

INDICE

| | |
|---|------|
| Prólogo | XIII |
| Capítulo 1. Microcontroladores Programables: La Solución está en un CHIP | 1 |
| 1.1. ¿Qué es un microcontrolador? | 1 |
| 1.1.1. Diferencia entre microprocesador y microcontrolador | 3 |
| 1.4. Arquitectura interna | 5 |
| 1.2.1. El procesador | 5 |
| 1.2.2. Memoria de programa | 6 |
| 1.2.3. Memoria de datos | 8 |
| 1.2.4. Líneas de E/S para los controladores de periféricos | 8 |
| 1.2.5. Recursos auxiliares | 8 |
| 1.3. Programación de los microcontroladores | 9 |
| 1.4. Instrumental de trabajo | 9 |
| Capítulo 2. Microcontroladores de 8 BITS: Los <<PIC>> | 15 |
| 2.1. La elección | 15 |
| 2.2. La familia de los PIC | 16 |
| 2.2.1. Gama baja o básica: PIC16C5X con instrucciones de 12 bits | 17 |
| 2.2.2. Gama media: PIC16CXXX con instrucciones de 14 bits | 17 |
| 2.2.3. Gama alta: PIC17CXXX con instrucciones de 16 bits | 19 |
| 2.2.4. Gama mejorada: PIC18CXXX con instrucciones de 16 bits | 20 |
| 2.2.5. los enanos de 8 patitas | 21 |
| 2.3. Descripción general y aplicaciones | 23 |
| Capítulo 3. Los sellos mágicos de Parallax | |
| 3.1. Acercando la tecnología | 27 |
| 3.2. el nacimiento y desarrollo de una empresa | 28 |
| 3.3. el microcontrolador es el Orebros del sistema | 32 |
| 3.4. La memoria EEPROM. Presentación del bus 12C | 35 |
| 3.5. sección de la entrada/salida serie del PC | 38 |
| 3.6. sección del regulador de tensión | 39 |
| 3.7. sección de las líneas de E/S para información con el mundo exterior | 39 |
| Capítulo 4. PBASIC: el lenguaje mas fácil del mundo | |
| 4.1 BASIC: el lenguaje mas fácil del mundo | 43 |
| 4.1.1. ventajas e inconvenientes | |
| 4.1.2. lo lenguajes usados para microcontroladores | 44 |
| 4.2. el editor Stamp | 46 |
| 4.3. el repertorio de instrucciones PBASIC | 49 |
| 4.4. El primer programa | 52 |
| 4.5. Práctica 1. manejando luz y sonido | |
| 4.5.1. objetivos | 56 |
| 4.5.2. fundamentos teóricos básicos e instrucciones empleadas | |
| 4.5.3. esquema electrónico | |
| 4.5.4. materiales necesarios | 57 |
| 4.5.5. montaje práctico | |
| 4.5.6. desarrollo de la práctica y ejecución del programa | 58 |
| 4.5.7. trabajo personal | 59 |
| 4.6. Práctica 2: control de un semáforo sonoro | |
| 4.6.1. objetivos | 60 |

| | |
|---|-----|
| 4.6.2. fundamentos teóricos básicos e instrucciones empleadas | |
| 4.6.3. esquema electrónico | |
| 4.6.4. materiales necesarios | |
| 4.6.5. montaje práctico | 61 |
| 4.6.6. desarrollo de la práctica y ejecución del programa | |
| 4.6.7. trabajo personal | |
| 4.7. Práctica 3: contador binario de 8 bits con alarma | |
| 4.7.1. objetivos | 63 |
| 4.7.2. fundamentos teóricos básicos e instrucciones empleadas | |
| 4.7.3. esquema electrónico | 64 |
| 4.7.4. materiales necesarios | |
| 4.7.5. montaje práctico | 65 |
| 4.7.6. desarrollo de la práctica y ejecución del programa | |
| Capítulo 5. El Primer Contacto con el PIC16X84 | 67 |
| 5.1. Pequeño, pobre pero resolución | 67 |
| 5.1.1. Variantes del PIC16X8X | 68 |
| 5.1.2. Diferencias entre los modelos PIC16X8X | |
| 5.2. El aspecto externo | 70 |
| 5.3. La frecuencia de funcionamiento. El reloj | 71 |
| 5.3.1. Tipos de osciladores | 73 |
| 5.4. Reinicialización o Reset | 75 |
| 5.5. El primer circuito práctico | 75 |
| 5.6. Una solución al diseño de proyectos: La tarjeta de prototipos | 77 |
| Capítulo 6. En el Interior del Procesador | 81 |
| 6.1. Una arquitectura moderna y revolucionaria | 81 |
| 6.1.1. Diferencias de la arquitectura del PIC16C84 con la de sus variantes | 84 |
| 6.2. Memoria de programa | 85 |
| 6.2.1. El contador de programa y la pila | 85 |
| 6.3. Memoria de datos RAM | 86 |
| 6.3.1. Memoria de datos RAM en el PIC16F84 y el PIC16CR84 | 89 |
| 6.3.2. Direccionamiento de la memoria de datos | 91 |
| 6.4. El registro de Estado | 93 |
| Capítulo 7. Los recursos fundamentales: temporizadores, puertas de ES/ y EEPROM de datos | |
| 7.1. El papel de los temporizados | 95 |
| 7.2. Temporizador/Contador TMR0 | |
| 7.2.1. El registro OPTION | 98 |
| 7.3. El perro Guardián (WDT) | 99 |
| 7.4. Las puertas de E/S | 101 |
| 7.4.1. La puerta A | 102 |
| 7.4.2. La puerta B | |
| 7.5. La palabra de configuración | 104 |
| 7.5.1. Palabras de Identificación (ID) | |
| 7.6. La memoria EEPROM de datos | 106 |
| Capítulo 8. Interrupciones, Reset y Recursos Auxiliares | 111 |
| 8.1. Importancia de las interrupciones | 111 |
| 8.2. Causas de interrupción | 112 |
| 8.2.1. El registro de control de interrupciones INTCON | 112 |

| | |
|--|-----|
| 8.2.2. Interrupción Externa INT | 116 |
| 8.2.3. Interrupción por desbordamiento del TMR0 | 117 |
| 8.2.4. Interrupción por cambio de estado en las líneas RB7: RB4 de la puerta B | 118 |
| 8.2.5. Interrupción por finalización de la escritura en la EEPROM de datos | 118 |
| 8.3. Reinicialización o Reset | 119 |
| 8.3.1. Reset por fallo en la alimentación (<<Brown Out>>) | 121 |
| 8.4. El modo de reposo o de bajo consumo | 123 |
| 8.5. Programación en serie de los PIC16X8X | 123 |
| Capítulo 9. Manejando el repertorio de instrucciones | |
| 9.1. Repertorio RISC | 125 |
| 9.2. tipos de formato | 126 |
| 9.2.1. operaciones orientadas a manejar registros de tamaño byte | 127 |
| 9.2.2. operaciones orientadas a manejar bits | 128 |
| 9.2.3. operaciones que manejan un valor inmediato o literal | 129 |
| 9.2.4. operaciones incondicionales de control del flujo del programa | 129 |
| 9.2.5. operaciones de salto condicional | 129 |
| 9.3. precisiones sobre nomenclatura y símbolos | 130 |
| 9.4. instrucciones que manejan registros | 130 |
| 9.5. instrucciones que manejan bits | 132 |
| 9.6. instrucciones rebrinco (skip) | 133 |
| 9.7. instrucciones que manejan operandos inmediatos | 134 |
| 9.8. instrucciones de control y especiales | 135 |
| Capítulo 10. Herramientas y Diseño de Proyectos | 139 |
| 10.1. Fases de diseño | 139 |
| 10.2. Herramientas accesibles | 141 |
| 10.2.1. La cabeza | 142 |
| 10.2.2. Editor de textos | 142 |
| 10.2.3. Ensamblador o Compilador | 142 |
| 10.2.4. Simulador software | 143 |
| 10.2.5. El grabador | 143 |
| 10.2.6. Sistema de desarrollo | 144 |
| 10.2.7. La tarjeta de prototipos | 145 |
| 10.3. Emular en circuito | 145 |
| 10.4. Introducción al diseño de proyectos. Puesta en hora | 146 |
| 10.5. Un dato electrónico | 151 |
| 10.6. semáforo regulable | 153 |
| 10.7. presentador de mensajes | 155 |
| 10.8. clave de acceso | 155 |
| Capítulo 11. Ejercicios de programación en ensamblador | |
| 11.1. Introducción | 159 |
| 11.2. el primer programa: aprendiendo a sumar | |
| 11.3. El segundo programa de calentamiento. Explorando interruptores y encendiendo luces | 168 |
| 11.4. el tercer programa con diseño hardware | 174 |
| 11.5. el cuarto programa: contando y visualizando | 181 |
| 11.6. el quinto programa de aprendizaje: controlando el tiempo | 185 |
| 11.7. las interrupciones | 193 |

| | |
|--|-----|
| 11.8. el sexto ejercicio práctico: manejando interrupciones | 193 |
| 11.9. séptimo ejercicio: programas con un poco de todo, manejando el registro de trabajo W | 199 |
| Capítulo 12. Los primeros diseños prácticos | 207 |
| 12.1. presentación | 207 |
| 12.2. PRACTICA 0: herramientas de desarrollo | 207 |
| 12.2.1. objetivos | 207 |
| 12.2.2. herramientas hardware | 208 |
| 12.2.3. herramientas software | 210 |
| 12.2.4. tutorial | 213 |
| 12.3. PRACTICA 1: sencillo ejemplo de manejo de la E/S | 214 |
| 12.3.1. objetivos | 214 |
| 12.3.2. fundamentos teóricos básicos | 215 |
| 12.3.3. materiales necesarios | 215 |
| 12.3.4. montaje práctico | 216 |
| 12.3.5. desarrollo de la práctica | 216 |
| 12.3.6. trabajo personal | 216 |
| 12.4. PRACTICA 2: control de una lámpara desde os interruptores | 217 |
| 12.4.1. objetivos | 217 |
| 12.4.2. fundamentos teóricos básicos | 217 |
| 12.4.3. esquema electrónico | 218 |
| 12.4.4. materiales necesarios | 218 |
| 12.4.5. montaje práctico | 219 |
| 12.4.6. desarrollo de la práctica | 219 |
| 12.4.7. trabajo personal | 219 |
| 12.5. PRACTICA 3: ejemplo combinacional | 219 |
| 12.5.1. objetivos | 219 |
| 12.5.2. fundamentos teóricos básicos | 220 |
| 12.5.3. esquema electrónico | 221 |
| 12.5.4. materiales necesarios | 221 |
| 12.5.5. montaje práctico | 221 |
| 12.5.6. desarrollo de la práctica | 222 |
| 12.5.7. trabajo personal | 223 |
| 12.6. PRACTICA 4: ejemplo secuencial | 223 |
| 12.6.1. objetivos | 223 |
| 12.6.2. fundamentos teóricos básicos | 223 |
| 12.6.3. esquema electrónico | 224 |
| 12.6.4. materiales necesarios | 224 |
| 12.6.5. montaje práctico | 224 |
| 12.6.6. desarrollo de la práctica | 226 |
| 12.6.7. trabajo personal | 226 |
| 12.7. PRACTICA 5: el TMR0 , juego de luces | 226 |
| 12.7.1. objetivos | 226 |
| 12.7.2. fundamentos teóricos básicos | 226 |
| 12.7.3. esquema electrónico | 227 |
| 12.7.4. materiales necesarios | 227 |
| 12.7.5. montaje práctico | 227 |
| 12.7.6. desarrollo de la práctica | 227 |

| | |
|--|-----|
| 12.7.7. trabajo personal | 229 |
| 12.8. PRACTICA 6: usando el preescaler, otro juego de luces | 229 |
| 12.8.1. objetivos | 229 |
| 12.8.2. fundamentos teóricos básicos | 229 |
| 12.8.3. esquema electrónico | 230 |
| 12.8.4. materiales necesarios | 230 |
| 12.8.5. montaje práctico | 230 |
| 12.8.6. desarrollo de la práctica | 230 |
| 12.8.7. trabajo personal | 232 |
| 12.9. PRACTICA 7: manejando el WDT y el modo SELEEP | 232 |
| 12.9.1. objetivos | 232 |
| 12.9.2. fundamentos teóricos básicos | 232 |
| 12.9.3. esquema electrónico | 233 |
| 12.9.4. materiales necesarios | 233 |
| 12.9.5. montaje práctico | 233 |
| 12.9.6. desarrollo de la práctica | 233 |
| 12.9.7. trabajo personal | 235 |
| 12.10. PRACTICA 8: el TMR0 como contador de pulsos externos | 235 |
| 12.10.1. objetivos | 235 |
| 12.10.2. fundamentos teóricos básicos | 235 |
| 12.10.3. esquema electrónico | 235 |
| 12.10.4. materiales necesarios | 236 |
| 12.10.5. montaje práctico | 236 |
| 12.10.6. desarrollo de la práctica | 236 |
| 12.10.7. trabajo personal | 238 |
| 12.11. PRACTICA 9: La interrupción del TMR0 | 238 |
| 12.11.1. objetivos | 238 |
| 12.11.2. fundamentos teóricos básicos | 238 |
| 12.11.3. esquema electrónico | 238 |
| 12.11.4. materiales necesarios | 239 |
| 12.11.5. montaje práctico | 239 |
| 12.11.6. desarrollo de la práctica | 239 |
| 12.11.7. trabajo personal | 240 |
| 12.12. PRACTICA 10: mas interrupciones | 241 |
| 12.12.1. objetivos | 241 |
| 12.12.2. fundamentos teóricos básicos | 241 |
| 12.12.3. esquema electrónico | 241 |
| 12.12.4. materiales necesarios | 242 |
| 12.12.5. montaje práctico | 242 |
| 12.12.6. desarrollo de la práctica | 242 |
| 12.12.7. trabajo personal | 243 |
| Apéndice A: guía rápida del PIC16X84 | 245 |
| Apéndice B: guía del usuario del SIM2000 | 255 |
| Apéndice C: breve descripción del Micro'PIC Trainer | 257 |
| Apéndice D: la familia PIC al completo | 265 |
| Apéndice E: contenido del CD | 273 |
| Apéndice F: proyectos con e PIC16F84 | 279 |
| Bibliografía y direcciones de interés relacionadas con ls PIC | 353 |

