

DOMINA PSoC5LP Y KODULAR

**11 PROYECTOS PARA
INTEGRAR *HARDWARE*
Y APLICACIONES MÓVILES**

JULIÁN ROLANDO CAMARGO LÓPEZ
CÉSAR ANDREY PERDOMO CHARRY
ÓSCAR JULIÁN PERDOMO CHARRY

Camargo López, Julián Rolando, autor

Domina PSoC5LP y Kodular : 11 proyectos para integrar hardware y aplicaciones móviles / Julián Rolando Camargo López, César Andrey Perdomo Charry, Óscar Julián Perdomo Charry. -- Primera edición. -- Bogotá : Ecoe Ediciones, 2025.

328 páginas. -- (Computación y tecnología de la información. Sistemas operativos móviles y portátiles)

Incluye datos curriculares de los autores -- Incluye referencias bibliográficas.

ISBN 978-958-508-475-9 -- 978-958-508-476-6 (pdf) -- 978-958-508-477-3 (epub)

1. Circuitos integrados 2. Ingeniería electrónica - Proyectos 3. Kodular (Programa de ordenador) 4. Microcontroladores 5. Aplicaciones móviles I. Perdomo Charry, César Andrey, autor II. Perdomo Charry, Óscar Julián, autor

CDD: 004.165 ed. 23

CO-BoBN- a1145443



Área: Computación y tecnología de la información

Subárea: Sistemas operativos móviles y portátiles

ECOE
EDICIONES

© Julián Rolando Camargo López
© César Andrey Perdomo Charry
© Óscar Julián Perdomo Charry

© Ecoe Ediciones S.A.S.
info@ecoeediciones.com
www.ecoeediciones.com
Carrera 19 # 63 C 32
Teléfono: (+57) 321 226 46 09
Bogotá, Colombia

► Cita sugerida: Camargo López, J. R., Perdomo Charry, C. A., y Perdomo Charry, Ó. J. (2025). *Domina PSoC5LP y Kodular: 11 proyectos para integrar hardware y aplicaciones móviles*. Ecoe Ediciones.

Primera edición: Bogotá, 2025

ISBN: 978-958-508-475-9
e-ISBN (PDF): 978-958-508-476-6
e-ISBN (ePUB): 978-958-508-477-3

Directora editorial: Ana María Rueda G.
Coordinadora de producción editorial:
Alejandra Rondón Forero
Asistente administrativo editorial: Edwin Corzo S.
Corrección de estilo: Daniela Pérez
Diagramación: Paula Andrea Cubillos
Carátula: Laura Yillian Garnica
Impresión: Carvajal Soluciones de Comunicación
S.A.S. Carrera 69 # 15 - 24

La reproducción total de esta obra, ya sea en formato físico o digital, está estrictamente prohibida sin la autorización expresa del titular de los derechos. Asimismo, cualquier reproducción parcial de este libro, con o sin fines comerciales, en formato físico o digital, requiere la autorización previa.



DEDICATORIA



A mis tesoros más preciados: Valeria y Valentina,
ellas son mi inspiración cada día de mi vida.

Julián Rolando Camargo López

A Gabriel, mi mayor alegría.

Cesar Andrey Perdomo Charry

Dedicado a Ana y a Samantha.

Oscar Julián Perdomo Charry

CONTENIDO

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN AL PSoC5LP	1
1.1. Arquitectura general	2
1.1.1. Subsistema MCU	3
1.1.2. Subsistema de bloques analógicos y digitales configurables.....	3
1.1.3. Subsistema de enrutamiento programable y de interconexión	4
1.2. Características del PSoC5LP.....	4
1.2.1. Unidad Central de Procesamiento (CPU).....	4
1.2.2. Memoria.....	5
1.2.3. Recursos del sistema.....	5
1.2.3.1. Sistema de reloj.....	5
1.2.3.2. Sistema de manejo de alimentación	6
1.2.4. Sistema Digital	6
1.2.5. Sistema analógico	6
1.3. Herramientas de trabajo para el PSoC5LP	8
1.3.1. <i>Software</i> de desarrollo PSoC Creator.....	8
1.3.2. Sistema de desarrollo CY8CKIT-059 para PSoC5LP.....	11
1.3.2.1. Diagrama de bloques del CY8CKIT-059	12
1.3.2.2. Distribución de pines del sistema de desarrollo	13
 CAPÍTULO 2. INTRODUCCIÓN A KODULAR.....	 15
2.1. Descripción general de Kodular.....	15
2.2. Creación de aplicaciones en Kodular	17
2.2.1. Composición de una aplicación en Kodular	17
2.2.2. Iniciando con Kodular	19
2.2.3. Los bloques en Kodular	33

2.3. Ejemplos básicos en Kodular	46
2.3.1. Ejemplo 1: primeros pasos.....	46
2.3.1.1. El diseño en Kodular	46
2.3.1.2. El algoritmo en Kodular.....	49
2.3.2. Ejemplo 2: cambiando colores	52
2.3.2.1. El diseño en Kodular	52
2.3.2.2. El algoritmo en Kodular.....	56
2.3.3. Ejemplo 3: navegando en la red	58
2.3.3.1. El diseño en Kodular	58
2.3.3.2. El algoritmo en Kodular.....	60
2.3.4. Ejemplo 4: terminal de datos con bluetooth	63
2.3.4.1. Introducción	63
2.3.4.2. <i>Hardware</i> y componentes.....	67
2.3.4.3. <i>Software</i> en el PSoC5LP	70
2.3.4.4. El diseño en Kodular	72
2.3.4.5. El algoritmo en Kodular.....	76
CAPÍTULO 3. PROYECTOS CON PINES DIGITALES.....	87
3.1. Proyecto 1: encendido y apagado remoto de 4 LED.....	88
3.1.1. Introducción.....	88
3.1.2. <i>Hardware</i> y componentes	88
3.1.3. <i>Software</i> en el PSoC5LP	90
3.1.4. Aplicación en Kodular	93
3.2. Proyecto 2: sistema de control de aforo.....	100
3.2.1. Introducción.....	101
3.2.2. <i>Hardware</i> y componentes	102
3.2.3. <i>Software</i> en el PSoC5LP	104
3.2.4. Aplicación en Kodular	108
3.3. Proyecto 3: contador/temporizador programable	118
3.3.1. Introducción.....	119
3.3.2. <i>Hardware</i> y componentes	120
3.3.3. <i>Software</i> en el PSoC5LP	123
3.3.4. Aplicación en Kodular	133
CAPÍTULO 4. PROYECTOS DE TIEMPO POR <i>HARDWARE</i>	143
4.1. Proyecto 4: reloj digital con alarma	144
4.1.1. <i>Hardware</i> y componentes	144
4.1.2. <i>Software</i> en el PSoC5LP	147
4.1.3. Aplicación en Kodular	151
4.2. Proyecto 5: contador de objetos con ultrasonido.....	160
4.2.1. Introducción.....	161
4.2.2. <i>Hardware</i> y componentes	162
4.2.3. <i>Software</i> en el PSoC5LP	165
4.2.4. Aplicación en Kodular	172
CAPÍTULO 5. PROYECTOS CON SEÑALES ANALÓGICAS	185
5.1. Proyecto 6: control de temperatura <i>On/Off</i>	186

5.1.1. Introducción.....	186
5.1.2. <i>Hardware</i> y componentes	188
5.1.3. <i>Software</i> en el PSoC5LP	191
5.1.4. Aplicación en Kodular	196
5.2. Proyecto 7: vatímetro digital de 15 W	205
5.2.1. Introducción.....	206
5.2.2. <i>Hardware</i> y componentes	207
5.2.3. <i>Software</i> en el PSoC5LP	210
5.2.4. Aplicación en Kodular	212
CAPÍTULO 6. PROYECTOS CON PWM	219
6.1. Proyecto 8: dimmer digital de 4 canales controlado por PWM.....	220
6.1.1. Introducción.....	220
6.1.2. <i>Hardware</i> y componentes	222
6.1.3. <i>Software</i> en el PSoC5LP	224
6.1.4. Aplicación en Kodular	231
6.2. Proyecto 9: control de posición de un servomotor.....	239
6.2.1. Introducción.....	240
6.2.2. <i>Hardware</i> y componentes	242
6.2.3. <i>Software</i> en el PSoC5LP	245
6.2.4. Aplicación en Kodular	248
CAPÍTULO 7. PROYECTOS DE COMUNICACIONES SERIALES.....	257
7.1. Proyecto 10: control de matriz de LED 8x8 por SPI.....	257
7.1.1. Introducción.....	258
7.1.2. <i>Hardware</i> y componentes	261
7.1.3. <i>Software</i> en el PSoC5LP	263
7.1.4. Aplicación en Kodular	275
7.2. Proyecto 11: temperatura y humedad con I2C.....	282
7.2.1. Introducción.....	282
7.2.2. <i>Hardware</i> y componentes	285
7.2.3. <i>Software</i> en el PSoC5LP	287
7.2.4. Aplicación en Kodular	290
REFERENCIAS	301

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	El PSoC integra características de diversas plataformas	1
Figura 2.	El PSoC5LP en el portafolio de PSoC.....	2
Figura 3.	Bloques que conforman la arquitectura del PSoC5LP	3
Figura 4.	Esquema general del PSoC5LP.....	4
Figura 5.	Sistema digital del PSoC5LP	6
Figura 6.	Diagrama de bloques sistema analógico	7
Figura 7.	Página inicial del PSoC Creator v4.4	9
Figura 8.	Proceso para crear un nuevo proyecto en PSoC Creator.....	10
Figura 9.	Áreas de trabajo para el desarrollo de aplicaciones con PSoC Creator	10
Figura 10.	Kit de desarrollo CY8CKIT-059 para PSoC5LP	11
Figura 11.	Diagrama de bloques del kit CY8CKIT-059.....	12
Figura 12.	Tarjeta de desarrollo CY8CKIT-059.....	13
Figura 13.	Histórico de disponibilidad para el sitio web de la plataforma	16
Figura 14.	Propiedad <i>asset</i> de los componentes en Kodular	18
Figura 15.	Ventana de configuración de Kodular.....	19
Figura 16.	Proceso para crear un nuevo proyecto en Kodular.....	20
Figura 17.	Áreas de trabajo para el desarrollo de aplicaciones con Kodular	21
Figura 18.	Zona de <i>bloques</i> de la plataforma Kodular.....	34
Figura 19.	Propiedades del <i>Screen1</i> del <i>Ejemplo 1</i>	47

Figura 20.	Propiedades del <i>SelectorDeFecha</i> del <i>Ejemplo 1</i>	48
Figura 21.	Visor del <i>Ejemplo 1</i> en Kodular	49
Figura 22.	Función para enviar a la etiqueta la fecha seleccionada en el <i>Ejemplo 1</i>	49
Figura 23.	Función para generar una notificación en el <i>Ejemplo 1</i>	50
Figura 24.	Conexión con el <i>smarphone</i> para verificar la aplicación desarrollada	51
Figura 25.	Aplicación del <i>Ejemplo 1</i> ejecutándose en un <i>smartphone</i> real.....	52
Figura 26.	Página de Google Fonts.....	55
Figura 27.	Visor del <i>Ejemplo 2</i> en Kodular	55
Figura 28.	Funciones para iniciar el color del lienzo en negro para el <i>Ejemplo 2</i>	56
Figura 29.	Función para incrementar el valor del color rojo en el <i>Ejemplo 2</i>	57
Figura 30.	Función para decrementar el valor del color rojo en el <i>Ejemplo 2</i>	57
Figura 31.	Aplicación del <i>Ejemplo 2</i> ejecutándose en un <i>smartphone</i> real.....	58
Figura 32.	Visor del <i>Ejemplo 3</i> en Kodular	59
Figura 33.	Función para inicializar algunos componentes en el <i>Ejemplo 3</i>	61
Figura 34.	Función para cargar automáticamente el video 1 en el <i>Ejemplo 3</i>	61
Figura 35.	Funciones asociadas a los botones del navegador para el <i>Ejemplo 3</i>	62
Figura 36.	Funciones para reproducir alguno de los cuatro videos del <i>Ejemplo 3</i>	62
Figura 37.	Aplicación del <i>Ejemplo 3</i> ejecutándose en un <i>smartphone</i> real.....	63
Figura 38.	Módulo <i>bluetooth</i> HC-05	65
Figura 39.	Diagrama de bloques del componente UART del PSoC5LP	66
Figura 40.	Diagrama con los componentes del PSoC5LP utilizados en el <i>Ejemplo 4</i>	68
Figura 41.	Montaje del <i>Ejemplo 4</i> en protoboard.....	70
Figura 42.	Visor del <i>Ejemplo 4</i> en Kodular	76
Figura 43.	Función para inicializar algunos componentes en el <i>Ejemplo 4</i>	77
Figura 44.	Función para determinar el estado del <i>bluetooth</i> en el <i>Ejemplo 4</i>	78
Figura 45.	Funciones para seleccionar la conexión de <i>bluetooth</i> en el <i>Ejemplo 4</i>	78
Figura 46.	Función para la conexión/desconexión del <i>bluetooth</i> en el <i>Ejemplo 4</i>	79
Figura 47.	Subrutinas de conexión y desconexión del <i>bluetooth</i> para el <i>Ejemplo 4</i>	79
Figura 48.	Subrutina para generar retardos de tiempo en el <i>Ejemplo 4</i>	80
Figura 49.	Funciones para enviar o borrar datos en el terminal del <i>Ejemplo 4</i>	80
Figura 50.	Función para leer los datos del <i>bluetooth</i> en el <i>Ejemplo 4</i>	81

Figura 51.	Función para conmutar el estado del LED en el <i>Ejemplo 4</i>	82
Figura 52.	<i>Ejemplo 4</i> ejecutándose en un <i>smartphone</i> real, selección del bluetooth	83
Figura 53.	<i>Ejemplo 4</i> ejecutándose en un <i>smartphone</i> real, conexión a bluetooth.....	83
Figura 54.	Proceso <i>Terminal</i> de Datos en Kodular y en un PC para el <i>Ejemplo 4</i>	84
Figura 55.	<i>Ejemplo 4</i> en un <i>smartphone</i> real, control del LED.....	85
Figura 56.	Diagrama con los componentes del PSoC5LP utilizados en el <i>Proyecto 1</i>	89
Figura 57.	Montaje del <i>Proyecto 1</i> en protoboard.....	90
Figura 58.	Visor del <i>Proyecto 1</i> en Kodular	94
Figura 59.	Función de inicialización de componentes para el <i>Proyecto 1</i>	95
Figura 60.	Función de conexión/desconexión del bluetooth para el <i>Proyecto 1</i>	96
Figura 61.	Subrutina de conexión del bluetooth para el <i>Proyecto 1</i>	96
Figura 62.	Subrutina de desconexión del bluetooth para el <i>Proyecto 1</i>	97
Figura 63.	Funciones para conmutar el estado del LED 1 en el <i>Proyecto 1</i>	97
Figura 64.	Funciones para encender o apagar todos los LEDs en el <i>Proyecto 1</i>	98
Figura 65.	Subrutina para leer los datos del <i>bluetooth</i> en el <i>Proyecto 1</i>	99
Figura 66.	Aplicación del <i>Proyecto 1</i> ejecutándose en un <i>smartphone</i> real.....	100
Figura 67.	Diagrama con los componentes del PSoC5LP utilizados en el <i>Proyecto 2</i>	102
Figura 68.	Montaje del <i>Proyecto 2</i> en <i>protoboard</i>	104
Figura 69.	Visor del <i>Proyecto 2</i> en Kodular	109
Figura 70.	Función de inicialización del <i>Screen1</i> para el <i>Proyecto 2</i>	112
Figura 71.	Función para dibujar barras horizontales y verticales en el <i>Proyecto 2</i>	113
Figura 72.	Función de conexión/desconexión del <i>bluetooth</i> para el <i>Proyecto 2</i>	113
Figura 73.	Subrutina que actualiza la barra vertical del contador de ingreso	114
Figura 74.	Función para actualizar la barra vertical del contador de aforo	115
Figura 75.	Función para actualizar el aforo máximo permitido en el <i>Proyecto 2</i>	116
Figura 76.	Subrutina para leer los datos del <i>bluetooth</i> en el <i>Proyecto 2</i>	117
Figura 77.	Función para solicitar al PSoC5LP el reinicio de todos los contadores	118
Figura 78.	Aplicación del <i>Proyecto 2</i> ejecutándose en un <i>smartphone</i> real	118
Figura 79.	Diagrama circuital con solución propuesta al <i>Proyecto 3</i>	121

Figura 80.	Montaje del <i>Proyecto 3</i> en <i>protoboard</i>	123
Figura 81.	Menú inicial generado al ejecutar el algoritmo del <i>Proyecto 3</i>	133
Figura 82.	Resultado al ejecutar el algoritmo del <i>Proyecto 3</i> en modo <i>Contador</i>	133
Figura 83.	Resultado al ejecutar el algoritmo en modo <i>Temporizador</i>	133
Figura 84.	Visor del <i>Proyecto 3</i> en Kodular	134
Figura 85.	Subrutina de conexión del <i>bluetooth</i> para el <i>Proyecto 3</i>	136
Figura 86.	Subrutina de desconexión del <i>bluetooth</i> para el <i>Proyecto 3</i>	137
Figura 87.	Función para habilitar el modo contador al oprimir la tecla A.....	137
Figura 88.	Subrutina para habilitar las teclas numéricas	138
Figura 89.	Subrutina capturar el valor de tecla numérica oprimida	139
Figura 90.	Función asociada a la tecla # en el <i>Proyecto 3</i>	139
Figura 91.	Función asociada a la tecla * en el <i>Proyecto 3</i>	140
Figura 92.	Rutina para leer los datos del <i>bluetooth</i> en el <i>Proyecto 3</i>	141
Figura 93.	Aplicación del <i>Proyecto 3</i> ejecutándose en un <i>smartphone</i> real.....	142
Figura 94.	Diagrama circuital con solución propuesta al <i>Proyecto 4</i>	145
Figura 95.	Montaje del <i>Proyecto 4</i> en <i>protoboard</i>	146
Figura 96.	Visor del <i>Proyecto 4</i> en Kodular	152
Figura 97.	Función para la conexión/desconexión del <i>bluetooth</i> en el <i>Proyecto 4</i>	154
Figura 98.	Subrutinas de conexión y desconexión del <i>bluetooth</i> en el <i>Proyecto 4</i>	155
Figura 99.	Función para Activar/Desactivar la alarma del reloj en el <i>Proyecto 4</i>	156
Figura 100.	Funciones para incrementar o decrementar las horas de la alarma	156
Figura 101.	Funciones de incremento o decremento de los minutos de la alarma	157
Figura 102.	Función y subrutina para sincronizar el reloj del <i>Proyecto 4</i>	158
Figura 103.	Subrutina utilizada para obtener la hora del reloj del <i>smartphone</i>	158
Figura 104.	Subrutina utilizada para obtener la fecha del <i>smartphone</i>	159
Figura 105.	Rutina para leer los datos del <i>bluetooth</i> en el <i>Proyecto 4</i>	159
Figura 106.	Aplicación del <i>Proyecto 4</i> ejecutándose en un <i>smartphone</i> real.....	160
Figura 107.	Sensor de ultrasonido de referencia HC-SR04.....	161
Figura 108.	Diagrama de tiempo del sensor de ultrasonido HC-SR04.....	162
Figura 109.	Diagrama circuital con la solución propuesta al <i>Proyecto 5</i>	163
Figura 110.	Montaje del <i>Proyecto 5</i> en <i>protoboard</i>	164
Figura 111.	Resultado al ejecutar el algoritmo que soluciona el <i>Proyecto 5</i>	172
Figura 112.	Visor del <i>Proyecto 5</i> en Kodular	173

Figura 113.	Función para inicializar algunos componentes en el <i>Proyecto 5</i>	177
Figura 114.	Función para la conexión/desconexión del <i>bluetooth</i> en el <i>Proyecto 5</i>	178
Figura 115.	Rutina para leer los datos del <i>bluetooth</i> en el <i>Proyecto 5</i> (Parte 1).....	178
Figura 116.	Rutina para leer los datos del <i>bluetooth</i> en el <i>Proyecto 5</i> (Parte 2).....	180
Figura 117.	Subrutina para seleccionar el modo de operación del contador.....	181
Figura 118.	<i>Proyecto 5</i> ejecutándose en un <i>smartphone real</i> (Parte 1)	182
Figura 119.	<i>Proyecto 5</i> ejecutándose en un <i>smartphone real</i> (Parte 2)	183
Figura 120.	ADC por aproximaciones sucesivas.....	187
Figura 121.	Decimador del ADC Delta Sigma	187
Figura 122.	Diagrama circuital con solución propuesta al <i>Proyecto 6</i>	188
Figura 123.	Montaje del <i>Proyecto 6</i> en <i>protoboard</i>	190
Figura 124.	Resultado al ejecutar el algoritmo en el PSoC5LP para el <i>Proyecto 6</i>	196
Figura 125.	Visor del <i>Proyecto 6</i> en Kodular	197
Figura 126.	Función para la conexión/desconexión del <i>bluetooth</i> en el <i>Proyecto 6</i>	201
Figura 127.	Función para actualizar el <i>set point</i> de la Temperatura Baja.....	201
Figura 128.	Rutina para leer los datos del <i>bluetooth</i> en el <i>Proyecto 6</i>	202
Figura 129.	Funciones asociadas al reconocimiento de voz en el <i>Proyecto 6</i>	203
Figura 130.	<i>Proyecto 6</i> ejecutándose en un <i>smartphone real</i> , estados iniciales	204
Figura 131.	<i>Proyecto 6</i> ejecutándose en un <i>smartphone real</i> , cambio de <i>set point</i>	204
Figura 132.	<i>Proyecto 6</i> en un <i>smartphone real</i> , reconocimiento de voz.....	205
Figura 133.	Diagrama de bloques del sensor de corriente ACS712.....	206
Figura 134.	Curva de respuesta del sensor de corriente ACS712-05.....	207
Figura 135.	Diagrama circuital con la solución propuesta al <i>Proyecto 7</i>	208
Figura 136.	Montaje del <i>Proyecto 7</i> en <i>protoboard</i>	209
Figura 137.	Resultado al ejecutar el algoritmo en el PSoC5LP para el <i>Proyecto 7</i>	212
Figura 138.	Visor del <i>Proyecto 7</i> en Kodular	213
Figura 139.	Función para inicializar algunos componentes en el <i>Proyecto 7</i>	215
Figura 140.	Subrutina para dibujar ejes coordenados y cuadrícula del voltaje.....	215
Figura 141.	Rutina para leer los datos del <i>bluetooth</i> en el <i>Proyecto 7</i>	216
Figura 142.	Subrutina para dibujar en la gráfica el valor del voltaje recibido.....	217
Figura 143.	<i>Proyecto 7</i> ejecutándose en un <i>smartphone real</i>	218
Figura 144.	Señal PWM con diferentes ciclos útiles.....	219
Figura 145.	Diagrama de bloques del componente PWM del PSoC5LP.....	221
Figura 146.	Diagrama circuital con solución propuesta al <i>Proyecto 8</i>	222

Figura 147.	Montaje del <i>Proyecto 8</i> en <i>protoboard</i>	224
Figura 148.	Resultado al ejecutar el algoritmo en el PSoC5LP para el <i>Proyecto 8</i>	230
Figura 149.	Imágenes en osciloscopio de los canales del dimmer del <i>Proyecto 8</i>	231
Figura 150.	Visor del <i>Proyecto 8</i> en Kodular	232
Figura 151.	Función para la conexión/desconexión del <i>bluetooth</i> en el <i>Proyecto 8</i>	234
Figura 152.	Subrutinas de conexión y desconexión del <i>bluetooth</i> en el <i>Proyecto 8</i>	235
Figura 153.	Función para solicitar el valor del ciclo útil de los canales del dimmer	235
Figura 154.	Función que inicia el cambio del ciclo útil del PWM del Canal 1	236
Figura 155.	Función para actualizar el ciclo útil del PWM del Canal 1.....	236
Figura 156.	Rutina para leer los datos del <i>bluetooth</i> en el <i>Proyecto 8</i> (Parte 1)	237
Figura 157.	Rutina para leer los datos del <i>bluetooth</i> en el <i>Proyecto 8</i> (Parte 2)	238
Figura 158.	<i>Proyecto 8</i> ejecutándose en un <i>smartphone</i> real	239
Figura 159.	Relación entre la señal PWM y la posición del servomotor	241
Figura 160.	Diagrama circuital con solución propuesta al <i>Proyecto 9</i>	243
Figura 161.	Montaje del <i>Proyecto 9</i> en <i>protoboard</i>	244
Figura 162.	Resultado al ejecutar el algoritmo que soluciona el <i>Proyecto 9</i>	248
Figura 163.	Visor del <i>Proyecto 9</i> en Kodular	249
Figura 164.	Subrutina para dibujar un rectángulo en el <i>Proyecto 9</i>	252
Figura 165.	Función para la conexión/desconexión del <i>bluetooth</i> en el <i>Proyecto 9</i>	253
Figura 166.	Subrutinas de conexión y desconexión del <i>bluetooth</i> en el <i>Proyecto 9</i>	253
Figura 167.	Rutina para leer los datos del <i>bluetooth</i> en el <i>Proyecto 9</i>	254
Figura 168.	Subrutina para dibujar la barra vertical que representa el ángulo	255
Figura 169.	Funciones para actualizar el ángulo del servomotor	256
Figura 170.	<i>Proyecto 9</i> ejecutándose en un <i>smartphone</i> real	256
Figura 171.	Señales utilizadas en la comunicación SPI.....	259
Figura 172.	Diagrama circuital con solución propuesta al <i>Proyecto 10</i>	261
Figura 173.	Montaje del <i>Proyecto 10</i> en <i>protoboard</i>	263
Figura 174.	Resultado al ejecutar el algoritmo que soluciona el <i>Proyecto 10</i>	274
Figura 175.	Visor del <i>Proyecto 10</i> en Kodular	275
Figura 176.	Función para la conexión/desconexión del <i>bluetooth</i> en el <i>Proyecto 10</i>	277

Figura 177.	Subrutinas de conexión y desconexión del <i>bluetooth</i> en el <i>Proyecto 10</i>	278
Figura 178.	Función que realiza el cambio a la secuencia 0 en la matriz de LED	279
Figura 179.	Funciones para seleccionar tiempo y solicitar parámetros al PSoC5LP.....	280
Figura 180.	Rutina para leer los datos del <i>bluetooth</i> en el <i>Proyecto 10</i>	281
Figura 181.	<i>Proyecto 10</i> ejecutándose en un <i>smartphone</i> real.....	282
Figura 182.	Conexión típica del bus I ² C.....	283
Figura 183.	Diagrama circuital con solución propuesta al <i>Proyecto 11</i>	286
Figura 184.	Montaje del <i>Proyecto 11</i> en <i>protoboard</i>	287
Figura 185.	Resultado al ejecutar el algoritmo que soluciona el <i>Proyecto 11</i>	290
Figura 186.	Visor del <i>Proyecto 11</i> en Kodular	291
Figura 187.	Función para inicializar algunos componentes en el <i>Proyecto 11</i>	293
Figura 188.	Subrutina para dibujar ejes y cuadrícula de ambos valores (Parte 1)	294
Figura 189.	Subrutina para dibujar ejes y cuadrícula de ambos valores (Parte 2)	295
Figura 190.	Subrutina para mostrar en un galvanómetro valor de la temperatura	296
Figura 191.	Rutina para leer los datos del <i>bluetooth</i> en el <i>Proyecto 11</i>	297
Figura 192.	Subrutina para dibujar en la gráfica el valor de la temperatura recibida	298
Figura 193.	Subrutina para dibujar en la gráfica el valor de la humedad recibida	298
Figura 194.	<i>Proyecto 11</i> ejecutándose en un <i>smartphone</i> real, estados iniciales	299
Figura 195.	<i>Proyecto 11</i> ejecutándose en un <i>smartphone</i> real en plena operación.....	300

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Componentes de Kodular organizados por categorías.....	22
Tabla 2.	Bloques en Kodular organizados por categorías	35
Tabla 3.	Comandos AT del módulo bluetooth HC-05	64
Tabla 4.	Listado de componentes utilizados en el <i>Ejemplo 4</i>	69
Tabla 5.	Listado de componentes utilizados en el <i>Proyecto 1</i>	96
Tabla 6.	Listado de componentes utilizados en el <i>Proyecto 2</i>	103
Tabla 7.	Pines utilizados para la conexión de una LCD al PSoC5LP	120
Tabla 8.	Listado de componentes del <i>Proyecto 3</i>	122
Tabla 9.	Listado de componentes del <i>Proyecto 4</i>	146
Tabla 10.	Listado de componentes del <i>Proyecto 5</i>	164
Tabla 11.	Listado de componentes del <i>Proyecto 6</i>	190
Tabla 12.	Listado de componentes del <i>Proyecto 7</i>	209
Tabla 13.	Listado de componentes utilizados en el <i>Proyecto 8</i>	223
Tabla 14.	Listado de componentes utilizados en el <i>Proyecto 9</i>	244
Tabla 15.	Comandos soportados por el módulo MAX7219.....	260
Tabla 16.	Listado de componentes utilizados para el <i>Proyecto 10</i>	263
Tabla 17.	Registros del sensor de humedad y temperatura AM2320	285
Tabla 18.	Listado de componentes para el <i>Proyecto 11</i>	287

Sistema de Información en Línea



Al final del libro encontrará la información para ingresar al **Sistema de información en Línea** - SIL - donde podrá acceder a distintos ejemplos y proyectos realizados en Kodular que le ayudarán a profundizar el tema.