

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	17
CAPÍTULO 1. MICROCONTROLADORES	19
1.1 MICROCONTROLADOR	19
1.1.1 Controlador y microcontrolador	19
1.1.2 Diferencia entre microprocesador y microcontrolador	21
1.1.3 Aplicaciones de los microcontroladores	22
1.1.4 El mercado de los microcontroladores	22
1.1.5 ¿Qué microcontrolador emplear?	24
1.2 RECURSOS COMUNES A TODOS LOS MICROCONTROLADORES	26
1.2.1 Arquitectura básica	26
1.2.2 El procesador o UCP	27
1.2.3 Memoria	28
1.2.4 Puertas de entrada y salida	30
1.2.5 Reloj principal	30
1.3 RECURSOS ESPECIALES	31
1.3.1 Temporizadores o <i>Timers</i>	32
1.3.2 Perro guardián o <i>Watchdog</i>	32
1.3.3 Protección ante fallo de alimentación o <i>Brownout</i>	32
1.3.4 Estado de reposo o de bajo consumo	32
1.3.5 Conversor de analógico a digital (A/D)	33
1.3.6 Conversor de digital a analógico (D/A)	33
1.3.7 Comparador analógico	33
1.3.8 Modulador de anchura de impulsos o PWM	33

1.3.9 Puertas de Entrada/Salida (E/S) digitales.....	33
1.3.10 Puertas de comunicación.....	34
1.4 HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DE APLICACIONES.....	34
1.4.1 Desarrollo del software	35
1.4.2 Depuración	35
1.4.3 Grabación	36
CAPÍTULO 2. MICROCONTROLADORES PIC	39
2.1 MICROCONTROLADORES PIC	39
2.2 CARACTERÍSTICAS COMUNES.....	40
2.2.1 Arquitectura.....	40
2.2.2 Segmentación	40
2.2.3 Formato de las instrucciones	41
2.2.4 Juego de instrucciones.....	41
2.2.5 Todas las instrucciones son ortogonales	41
2.2.6 Arquitectura basada en un “banco de registros”	41
2.2.7 Diversidad de modelos de microcontroladores con prestaciones y recursos diferentes	41
2.2.8 Herramientas de soporte potentes y económicas	41
2.3 LAS GAMAS DE PIC.....	42
2.3.1 La gama enana: PIC12C(F)XXX de 8 patitas.....	42
2.3.2 Gama baja o básica: PIC16C5X con instrucciones de 12 bits	43
2.3.3 Gama media: PIC16CXXX con instrucciones de 14 bits	45
2.3.4 Gama alta: PIC17CXXX con instrucciones de 16 bits	47
2.3.5 Gama alta: PIC18CXXXX con instrucciones de 16 bits	48
2.4 MICROCONTROLADOR PIC16F84.....	48
2.4.1 Arquitectura interna.....	48
2.4.2 Pines y funciones.....	50
2.4.2.1 Puerto A.....	50
2.4.2.2 Puerto B	51
2.4.2.3 Pines adicionales.....	51
2.5 MICROCONTROLADOR PIC16F877A.....	52
2.5.1 Arquitectura interna.....	52
2.5.2 Pines y funciones.....	53
2.5.2.1 Puerto A.....	54
2.5.2.2 Puerto B	55
2.5.2.3 Puerto C	55
2.5.2.4 Puerto D.....	56
2.5.2.5 Puerto E	56

2.5.2.6 Pines adicionales.....	57
2.6 MICROCONTROLADOR PIC18F2550.....	57
2.6.1 Arquitectura interna.....	57
2.6.2 Pines y funciones.....	58
2.6.2.1 Puerto A.....	59
2.6.2.2 Puerto B.....	60
2.6.2.3 Puerto C.....	60
2.6.2.4 Puerto E.....	61
2.6.2.5 Pines adicionales.....	61
2.7 MICROCONTROLADOR PIC18F4550.....	61
2.7.1 Arquitectura Interna.....	61
2.7.2 Pines y funciones.....	62
2.7.2.1 Puerto A.....	63
2.7.2.2 Puerto B.....	64
2.7.2.3 Puerto C.....	65
2.7.2.4 Puerto D.....	65
2.7.2.5 Puerto E.....	66
2.7.2.6 Pines adicionales.....	66
CAPÍTULO 3. COMANDOS PIC BASIC PRO	67
3.1 @.....	67
3.2 ADCIN.....	68
3.3 BRANCH.....	68
3.4 BUTTON.....	69
3.5 CALL.....	71
3.6 CLEAR.....	71
3.7 CLEARWDT.....	72
3.8 COUNT.....	72
3.9 DATA.....	72
3.10 DTMFOUT.....	73
3.11 EEPROM.....	75
3.12 END.....	75
3.13 FOR... NEXT.....	75
3.14 FREQOUT.....	76
3.15 GOSUB.....	77
3.16 GOTO.....	77
3.17 HIGH.....	78
3.18 I2CREAD.....	78
3.19 I2CWRITE.....	79

3.20 IF... THEN	80
3.21 INPUT.....	81
3.22 LCDIN	81
3.23 LCDOUT	82
3.24 LOW	83
3.25 NAP.....	83
3.26 ON INTERRUPT	84
3.27 OUTPUT.....	85
3.28 PAUSE.....	85
3.29 PAUSEUS.....	86
3.30 POT.....	86
3.31 PULSIN.....	87
3.32 PULSOUT.....	87
3.33 PWM.....	88
3.34 RANDOM.....	89
3.35 READ.....	89
3.36 RETURN.....	89
3.37 REVERSE.....	90
3.38 SELECT CASE.....	90
3.39 SERIN2	91
3.40 SEROUT2.....	93
3.41 SHIFIN	94
3.42 SHIFOUT	96
3.43 SLEEP.....	97
3.44 SWAP	98
3.45 TOOGLE.....	98
3.46 TRIS.....	98
3.47 WHILE... WEND.....	99
3.48 WRITE.....	100
CAPÍTULO 4. INSTALACIÓN DE SOFTWARE.....	101
4.1 DESCRIPCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE DESARROLLO	101
4.1.1 El Editor CodeDesigner Lite.....	101
4.1.2 El Compilador PicBasic Pro.....	101
4.1.3 El Programador EPIC.....	102
4.2 INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE DESARROLLO	103
4.2.1 Paso 1: instalación de las herramientas de desarrollo	103

4.2.2 Paso 2: configuración de las herramientas de desarrollo	122
4.3 EMPLEO DE LAS HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN	124
4.3.1 Paso 1: idea clara de lo que se va a desarrollar	124
4.3.2 Paso 2: edición del programa	125
4.3.3 Paso 3: compilación del programa	126
4.3.4 Paso 4: grabación del microcontrolador	127
4.3.5 Paso 5: prueba de la aplicación	128
CAPÍTULO 5. CONEXIÓN DEL PUERTO SERIE CON VISUAL BASIC	129
5.1 EL PUERTO SERIE RS-232C	129
5.2 MICROSOFT VISUAL BASIC 6.0	131
5.3 PRUEBAS CON CABLE PARA PUERTO SERIE	132
5.3.1 Construcción del cable para puerto serie	132
5.3.2 Primera prueba	133
5.3.3 Segunda prueba	137
5.3.4 Tercera Prueba	140
5.4 PRUEBAS DE CONEXIÓN ENTRE COMPUTADOR Y MICROCONTROLADOR	143
5.4.1 Transmisión de datos al computador desde el microcontrolador (PIC-PC).....	145
5.4.1.1 Primera prueba	145
5.4.1.1.1 Utilizando el Hyper Terminal	146
5.4.1.1.2 Utilizando Visual Basic	151
5.4.1.2 Segunda prueba	152
5.4.1.2.1 Prueba con HyperTerminal	152
5.4.1.2.2 Prueba con Visual Basic	156
5.4.1.3 Tercera prueba	158
5.4.1.3.1 Prueba con HyperTerminal	159
5.4.1.3.2 Prueba con Visual Basic	160
5.4.2 Transmisión de datos al microcontrolador desde el computador (PC-PIC).....	161
5.4.2.1 Prueba con Visual Basic	163
CAPÍTULO 6. VISUALIZACIÓN DE DATOS	167
6.1 VISUALIZADOR DE 7 SEGMENTOS	167
6.1.1 Funcionamiento del visualizador de 7 segmentos	167
6.1.2 Interfaz con el microcontrolador	169
6.2 DECODIFICADOR 7447	171
6.2.1 Funcionamiento del decodificador 7447	172
6.2.2 Interfaz con el microcontrolador	173
6.3 PANTALLA DE CRISTAL LÍQUIDO (LCD)	176
6.3.1 Funcionamiento de la pantalla de cristal líquido	177

9.2 CONVERTOR DAC0808	251
9.2.1 Funcionamiento del DAC0808	251
9.2.2 Interfaz con el microcontrolador	252
9.2.3 Traducir a voltios	253
9.3 CONVERTOR DAC0800	256
9.3.1 Funcionamiento del DAC0800	257
9.3.2 Interfaz con el microcontrolador	257
9.3.3 Traducir a voltios	258
9.4 POTENCIÓMETRO DIGITAL DS1267	261
9.4.1 Funcionamiento del DS1267	261
9.4.2 Interfaz con el microcontrolador	262
9.4.3 Traducir a voltios	264
9.5 MODULACIÓN POR ANCHO DE PULSO: PWM	268
CAPÍTULO 10. MEMORIAS SERIALES Y PROTOCOLO I2C	275
10.1 MEMORIAS SERIALES	275
10.1.1 Características de las memorias seriales	275
10.1.2 Aplicaciones	276
10.2 MEMORIA SERIAL 24LC256	277
10.2.1 Características del bus	278
10.2.2 Direccionamiento y operación de la memoria	279
10.2.3 Operación de escritura	279
10.2.4 Operación de lectura	280
10.2.5 Descripción de pines	281
10.3 INTERFAZ CON EL MICROCONTROLADOR	282
10.3.1 Lectura de la memoria 24LC256	282
10.3.2 Escritura de la memoria 24LC256	284
10.4 APLICACIÓN CON EL MICROCONTROLADOR	284
CAPÍTULO 11. COMUNICACIÓN INALÁMBRICA	287
11.1 SISTEMA ELECTRÓNICO DE COMUNICACIÓN	287
11.2 TRANSMISIÓN DE DATOS	288
11.3 TRANSMISOR DE RF TWS-434	289
11.3.1 Diagrama de pines del transmisor TWS-434	290
11.4 RECEPTOR DE RF RWS-434	290
11.4.1 Diagrama de pines del receptor RWS-434	291
11.5 ANTENAS PARA EL TRANSMISOR Y EL RECEPTOR	291
11.6 CODIFICADOR Y DECODIFICADOR DE 4 BITS	292

11.6.1 Codificador HT-12E y decodificador HT-12D	292
11.6.2 Diagrama de pines del codificador HT-12E.....	292
11.6.3 Diagrama de pines del codificador HT-12D	293
11.7 CODIFICADOR Y DECODIFICADOR DE 8 BITS	293
11.7.1 Codificador HT-640 y decodificador HT-648L.....	293
11.7.2 Diagrama de pines del codificador HT-640	294
11.7.3 Diagrama de pines del codificador HT-648L.....	294
11.8 CIRCUITOS DE PRUEBA DE TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN PARALELA ..	295
11.9 CIRCUITOS DE PRUEBA DE TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN SERIE.....	297
11.9.1 Prueba con Visual Basic.....	300
CAPÍTULO 12. MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA	301
12.1 MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA	301
12.2 CIRCUITOS DE CAMBIO DE GIRO.....	302
12.2.1 Circuito puente en H	302
12.2.2 Circuito basado en relé.....	304
12.2.3 Conexión de motores de c.c. y microcontrolador para un cambio de giro	306
12.3 CONTROL DE VELOCIDAD	310
12.3.1 Conexión de motores de c.c. y microcontrolador para variar la velocidad.....	311
CAPÍTULO 13. MOTORES PASO A PASO	317
13.1 MOTOR PASO A PASO	317
13.2 MOTOR PASO A PASO BIPOLAR	318
13.2.1 Circuito integrado L293D	319
13.2.2 Circuito de control de motor PaP bipolar con L293D	320
13.2.3 Control del motor PaP bipolar con el microcontrolador	321
13.3 MOTOR PASO A PASO UNIPOLAR	332
13.3.1 Circuito integrado ULN2803	332
13.3.2 Circuito de control de motor PaP unipolar con ULN2803.....	333
13.3.3 Configuración con transistores y diodos	335
13.3.4 Control del motor PaP unipolar con el microcontrolador	335
CAPÍTULO 14. SERVOMOTOR	347
14.1 SERVOMOTOR.....	347
14.2 ESTRUCTURA INTERNA Y FUNCIONAMIENTO	348
14.2.1 Control de posición	349
14.2.2 Utilización	350
14.2.3 Terminales.....	351
14.2.4 Control del servomotor con el microcontrolador	351

CAPÍTULO 15. RELOJ DE TIEMPO REAL	363
15.1 CIRCUITO INTEGRADO DS1302	363
15.1.1 Funcionamiento del DS1302	364
15.1.2 Resumen de comandos del DS1302	365
15.1.3 Interfaz con el microcontrolador	368
CAPÍTULO 16. TECLADOS.....	371
16.1 EL TECLADO MATRICIAL	371
16.1.1 Funcionamiento del teclado matricial	372
16.1.2 Interfaz con el microcontrolador	373
16.2 CIRCUITO INTEGRADO 74C922	376
16.2.1 Conexión del teclado matricial 4x4.....	377
16.2.1 Interfaz con el microcontrolador	378
CAPÍTULO 17. GPS.....	381
17.1 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL	381
17.2 PARTES DEL SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL	382
17.3 FUNCIONAMIENTO DEL GPS	383
17.4 APLICACIONES DEL GPS	384
17.5 MÓDULO RECEPTOR DE GPS DE PARALLAX	385
17.5.1 Diagrama de pines del GPS de Parallax.....	386
17.5.2 Lista de comandos del GPS de Parallax.....	386
17.5.3 Interfaz con el microcontrolador	387
17.6 MANIPULANDO EL GOOGLE MAPS	394
CAPÍTULO 18. USB.....	399
18.1 BUS UNIVERSAL EN SERIE (USB)	399
18.1.1 Características de transmisión.....	401
18.1.2 Diagrama de pines del conector USB A	401
18.1.3 Conectores y especificaciones.....	402
18.2 HERRAMIENTAS DE DESARROLLO PARA APLICACIÓN USB.....	403
18.2.1 MPLAB IDE	403
18.2.2 MicroCode Studio	412
18.3 CREACIÓN DE APLICACIÓN USB	426
18.3.1 Generación del proyecto.....	426
18.3.2 Circuito básico de comunicación por USB por medio del PIC18F4550	431
18.3.3 Apertura del proyecto.....	432
18.3.4 Desarrollo de aplicación: entrada y salida de 8 bits.....	437

BIBLIOGRAFÍA.....	445
MATERIAL ADICIONAL	447
ÍNDICE ALFABÉTICO.....	449