

ÍNDICE

Prólogo	XV
---------------	----

TEORÍA

1- PRINCIPIOS, CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES GENERALES

1-1 Controlador y microcontrolador	5
1-2 Controlador incrustado	9
1-3 Aplicaciones	9
1-4 Recursos comunes a todos los microcontroladores	13
1-4-1 Arquitectura básica	13
1-4-2 El procesador o UCP	15
1-4-3 Memoria	16
1-4-4 Puertas de Entrada y Salida	19
1-4-5 Reloj principal	19
1-5 Recursos especiales	20
1-5-1 Temporizadores o "Timers"	20
1-5-2 Perro guardián o "Watchdog"	21
1-5-3 Protección ante el fallo de alimentación o "Brownout"	22
1-5-4 Estado de Reposo o bajo consumo	22
1-5-5 Convertidor A/D	22
1-5-6 Convertidor D/A	22
1-5-7 Comparador analógico	23
1-5-8 Modulador de anchura de impulsos o PWM	23
1-5-9 Puertas de E/S digitales	23
1-5-10 Puertas de comunicación	24
1-6 Lenguajes de programación	24

1-7 Herramientas para el desarrollo de aplicaciones	25
1-8 El mercado mundial	28
1-9 Fabricantes	30
Ejercicios	32

2- LA FAMILIA DE LOS PIC

2-1 ¿Por qué los PIC?	37
2-2 Una corta y azarosa historia	38
2-3 Características relevantes	39
2-4 Análisis comparativo de prestaciones	42
2-5 Las tres gamas de PIC	45
2-5-1 Gama baja	49
2-5-2 Gama media	51
2-5-3 Gama alta	53
Ejercicios	54

3- ARQUITECTURA GENERAL DE LA GAMA BAJA

3-1 Introducción	59
3-2 El reloj y el ciclo de instrucción	61
3-3 Descripción de la arquitectura básica	64
3-4 Palabras de configuración e identificación	68
3-5 Registro de Estado	68
3-6 Encapsulados y diagramas de patitas	70
3-7 Reset	71
Ejercicios	75

4- ORGANIZACIÓN DE LA MEMORIA

4-1 Arquitectura Harvard	79
4-2 Memoria de programa	82
4-3 El Contador de programa	84
4-4 Memoria de datos	87
4-4-1 Modos de direccionamiento de los datos	89
4-5 Los Registros especiales del área de datos	91
Ejercicios	93

5- TEMPORIZADORES, PUERTAS DE E/S, RESET Y ESTADO DE REPOSO

5-1 Control de tiempos	97
------------------------------	----

5-2 El Temporizador Principal TMR0	99
5-2-1 El Registro de opciones	101
5-3 El Perro guardián WDT	102
5-4 Las Puertas de Entrada y Salida	104
5-5 Reinicialización o reset	108
5-6 El modo reposo o "SLEEP"	112
Ejercicios	113

6- REPERTORIO DE INSTRUCCIONES

6-1 Características generales	117
6-1-1 Diferencias entre los repertorios de las gamas baja y media	118
6-1-2 Definiciones y abreviaturas	119
6-2 Descripción y clasificación de las instrucciones de la gama baja	121
6-2-1 Instrucciones de transferencia	121
6-2-2 Instrucciones aritméticas	123
6-2-3 Instrucciones lógicas	123
6-2-4 Instrucciones de puesta a cero	124
6-2-5 Instrucciones de salto	124
6-2-6 Instrucciones para la manipulación de bits	125
6-2-7 Instrucciones especiales	126
6-3 Descripción detallada por orden alfabético	127
6-4 Instrucciones de la gama media	142
6-5 Compatibilidad y conversión de código	143
Ejercicios	145

7- PIC16CXX: LA POTENCIA Y FLEXIBILIDAD DE LA GAMA MEDIA

7-1 Presentación	149
7-1-1 Versiones comercializadas	151
7-2 Novedades y aportaciones	152
7-3 Arquitectura interna y organización de la memoria	154
7-3-1 El PC. Direccionamiento del programa	156
7-3-2 Direccionamiento de los datos	157
7-4 Ampliación del Banco de registros	159
7-4-1 El Registro de estado	161
7-4-2 El Registro de opciones	162
7-4-3 El Registro de interrupciones INTCON	162
7-4-4 Otros registros especiales	163
7-5 Palabras de configuración e identificación	165
Ejercicios	166

8- RECURSOS COMUNES E INTERRUPCIONES

8-1 Los parámetros decisivos	171
8-1-1 Diagrama de conexionado	176
8-1-2 Los poderosos PIC16C73/74	177
8-2 Recursos comunes	183
8-2-1 Oscilador principal	183
8-2-2 Perro guardián (WDT)	184
8-2-3 Temporizador TMR0	185
8-2-4 Reset	187
8-2-5 Modo de reposo (SLEEP)	190
8-3 Las interrupciones	190
8-3-1 Fases de una interrupción	194
8-3-2 Interrupciones en los PIC16C7X	195
Ejercicios	198

9- PERIFÉRICOS DE LA GAMA MEDIA

9-1 Las Puertas de E/S	203
9-1-1 Las Puertas de los PIC16C62X	204
9-1-2 Las Puertas de los PIC16C7X	208
9-2 Módulo de tensión de referencia	213
9-3 Comparadores analógicos	214
9-4 Temporizador TMR1	217
9-5 Temporizador TMR2	219
9-6 Módulos de Captura/Comparación/Modulación de anchura de impulsos (CCP)	221
9-6-1 Modo de Captura	222
9-6-2 Modo de Comparación	223
9-6-3 Modo de Modulación de anchura de impulsos	223
9-7 Puerta serie síncrona (SSP)	225
9-7-1 Modo SPI	226
9-7-2 Modo I ² C	227
9-8 Interfaz de comunicaciones serie (SCI)	230
9-9 Convertidor A/D	233
Ejercicios	238

10- MICROCONTROLADORES DE LA GAMA ALTA Y NUEVOS

10-1 Aportaciones de la gama alta	243
10-2 Arquitectura abierta	245
10-2-1 Diagrama de conexionado	248

10-3 Organización de la Memoria	250
10-3-1 Memoria de Programa	251
10-3-2 Memoria de datos	253
10-4 Periféricos	256
10-4-1 Puertas de E/S	256
10-4-2 Temporizadores TMR0, TMR1, TMR2 y TMR3	258
10-4-3 Módulo PWM	260
10-4-4 Módulo de Captura	261
10-4-5 Interfaz de comunicaciones serie (SCI)	262
10-5 Repertorio de Instrucciones	264
10-6 Microcontroladores nuevos y especiales	268
10-6-1 Microcontroladores PIC12C5XX de ocho patitas	268
10-6-2 Microcontroladores PIC16C92X para control de LCD	269
Ejercicios	271

11- LAS HERRAMIENTAS DEL SISTEMA DE DESARROLLO

11-1 Sistema de desarrollo	275
11-2 Código máquina y Ensamblador	278
11-3 Lenguaje BASIC	279
11-3-1 Intérprete PBASIC	280
11-3-2 Compilador PBC	281
11-3-3 Compilador FBASIC	281
11-3-4 PIC BASIC	282
11-4 Lenguaje C	282
11-5 Emulación	282
11-5-1 Simulador	283
11-5-2 Simuladores híbridos	284
11-5-3 Depurador	285
11-5-4 ICE. Emulador “en circuito”	285

PRÁCTICAS

1- MANOS A LA OBRA: LAS HERRAMIENTAS DE TRABAJO

1-1 Herramientas para el diseño de proyectos	291
1-2 Grabador MultiPIC. Descripción general	297
1-3 Grabador PICSTART	297
1-4 Grabador MICRO’PIC PROGRAMMER	299
1-4-1 Circuito de alimentación	301
1-4-2 Descripción del esquema electrónico	301
1-4-3 El software	302
1-5 Sistema de desarrollo MultiPIC System	302

1-5-1 Módulos 01, 01SM y 01RS	303
1-5-2 Presentación de datos. Módulos 02 y 03	305
1-6 Sistema de desarrollo MICRO'PIC TRAINER	307
1-6-1 Circuito de alimentación	309
1-6-2 Periféricos de entrada	309
1-6-3 Periféricos de salida	311
1-6-4 El grabador	311
1-6-5 El conector de expansión	312
1-7 Sistema de desarrollo PIC-MDS	312
Ejercicios	314

2- SU PRIMER PROGRAMA

2-1 Introducción	317
2-2 Escritura del código fuente	319
2-3 Convenciones en la escritura del código fuente	321
2-4 El primer programa	322
2-4-1 Directivas	322
2-4-2 Código del programa	324
2-5 Ensamblado del programa	326
2-6 Código ejecutable	330
2-7 Simulación y depuración	331
2-8 Grabación del microcontrolador	334
2-8-1 Volcado del código ejecutable	334
2-8-2 Ejecución del programa	338
2-9 Experiencias con el MICRO'PIC TRAINER	339
Ejercicios	342

3- BUCLES

3-1 Bucles	347
3-1-1 Bucles infinitos	347
3-1-2 Bucles finitos	350
3-1-3 Bucles anidados	353
3-2 Cálculo del tiempo de ejecución	357
3-3 Experiencias	360
Ejercicios	372

4- ENTRADAS Y SALIDAS

4-1 Introducción	375
------------------------	-----

4-2 Interruptores y pulsadores	375
4-3 Rebotes	380
4-4 Eliminando los rebotes	383
4-5 Teclado matricial	386
Ejercicios	394

5- SUBROUTINAS

5-1 Importancia de las subrutinas	399
5-2 Las instrucciones CALL y RETURN	400
5-3 Librerías de subrutinas	402
5-4 Lectura de Tablas de datos en la memoria de programa	408
5-4-1 Programa TECLA.ASM	411
5-5 Experiencias	416
Ejercicios	421

6- INTERRUPCIONES

6-1 Introducción	425
6-2 Rutina de servicio de interrupción	426
6-3 Registros de interrupción y banderas	428
6-4 Interrupción TMR0	430
6-5 Interrupción INT	441
6-6 Interrupción por cambio de estado en la Puerta B	444
6-7 Interrupción EEPROM	449
6-8 Interrupción A/D	450
Ejercicios	451

7- MANEJO DE UNA PANTALLA LCD

7-1 Introducción	455
7-2 Adaptación de la pantalla LCD	456
7-3 Comandos de la pantalla LCD	462
7-4 Inicialización	465
7-5 Direccionado	466
7-5-1 Direccionamiento absoluto	468
7-5-2 Direccionamiento relativo	468
7-6 Librería de subrutinas LCD.LIB	468
Ejercicios	473

APÉNDICE. Soluciones a los ejercicios de Teoría	475
--	-----