

# Estructura y Tecnología de Computadores

## Prácticas en ensamblador



Diego López Talavera  
Catalina Rus Casas  
Francisco Charte Ojeda

**ANAYA**  
MULTIMEDIA

# Estructura y Tecnología de Computadores

## Prácticas en ensamblador

**Diego López Talavera**  
**Catalina Rus Casas**  
**Francisco Charte Ojeda**



Todos los nombres propios de programas, sistemas operativos, equipos hardware, etc. que aparecen en este libro son marcas registradas de sus respectivas compañías u organizaciones.

Reservados todos los derechos. El contenido de esta obra está protegido por la Ley, que establece penas de prisión y/o multas, además de las correspondientes indemnizaciones por daños y perjuicios, para quienes reprodujeren, plagiaren, distribuyeren o comunicaren públicamente, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica, o su transformación, interpretación o ejecución artística fijada en cualquier tipo de soporte o comunicada a través de cualquier medio, sin la preceptiva autorización.

© EDICIONES ANAYA MULTIMEDIA (GRUPO ANAYA, S.A.), 2010  
Juan Ignacio Luca de Tena, 15. 28027 Madrid  
Depósito legal: M. 19.717-2009  
ISBN: 978-84-415-2606-8  
Printed in Spain  
Impreso en: Fernández Ciudad, S. L.

# Estructura y tecnología de computadores - prácticas en ensamblador

---

(c) Francisco Charte Ojeda

Agradecimientos

Introducción

Código fuente

## 1. Introducción a los microprocesadores

### 1.1. El sistema microcomputador

1.1.1. Información: Bus de datos e instrucciones

1.1.2. Direcciones: Bus de direcciones

1.1.3. Control: Bus de control

### 1.2. El microprocesador

1.2.1. Registros

1.2.2. Unidad aritmético-lógica

1.2.3. Unidad de control

### 1.3. Memorias

1.3.1. Memorias RAM

1.3.2. Memorias ROM

### 1.4. Periféricos

1.5. Breve reseña sobre la evolución histórica de los microprocesadores INTEL

1.6. Resumen

## 2. Microprocesador de 8 y 16 bits

### 2.1. Introducción

### 2.2. Microprocesador de 8 bits: 8085

2.2.1. Arquitectura

2.2.2. Registros

2.2.3. Unidad aritmético lógica

2.2.4. Buses

2.2.5. Esquema de bloques

2.2.6. Estados y ciclos de ejecución

2.2.7. Terminales del 8085

2.2.8. Interrupciones

### 2.3. Microprocesadores de 16 bits: 8086

2.3.1. Arquitectura

2.3.2. Registros

2.3.3. Ciclo de bus

2.3.4. Terminales del 8086

2.3.5. Interrupciones 8086

2.4. Resumen

## 3. Programación en ensamblador

- 3.1. Introducción
- 3.2. Programación del 8085
  - 3.2.1. Formato de las instrucciones
  - 3.2.2. Modos de direccionamiento
  - 3.2.3. Juego de instrucciones
- 3.3. Programación del 8086
  - 3.3.1. Formato de las instrucciones
  - 3.3.2. Modos de direccionamiento
  - 3.3.3. Juego de instrucciones
- 3.4. Resumen
  
- 4. Módulos e interfaces de entrada-salida
  - 4.1. Introducción
  - 4.2. Interfaz de entrada-salida: PPI 8255
    - 4.2.1. Selección del 8255 en un sistema microprocesador
  - 4.3. Interfaz 8279
    - 4.3.1. Estructura del 8279 en un sistema microprocesador
  - 4.4. Módulo PIC 8259
  - 4.5. Módulo 8253
  - 4.6. Resumen
  
- 5. El sistema uP-2000
  - 5.1. Descripción de los componentes que forman el sistema
  - 5.2. Uso del teclado del uP-2000
  - 5.3. Los servicios software del uP-2000
  - 5.4. Mapa de memoria del uP-2000
  - 5.5. Resumen
  
- 6. Herramientas software
  - 6.1. Entorno uP-2000
    - 6.1.1. Estructura de un programa 8085
    - 6.1.2. Comunicación entre PC y uP-2000
  - 6.2. Entorno simulador 8085
    - 6.2.1. Instalación del simulador
    - 6.2.2. Edición y ensamblado
    - 6.2.3. Carga de un programa
    - 6.2.4. Ejecución de un programa
    - 6.2.5. Otras funciones del simulador
  - 6.3. Entorno x86
    - 6.3.1. Estructura de un programa 8086
    - 6.3.2. Ensamblado y enlazado de un programa
    - 6.3.3. Ejecución de un programa
  - 6.4. Resumen
  
- 7. Familiarizarse con el entorno
  - 7.1. Acceso a la memoria del uP-2000
    - 7.1.1. Ejercicio 7.1.1
    - 7.1.2. Ejercicio 7.1.2
    - 7.1.3. Ejercicio 7.1.3
  - 7.2. Acceso a los registros del 8085

- 7.2.1. Ejercicio 7.2.1
- 7.2.2. Ejercicio 7.2.2
- 7.2.3. Ejercicio 7.2.3
- 7.3. Ejecución de programas
  - 7.3.1. Ejercicio 7.3.1
  - 7.3.2. Ejercicio 7.3.2
- 7.4. Ejercicios propuestos
  - 7.4.1. Ejercicio 7.4.1
  - 7.4.2. Ejercicio 7.4.2
  - 7.4.3. Ejercicio 7.4.3
  - 7.4.4. Ejercicio 7.4.4
  - 7.4.5. Ejercicio 7.4.5
  - 7.4.6. Ejercicio 7.4.6
- 7.5. Resumen

## 8. Ejercicios de programación

### 9. Acceso a memoria

- 9.1. Lectura de datos de 8 bits
  - 9.1.1. Ejercicio 9.1.1
  - 9.1.2. Ejercicio 9.1.2
  - 9.1.3. Ejercicio 9.1.3 (8086)
- 9.2. Modificación de datos de 8 bits
  - 9.2.1. Ejercicio 9.2.1
  - 9.2.2. Ejercicio 9.2.2
  - 9.2.3. Ejercicio 9.2.3 (8086)
- 9.3. Lectura de datos de 16 bits
  - 9.3.1. Ejercicio 9.3.1
  - 9.3.2. Ejercicio 9.3.2
- 9.4. Modificación de datos de 16 bits
  - 9.4.1. Ejercicio 9.4.1
- 9.5. Trabajar con datos de más de 16 bits
  - 9.5.1. Ejercicio 9.5.1
  - 9.5.2. Ejercicio 9.5.2 (8086)
- 9.6. Ejercicios propuestos
  - 9.6.1. Ejercicio 9.6.1
  - 9.6.2. Ejercicio 9.6.2
  - 9.6.3. Ejercicio 9.6.3
  - 9.6.4. Ejercicio 9.6.4
  - 9.6.5. Ejercicio 9.6.5
  - 9.6.6. Ejercicio 9.6.6
- 9.7. Resumen

### 10. Implementación de condicionales y bucles

- 10.1. Saltos condicionales
  - 10.1.1. Ejercicio 10.1.1
  - 10.1.2. Ejercicio 10.1.2
  - 10.1.3. Ejercicio 10.1.3
  - 10.1.4. Ejercicio 10.1.4 (8086)
- 10.2. Bucles

- 10.2.1. Ejercicio 10.2.1
- 10.2.2. Ejercicio 10.2.2
- 10.2.3. Ejercicio 10.2.3 (8086)
- 10.3. Copia de bloques de datos
  - 10.3.1. Ejercicio 10.3.1
  - 10.3.2. Ejercicio 10.3.2 (8086)
  - 10.3.3. Ejercicio 10.3.3
- 10.4. Ejercicios propuestos
  - 10.4.1. Ejercicio 10.4.1
  - 10.4.2. Ejercicio 10.4.2
  - 10.4.3. Ejercicio 10.4.3
  - 10.4.4. Ejercicio 10.4.4
- 10.5. Resumen
  
- 11. Operaciones aritméticas
  - 11.1. Suma con y sin acarreo (8 y 16 bits)
    - 11.1.1. Ejercicio 11.1.1
    - 11.1.2. Ejercicio 11.1.2
    - 11.1.3. Ejercicio 11.1.3
    - 11.1.4. Ejercicio 11.1.4
    - 11.1.5. Ejercicio 11.1.5 (8086)
  - 11.2. Resta con y sin acarreo (8 y 16 bits)
    - 11.2.1. Ejercicio 11.2.1
    - 11.2.2. Ejercicio 11.2.2
    - 11.2.3. Ejercicio 11.2.3
  - 11.3. Técnicas para multiplicar números
    - 11.3.1. Ejercicio 11.3.1
    - 11.3.2. Ejercicio 11.3.2
    - 11.3.3. Ejercicio 11.3.3 (8086)
  - 11.4. Técnicas para dividir números
    - 11.4.1. Ejercicio 11.4.1
    - 11.4.2. Ejercicio 11.4.2
    - 11.4.3. Ejercicio 11.4.3 (8086)
  - 11.5. Operandos y resultados de más de 16 bits
    - 11.5.1. Ejercicio 11.5.1
    - 11.5.2. Ejercicio 11.5.2
    - 11.5.3. Ejercicio 11.5.3
  - 11.6. Ejercicios propuestos
    - 11.6.1. Ejercicio 11.6.1
    - 11.6.2. Ejercicio 11.6.2
    - 11.6.3. Ejercicio 11.6.3
    - 11.6.4. Ejercicio 11.6.4
    - 11.6.5. Ejercicio 11.6.5
    - 11.6.6. Ejercicio 11.6.6
    - 11.6.7. Ejercicio 11.6.7
    - 11.6.8. Ejercicio 11.6.8
    - 11.6.9. Ejercicio 11.6.9
    - 11.6.10. Ejercicio 11.6.10
    - 11.6.11. Ejercicio 11.6.11
  - 11.7. Resumen

## 12. Trabajo a nivel de bits

### 12.1. Activar y desactivar bits concretos

12.1.1. Ejercicio 12.1.1

12.1.2. Ejercicio 12.1.2

12.1.3. Ejercicio 12.1.3

12.1.4. Ejercicio 12.1.4 (8086)

### 12.2. Comprobar el estado de un bit

12.2.1. Ejercicio 12.2.1

### 12.3. Rotaciones

12.3.1. Ejercicio 12.3.1

12.3.2. Ejercicio 12.3.2

12.3.3. Ejercicio 12.3.3 (8086)

### 12.4. Extracción y composición de patrones de bits

12.4.1. Ejercicio 12.4.1

12.4.2. Ejercicio 12.4.2

### 12.5. Ejercicios propuestos

12.5.1. Ejercicio 12.5.1

12.5.2. Ejercicio 12.5.2

12.5.3. Ejercicio 12.5.3

12.5.4. Ejercicio 12.5.4

12.5.5. Ejercicio 12.5.5

12.5.6. Ejercicio 12.5.6

### 12.6. Resumen

## 13. Búsqueda de datos

### 13.1. Cálculo de direcciones en tablas

13.1.1. Ejercicio 13.1.1

13.1.2. Ejercicio 13.1.2

13.1.3. Ejercicio 13.1.3 (8086)

### 13.2. Recorrer bloques de más de 256 bytes

13.2.1. Ejercicio 13.2.1

### 13.3. Búsqueda del máximo y mínimo

13.3.1. Ejercicio 13.3.1

13.3.2. Ejercicio 13.3.2

### 13.4. Búsqueda y conteo

13.4.1. Ejercicio 13.4.1

13.4.2. Ejercicio 13.4.2 (8086)

### 13.5. Búsqueda y sustitución

13.5.1. Ejercicio 13.5.1

13.5.2. Ejercicio 13.5.2

### 13.6. Ejercicios propuestos

13.6.1. Ejercicio 13.6.1

13.6.2. Ejercicio 13.6.2

13.6.3. Ejercicio 13.6.3

### 13.7. Resumen

## 14. Estructuración del código

### 14.1. Escritura de subrutinas

14.1.1. Ejercicio 14.1.1



- 14.1.2. Ejercicio 14.1.2 (8086)
- 14.2. Uso de indicadores del registro de estado para comunicar resultados
  - 14.2.1. Ejercicio 14.2.1
- 14.3. Recepción de argumentos y devolución de resultados
  - 14.3.1. Ejercicio 14.3.1
  - 14.3.2. Ejercicio 14.3.2
  - 14.3.3. Ejercicio 14.3.3
- 14.4. Ejercicios propuestos
  - 14.4.1. Ejercicio 14.4.1
  - 14.4.2. Ejercicio 14.4.2
- 14.5. Resumen
  
- 15. Ordenar datos
  - 15.1. Implementación del algoritmo de la burbuja
    - 15.1.1. Ejercicio 15.1.1
  - 15.2. Resumen
  
- 16. Teclado y visualización en el uP-2000
  - 16.1. Visualización en el campo de direcciones
    - 16.1.1. Ejercicio 16.1.1
  - 16.2. Visualización en el campo de datos
    - 16.2.1. Ejercicio 16.2.1
    - 16.2.2. Ejercicio 16.2.2
  - 16.3. Mostrar el código de la tecla pulsada
    - 16.3.1. Ejercicio 16.3.1
    - 16.3.2. Ejercicio 16.3.2
  - 16.4. Sumar números introducidos por teclado
    - 16.4.1. Ejercicio 16.4.1
  - 16.5. Uso del teclado para elegir opciones de ejecución
    - 16.5.1. Ejercicio 16.5.1
  - 16.6. Ejercicios propuestos
    - 16.6.1. Ejercicio 16.6.1
    - 16.6.2. Ejercicio 16.6.2
  - 16.7. Resumen
  
- 17. Teclado y visualización en x86
  - 17.1. Salida de caracteres y secuencias de caracteres
    - 17.1.1. Ejercicio 17.1.1
    - 17.1.2. Ejercicio 17.1.2
    - 17.1.3. Ejercicio 17.1.3
  - 17.2. Mostrar el código de la tecla pulsada
    - 17.2.1. Ejercicio 17.2.1
  - 17.3. Ejercicios propuestos
    - 17.3.1. Ejercicio 17.3.1
    - 17.3.2. Ejercicio 17.3.2
  - 17.4. Resumen
  
- 18. Introducción de retardos
  - 18.1. Calcular el tiempo de ejecución de las instrucciones
    - 18.1.1. Ejercicio 18.1.1

- 18.2. Creación de una rutina de retardo
  - 18.2.1. Ejercicio 18.2.1
- 18.3. Uso de la rutina de retardo del sistema
  - 18.3.1. Ejercicio 18.3.1
  - 18.3.2. Ejercicio 18.3.2 (8086)
- 18.4. Visualización temporizada de datos
  - 18.4.1. Ejercicio 18.4.1
- 18.5. Ejercicios propuestos
  - 18.5.1. Ejercicio 18.5.1
  - 18.5.2. Ejercicio 18.5.2
- 18.6. Resumen

## 19. Uso del PPI

- 19.1. Configuración de los puertos del PPI
  - 19.1.1. Ejercicio 19.1.1
- 19.2. Envío de datos a través del PPI (iluminación de leds)
  - 19.2.1. Ejercicio 19.2.1
  - 19.2.2. Ejercicio 19.2.2
- 19.3. Lectura de datos del PPI (microinterruptores)
  - 19.3.1. Ejercicio 19.3.1
  - 19.3.2. Ejercicio 19.3.2
- 19.4. Ejercicios propuestos
  - 19.4.1. Ejercicio 19.4.1
  - 19.4.2. Ejercicio 19.4.2
  - 19.4.3. Ejercicio 19.4.3
- 19.5. Resumen

## 20. Interrupciones

- 20.1. Rutinas de atención a interrupciones
  - 20.1.1. Ejercicio 20.1.1
- 20.2. Resumen

## A. Soluciones a cuestiones y ejercicios

- A.1. Respuestas y soluciones para el capítulo 7
- A.2. Respuestas y soluciones para el capítulo 9
- A.3. Respuestas y soluciones para el capítulo 10
- A.4. Respuestas y soluciones para el capítulo 11
- A.5. Respuestas y soluciones para el capítulo 12
- A.6. Respuestas y soluciones para el capítulo 13
- A.7. Respuestas y soluciones para el capítulo 14
- A.8. Respuestas y soluciones para el capítulo 15
- A.9. Respuestas y soluciones para el capítulo 16
- A.10. Respuestas y soluciones para el capítulo 17
- A.11. Respuestas y soluciones para el capítulo 18
- A.12. Respuestas y soluciones para el capítulo 19
- A.13. Respuestas y soluciones para el capítulo 20

## Índice alfabético