

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ**

**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA**

**“TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA BASADA EN LA TARJETA DE  
DESARROLLO DE LOS MICROCONTROLADORES MOTOROLA DE LA  
FAMILIA HC08”**

**Autor:**

**Rangel Isaías Alvarado Walles**

**Trabajo de graduación para optar por el título de  
Licenciado en Ingeniería Electromecánica**

**2005**

## ÍNDICE

**ÍNDICE, ii**

**ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS, LISTADOS Y ECUACIONES, xx**

**ÍNDICE DE FIGURAS, xx**

**ÍNDICE DE TABLAS, xvii**

**ÍNDICE DE LISTADOS, xxix**

**ÍNDICE DE ECUACIONES, xxxii**

**RESUMEN, xxxiii**

**INTRODUCCIÓN, (Tomo I)**

**Trabajos Realizados Anteriormente, (Tomo I)**

**Tarjeta de Desarrollo JK3 / JL3, (Tomo I)**

**El Microcontrolador, (Tomo I)**

        Vistazo General a un Sistema Tipo Computadora, (Tomo I)

        Diagrama de Bloques del Microcontrolador, (Tomo I)

        Entradas del Sistema, (Tomo I)

        Salidas del Sistema, (Tomo I)

        Unidad Central de Procesamiento (CPU), (Tomo I)

        Reloj, (Tomo I)

        Memoria, (Tomo I)

        Programa Computacional, (Tomo I)

        Resumen, (Tomo I)

**Microcontroladores de la Familia HC08, (Tomo I)**

        Taxonomía de los Microcontroladores Motorola HC08 Utilizados, (Tomo I)

        Foco del Mercado, ¿Por qué 8-bits?, (Tomo I)

## Competitividad y Familia HC08, (Tomo I)

Empresas Competidoras, (Tomo I)  
Familia HC08, (Tomo I)

### CAPÍTULO I – Notas Técnicas Básicas, (Tomo I)

#### 1.1 Como Empezar a Utilizar el Microcontrolador (NT0001), (Tomo I)

- 1.1.1 Introducción, (Tomo I)
- 1.1.2 El Objetivo, (Tomo I)
- 1.1.3 Orientación del Trabajo, (Tomo I)
- 1.1.4 Lenguajes Utilizados, (Tomo I)
- 1.1.5 El Dilema entre C y Ensamblador, (Tomo I)
- 1.1.6 Convención de Código, (Tomo I)
- 1.1.7 Notas Técnicas, (Tomo I)
- 1.1.8 Programación Estructurada, (Tomo I)
  - 1.1.8.1 Estructuración de Código, (Tomo I)
  - 1.1.8.2 El “Back Slash” en los Programas, (Tomo I)
  - 1.1.8.3 Cabecera de un Programa Principal, (Tomo I)
  - 1.1.8.4 Inclusión de Archivos Cabecera de Mapa de Memoria, (Tomo I)
  - 1.1.8.5 Includes.equ, (Tomo I)
  - 1.1.8.6 Programa Principal, (Tomo I)
  - 1.1.8.7 Incluyente de Funciones e Interrupciones, (Tomo I)
  - 1.1.8.8 Identificadores de Variables y Macros, (Tomo I)
  - 1.1.8.9 Estructura de Datos, (Tomo I)
  - 1.1.8.10 Funciones, (Tomo I)
    - 1.1.8.10.1 Encabezado, (Tomo I)
    - 1.1.8.10.2 Banderas, (Tomo I)
    - 1.1.8.10.3 Funciones con Más de Tres Argumentos, (Tomo I)
- 1.1.9 Abreviaturas, (Tomo I)
- 1.1.10 Ambientes de Desarrollo, (Tomo I)
- 1.1.11 Información para HC08, (Tomo I)
  - 1.1.11.1 Información Específica de Microcontroladores Motorola, (Tomo I)
  - 1.1.11.2 Aprendizaje de Lenguaje C para Microcontroladores, (Tomo I)
  - 1.1.11.3 Proyectos con Microcontroladores de 8 – bits, (Tomo I)
  - 1.1.11.4 Compañías de Equipo Electrónico, (Tomo I)
  - 1.1.11.5 Grupos de “Yahoo”, (Tomo I)
  - 1.1.11.6 Respuestas a las Preguntas Más Comunes del 68HC908, (Tomo I)
    - 1.1.11.6.1 ¿Dónde puedo encontrar más información sobre el WinIDE y el Uso del “Assembler” del SD68HC908?, (Tomo I)
    - 1.1.11.6.2 ¿Dónde puedo encontrar más información sobre el ICS08?, (Tomo I)

## **1.2 Sistemas Numéricos (NT0002), (Tomo I)**

- 1.2.1 Introducción, (Tomo I)
- 1.2.2 Sistemas Numéricos, (Tomo I)
  - 1.2.2.1 Escritura de un número en serie de potencias, (Tomo I)
- 1.2.3 Decimal a (BASE 10 →), (Tomo I)
  - 1.2.3.1 Decimal a Binario (Base 10 → Base 2), (Tomo I)
  - 1.2.3.2 Decimal a Octal (Base 10 → Base 8), (Tomo I)
  - 1.2.3.3 Decimal a Hexadecimal (Base 10 → Base 16), (Tomo I)
- 1.2.4 Octal a (BASE 8 →), (Tomo I)
  - 1.2.4.1 Octal a Decimal (Base 8 → Base 10), (Tomo I)
  - 1.2.4.2 Octal a Binario (Base 8 → Base 2), (Tomo I)
  - 1.2.4.3 Octal a Hexadecimal (Base 8 → Base 16), (Tomo I)
- 1.2.5 Binario a (BASE 2 →), (Tomo I)
  - 1.2.5.1 Binario a Decimal (Base 2 → Base 10), (Tomo I)
  - 1.2.5.2 Binario a Octal (Base 2 → Base 8), (Tomo I)
  - 1.2.5.3 Binario a Hexadecimal (Base 2 → Base 16), (Tomo I)
- 1.2.6 Hexadecimal a (BASE 16 →), (Tomo I)
  - 1.2.6.1 Hexadecimal a Decimal (Base 16 → Base 10), (Tomo I)
  - 1.2.6.2 Hexadecimal a Binario (Base 16 → Base 2), (Tomo I)
  - 1.2.6.3 Hexadecimal a Octal (Base 16 → Base 8), (Tomo I)
- 1.2.7 Conclusión, (Tomo I)
- 1.2.8 Referencias, (Tomo I)
- 1.2.9 Problemas Propuestos, (Tomo I)

## **1.3 Compuertas Lógicas, “Flip – Flops” y Contadores (NT0003), (Tomo I)**

- 1.3.1 Introducción, (Tomo I)
- 1.3.2 Estados Lógicos, Entradas y Salidas, (Tomo I)
- 1.3.3 Compuertas Lógicas Básicas, (Tomo I)
  - 1.3.3.1 Compuerta AND, (Tomo I)
  - 1.3.3.2 Compuerta OR, (Tomo I)
  - 1.3.3.3 Compuerta NOT, (Tomo I)
- 1.3.4 Combinación de Compuertas, (Tomo I)
- 1.3.5 Flip – Flops, (Tomo I)
  - 1.3.5.1 “Latch” S-R Posicionar (S) - Reiniciar (R), (Tomo I)
  - 1.3.5.2 Flancos Alto Activo o Bajo Activo, (Tomo I)
  - 1.3.5.3 “Latch” S-R Sincronizado por Reloj, (Tomo I)
  - 1.3.5.4 “Flip-Flop” J-K, (Tomo I)
  - 1.3.5.5 “Flip-Flop” D Data (D), (Tomo I)
  - 1.3.5.6 “Flip-Flop” T – “Toggle” ó Cambio, (Tomo I)
- 1.3.6 Contadores, (Tomo I)
  - 1.3.6.1 Contador de Cero (0) a Siete (7), (Tomo I)
  - 1.3.6.2 Reinicio de un Contador, (Tomo I)
- 1.3.7 Conclusión, (Tomo I)
- 1.3.8 Referencias, (Tomo I)
- 1.3.9 Problemas Propuestos, (Tomo I)

## **1.4 Componentes de la Tarjeta de Desarrollo 68HC908 (NT0004), (Tomo I)**

- 1.4.1 Introducción, (Tomo I)
- 1.4.2 Componentes, (Tomo I)
  - 1.4.2.1 Resistencias, (Tomo I)
  - 1.4.2.2 Capacitores, (Tomo I)
  - 1.4.2.3 Cristal, (Tomo I)
  - 1.4.2.4 Diodos, (Tomo I)
  - 1.4.2.5 Transistores, (Tomo I)
  - 1.4.2.6 Reguladores de Voltaje y Disipador de Calor, (Tomo I)
  - 1.4.2.7 Circuito Integrado (Microcontrolador) y “Socket”, (Tomo I)
  - 1.4.2.8 Puntos de Prueba, (Tomo I)
  - 1.4.2.9 “Jumpers” e Interruptores, (Tomo I)
  - 1.4.2.10 “Header”, (Tomo I)
  - 1.4.2.11 “Machine Tool”, (Tomo I)
  - 1.4.2.12 Conectores, (Tomo I)
- 1.4.3 Tablas y Referencias, (Tomo I)
  - 1.4.3.1 Código de Colores de Resistencias, (Tomo I)
  - 1.4.3.2 Código de Capacitores de Disco Cerámico, (Tomo I)
  - 1.4.3.3 Determinación del Tipo de Transistor, (Tomo I)
- 1.4.4 Lista de Materiales, (Tomo I)
- 1.4.5 Referencias, (Tomo I)

## **1.5 Montaje de las Piezas de la Tarjeta de Desarrollo (NT0005), (Tomo I)**

- 1.5.1 Introducción, (Tomo I)
- 1.5.2 Equipo y Materiales, (Tomo I)
- 1.5.3 Fuente de Poder y “Header”, (Tomo I)
- 1.5.4 Esquemático del Microcontrolador JK3, (Tomo I)
- 1.5.5 Esquemático del Microcontrolador JL3, (Tomo I)
- 1.5.6 Precauciones Antes de Ensamblar la Tarjeta, (Tomo I)
- 1.5.7 Proceso de Soldadura, (Tomo I)
- 1.5.8 Tarjetas de Desarrollo Ensambladas, (Tomo I)
- 1.5.9 Procedimientos de Ensamblaje, (Tomo I)
  - 1.5.9.1 “Header”, (Tomo I)
  - 1.5.9.2 “Socket”, (Tomo I)
  - 1.5.9.3 Resistencias, (Tomo I)
  - 1.5.9.4 Diodos y Capacitores, (Tomo I)
  - 1.5.9.5 Reguladores de Voltaje, Conector RJ11, Transistores, Cristal y “Pushbutton”, (Tomo I)
  - 1.5.9.6 “Jumpers”, (Tomo I)
  - 1.5.9.7 Puntos de Prueba, (Tomo I)
  - 1.5.9.8 Conector DC, Potenciómetro e Interruptor ON/OFF, (Tomo I)
  - 1.5.9.9 Cable Serial, (Tomo I)
- 1.5.10 Procedimiento de Pruebas de Voltaje, (Tomo I)
  - 1.5.10.1 Configuración del Adaptador de “Power”, (Tomo I)
  - 1.5.10.2 Prueba DC, (Tomo I)
- 1.5.11 “Protoboard”, (Tomo I)

## **1.6 Programación del Microcontrolador – “Software” (NT0006), (Tomo I)**

- 1.6.1 Introducción, (Tomo I)
- 1.6.2 Descarga de ICS08Z, (Tomo I)
- 1.6.3 Prueba de Comunicación y Diagnóstico, (Tomo I)
- 1.6.4 Compilando – CASM08Z, (Tomo I)
- 1.6.5 Simulando – ICS08Z, (Tomo I)
- 1.6.6 Diagrama de Flujo, (Tomo I)
- 1.6.7 Código, (Tomo I)
- 1.6.8 Conclusión, (Tomo I)
- 1.6.9 Referencias, (Tomo I)
- 1.6.10 Problemas Propuestos, (Tomo I)

## **1.7 Programación del Microcontrolador – CPU08 (NT0007), (Tomo I)**

- 1.7.1 Introducción, (Tomo I)
- 1.7.2 ¿Qué es un Microcontrolador?, (Tomo I)
- 1.7.3 CPU08, (Tomo I)
  - 1.7.3.1 Analogía del CPU08 con el Cerebro Humano, (Tomo I)
  - 1.7.3.2 Registros del CPU08, (Tomo I)
- 1.7.4 Diagrama de Flujo, (Tomo I)
- 1.7.5 Código, (Tomo I)
- 1.7.6 Conclusión, (Tomo I)
- 1.7.7 Referencias, (Tomo I)
- 1.7.8 Problemas Propuestos, (Tomo I)

## **1.8 Programación del Microcontrolador – Registros, Localidades de Memoria y Mapa de Memoria (NT0008), (Tomo I)**

- 1.8.1 Introducción, (Tomo I)
- 1.8.2 Mapa de Memoria, (Tomo I)
  - 1.8.2.1 El Concepto de Mapa de Memoria, (Tomo I)
  - 1.8.2.2 Concepto de Registro y Byte, (Tomo I)
  - 1.8.2.3 Tipos de Memorias Existentes en el Microcontrolador HC908, (Tomo I)
    - 1.8.2.3.1 RAM – Memoria de Acceso Aleatorio, (Tomo I)
    - 1.8.2.3.2 ROM – Memoria de Solo Lectura, (Tomo I)
    - 1.8.2.3.3 Memoria FLASH, (Tomo I)
    - 1.8.2.3.4 Entrada/Salida (E/S) Como un Tipo de Memoria, (Tomo I)
- 1.8.3 Diagrama de Flujo, (Tomo I)
- 1.8.4 Código, (Tomo I)
- 1.8.5 Registros y Direcciones en el Simulador, (Tomo I)
- 1.8.6 Conclusión, (Tomo I)
- 1.8.7 Referencias, (Tomo I)
- 1.8.8 Problemas Propuestos, (Tomo I)

## **1.9 Generación de Subrutina de Retardo de “Software” (NT0009), (Tomo I)**

- 1.9.1 Introducción, (Tomo I)
- 1.9.2 El Ciclo de Instrucción y Retardos, (Tomo I)
  - 1.9.2.1 Tiempos en el CPU, (Tomo I)
  - 1.9.2.2 La Función de Una Subrutina, (Tomo I)
  - 1.9.2.3 Cálculo del Tiempo de la Subrutina de Retardo – “Delay”, (Tomo I)
    - 1.9.2.3.1 Llamado de la Subrutina de Retardo, (Tomo I)
    - 1.9.2.3.2 Cálculo del Retardo, (Tomo I)
- 1.9.3 Diagrama de Flujo, (Tomo I)
- 1.9.4 Código, (Tomo I)
- 1.9.5 Programado del Microcontrolador – PROG08Z, (Tomo I)
- 1.9.6 Conclusión, (Tomo I)
- 1.9.7 Referencias, (Tomo I)
- 1.9.8 Problemas Propuestos, (Tomo I)

## **1.10 Puertos Generales de Entrada y Salida (NT0010), (Tomo I)**

- 1.10.1 Introducción, (Tomo I)
- 1.10.2 Puertos de Entrada y Salida (E/S), (Tomo I)
  - 1.10.2.1 Puertos de Entrada y Puertos de Salida, (Tomo I)
  - 1.10.2.2 Registros, (Tomo I)
    - 1.10.2.2.1 Registro de Direccionamiento de Datos del Puerto, (Tomo I)
    - 1.10.2.2.2 Registro de Datos del Puerto, (Tomo I)
    - 1.10.2.2.3 Registro de Habilitación de Resistencias “Pull-Ups”, (Tomo I)
    - 1.10.2.2.4 Registro de Control del Puerto D, (Tomo I)
  - 1.10.2.3 Ejemplo de Configuración de Registros, (Tomo I)
- 1.10.3 Diagrama de Flujo, (Tomo I)
- 1.10.4 Código, (Tomo I)
- 1.10.5 Corrida o Programado de la Pastilla, (Tomo I)
- 1.10.6 Conclusión, (Tomo I)
- 1.10.7 Referencias, (Tomo I)
- 1.10.8 Problemas Propuestos, (Tomo I)

## **1.11 ADC – Conversión Continua e Interrupciones (NT0011), (Tomo I)**

- 1.11.1 Introducción, (Tomo I)
- 1.11.2 ¿Qué es una Interrupción?, (Tomo I)
- 1.12.3 Conversión Continua con Interrupción, (Tomo I)
  - 1.12.3.1 Registro de Control y Estado, (Tomo I)
  - 1.12.3.2 Declaración de una Interrupción y Petición de una Interrupción, (Tomo I)
- 1.12.4 Diagrama de Flujo, (Tomo I)
- 1.12.5 Código, (Tomo I)
- 1.12.6 Simulador, (Tomo I)
- 1.12.7 Conclusión, (Tomo I)
- 1.12.8 Referencias, (Tomo I)
- 1.12.9 Problemas Propuestos, (Tomo I)

## **1.12 Conversión Analógica Digital – Una Conversión (NT0012), (Tomo I)**

- 1.12.1 Introducción, (Tomo I)
- 1.12.2 Señal Analógica vs. Señal Digital, (Tomo I)
- 1.12.3 El Convertidor Analógico Digital, (Tomo I)
  - 1.12.3.1 Operación del ADC en un Sistema, (Tomo I)
  - 1.12.3.2 Características Importantes de un ADC, (Tomo I)
    - 1.12.3.2.1 Resolución en un ADC, (Tomo I)
    - 1.12.3.2.2 Tiempo de Conversión, (Tomo I)
- 1.12.4 Registros del ADC, (Tomo I)
  - 1.12.4.1 Registro de Estado y Control del ADC (ADSCR), (Tomo I)
  - 1.12.4.2 Registro de Datos del ADC, (Tomo I)
- 1.12.5 Diagrama de Flujo, (Tomo I)
- 1.12.6 Código, (Tomo I)
- 1.12.7 Simulador, (Tomo I)
- 1.12.8 Conclusión, (Tomo I)
- 1.12.9 Referencias, (Tomo I)
- 1.12.10 Problemas Propuestos, (Tomo I)

## **CAPÍTULO II – Notas Técnicas Intermedias, (Tomo I)**

### **2.1 Control de Eventos Temporizados – “Timer Module” (NT0101), (Tomo I)**

- 2.1.1 Introducción, (Tomo I)
- 2.1.2 El Temporizador Interno, (Tomo I)
- 2.1.3 Registros del Temporizador, (Tomo I)
  - 2.1.3.1 Registro de Estado y Control del TIM (“Timer Interface Module”) - TSC, (Tomo I)
  - 2.1.3.2 Registro de Conteo del TIM – TCNT[H:L], (Tomo I)
  - 2.1.3.3 Registro Contador del Módulo del TIM – TMOD[H:L], (Tomo I)
  - 2.1.3.4 Ecuación del Módulo del Contador, (Tomo I)
- 2.1.4 Interrupción del Temporizador, (Tomo I)
- 2.1.5 Diagrama de Flujo, (Tomo I)
- 2.1.6 Código, (Tomo I)
- 2.1.7 Simulación, (Tomo I)
- 2.1.8 Conclusión, (Tomo I)
- 2.1.9 Referencias, (Tomo I)
- 2.1.10 Problemas Propuestos, (Tomo I)



## **2.2 Generación de un Tren de Pulsos – “Output Compare” (NT0102), (Tomo I)**

- 2.2.1 Introducción, (Tomo I)
- 2.2.2 Características de una Onda Cuadrada en Comparación de Salida, (Tomo I)
- 2.2.3 Registros de Estado y Control de los Canales del TIM, (Tomo I)
  - 2.2.3.1 Registro de Estado y Control de los Canales – TSC0, TSC1, (Tomo I)
  - 2.2.3.2 Registros del Canal – TCH0[H:L], TCH1[H:L], (Tomo I)
  - 2.2.3.3 Configuración de Comparación de Salida en Modo “Unbuffered”, (Tomo I)
- 2.2.4 Interrupciones del Canal, (Tomo I)
- 2.2.5 Diagrama de Flujo, (Tomo I)
- 2.2.6 Código, (Tomo I)
- 2.2.7 Simulación, (Tomo I)
- 2.2.8 Conclusión, (Tomo I)
- 2.2.9 Referencias, (Tomo I)
- 2.2.10 Problemas Propuestos, (Tomo I)

## **2.3 Generación de un Tren de Pulsos de Ancho Variable Autosincronizado (NT0103), (Tomo I)**

- 2.3.1 Introducción, (Tomo I)
- 2.3.2 Comparación de Salida Sincronizada (“Output Compare Buffered”), (Tomo I)
- 2.3.3 Registros de Estado y Control en Modo Sincronizado, (Tomo I)
  - 2.3.3.1 Registros de Estado y Control para Modo “Buffered” – TSC0, (Tomo I)
  - 2.3.3.2 Configuración de Comparación de Salida en Modo “Buffered”, (Tomo I)
- 2.3.4 Interrupciones del Canal, (Tomo I)
- 2.3.5 Diagrama de Flujo, (Tomo I)
- 2.3.6 Código, (Tomo I)
- 2.3.7 Simulación, (Tomo I)
- 2.3.8 Conclusión, (Tomo I)
- 2.3.9 Referencias, (Tomo I)
- 2.3.10 Problemas Propuestos, (Tomo I)

## **2.4 Modulación por Ancho de Pulso “Unbuffered” – PWM (NT0104), (Tomo I)**

- 2.4.1 Introducción, (Tomo I)
- 2.4.2 Características de una PWM tipo “Unbuffered”, (Tomo I)
- 2.4.3 Registros de Estado y Control de los Canales del TIM en PWM, (Tomo I)
  - 2.4.3.1 Registros de Estado y Control de los Canales en PWM – TSC0, TSC1, (Tomo I)
  - 2.4.3.2 Problemas y Solución para Cambios de una PWM “Unbuffered” de un Ancho de Pulso Mayor a Menor, (Tomo I)
  - 2.4.3.3 Configuración de Comparación de Salida en Modo “Unbuffered”, (Tomo I)
- 2.4.4 Diagrama de Flujo, (Tomo I)
- 2.4.5 Código, (Tomo I)
- 2.4.6 Simulación, (Tomo I)
- 2.4.7 Conclusión, (Tomo I)
- 2.4.8 Referencias, (Tomo I)
- 2.4.9 Problemas Propuestos, (Tomo I)

## **2.5 Modulación por Ancho de Pulso Sincronizada (NT0105), (Tomo I)**

- 2.5.1 Introducción, (Tomo I)
- 2.5.2 PWM “Buffered”, (Tomo I)
- 2.5.3 Registros de Estado y Control en Modo Sincronizado, (Tomo I)
  - 2.5.3.1 Registros de Estado y Control para Modo “Buffered” – TSC0, (Tomo I)
  - 2.5.3.2 Registros de Estado y Control en Modo Sincronizado, (Tomo I)
  - 2.5.3.3 Configuración de Comparación de Salida en Modo “Buffered”, (Tomo I)
- 2.5.4 Diagrama de Flujo, (Tomo I)
- 2.5.5 Código, (Tomo I)
- 2.5.6 Simulación, (Tomo I)
- 2.5.7 Conclusión, (Tomo I)
- 2.5.8 Referencias, (Tomo I)
- 2.5.9 Problemas Propuestos, (Tomo I)

## **2.6 Captura de Entrada – “Input Capture” (NT0106), (Tomo I)**

- 2.6.1 Introducción, (Tomo I)
- 2.6.2 “Input Capture”, (Tomo I)
- 2.6.3 Registros de Control de Configuración para Captura de Entrada – IC, (Tomo I)
  - 2.6.3.1 Registros de Estado y Control para el Canal del TIM – IC, (Tomo I)
  - 2.6.3.2 Registros del Canal del TIM – IC, (Tomo I)
  - 2.6.3.3 Configuración de “Input Capture”, (Tomo I)
- 2.6.4 Diagrama de Flujo, (Tomo I)
- 2.6.5 Código, (Tomo I)
- 2.6.6 Simulación, (Tomo I)
- 2.6.7 Conclusión, (Tomo I)
- 2.6.8 Referencias, (Tomo I)
- 2.6.9 Problemas Propuestos, (Tomo I)

## **2.7 Modos de Configuración para Entrada a Monitor (NT0107), (Tomo I)**

- 2.7.1 Introducción, (Tomo I)
- 2.7.2 Tarjeta de Desarrollo – Alambrado al “ProtoBoard”, (Tomo I)
- 2.7.3 Modos de Conexión a Monitor – Modos de Programación, (Tomo I)
- 2.7.4 Diagrama de Flujo, (Tomo I)
- 2.7.5 Código, (Tomo I)
- 2.7.6 Modo Monitor de Usuario – Serie Q, (Tomo I)
- 2.7.7 Conclusión, (Tomo I)
- 2.7.8 Referencias, (Tomo I)

## **2.8 Módulo de Interrupción por Teclado – KBI (NT0108), (Tomo I)**

- 2.8.1 Introducción, (Tomo I)
- 2.8.2 El Rebote en Dispositivos Mecánicos, (Tomo I)
- 2.8.3 Registros del Módulo de Interrupción por Teclado, (Tomo I)
  - 2.8.3.1 Registro de Estado y Control del Teclado, (Tomo I)
  - 2.8.3.2 Registro de Habilitación de Teclas Interruptoras del Teclado, (Tomo I)
  - 2.8.3.3 Interrupción del Teclado, (Tomo I)
  - 2.8.3.4 Inicialización del Teclado, (Tomo I)
- 2.8.4 Diagrama de Flujo, (Tomo I)
- 2.8.5 Código, (Tomo I)
- 2.8.6 Simulación, (Tomo I)
- 2.8.7 Conclusión, (Tomo I)
- 2.8.8 Referencias, (Tomo I)
- 2.8.9 Problemas Propuestos, (Tomo I)

## **2.9 Módulo de Interrupción Externa (NT0109), (Tomo I)**

- 2.9.1 Introducción, (Tomo I)
- 2.9.2 Registros del Módulo de Interrupción Externa, (Tomo I)
  - 2.9.2.1 Registro de Estado y Control de la Interrupción Externa, (Tomo I)
  - 2.9.2.2 Registro de Configuraciones 2, (Tomo I)
  - 2.9.2.3 Interrupción del Módulo Externo IRQ1, (Tomo I)
  - 2.9.2.4 Inicialización del Módulo de Interrupción Externa, (Tomo I)
- 2.9.3 Diagrama de Flujo, (Tomo I)
- 2.9.4 Código, (Tomo I)
- 2.9.5 Conclusión, (Tomo I)
- 2.9.6 Referencias, (Tomo I)
- 2.9.7 Problemas Propuestos, (Tomo I)

## **2.10 Módulo de Base de Tiempo (NT0110), (Tomo I)**

- 2.10.1 Introducción, (Tomo I)
- 2.10.2 Registro de Control del Módulo de Base de Tiempo, (Tomo I)
  - 2.10.2.1 Registro de Control del TBM, (Tomo I)
  - 2.10.2.2 Vector de Interrupción del Módulo de Base de Tiempo, (Tomo I)
  - 2.10.2.3 Inicialización del Módulo de Base de Tiempo, (Tomo I)
- 2.10.3 Diagrama de Flujo, (Tomo I)
- 2.10.4 Código, (Tomo I)
- 2.10.5 Simulación, (Tomo I)
- 2.10.6 Conclusión, (Tomo I)
- 2.10.7 Referencias, (Tomo I)
- 2.10.8 Problemas Propuestos, (Tomo I)

## **2.11 Registro de Configuraciones – CONFIG1 y CONFIG2 (NT0111), (Tomo I)**

- 2.11.1 Introducción, (Tomo I)
- 2.11.2 Registro de Configuraciones, (Tomo I)
  - 2.11.2.1 Registro de Configuraciones 2, (Tomo I)
  - 2.11.2.2 Registro de Configuraciones 1, (Tomo I)
- 2.11.3 Conclusión, (Tomo I)
- 2.11.4 Referencias, (Tomo I)

## **2.12 Módulo de Autorecuperación – AWU (NT0112), (Tomo I)**

- 2.12.1 Introducción, (Tomo I)
- 2.12.2 Registro de Control del Módulo de Autorecuperación, (Tomo I)
  - 2.12.2.1 Registro de Control del AWU, (Tomo I)
  - 2.12.2.2 Configuración del Módulo de Autorecuperación, (Tomo I)
- 2.12.3 Diagrama de Flujo, (Tomo I)
- 2.12.4 Código, (Tomo I)
- 2.12.5 Conclusión, (Tomo I)
- 2.12.6 Referencias, (Tomo I)
- 2.12.7 Problemas Propuestos, (Tomo I)

## **CAPÍTULO III – Notas Técnicas Avanzadas, 320**

### **3.1 Módulo de Generación de Reloj – CGMC (NT1001), 321**

- 3.1.1 Introducción, 321
- 3.1.2 Lazos Enganchados de Fase – PLL, 322
- 3.1.3 Registro de Estado y Control del Módulo de Reloj, 322
  - 3.1.3.1 Registros de Control del PLL, 322
  - 3.1.3.2 Pasos para la Programación del PLL del GP32, 323
  - 3.1.3.3 Ejemplo de Programación y Configuración del PLL, 324
  - 3.1.3.4 Vector de Interrupción del Módulo de Generación de Reloj, 325
- 3.1.4 Diagrama de Flujo, 325
- 3.1.5 Código, 327
- 3.1.6 Simulación, 333
- 3.1.7 Conclusión, 334
- 3.1.8 Referencias, 334
- 3.1.9 Problemas Propuestos, 334

## **3.2 Módulo de Interfase de Comunicaciones Seriales Asíncronas (NT1002), 335**

- 3.2.1 Introducción, 335
- 3.2.2 Formato de Datos, Caracteres y Errores, 336
- 3.2.3 Registros de Estado y Control del Módulo de Comunicaciones Seriales, 337
  - 3.2.3.1 Registro de Control del SCI, 337
  - 3.2.3.2 Vectores de Interrupción del Módulo SCI, 337
  - 3.2.3.3 Configuración del Módulo SCI, 338
- 3.2.4 Diagrama de Flujo, 340
- 3.2.5 Código, 341
- 3.2.6 Aplicación, 347
- 3.2.7 Conclusión, 349
- 3.2.8 Referencias, 349
- 3.2.9 Problemas Propuestos, 349

## **3.3 “CodeWarrior” para HC08 V3.1 (NT1003), 350**

- 3.3.1 Introducción, 350
- 3.3.2 Descarga de “CodeWarrior” 3.1, 351
- 3.3.3 Instalación del Archivo de Licencia, 352
- 3.3.4 Iniciando un Proyecto, 353
- 3.3.5 Diagrama de Flujo, 356
- 3.3.6 Código, 357
- 3.3.7 Simulación en Circuito, 364
- 3.3.8 Programación en Circuito, 366
- 3.3.9 Solución a Algunos Problemas y Consejos, 367
  - 3.3.9.1 En el archivo de Proyecto no Posee Ninguna Información del DWARF (Advertencia L1923), 367
  - 3.3.9.2 No se Encuentra la Ruta del Archivo a Compilar, 368
  - 3.3.9.3 Ver el Archivo de Listado Generado (Ensamblador), 369
- 3.3.10 Referencias, 369

## **3.4 Interfase a Sensores y Motores LEGO con MC68HC08 (NT1004), 370**

- 3.4.1 Introducción, 370
- 3.4.2 Equipo y Materiales, 371
- 3.4.3 Prototipo, 372
- 3.4.4 Construcción, 373
- 3.4.5 Diagrama de Flujo, 376
- 3.4.6 Código, 378

### **3.5 Interfase a Pantalla de Siete Segmentos (NT1005), 379**

- 3.5.1 Introducción, 379
- 3.5.2 Materiales, 380
- 3.5.3 Descripción Física del Hardware, 381
  - 3.5.3.1 ¿Qué es un LED?, 381
  - 3.5.3.2 ¿Qué es un Siete Segmentos?, 381
  - 3.5.3.3 ¿Qué es un Decodificador?, 382
- 3.5.4 Esquemático de Aplicación, 383
- 3.5.5 Diagrama de Flujo, 384
- 3.5.6 Código, 386
- 3.5.7 Conclusión, 398
- 3.5.8 Referencias, 399
- 3.5.9 Problemas Propuestos, 399

### **3.6 Interfase a Pantallas Multiplexadas (NT1006), 400**

- 3.6.1 Introducción, 400
- 3.6.2 Materiales, 401
- 3.6.3 Descripción Física del “Hardware”, 402
  - 3.6.3.1 ¿Qué es un Multiplexor o Decodificador de Direcciones?, 402
  - 3.6.3.2 Cálculo de los Resistores Limitadores, 403
- 3.6.4 Esquemático de Aplicación, 404
- 3.6.5 Diagrama de Flujo, 405
- 3.6.6 Código, 409
- 3.6.7 Conclusión, 427
- 3.6.8 Referencias, 428
- 3.6.9 Problemas Propuestos, 428

### **3.7 Interfase a Pantallas Multiplexadas con los Puertos de Entrada y Salida (NT1007), 429**

- 3.7.1 Introducción, 429
- 3.7.2 Materiales, 430
- 3.7.3 Esquemático de Aplicación, 431
- 3.7.4 Diagrama de Flujo, 432
- 3.7.5 Código, 437
- 3.7.6 Conclusión, 459
- 3.7.7 Referencias, 460
- 3.7.8 Problemas Propuestos, 460

### **3.8 Pantallas de Cristal Líquido de Caracteres – LCD (NT1008), 461**

- 3.8.1 Introducción, 461
- 3.8.2 Materiales, 462
- 3.8.3 Descripción Física del “Hardware”, 463
- 3.8.4 Descripción Interna y Conexiones, 464
  - 3.8.4.1 La DDRAM, el Bus de Datos y de Control, 464
  - 3.8.4.2 Juego de Comandos/Instrucciones de la LCD, 465
- 3.8.5 Esquemático de Aplicación, 466
- 3.8.6 Diagrama de Flujo, 467
- 3.8.7 Código, 472
- 3.8.8 Conclusión, 493
- 3.8.9 Referencias, 493
- 3.8.10 Problemas Propuestos, 494

### **3.9 Decodificación de un Teclado Matricial 4 X 4 (NT1009), 495**

- 3.9.1 Introducción, 495
- 3.9.2 Materiales, 496
- 3.9.3 Descripción Física del “Hardware”, 497
- 3.9.4 Descripción Interna y Conexiones, 498
  - 3.9.4.1 El Teclado Matricial Cuadrado de Teclas, 498
  - 3.9.4.2 Decodificación del Teclado, 499
- 3.9.5 “Buffer” Anillo, 500
- 3.9.6 Esquemático de Aplicación, 501
- 3.9.7 Diagrama de Flujo, 502
- 3.9.8 Código, 510
- 3.9.9 Conclusión, 545
- 3.9.10 Referencias, 546
- 3.9.11 Problemas Propuestos, 546

### **3.10 Interfase a “Pad” de “Playstation ONE” – PSONE (NT1010), 547**

- 3.10.1 Introducción, 547
- 3.10.2 Materiales, 548
- 3.10.3 Descripción Física del “Hardware”, 549
- 3.10.4 Descripción de Señales, 550
  - 3.10.4.1 Transmisión de Datos del “Pad” (CMD), 550
  - 3.10.4.2 Recepción de Datos del “Pad” (DATA), 550
  - 3.10.4.3 Señal de Reconocimiento (NACK), 550
  - 3.10.4.4 Señal de Reloj del Sistema (CLK), 551
  - 3.10.4.5 Señal de Selección del “Pad” (SEL), 551
  - 3.10.4.6 Tramas Enviadas/Recibidas para/por el Pad, 551
- 3.10.5 Esquemático de Aplicación, 552
- 3.10.6 Diagrama de Flujo, 553
- 3.10.7 Código, 560
- 3.10.8 Conclusión, 591
- 3.10.9 Referencias, 591
- 3.10.10 Problemas Propuestos, 591

### **3.11 Comunicación Serial RS485 para MCUs sin SCI (NT1011), 592**

- 3.11.1 Introducción, 592
- 3.11.2 Materiales, 593
- 3.11.3 Comunicación Serial Asíncrona, 594
- 3.11.4 Estándar RS-485, 595
- 3.11.5 Descripción Rápida del Código, 596
- 3.11.6 Subrutina de Transmisión y Recepción, 596
- 3.11.7 Cálculo del Baudio, 597
- 3.11.8 IC 75176, 598
- 3.11.9 Esquemático de Aplicación, 599
- 3.11.10 Diagrama de Flujo, 600
- 3.11.11 Código, 608
- 3.11.12 Conclusión, 632
- 3.11.13 Referencias, 633
- 3.11.14 Problemas Propuestos, 635

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES, 636**

**CONCLUSIONES, 637**

**RECOMENDACIONES, 639**

## **REFERENCIAS, 643**

**REFERENCIAS Y LITERATURA TÉCNICA, 644**

**LIBROS ADQUIRIDOS, 644**

**PÁGINAS “WEB” Y PÁGINAS PERSONALES DE CURSOS, 644**

**UNIVERSIDADES E INSTITUTOS POLITÉCNICOS, 648**

**REVISTAS EN LÍNEA / CONCURSOS, 648**

**“E-BOOKS”, MANUALES DE REFERENCIA Y  
CÍAS. ELECTRÓNICAS, 648**

**NOTAS DE APLICACIÓN (“APPLICATION NOTES”), 651**

**GRUPOS DE “YAHOO”, 652**

**VÍNCULOS LEGO, 652**



## **APÉNDICES, 656**

### **APÉNDICE A - INICIACIÓN DE UN PROYECTO CON ESTRUCTURAS DE CÓDIGO REUSABLES EN LENGUAJES ENSAMBLADOR O C, 657**

#### **A.1 LA NECESIDAD DE CÓDIGOS REUSABLES, 657**

- A.1.1 División del Archivo de Módulos, 659
- A.1.2 Plantillas, 660
- A.1.3 Mapa de Memoria y Bits, 661
- A.1.4 Inclusión de Funciones, 662
- A.1.5 Interrupciones, 663

#### **A.2 INTRODUCCIÓN A CÓDIGO REUSABLE, 664**

#### **A.3 REFERENCIA RÁPIDA DE PROGRAMACIÓN EN C, 665**

- A.3.1 Estructura de un Programa, 666
- A.3.2 Declaración de Registros, 666
- A.3.3 Tipo de Variables, 666
- A.3.4 Números, Caracteres y Cadenas de Caracteres, 667
- A.3.5 Secuencias de Escape, 667
- A.3.6 Constantes y Variables, 667
  - A.3.6.1 Asignación de Valores Iniciales y Variables, 668
  - A.3.6.2 Definición de su Propio Tipo de Variables, 668
  - A.3.6.3 Declaración de Variables y Constantes, 668
- A.3.7 Operadores, 669
- A.3.8 Condiciones de Control de Flujo, 671
  - A.3.8.1 Comparación de Variables, 671
  - A.3.8.2 Sentencia if, 672
  - A.3.8.3 Sentencia if Extendida, 672
  - A.3.8.4 Sentencia switch, 673
  - A.3.8.5 Sentencia while, 673
  - A.3.8.6 Sentencia for, 674
  - A.3.8.7 Sentencia break y continue, 674
- A.3.9 Arreglos o Matrices, 675
  - A.3.9.1 Declaración de una Matriz, 675
  - A.3.9.2 Inicialización de una Matriz, 675
  - A.3.9.3 Arreglos de Caracteres, 675
  - A.3.9.4 Arreglos Multidimensionales, 675
  - A.3.9.5 Declaración de un Arreglo Multidimensional, 676
  - A.3.9.6 Inicialización de una Matriz Multidimensional, 676
  - A.3.9.7 Arreglos de Caracteres Multidimensionales, 676
  - A.3.9.8 Uso de Matrices, 676
- A.3.10 Punteros, 677
  - A.3.10.1 Declarando un Puntero, 677
  - A.3.10.2 El Operador de Referencia, 677
  - A.3.10.3 Utilizando el Puntero, 677
  - A.3.10.4 Inicializando Punteros, 678
  - A.3.10.5 Puntero a Caracter, 678
  - A.3.10.6 Punteros y Arreglos, 679
  - A.3.10.7 Aritmética de Punteros, 679
  - A.3.10.8 Notación de Punteros para Arreglos, 679
  - A.3.10.9 Notación de Punteros para Arreglos Multidimensionales, 679

- A.3.10.10 Punteros y Arreglos Multidimensionales, 680
- A.3.11 Funciones, 680
  - A.3.11.1 Declaración, 680
  - A.3.11.2 Paso de Argumentos, 680
  - A.3.11.3 Cuerpo de la Función, 680
  - A.3.11.4 Retorno de la Variable, 681
  - A.3.11.5 Llamado de la Función, 681
  - A.3.11.6 Punteros como Argumento de Función, 682
  - A.3.11.7 Punteros a Funciones, 682
  - A.3.11.8 Puntero a Función como Argumento de Funciones, 683
  - A.3.11.9 Arreglos de Punteros a Funciones, 683
- A.3.12 Estructuras, 683
  - A.3.12.1 Declaración de una Estructura, 683
  - A.3.12.2 Inicializando una Estructura, 684
  - A.3.12.3 Acceso a los Miembros de una Estructura, 684
  - A.3.12.4 Utilizando Punteros para Acceder Estructuras, 684
  - A.3.12.5 Campo de Bits, 684
- A.3.13 Uniones, 685
- A.3.14 Más Acerca de Variables, 686
  - A.3.14.1 Variables Tipo const, 686
  - A.3.14.2 Variables Tipo static, 686
  - A.3.14.3 Variables Tipo volatile, 686
  - A.3.14.4 Variables Tipo extern, 687
- A.3.15 Directivas del Preprocesador, 687
  - A.3.15.1 Macros, 687
  - A.3.15.2 Compilación Condicional, 687
  - A.3.15.3 Incluyendo Otras Fuentes, 687

## **APÉNDICE B - RUTINAS REUSABLES DEL CONVERTIDOR ANALÓGICO A DIGITAL (ADC), 688**

### **APÉNDICE C, 695**

#### **C.1 RUTINAS REUSABLES DEL MÓDULO DE GENERACIÓN DE RELOJ (CGMC), 695**

#### **C.2 RUTINAS REUSABLES DE MEMORIA RAM (RAM), 697**

## **APÉNDICE D – RUTINAS REUSABLES DE GENERACIÓN DE RETARDO DE “SOFTWARE” (DELAY), 698**

## **APÉNDICE E – RUTINAS REUSABLES DEL MÓDULO DE INTERRUPCIÓN EXTERNA (IRQ1), 701**

## **APÉNDICE F – RUTINAS REUSABLES DEL MÓDULO DE INTERRUPCIÓN POR TECLADO (KBI), 705**

## **APÉNDICE G – RUTINAS REUSABLES DEL MÓDULO DE COMUNICACIONES SERIALES ASÍNCRONAS (SCI), 709**

## **APÉNDICE H – RUTINAS REUSABLES DEL MÓDULO DE BASE DE TIEMPO (TBM), 730**

**APÉNDICE I – RUTINAS REUSABLES DEL MÓDULO DE INTERFASE DE TEMPORIZADOR (TIM), 740**

**APÉNDICE J – RUTINAS REUSABLES DEL TIM, MÓDULO DE CONTADORES DESCENDENTES (TIM – TMR), 755**

**APÉNDICE K – RUTINAS REUSABLES DE PANTALLA DE CRISTAL LÍQUIDO (LCD), 762**

**APÉNDICE L – RUTINAS REUSABLES DE TECLADO MATRICIAL DE “M” X “N” TECLAS (KBI – KBD), 773**

**APÉNDICE M, 780**

**M.1 RUTINAS REUSABLES DE MULTIPLEXIÓN DE LEDS (LED), 780**

**M.2 RUTINAS REUSABLES DE MULTIPLEXIÓN DE SIETE SEGMENTOS (SSEG), 785**

**APÉNDICE N – RUTINAS REUSABLES MATEMÁTICAS (MATH), 789**

**APÉNDICE O – RUTINAS REUSABLES PARA “PAD” DE “PLAYSTATION” (PSX), 793**

**APÉNDICE P – DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO LEGO – FASE LEGO, 798**

- P.1 Introducción, 798
- P.2 Estadísticas, 799
- P.3 Objetivos del Proyecto con la Fase LEGO, 800
- P.4 Equipo Didáctico LEGO, 803
  - P.4.1 LEGO Mindstorms, 803
  - P.4.2 Accesorios LEGO Mindstorms, 803
    - P.4.2.1 “Ultimate Accesory Set”, 804
    - P.4.2.2 “Vision Command”, 804
    - P.4.2.3 “Ultimate Builders Set”, 804
  - P.4.3 Software, 804
    - P.4.3.1 LOGO, 804
    - P.4.3.2 Robolab y Sensores DCP, 805
    - P.4.3.3 Visual Basic, 805
    - P.4.3.4 NQC, 805
- P.5 Referencias, 808

**APÉNDICE Q – CIRCUITOS IMPRESOS DE TARJETAS DE DESARROLLO, 809**

- Q.1 Tarjeta de Desarrollo 68HC908 – GP32, 810
- Q.2 Tarjeta de Desarrollo 68HC908 – QT4 (Tarjeta Universal), 812
- Q.3 Tarjeta de Desarrollo 68HC908 – JK3, 814
- Q.4 Tarjeta de Desarrollo 68HC908 – JL3, 815

## ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS, LISTADOS Y ECUACIONES

### ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Tarjeta de Desarrollo de Experimentación TD 68HC908JL3 – Rev. 12.26c, (Tomo I)
- Figura 2. Sistema Microprocesador y Sistema Microcontrolador, (Tomo I)
- Figura 3. Diagrama Interno de Bloques del Microcontrolador Motorola JK3, (Tomo I)
- Figura 4. Mercado de los Microcontroladores de 8-bits, (Tomo I)
- Figura 5. Distribución del Mercado de Microcontroladores de 8 – bits, (Tomo I)
- Figura 6. Familia HC08, Cantidad de Pines vs. Escala de Integración, (Tomo I)
- Figura 7. Entendimiento de un estado lógico, (Tomo I)
- Figura 8. Estados de Entradas y salidas, (Tomo I)
- Figura 9. Compuertas Lógicas, (Tomo I)
- Figura 10. Compuerta NAND de 4 entradas, (Tomo I)
- Figura 11. “Latch” S-R, (Tomo I)
- Figura 12. Entrada de Reloj, (Tomo I)
- Figura 13. “Latch” S-R con entrada de reloj Alto Activa, (Tomo I)
- Figura 14. Diagrama de Tiempo del “Latch” S-R con Entrada Reloj Alto Activo, (Tomo I)
- Figura 15. “Flip-Flop” J-K, (Tomo I)
- Figura 16. Diagrama de Tiempo del “Flip-Flop” J-K con Entrada de Reloj Alto Activo, (Tomo I)
- Figura 17. Construcción de un “Flip-Flop” Tipo D a Partir de un “Flip-Flop” J-K, (Tomo I)
- Figura 18. “Flip-Flop” Tipo D, (Tomo I)
- Figura 19. Diagrama de Tiempo del “Flip-Flop” tipo D, (Tomo I)
- Figura 20. “Flip-Flop” Tipo T, (Tomo I)
- Figura 21. Diagrama de Tiempo del “Flip-Flop” Tipo T, (Tomo I)
- Figura 22. Contador de Cero (0) a Siete (7), (Tomo I)
- Figura 23. Contador de Cero (0) a Cinco (5), (Tomo I)
- Figura 24. Ejercicio 1, (Tomo I)
- Figura 25. Ejercicio 2, (Tomo I)
- Figura 26. Ejercicio 3, (Tomo I)
- Figura 27. Ejercicio 4, (Tomo I)
- Figura 28. Resistencias, (Tomo I)
- Figura 29. Capacitores, (Tomo I)
- Figura 30. Cristal Resonador de Cuarzo, (Tomo I)
- Figura 31. Diodos, (Tomo I)
- Figura 32. Transistores, (Tomo I)
- Figura 33. Regulador de Voltaje, (Tomo I)
- Figura 34. Microcontrolador, (Tomo I)
- Figura 35. “Socket”, (Tomo I)
- Figura 36. Punto de Prueba, (Tomo I)
- Figura 37. “Jumpers” e Interruptores, (Tomo I)
- Figura 38. “Header”, (Tomo I)
- Figura 39. “Machine Tool”, (Tomo I)
- Figura 40. Conectores, (Tomo I)
- Figura 41. Determinación del Tipo de Transistor, (Tomo I)

- Figura 42. Materiales de Trabajo, (Tomo I)
- Figura 43. Dispositivos Comunes para la Tarjeta de Desarrollo, (Tomo I)
- Figura 44. Esquemático del Microcontrolador JK3, (Tomo I)
- Figura 45. Esquemático del Microcontrolador JL3, (Tomo I)
- Figura 46. Aspecto de una Buena Soldadura y Errores al Soldar, (Tomo I)
- Figura 47. Procedimiento de Soldadura, (Tomo I)
- Figura 48. Buena vs Mala Soldadura, (Tomo I)
- Figura 49. Tarjetas de Desarrollo, (Tomo I)
- Figura 50. Montaje del “Header”, (Tomo I)
- Figura 51. Reubicación del “Header”, (Tomo I)
- Figura 52. Soldadura del “Header”, (Tomo I)
- Figura 53. Soldadura del “Socket”, (Tomo I)
- Figura 54. Resistencias, (Tomo I)
- Figura 55. Resistencias despatilladas, (Tomo I)
- Figura 56. Montaje de LEDs, (Tomo I)
- Figura 57. Diodos y Capacitores, (Tomo I)
- Figura 58. Montaje de Reguladores, Transistores y Dispositivos Varios, (Tomo I)
- Figura 59. “Jumpers”, (Tomo I)
- Figura 60. Puntos de Prueba, (Tomo I)
- Figura 61. Cable Telefónico, (Tomo I)
- Figura 62. Conector DB9 – Esquemático, (Tomo I)
- Figura 63. Conector DB9 – Soldadura, (Tomo I)
- Figura 64. Adaptador de “Power”, (Tomo I)
- Figura 65. Prueba de Voltajes, (Tomo I)
- Figura 66. “Protoboard”, (Tomo I)
- Figura 67. Descarga de WinIDE, (Tomo I)
- Figura 68. Prueba de Comunicación, (Tomo I)
- Figura 69. Entrada al simulador, (Tomo I)
- Figura 70. Compilación de Programas, (Tomo I)
- Figura 71. Simulación del Programa, (Tomo I)
- Figura 72. NT0006 – “Software”, (Tomo I)
- Figura 73. Diagrama de Bloques de un Microcontrolador, (Tomo I)
- Figura 74. Ejemplos Comunes de Sistemas Embebidos, (Tomo I)
- Figura 75. Esquemáticos de los Encapsulados de los Microcontroladores de la Familia HC08 de Motorola, (Tomo I)
- Figura 76. Analogía Entre el Cerebro y el CPU de un Microcontrolador, (Tomo I)
- Figura 77. Registros del CPU08, (Tomo I)
- Figura 78. NT0007 – CPU08, (Tomo I)
- Figura 79. Mapa de Memoria de los microcontroladores JK1/JK3/JL3, (Tomo I)
- Figura 80. Concepto de Registro, (Tomo I)
- Figura 81. Diagrama de Bloques de la Memoria RAM, (Tomo I)
- Figura 82. Diagrama de Bloques de la Memoria ROM, (Tomo I)
- Figura 83. Diagrama de Bloques de la Memoria FLASH, (Tomo I)
- Figura 84. Diagrama de Bloques de un Dispositivo de Entrada/Salida, (Tomo I)
- Figura 85. Diagrama de flujo de la NT0008 – Mapa de Memoria, (Tomo I)
- Figura 86. Ventana de Memoria del Simulador, (Tomo I)
- Figura 87. Ciclo de Instrucción, (Tomo I)
- Figura 88. Procedimiento de Ejecución de Una Subrutina, (Tomo I)
- Figura 89. Diagrama de Flujo de NT0009 – Retardos, (Tomo I)
- Figura 90. Diagrama de Flujo de NT0009 – Subrutinas, (Tomo I)
- Figura 91. Programando el Microcontrolador (1), (Tomo I)
- Figura 92. Programando el Microcontrolador (2), (Tomo I)
- Figura 93. Registro de Direccionamiento de Datos del Puerto, (Tomo I)
- Figura 94. Registro de Datos del Puerto, (Tomo I)
- Figura 95. Registro de Habilitación de Resistencias “Pull-Ups”, (Tomo I)
- Figura 96. Registro de Control del Puerto D, (Tomo I)

- Figura 97. Configuración de los Puertos de Entrada/Salida, (Tomo I)
- Figura 98. NT0010 – Puertos E-S, (Tomo I)
- Figura 99. NT0010 – Puertos E-S – Subrutinas, (Tomo I)
- Figura 100. Manejo de una Interrupción, (Tomo I)
- Figura 101. Bits de Interrupción y Conversión Continua del ADC, (Tomo I)
- Figura 102. NT0011 – ADC Conv\_Cont & Interrupciones, (Tomo I)
- Figura 103. NT0011 – ADC Conv\_Cont & Interrupciones - Subrutinas, (Tomo I)
- Figura 104. Uso de “Breakpoints”, (Tomo I)
- Figura 105. Señales Analógicas vs. Señales Digitales, (Tomo I)
- Figura 106. Sistema con ADC, (Tomo I)
- Figura 107. Registro de Control y Estado del ADC (ADSCR), (Tomo I)
- Figura 108. Registro de Datos del ADC (ADR), (Tomo I)
- Figura 109. Registro de Reloj de Entrada del ADC (ADICLK), (Tomo I)
- Figura 110. NT0012 – ADC – 1 Conversión, (Tomo I)
- Figura 111. Registros del ADC en el Simulador, (Tomo I)
- Figura 112. Analogía de un Temporizado, (Tomo I)
- Figura 113. Registro de Estado y Control – TSC, (Tomo I)
- Figura 114. Registro de Conteo – TCNT[H:L], (Tomo I)
- Figura 115. Registro Contador del Módulo – TMOD[H:L], (Tomo I)
- Figura 116. NT0101 – “Timer” – Temporizador, (Tomo I)
- Figura 117. NT0101 – “Timer” – Temporizador – Subrutinas, (Tomo I)
- Figura 118. Simulación – NT0101, (Tomo I)
- Figura 119 (izquierda). Propiedades de una Onda Cuadrada en “Output Compare”, (Tomo I)
- Figura 120 (izquierda). Registro de Estado y Control del Canal del TIM, (Tomo I)
- Figura 121. Registros del Canal, (Tomo I)
- Figura 122. Configuración de una Comparación de Salida “Unbuffered”, (Tomo I)
- Figura 123. NT0102 – “Timer” – “Output Compare”, (Tomo I)
- Figura 124. NT0102 – “Timer” – “Output Compare” – Subrutinas, (Tomo I)
- Figura 125. NT0102 – Simulación del Programa Principal, (Tomo I)
- Figura 126. Modo de Comparación de Salida Sincronizada, (Tomo I)
- Figura 127 (inferior-izquierda). Registro de Estado y Control del Canal del TIM, (Tomo I)
- Figura 128. Configuración de una Comparación de Salida “Buffered”, (Tomo I)
- Figura 129. NT0103 – “Timer” – “Output Compare Buffered”, (Tomo I)
- Figura 130. NT0013 – “Timer” – “Output Compare Buffered” – Subrutinas, (Tomo I)
- Figura 131. Simulación del Programa Principal, (Tomo I)
- Figura 132 (izquierda). Características de una PWM tipo “Unbuffered”, (Tomo I)
- Figura 133 (inferior-izquierda). Registro de Estado y Control del Canal del TIM en PWM, (Tomo I)
- Figura 134. Limitación para la PWM “Unbuffered”, (Tomo I)
- Figura 135. Configuración de una PWM “Unbuffered”, (Tomo I)
- Figura 136. NT0104 – “Timer” – PWM, (Tomo I)
- Figura 137. NT0104 – “Timer” – “Output Compare” – Subrutinas, (Tomo I)
- Figura 138. NT0104 – “Timer” – “Output Compare” – Subrutinas – Continuación, (Tomo I)
- Figura 139. Simulación del Programa Principal, (Tomo I)
- Figura 140. Modo de Funcionamiento de una PWM “Buffer”, (Tomo I)
- Figura 141 (inferior-izquierda). Registro de Estado y Control del Canal del TIM en PWM, (Tomo I)
- Figura 142. Configuración de una PWM tipo “Buffered”, (Tomo I)
- Figura 143. NT0105 – “Timer” – PWM “Buffered”, (Tomo I)
- Figura 144. NT0105 – “Timer” – PWM “Buffered” – Subrutinas, (Tomo I)
- Figura 145. Simulación del Programa Principal, (Tomo I)
- Figura 146. Opción “Input Capture”, (Tomo I)
- Figura 147. Registro de Estado y Control del Canal del TIM – IC, (Tomo I)
- Figura 148. Registros del Canal del TIM – IC, (Tomo I)
- Figura 149. Configuración del Canal 0 del TIM – IC, (Tomo I)
- Figura 150. NT0106 – “Timer” – “Input Capture”, (Tomo I)

- Figura 151. NT0106 – “Timer” – “Input Capture”, (Tomo I)
- Figura 152. Simulación del Programa Principal, (Tomo I)
- Figura 153. Terminales a Alambrear Hacia el Microcontrolador, (Tomo I)
- Figura 154. Modos de Conexión de Programación (Modo Monitor), (Tomo I)
- Figura 155. Modos de Conexión adicionales del QT4, (Tomo I)
- Figura 156. Concepto de Tarjeta Universal Utilizando la tarjeta de Desarrollo, (Tomo I)
- Figura 157. Diagrama de Flujo de NT0107 – Tarjeta Universal, (Tomo I)
- Figura 158. Diagrama de Flujo de NT0008 – Tarjeta Universal – Subrutinas, (Tomo I)
- Figura 159. Programación del Modo Monitor de Usuario, (Tomo I)
- Figura 159 (Continuación). Programación del Modo Monitor de Usuario, (Tomo I)
- Figura 160. Rebotes Mecánicos, (Tomo I)
- Figura 161. Registro de Estado y Control del Módulo de Interrupción por Teclado, (Tomo I)
- Figura 162. Registro Habilitador de Teclas Interruptoras del Teclado, (Tomo I)
- Figura 163 (inferior-derecha). Pasos de Inicialización del Teclado, (Tomo I)
- Figura 164. NT0108 – KBI, (Tomo I)
- Figura 165. Simulación del Programa Principal, (Tomo I)
- Figura 166 (superior). Registro de Estado y Control del Módulo de Interrupción Externa, (Tomo I)
- Figura 167. Registro de Configuraciones 2, (Tomo I)
- Figura 168. Pasos de Inicialización del Módulo de Interrupción Externa, (Tomo I)
- Figura 169 (inferior-derecha). NT0109 – IRQ1, (Tomo I)
- Figura 170 (izquierda). Registro de Control de Tiempo Base, (Tomo I)
- Figura 171 (inferior-derecha). Inicialización del Módulo TBM, (Tomo I)
- Figura 172. NT0110 – TBM, (Tomo I)
- Figura 173. Simulación del Programa Principal, (Tomo I)
- Figura 174. Registros de Configuraciones 2, (Tomo I)
- Figura 175. Registro de Configuraciones 1, (Tomo I)
- Figura 176. Registros del Módulo de Autorecuperación, (Tomo I)
- Figura 177. Configuración del Módulo AWU, (Tomo I)
- Figura 178. NT0112 – “AutoWakeUp”, (Tomo I)
- Figura 179. NT0112 – “AutoWakeUp” (continuación, subrutinas), (Tomo I)
- Figura 180. Lazo Enganchado de Fase o PLL, 322
- Figura 181. Registros de Estado y Control del Módulo de Reloj, 322
- Figura 182. Registros de Estado y Control del Módulo de Reloj (Continuación), 323
- Figura 183. Configuración del PLL a frecuencia máxima de Bus con Cristal de 4.9152 MHz, 324
- Figura 184. NT1001 – CGM, 325
- Figura 185. NT1001 – CGMC (continuación, subrutinas), 326
- Figura 186. Simulación del Programa Principal, 333
- Figura 187. Transmisión de Datos Seriales y Errores, 336
- Figura 188. Registros de Control y Estado del SCI, 338
- Figura 189. Registros de Control y Estado del SCI (continuación), 338
- Figura 190. Configuración del Módulo SCI, 339
- Figura 191. NT1002 – SCI, 340
- Figura 192. Instalación de “HYPERTERMINAL”, 347
- Figura 193. Instalación de “HYPERTERMINAL” (continuación), 348
- Figura 164. Descarga de CW 3.1, 351
- Figura 165. Copia del Archivo de Licencia, 352
- Figura 166. Iniciación de un proyecto rápido con CW3.1, 353
- Figura 167. Proyecto con “CodeWarrior” 3.1, 354
- Figura 168. Diagrama de Flujo de NT1003 – “CodeWarrior”, 356
- Figura 169. Archivos Añadidos al Proyecto, 364
- Figura 170. Simulación y Depurador en Tiempo Real, 365
- Figura 171. Depurador/Programador en Circuito, 366
- Figura 172. Solución a archivo sin información DWARF, 367
- Figura 173. Solución a Caminos Rotos del Compilador, 368
- Figura 174. Equipo para Construcción del “Explorador”, 371

- Figura 175. Interfase LEGO Mindstorms – TD68HC908JK3, 372
- Figura 176. Conector LEGO, 373
- Figura 177. Conexión de la Tarjeta de Desarrollo para Control de Motores y Sensado de Obstáculos, 374
- Figura 178. Circuito de Control Bidireccional de Motores, 374
- Figura 179. Batería de 9V a base de 1.5V, 375
- Figura 180. Diagrama de flujo de NT1004, 376
- Figura 181. Subrutinas de Configuración, 377
- Figura 182. Funciones de Movimiento, 377
- Figura 183. Listado de Materiales para Pantalla de Siete Segmentos, 380
- Figura 184. Descripción Física de LEDs y Siete Segmentos, 381
- Figura 185. Función del Decodificador de BCD a 7 Segmentos, 382
- Figura 186. Esquema de Aplicación del Manejo de un Siete Segmentos, 383
- Figura 187. NT1005 – SSEG, 384
- Figura 188. NT1005 – SSEG – Continuación, 385
- Figura 189. Listado de Materiales para Pantallas Multiplexadas, 401
- Figura 190. Descripción de un Multiplexor, 402
- Figura 191. Cálculo de Resistores Limitadores, 403
- Figura 192. Esquema de Aplicación del Manejo de Siete Segmentos Multiplexado, 404
- Figura 193. NT1006 – SSEGMUXD, 405
- Figura 194. NT1006 – SSEGMUXD – Continuación, 406
- Figura 195. NT1006 – SSEGMUXD – Continuación, 407
- Figura 196. NT1006 – SSEGMUXD – Continuación, 408
- Figura 197. Listado de Materiales a Utilizar para Pantallas Multiplexadas y Puertos Generales de Entrada y Salida, 430
- Figura 198. Esquema de Aplicación del Manejo de Siete Segmentos Multiplexado Desde el Puerto de Entrada y Salida, 431
- Figura 199. NT1007 – LED, 432
- Figura 200. NT1007 – LED – Continuación, 433
- Figura 201. NT1007 – LED – Continuación, 434
- Figura 202. NT1007 – LED – Continuación, 435
- Figura 203. NT1007 – LED – Continuación, 436
- Figura 204. Listado de Materiales a Utilizar para la Experiencia de LCD, 462
- Figura 205. Descripción Física de una LCD, 463
- Figura 206. Direcciones, Buses de Datos y Control de la LCD, 464
- Figura 207. Esquema de Aplicación para LCD, 466
- Figura 208. NT1008 – LCD, 467
- Figura 209. NT1008 – LCD – Subrutinas, 468
- Figura 210. NT1008 – LCD – Subrutinas – Continuación, 469
- Figura 211. NT1008 – LCD – Subrutinas – Continuación, 470
- Figura 212. NT1008 – LCD – Subrutinas – Continuación, 471
- Figura 213. Control de una LCD por medio de un Microcontrolador 68HC908QT4, 494
- Figura 214. Listado de Materiales a Utilizar para la Experiencia de Decodificación de Teclado Matricial, 496
- Figura 215. Descripción Física del Teclado Adquirido, 497
- Figura 216. Teclado Matricial de 16 Teclas, 498
- Figura 217. Decodificación del Teclado, 499
- Figura 218. “Buffer” Anillo Estilo FIFO, 500
- Figura 219. Esquema de Aplicación de Teclado Matricial, 501
- Figura 220. NT1009 – KBD, 502
- Figura 221. NT1009 – KBD – Subrutinas, 503
- Figura 222. NT1009 – KBD – Subrutinas – Continuación, 504
- Figura 223. NT1009 – KBD – Subrutinas – Continuación, 505
- Figura 224. NT1009 – KBD – Subrutinas – Continuación, 506
- Figura 225. NT1009 – KBD – Subrutinas – Continuación, 507
- Figura 226. NT1009 – KBD – Subrutinas – Continuación, 508



- Figura 227. NT1009 – KBD – Subrutinas – Continuación, 509
- Figura 228. Listado de Materiales a Utilizar para “Pad” de “Playstation”, 548
- Figura 229. Descripción Física de un “Pad” de “PSOne”, 549
- Figura 230. Señales del “Pad” de “Playstation”, 550
- Figura 231. Esquema de Aplicación del “Pad” de PSX, 552
- Figura 232. NT1010 – PSX, 553
- Figura 233. NT1010 – LCD – Subrutinas, 554
- Figura 234. NT1010 – PSX – Subrutinas – Continuación, 555
- Figura 235. NT1010 – PSX – Subrutinas – Continuación, 556
- Figura 236. NT1010 – PSX – Subrutinas – Continuación, 557
- Figura 237. NT1010 – PSX – Subrutinas – Continuación, 558
- Figura 238. NT1010 – PSX – Subrutinas – Continuación, 559
- Figura 239. Materiales a Utilizar en el Esquema para RS485, 593
- Figura 240. Transmisión de un Byte de Datos Seriales, 594
- Figura 241 (superior). Capa Física para RS-485, 595
- Figura 242 (izquierda). Protocolo creado para RS-485, 595
- Figura 243. Calculo del Bit y Lectura, 597
- Figura 244 (izquierda). Encapsulado RS485, 598
- Figura 245. Prueba del integrado 75176, 598
- Figura 246. Transferencia entre puntos con dos integrados, 598
- Figura 247. Protocolo creado para RS-485, 599
- Figura 248. Diagrama esquemático de prueba aplicable para JK3 y JL3, 599
- Figura 249. NT1011 – “SerialCom”, 600
- Figura 250. NT1011 – “SerialCom” – Subrutinas, 601
- Figura 251. NT1011 – “SerialCom” – Subrutinas – Continuación, 602
- Figura 252. NT1011 – “SerialCom” – Subrutinas – Continuación, 603
- Figura 253. NT1011 – “SerialCom” – Subrutinas – Continuación, 604
- Figura 254. NT1011 – “SerialCom” – Subrutinas – Continuación, 605
- Figura 255. NT1011 – “SerialCom” – Subrutinas – Continuación, 606
- Figura 256. NT1011 – “SerialCom” – Subrutinas – Subrutina de Interrupción, 607
- Figura A.1. Descripción del Archivo “zip” con las Rutinas Reusables, 659
- Figura A.2. Gráfico de un Arreglo Unidimensional, 675
- Figura A.3. Gráfico de un Arreglo Multidimensional, 675
- Figura A.4. Grafico Representativo de un Puntero, 677
- Figura A.5. Puntero a Carácter, 678
- Gráfico P.1. Problemática del Año 2001 - Estudiantes que Ingresan a la Educación Superior, 801
- Gráfico P.2. Centros Oficiales vs Particulares, 802
- Gráfico P.3. Total de Graduandos Locales vs Ingreso UTP, 802
- Gráfico P.4. Centros Oficiales y Particulares con Centro de Cómputo, 802
- Gráfico P.5. Cantidad Nacional de IPTs vs Bachilleres no Comerciales, 802
- Figura P.1. Equipo Didáctico LEGO, 806
- Figura P.2. Kit LEGO Mindstorms, 806
- Figura P.3. “Ultimate Accessory Set”, 806
- Figura P.4. “Vision Command”, 806
- Figura P.5. “Ultimate Builders Set”, 806
- Figura P.6. Lenguaje Gráfico del “Kit” RIS 1.5 y 2.0, 807
- Figura P.7. Robolab IDE, 807
- Figura P.8. Sensor DCP de Voltaje, 807
- Figura P.9. Interfase Construida con VB para RCX, 807
- Figura P.10. IDE de Programación para NQC, 807
- Figura Q.1. GP32 – Todas las Capas Encendidas, 810
- Figura Q.2. GP32 – Capa de Serigrafía, 810
- Figura Q.3. GP32 – Puentes en la Capa Superior, 810
- Figura Q.4. GP32 – Trazado de la capa inferior, 810
- Figura Q.5. GP32 – Matriz del Circuito Impreso, 811

- Figura Q.6. QT4 – Todas las Capas Encendidas, 812
- Figura Q.7. QT4 – Capa de Serigrafía, 812
- Figura Q.8. QT4 – Puentes en la Capa Superior, 812
- Figura Q.9. QT4 – Trazado de la capa inferior, 812
- Figura Q.10. QT4 – Matriz del Circuito Impreso, 813
- Figura Q.11. JK3 – Todas las Capas Encendidas, 814
- Figura Q.12. JK3 – Capa de Serigrafía, 814
- Figura Q.13. JK3 – Puentes en la Capa Superior, 814
- Figura Q.14. JK3 – Trazado de la capa inferior, 814
- Figura Q.15. JL3 – Todas las Capas Encendidas, 815
- Figura Q.16. JL3 – Capa de Serigrafía, 815
- Figura Q.17. JL3 – Puentes en la Capa Superior, 815
- Figura Q.18. JL3 – Trazado de la capa inferior, 815
- Figura Q.19. JK3/JL3 – Matriz del Circuito Impreso, 816

## ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Trabajos de Tesis Anteriormente Realizados, (Tomo I)
- Tabla 2. Taxonomía de los Microcontroladores Utilizados, (Tomo I)
- Tabla 3. Taxonomía de los Microcontroladores Utilizados. Continuación, (Tomo I)
- Tabla 4. Taxonomía de los Microcontroladores Utilizados. Continuación, (Tomo I)
- Tabla 5. Notas Técnicas Básicas, (Tomo I)
- Tabla 6. Notas Técnicas Intermedias, (Tomo I)
- Tabla 7. Notas Técnicas Avanzadas, (Tomo I)
- Tabla 8. Diccionario de Acrónimos, Abreviaturas y Mnemónicos, (Tomo I)
- Tabla 9. Diccionario de Acrónimos, Abreviaturas y Mnemónicos. Continuación, (Tomo I)
- Tabla 10. Diccionario de Acrónimos, Abreviaturas y Mnemónicos. Continuación, (Tomo I)
- Tabla 11. Diccionario de Acrónimos, Abreviaturas y Mnemónicos. Continuación, (Tomo I)
- Tabla 12. Diccionario de Acrónimos, Abreviaturas y Mnemónicos. Continuación, (Tomo I)
- Tabla 13. Sistemas Numéricos, (Tomo I)
- Tabla 14. Escritura en Serie de Potencias, (Tomo I)
- Tabla 15. Representación de un Número Decimal en Binario, (Tomo I)
- Tabla 16. Número siete (7) escrito en Binario, (Tomo I)
- Tabla 17. Conversión de Binario a Octal, (Tomo I)
- Tabla 18. Representación del número quince (15) escrito en Binario, (Tomo I)
- Tabla 19. Conversión Decimal a Hexadecimal, (Tomo I)
- Tabla 20. Conversión de Octal a Decimal, (Tomo I)
- Tabla 21. Conversión de Octal a Binario, (Tomo I)
- Tabla 22. Conversión Octal a Hexadecimal, (Tomo I)
- Tabla 23. Conversión de Binario a Decimal, (Tomo I)
- Tabla 24. Conversión de Binario a Octal, (Tomo I)
- Tabla 25. Conversión de Binario a Hexadecimal, (Tomo I)
- Tabla 26. Conversión de Hexadecimal a Decimal, (Tomo I)
- Tabla 27. Conversión de Hexadecimal a Octal, (Tomo I)
- Tabla 28. Conversión de Hexadecimal a Octal, (Tomo I)
- Tabla 29. Tablas de la Verdad de Compuertas Básicas, (Tomo I)
- Tabla 30. Tabla de Verdad del "Latch" S-R, (Tomo I)
- Tabla 31. Tabla de la Verdad del "Latch" S-R Sincronizado por Reloj, (Tomo I)
- Tabla 32. Tabla de la Verdad del "Flip-Flop" J-K, (Tomo I)
- Tabla 33. Tabla de la Verdad del "Flip-Flop" Tipo D, (Tomo I)
- Tabla 34. Tabla de la Verdad del "Flip-Flop" Tipo T, (Tomo I)
- Tabla 35. Conteo Ascendente de un Contador de 0 a 7, (Tomo I)
- Tabla 36. Respuesta al Ejercicio 2, (Tomo I)
- Tabla 37. Código de Colores de Resistencia y Tolerancias, (Tomo I)
- Tabla 38. Lista de Materiales de la Tarjeta de Desarrollo TD68HC908JK3 ó JL3, (Tomo I)
- Tabla 39. Lista de Materiales de la Tarjeta de Desarrollo TD68HC908JK3 ó JL3. Continuación, (Tomo I)
- Tabla 40. Estructura de una Línea de Comandos en Ensamblador, (Tomo I)
- Tabla 41. Pseudo Operaciones, (Tomo I)
- Tabla 42. Instrucciones Utilizadas bajo el programa de la NT0006, (Tomo I)
- Tabla 43. Resumen de Registros del CPU08, (Tomo I)
- Tabla 44. Instrucciones Utilizadas Bajo el Programa de la NT0008, (Tomo I)

- Tabla 45. Cristales Comerciales y Valor de Variable de Retardo, (Tomo I)
- Tabla 46. Interrupciones y Máscaras del Microcontrolador JK1/JK3/JL3, (Tomo I)
- Tabla 47. Selector de Canales del Convertidor Analógico Digital, (Tomo I)
- Tabla 48. Radio de División del Reloj del ADC, (Tomo I)
- Tabla 49. Canales del Temporizador, (Tomo I)
- Tabla 50. Vectór de Interrupción de Sobreflujo del Temporizador, (Tomo I)
- Tabla 51. Modo de Comparación de Salida “Unbuffered”, (Tomo I)
- Tabla 52. Vectores de Interrupción del Canal del Temporizador, (Tomo I)
- Tabla 53. Modo de Comparación de Salida “Unbuffered”, (Tomo I)
- Tabla 54. Vectores de Interrupción del Canal del Temporizador, (Tomo I)
- Tabla 55. Modulación por Ancho de Pulso “Unbuffered”, (Tomo I)
- Tabla 56. Modo de Comparación de Salida “Unbuffered”, (Tomo I)
- Tabla 57. Modo de Selección de “Input Capture”, (Tomo I)
- Tabla 58. Sugerencia de Colores en Terminales, (Tomo I)
- Tabla 59. Tabla de Alambrado, (Tomo I)
- Tabla 60. Ventajas y Desventajas de los Diferentes Modos de Programación del Microcontrolador QT4, (Tomo I)
- Tabla 61. Características Generales de los Microcontroladores HC08 más Utilizados, (Tomo I)
- Tabla 62. Características del Modo Monitor Usuario, (Tomo I)
- Tabla 63. Vector de Interrupción del Teclado, (Tomo I)
- Tabla 64. Vectór de Interrupción del Módulo Externo, (Tomo I)
- Tabla 65. Divisor de Frecuencias, (Tomo I)
- Tabla 66. Interrupción del Módulo de Tiempo, (Tomo I)
- Tabla 67. Voltajes de Monitoreo de Reinicio del LVI, (Tomo I)
- Tabla 68. Selección de Cambio de Relojes del Sistema, (Tomo I)
- Tabla 69. Parámetros de Configuración del PLL, 323
- Tabla 70. Parámetros de Configuración para Frecuencias de Bus, 324
- Tabla 71. Vector de Interrupción del Módulo PLL, 325
- Tabla 72. Prescalar para el Cálculo del Baudío, 338
- Tabla 73. Interrupciones que procesa el Módulo SCI, 338
- Tabla 74. Tabla de Verdad del 74LS74, 382
- Tabla 75. Tabla de la Verdad del 74LS138, 402
- Tabla 76. Descripción de Pines de la LCD, 463
- Tabla 77. Juego de Instrucciones Necesarias para la LCD, 465
- Tabla 78. Descripción de Pines del Teclado Matricial, 497
- Tabla 79. Descripción de Pines del “Pad” de “PSOne”, 549
- Tabla 80. Tramas de un “Pad” Digital, 551
- Tabla 81. Tramas de un “Pad” Analógico, 551
- Tabla 82. Rata de Selección del Baudío, 594
- Tabla 83. Ventajas del Estándar RS-485, 595
- Tabla 84. Tabla de Selector de Baudíos, 597
- Tabla 85(a). Transmisor IC RS485, 598
- Tabla 85(b). Receptor IC RS485, 598
- Tabla A.1. Tipo de Variables y Precisión de Bits, 666
- Tabla A.2. Secuencias de Escape Comunes, 667
- Tabla A.3. Operadores Binarios Aritméticos, 669
- Tabla A.4. Operadores Unarios, 669
- Tabla A.5. Operadores de Bits y Booleanos, 670
- Tabla A.6. Jerarquía de los Operadores, 671
- Tabla A.7. Operadores de Comparación, 671
- Tabla P.1. Resumen de Egresados de la Educación Media e Ingresados a la Educación Superior, 801
- Tabla P.2. Productos LEGO y Disponibilidad, 808

## ÍNDICE DE LISTADOS

- Listado 1. NT0006 – “Software”, (Tomo I)
- Listado 2. NT0007 – CPU08, (Tomo I)
- Listado 3. NT0008 – Mapa de Memoria, (Tomo I)
- Listado 4. Código de la Subrutina de Retardo, (Tomo I)
- Listado 5. Llamado de la Subrutina de Retardo, (Tomo I)
- Listado 6. NT0009 – Retardos, (Tomo I)
- Listado 7. NT0010 – Puertos E-S, (Tomo I)
- Listado 8. Declaración y Petición de una Interrupción, (Tomo I)
- Listado 9. NT0011 – ADC – Conv\_Cont & Interrupciones, (Tomo I)
- Listado 10. NT0012 – ADC – Una Conversión, (Tomo I)
- Listado 11. NT0101 – “Timer” – Temporizador, (Tomo I)
- Listado 12. NT0103 – “Timer” – “Output Compare Buffered”, (Tomo I)
- Listado 13. NT0104 – “Timer” – PWM, (Tomo I)
- Listado 14. NT0105 – “Timer” – PWM “Buffered”, (Tomo I)
- Listado 15. NT0106 – “Timer” – “Input Capture”, (Tomo I)
- Listado 16. NT0107 – Tarjeta Universal. Enciende y Apaga un LED Conectado al PTD7, Código de Prueba para el Microcontrolador JK3 y JL3, (Tomo I)
- Listado 17. NT0108 – KBI, (Tomo I)
- Listado 18. NT0109 – IRQ1, (Tomo I)
- Listado 19. NT0110 – TBM, (Tomo I)
- Listado 20. NT0112 – AWU, (Tomo I)
- Listado 21. NT1001 – CGMC, 332
- Listado 22. NT1002 – SCI, 347
- Listado 23. main.c – NT1003 – “CodeWarrior”, 358
- Listado 24. chipmode.h – NT1003 – “CodeWarrior”, 359
- Listado 25. definiciones.h – NT1003 – “CodeWarrior”, 360
- Listado 26. funciones.h – NT1003 – “CodeWarrior”, 361
- Listado 27. funciones.c – NT1003 – “CodeWarrior”, 363
- Listado 28. main.c – NT1004 – LEGOMCU, 378
- Listado 29. HC08.h – NT100 – LEGOMCU, 380
- Listado 30. FUNCT.h – NT1004 – LEGOMCU, 382
- Listado 31. FUNCT.c – NT1004 – LEGOMCU, 385
- Listado 32. NT1005 – SSEG, 387
- Listado 33. NT1005 – SSEG – TABLES.inc, 388
- Listado 34. NT1005 – SSEG – RAM.inc, 389
- Listado 35. NT1005 – SSEG – TIM.inc, 391
- Listado 36. NT1005 – SSEG – SSEG.inc, 395
- Listado 37. NT1005 – SSEG – INTERRUPTSJL3.inc, 396
- Listado 38. NT1005 – SSEG – VECTORSJL3.inc, 397
- Listado 39. NT1006 – SSEGMUXD, 410
- Listado 40. NT1006 – SSEGMUXD – SSEG.inc, 417
- Listado 41. NT1006 – SSEGMUXD – ADC.inc, 419
- Listado 42. NT1006 – SSEGMUXD – RAM.inc, 420
- Listado 43. NT1006 – SSEGMUXD – MATH.inc, 422

- Listado 44. NT1006 – SSEGMUXD – TIM.inc, 425
- Listado 45. NT1006 – SSEGMUXD – INTERRUPTSJL3.inc, 426
- Listado 46. NT1006 – SSEGMUXD – VECTORSJL3.inc, 427
- Listado 47. NT1007 – LED, 438
- Listado 48. NT1007 – LED – LED.inc, 446
- Listado 49. NT1007 – LED – ADC.inc, 448
- Listado 50. NT1007 – LED – RAM.inc, 449
- Listado 51. NT1007 – LED – MATH.inc, 454
- Listado 52. NT1007 – LED – TIM.inc, 457
- Listado 53. NT1007 – LED – INTERRUPTSJL3.inc, 458
- Listado 54. NT1007 – LED – VECTORSJL3.inc, 459
- Listado 55. NT1008 – LCD, 474
- Listado 56. NT1008 – LCD – USER.inc, 477
- Listado 57. NT1008 – LCD – TABLES.inc, 478
- Listado 58. NT1008 – LCD – ADC.inc, 480
- Listado 59. NT1008 – LCD – DELAY.inc, 482
- Listado 60. NT1008 – LCD – LCD.inc, 491
- Listado 61. NT1008 – LCD – VECTORS.inc, 492
- Listado 62. NT1009 – KBD, 512
- Listado 63. NT1009 – KBD – KBD.inc, 524
- Listado 64. NT1009 – KBD – KBI.inc, 526
- Listado 65. NT1009 – KBD – LCD.inc, 535
- Listado 66. NT1009 – KBD – RAM.inc, 536
- Listado 67. NT1009 – KBD – DELAY.inc, 539
- Listado 68. NT1009 – KBD – USER.inc, 541
- Listado 69. NT1009 – KBD – TABLES.inc, 542
- Listado 70. NT1009 – KBD – INTERRUPTSJL3.inc, 543
- Listado 71. NT1009 – KBD – VECTORSJL3.inc, 544
- Listado 72. NT1010 – PSX, 562
- Listado 73. NT1010 – PSX – PSX.inc, 573
- Listado 74. NT1010 – PSX – RAM.inc, 574
- Listado 75. NT1010 – PSX – LCD., 582
- Listado 76. NT1010 – PSX – DELAY.inc, 584
- Listado 77. NT1010 – PSX – KBI.inc, 586
- Listado 78. NT1010 – PSX – USER.inc, 587
- Listado 79. NT1010 – PSX – TABLES.inc, 588
- Listado 80. NT1010 – PSX – INTERRUPTS.inc, 589
- Listado 81. NT1010 – PSX – VECTORSJL3.inc, 590
- Listado 82. NT1011 – “SerialCom” – “master” – 22 10 04.asm, 609
- Listado 83. NT1011 – “SerialCom” – “slave” – 22 10 04.asm, 611
- Listado 84. NT1011 – “SerialCom” – RAM.inc, 612
- Listado 85. NT1011 – “SerialCom” – SCI.inc, 627
- Listado 86. NT1011 – “SerialCom” – DELAY.inc, 628
- Listado 87. NT1011 – “SerialCom” – TABLES.inc, 629
- Listado 88. NT1011 – “SerialCom” – INTERRUPTSJL3.inc, 630
- Listado 89. NT1011 – “SerialCom” – VECTORSJL3.inc, 631
- Listado A.1 (izquierda) y A.2 (superior). Apariencia Principal de las Plantillas en C y en Ensamblador, 660
- Listado A.3. Inclusión de Funciones, 662
- Listado A.4 (izquierda), A.5 (derecha). Declaración y definición de Interrupciones, 663
- Listado A.6. Estructura de un Programa en C, 666
- Listado A.7. Definición de Registros en C, 666
- Listado A.8. Asignación de Literales a Variables, 667
- Listado A.9. Declaración de Variables y Constantes, 668
- Listado A.10. Declaración de Variables y Constantes, 668
- Listado A.11. Operadores Unarios, 669

- Listado A.12. Trabajando con Operadores de Bits, 670
- Listado A.13. Realizando Operaciones de Manejo de Bits, 670
- Listado A.14. Trabajando con la Sentencia if, 672
- Listado A.15. Trabajando con la Sentencia if else, 672
- Listado A.16. Trabajando con la Sentencia switch, 673
- Listado A.17. Trabajando con la Sentencia while, 673
- Listado A.18. Trabajando con la Sentencia for, 674
- Listado A.19. Trabajando con las Sentencias break y continue, 674
- Listado A.20. Trabajando con Matrices Multidimensionales, 676
- Listado A.21. Trabajando con Punteros, 678
- Listado A.22. Trabajando con Punteros a Carácter, 678
- Listado A.23. Trabajando con Funciones, 681
- Listado A.24. Trabajando con Punteros como Argumento a Funciones, 682
- Listado A.25. Trabajando con Punteros a Funciones, 682
- Listado A.26. Trabajando con Punteros a Funciones como Argumento de Función, 683
- Listado A.27. Trabajando con Estructuras, 684
- Listado A.28. Trabajando con Uniones, 685
- Listado A.29. Trabajando con Variables Tipo Estáticas, 686

## ÍNDICE DE ECUACIONES

- Ecuación 1. Ecuación de Cálculo de Tiempos, (Tomo I)
- Ecuación 2. Ecuación de Resolución de un ADC, (Tomo I)
- Ecuación 3. Voltaje de Salida Analógico, (Tomo I)
- Ecuación 4. Tiempo de Conversión, (Tomo I)
- Ecuación 5. Ecuación del Módulo del Temporizador, (Tomo I)
- Ecuación 6. Cálculo del Ancho de Pulso, (Tomo I)
- Ecuación 7. Frecuencia TBM, (Tomo I)
- Ecuación 8. Frecuencia Deseada de Oscilación, 323
- Ecuación 9. Cristal de Referencia PLL, 323
- Ecuación 10. Selector Divisor de Referencia del PLL, 323
- Ecuación 11. Multiplicador de Referencia, 324
- Ecuación 12. Frecuencia del VCO, 324
- Ecuación 13. Frecuencia de Bus, 324
- Ecuación 14. Selector de Rango del VCO, 324
- Ecuación 15. Verificación del VCO, 324
- Ecuación 16. Verificación de Parámetros del PLL, 324
- Ecuación 17. Cálculo del Baudío, 339
- Ecuación 18. Determinación del Índice Decodificado para Teclado, 499
- Ecuación 19. Prescalar Selector de Ancho de Bit, 597
- Ecuación 20. Cálculo del Porcentaje de Error, 597



## RESUMEN

### Introducción

Primeramente se proporcionan conceptos básicos de Microcontroladores, trabajos hechos anteriormente, uso de la tarjeta y el microcontrolador utilizados para este experimento. También se explica el enfoque del material escrito a lenguaje ensamblador y el uso de lenguajes de alto nivel para su proyecto; se presentan ciertas características y tablas de los microcontroladores de la familia HC08 más utilizados. Finalmente, se exponen ciertas preguntas más frecuentes al inicio para ayudar al lector a empezar a utilizar la tarjeta de desarrollo inicialmente.

### Capítulos

Cada capítulo consta de un compendio de información, denominado “Notas Técnicas” en donde se explican en tres capítulos, lo que se considera conceptos básicos, intermedios y avanzados sobre el uso de la tarjeta e interfase de “hardware”. Los Capítulos I y II están en el Tomo I, mientras que el Capítulo III, Conclusiones, Recomendaciones y Apéndices se encuentran en el Tomo II.

### Capítulo I – Notas Técnicas Básicas – Tomo I

La mayoría de los proyectos básicos se centran en el reconocimiento de componentes de la tarjeta de desarrollo, soldadura y puesta en marcha de dicha tarjeta. Algunas notas técnicas finales tratan sobre conceptos básicos muy utilizados como lo son retardos de tiempo por “software” y conversión analógico a digital.

## **Capítulo II – Notas Técnicas Intermedias – Tomo I**

Igualmente, las siguientes notas tratan sobre el uso de la tarjeta, pero a nivel de periféricos internos específicos de los cuatro microcontroladores utilizados de la misma familia. Parte importante de este capítulo se fija en una nota común, en donde trata la tarjeta de desarrollo como un sistema de desarrollo universal, en donde con dicha tarjeta, es posible programar cualquier microcontrolador de la misma familia con solo tener a disposición, los pines necesarios para entrada a monitor.

## **Capítulo III – Notas Técnicas Avanzadas – Tomo II**

Por último, se trata la interfase a dispositivos externos como lo son siete segmentos, pantallas, teclado y algunos dispositivos de entrada/salida de uso frecuente. Cada dispositivo también tiene comúnmente subrutinas de uso frecuente, lo que aligeran el tiempo de desarrollo de la aplicación a desarrollar.

## **Conclusiones y Recomendaciones – Tomo II**

Se exponen puntos en el trabajo que se dejaron inconclusos y como puede ser mejorado, además, se expresa el posible enfoque a nivel universitario y educación medio, de la cual, la última, puede representar una fuente de ingreso común, como proyecto viable para la universidad y posible puerta de autogestión de proyectos.

## **Referencias – Tomo II**

Se ubican un grupo de libros, vínculos, referencias “web” que son fuente de provecho al lector de referencias recopiladas en el desarrollo del proyecto.

## **Apéndice – Tomo II**

A criterio del autor, la parte más importante de la tesis, pues muestra el conjunto de rutinas realizadas en ambos lenguajes y su uso, que facilita la realización de aplicaciones. Además, contiene un resumen del lenguaje C y documentación e información del “kit” LEGO Mindstorms.