>461</b>
Sensores de fuerza .....	461
Sensores de flexión .....	466
Sensores de golpes .....	467
<b>SENSORES DE SONIDO.....</b>	<b>470</b>
Plaquetas breakout .....	471
Circuitos pre-amplificadores.....	475
Reconocimiento de voz .....	479
<b>CAPÍTULO 8. COMUNICACIÓN EN RED.....</b>	<b>481</b>
<b>CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE REDES .....</b>	<b>481</b>
Dirección IP .....	481
Máscara de red.....	482
Direcciones IP privadas.....	483
Dirección MAC.....	485
Servidores DNS.....	486
Puerta de enlace predeterminada.....	487
<b>USO DE LA PLACA/SHIELD ARDUINO ETHERNET .....</b>	<b>488</b>
Configuración inicial de los parámetros de red .....	488
Uso de Arduino como servidor .....	491
El uso de ips públicas para acceder a Arduino .....	496
Uso de Arduino como cliente .....	498
Caso práctico: servidor web integrado en la placa/shield Arduino .....	505
Caso práctico: servidor web con tarjeta SD.....	508

Caso práctico: formulario web de control de actuadores.....	511
Caso práctico: envío de mensajes a Twitter.com .....	516
Caso práctico: envío de datos a Cosm.com.....	519
Caso práctico: obtención de datos provenientes de Cosm.com .....	524
Caso práctico: envío de datos a Google Spreadsheets.....	525
Caso práctico: envío de notificaciones a Pushingbox.com .....	528
Shields alternativos a Arduino Ethernet.....	530
Comunicación por red usando una placa Arduino UNO estándar.....	532
<b>COMUNICACIÓN A TRAVÉS DE WI-FI .....</b>	<b>534</b>
¿Qué es Wi-Fi? .....	534
Uso del Arduino WiFi Shield y de la librería oficial WiFi .....	536
Otros shields y módulos que añaden conectividad Wi-Fi.....	542
<b>COMUNICACIÓN A TRAVÉS DE BLUETOOTH .....</b>	<b>545</b>
¿Qué es Bluetooth? .....	545
Módulos que añaden conectividad Bluetooth .....	546
Shields que añaden conectividad Bluetooth .....	551
<b>APÉNDICE A. DISTRIBUIDORES DE ARDUINO Y MATERIAL ELECTRÓNICO .....</b>	<b>553</b>
Kits .....	556
<b>APÉNDICE B. CÓDIGOS IMPRIMIBLES DE LA TABLA ASCII .....</b>	<b>559</b>
<b>APÉNDICE C. RECURSOS PARA SEGUIR APRENDIENDO.....</b>	<b>561</b>
Plataforma Arduino .....	561
Electrónica general .....	563
Proyectos.....	563
<b>ÍNDICE ANALÍTICO.....</b>	<b>565</b>