



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA (UNIDAD MEXICALI)  
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD**

**Formato para prácticas de laboratorio**

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
IC	2003-1	5050	Microcontroladores

PRÁCTICA No.	LABORATORIO DE	Microcontroladores	DURACIÓN (HORAS)
2	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Modos de Direccionamiento	2

**1 INTRODUCCIÓN**

La potencia de cualquier microcontrolador está en su habilidad de acceder a la memoria. Los modos de direccionamiento de la CPU proporcionan esta capacidad. Los modos de direccionamiento definen la manera en la que una instrucción obtendrá los datos requeridos para su ejecución.

En esta práctica, el alumno utilizará diferentes modos de direccionamiento para acceder a memoria y el juego de instrucciones para realizar operaciones aritméticas y lógicas, observando y analizando los resultados obtenidos en los acumuladores del microcontrolador, en los registro de los puertos de E/S y en el Registro de Código de Condición, mediante el depurador de CodeWarrior

**2 OBJETIVO (COMPETENCIA)**

Utilizar el set de instrucciones del microcontrolador en lenguaje ensamblador para acceder a memoria y realizar operaciones aritméticas y lógicas, utilizando el depurador incluido en CodeWarrior para la visualización de los datos.

**3 FUNDAMENTO**

**Registro de Código de Condición**

El registro de código de condición contiene una máscara de interrupción y cuatro indicadores de estado que reflejan los resultados de la aritmética y otras operaciones de la CPU. Los cinco indicadores son:

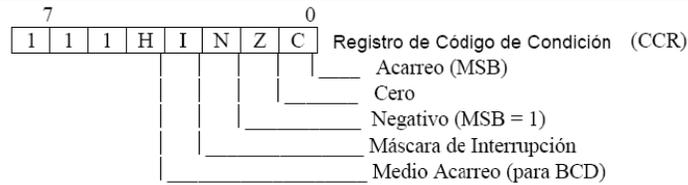
- Medio acarreo (H) , para operaciones BCD de 8 bits.
- Negativo (N)
- Cero (Z)
- Desbordamiento (V)
- Acarreo/Acarreo en substracción (C)

Formuló MC. Ulises Castro Peñaloza	Revisó M.C. Gloria Etelbina Chávez Valenzuela	Aprobó	Autorizó MC. MIGUEL ANGEL MARTINEZ ROMERO
Maestro	Coordinador de la Carrera	Gestión de la Calidad	Director de la Facultad



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA (UNIDAD MEXICALI)  
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD**

## Formato para prácticas de laboratorio



Registro de Código de Condición

### (H) Bit Medio acarreo

El indicador de medio acarreo se usa para operaciones aritméticas en BCD y está afectado por las instrucciones suma ADD o ADC. El bit H se pone a un 1 cuando ocurre un acarreo de la parte baja de un dígito hexadecimal en los bits 3–0 y en la parte alta del dígito en los bits 7–4. Después de una suma binaria de dos dígitos con valor BCD, este bit de medio acarreo es un bit de la información necesaria para restaurar el resultado a un valor BCD válido.

### (I) Bit Máscara de interrupción

El bit I no es un indicador de estado, pero es un bit de máscara de interrupción que desactiva todas las fuentes de interrupción enmascarables cuando el bit I se pone a 1. Se habilitan interrupciones cuando el bit I está a 0. Cuando ocurre cualquier interrupción, el bit I se pone a 1 automáticamente después de que los registros son apilados, pero antes de sacar el vector de interrupción.

Si ocurre una interrupción externa mientras el bit I está en 1, la interrupción es enclavada y procesada después de poner a 0 el bit I; por consiguiente, no se pierde ninguna interrupción del pin IRQ debido al bit I continua estando en 1.

Después de que se ha procesado una interrupción, una instrucción de retorno de interrupción (RTI) provoca que los registros sean restablecidos a sus valores anteriores. Normalmente, el bit I estará a 0 después de ejecutarse una RTI. Después de cualquiera 'reset', el bit I se pone a 1 y sólo se pondrá a 0 por una instrucción software.

### (N) Bit negativo

El bit N se pone a 1 cuando el resultado de la última manipulación aritmética, lógica o de datos es negativo. Los valores complemento a dos son considerados negativos si el bit más significativo es un 1. El bit N tiene otros usos, como la indicación del MSB de un registro o de una posición de memoria. Para analizar este bit, hay que cargar simplemente el acumulador con el contenido de esta posición.

### (Z) Bit Cero

El bit Z se pone a 1 cuando el resultado de la última manipulación aritmética, lógica o de datos es 0.

Una instrucción de comparación subtrae un valor de la posición de memoria que se prueba. Si los valores fueran iguales antes de la comparación, el bit Z se pondrá a 1.

Formuló MC. Ulises Castro Peñaloza	Revisó M.C. Gloria Etelbina Chávez Valenzuela	Aprobó	Autorizó MC. MIGUEL ANGEL MARTINEZ ROMERO
Maestro	Coordinador de la Carrera	Gestión de la Calidad	Director de la Facultad



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA (UNIDAD MEXICALI)  
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD**

## Formato para prácticas de laboratorio

### (C) Bit Carry/Borrow

El bit C se usa para indicar si hay un acarreo en una suma o un acarreo como resultado de una resta. Desplaza y opera las instrucciones de rotación con y a través del bit de acarreo para facilitar operaciones de desplazamiento de múltiples palabras. Este bit es también afectado durante el bit de prueba e instrucciones 'branch'.

### Contador de Programa

El contador de programa es un registro de 16-bits que contiene la dirección de la siguiente instrucción o el operando de la instrucción sacada por el procesador. En la mayoría de variantes del MC68HC05, algunos bits de la parte alta del contador de programa no se usan y siempre están a 0. El MC68HC705J1A utiliza sólo 11 bits del contador de programa, con los cinco bits de la parte alta siempre a 0. El número de bits útiles en el contador de programa se apareja exactamente con el número de líneas de dirección implementadas en el microcontrolador.

### Modos de Direccionamiento

La potencia de cualquier microcontrolador está en su habilidad de acceder a la memoria. Los modos de direccionamiento de la CPU proporcionan esta capacidad. Los modos de direccionamiento definen la manera en la que una instrucción obtendrá los datos requeridos para su ejecución. Debido a los diferentes modos de direccionamiento, una instrucción puede acceder al operando de seis maneras diferentes.

### Los modos de direccionamiento usados, referente a la memoria son:

- Inherente
- Inmediato
- Extendido
- Directo
- Indexado sin desplazamiento, con desplazamientos de 8-bits y con desplazamientos de 16-bits
- Relativo

### Modo de Direccionamiento Inherente

En el modo de direccionamiento inherente, toda la información requerida para la operación está ya inherentemente conocida por la CPU y no se necesita ningún operando externo desde la memoria o desde el programa. Los operandos, si hay alguno, sólo son el registro de índice y el acumulador; y siempre son instrucciones de 1 byte.

Ejemplo:

INCA ;Incrementa el acumulador

### Modo de Direccionamiento Inmediato

En el modo de direccionamiento inmediato, el operando está contenido en el byte siguiente al 'opcode' inmediato. Este modo se usa para guardar un valor o una constante que es conocida en el momento que el

Formuló MC. Ulises Castro Peñaloza	Revisó M.C. Gloria Etelbina Chávez Valenzuela	Aprobó	Autorizó MC. MIGUEL ANGEL MARTINEZ ROMERO
Maestro	Coordinador de la Carrera	Gestión de la Calidad	Director de la Facultad



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA (UNIDAD MEXICALI)  
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD**

## Formato para prácticas de laboratorio

programa se escribe y qué no se cambia durante la ejecución del programa. Éstas son instrucciones de 2-bytes, uno para los 'opcode' y otro para los datos inmediatos.

Ejemplo:

LDA #03 ;Carga el acumulador con el valor inmediatamente siguiente

### Modo de Direccionamiento Extendido

En el modo de direccionamiento extendido, la dirección del operando está contenida en los dos bytes que siguen al 'opcode'. El direccionamiento extendido hace referencia a cualquier posición en el espacio de memoria de la MCU incluyendo E/S, RAM, ROM y EPROM. Las instrucciones del modo de direccionamiento extendido son tres bytes, uno para los 'opcode' y dos para la dirección del operando.

Ejemplo:

LDA \$06E5 ;Carga el acumulador de la dirección extendida

### Modo de Direccionamiento Directo

El modo de direccionamiento directo es similar al modo de direccionamiento extendido, excepto que se asume que el byte superior de la dirección del operando es \$00. Así, sólo se necesita ser incluido en la instrucción el byte más bajo de la dirección del operando.

El direccionamiento directo permite direccionar efectivamente a los 256 bytes más bajos de la memoria. Esta área de memoria se llama 'página directa' e incluye la RAM interna y los registros de E/S. El direccionamiento directo es efectivo en memoria y tiempo. Las instrucciones de modo de direccionamiento directo normalmente tienen dos bytes, uno para el 'opcode' y otro para el byte de la parte más baja de la dirección del operando.

LDA \$50 ;Carga el acumulador desde la dirección directa

### Modos de direccionamiento Indexado

En el modo de direccionamiento indexado, la dirección efectiva es variable y depende en dos factores:

1. Los contenidos actuales del registro de índice (X)
2. El desplazamiento contenido en el byte(s) que sigue(n) al 'opcode'.

Existen tres tipos de direccionamiento indexado en la MCU:

Formuló MC. Ulises Castro Peñaloza	Revisó M.C. Gloria Etelbina Chávez Valenzuela	Aprobó	Autorizó MC. MIGUEL ANGEL MARTINEZ ROMERO
Maestro	Coordinador de la Carrera	Gestión de la Calidad	Director de la Facultad



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA (UNIDAD MEXICALI)  
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD**

## Formato para prácticas de laboratorio

- = Ningún desplazamiento
- = Desplazamiento de 8-bits
- = Desplazamiento de 16-bits

Un buen ensamblador debe usar el modo de direccionamiento indexado que exige el menor número de bytes para expresar el desplazamiento.

### Modo Indexado sin Ningún Desplazamiento

En el modo de direccionamiento indexado sin ningún desplazamiento, la dirección efectiva de la instrucción está contenida en el registro de índice de 8-bits. Así que este modo de direccionamiento puede acceder a las primeras 256 posiciones de la memoria. Estas instrucciones son sólo de un byte.

Ejemplo:

LDX ,x ;Carga el acumulador desde la posición ;apuntada al registro de índice (sin ningún desplazamiento)

### Indexado con 8-bits de Desplazamiento

En el modo de direccionamiento indexado con 8-bits de desplazamiento, la dirección efectiva se obtiene sumando los contenidos del byte que sigue al 'opcode' a los contenidos del registro de índice. Este modo de direccionamiento es útil para seleccionar el elemento enésimo en una tabla de 'n' elementos. Para usar este modo, la tabla debe empezar en las 256 posiciones de memoria más bajas y puede extenderse a través de las primeras 511 posiciones de memoria (IFE es la última posición que la instrucción puede acceder). El modo de direccionamiento indexado con 8-bits de desplazamiento puede usarse para la ROM, RAM o E/S. Ésta es una instrucción de 2-bytes con el desplazamiento contenido en el byte que sigue al 'opcode'. El contenido del registro de índice (X) no cambia. El byte de desplazamiento proporcionado en la instrucción es un entero de 8-bits sin signo.

Ejemplo:

LDA \$5,x ;Carga al acumulador desde la posición apuntado por el registro de índice (X) + \$05

### Indexado con 16-Bits de Desplazamiento

En el modo de direccionamiento indexado con 16-bits de desplazamiento, la dirección efectiva es la suma de los contenidos del registro índice de 8-bits y los dos bytes que siguen al 'opcode'. El contenido del registro de índice no se cambia. Estas instrucciones tienen tres bytes, uno para los 'opcode' y dos para un desplazamiento de 16-bits.

Formuló MC. Ulises Castro Peñaloza	Revisó M.C. Gloria Etelbina Chávez Valenzuela	Aprobó	Autorizó MC. MIGUEL ANGEL MARTINEZ ROMERO
Maestro	Coordinador de la Carrera	Gestión de la Calidad	Director de la Facultad



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA (UNIDAD MEXICALI)  
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD**

## Formato para prácticas de laboratorio

Ejemplo:

LDA \$0700,x ;Carga el acumulador desde la posición apuntada en el registro de índice (X) + \$0700

### Modo de Direccionamiento Relativo

El modo de direccionamiento relativo sólo se usa para las instrucciones 'branch' (bifurcación). Las instrucciones 'branch', también utilizadas en instrucciones de manipulación de bit, generan dos bytes de código máquina: uno para el 'opcode' y otro para el desplazamiento relativo. Porque es deseable bifurcar en cualquier dirección, el byte del desplazamiento es un desplazamiento complemento a dos con signo con un rango de  $-127$  a  $+128$  bytes (con respecto a la dirección de la instrucción que sigue a la inmediata instrucción de bifurcación).

Si la condición bifurcación es verdadera, los contenidos de los 8-bits siguientes del byte con signo, el 'opcode' (desplazamiento) se suma a los contenidos del contador de programa para formar la dirección de bifurcación efectiva; por otra parte, si la condición es falsa se procede a ejecutar la instrucción que sigue inmediatamente a la instrucción bifurcación.

Un programador especifica el destino de una bifurcación como una dirección absoluta (o etiqueta que se refiere a una dirección absoluta). El ensamblador de Motorola calcula el desplazamiento relativo de 8-bits con signo que se pone después del 'opcode' bifurcación en la memoria.

Ejemplo:

BEQ DEST ;Bifurcación a DEST si Z = 1 (bifurcación si es igual o cero)

## 4 PROCEDIMIENTO (DESCRIPCIÓN)

A EQUIPO NECESARIO		MATERIAL DE APOYO	
1	PC con puerto USB y unidad de CD.		Manual de prácticas de laboratorio.
1	CodeWarrior Instalado en el PC.		Hoja con set de instrucciones en ensamblador

## B DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

1. Ejecutar el software CodeWarrior.
2. Crear un nuevo Proyecto.

Formuló MC. Ulises Castro Peñaloza	Revisó M.C. Gloria Etelbina Chávez Valenzuela	Aprobó	Autorizó MC. MIGUEL ANGEL MARTINEZ ROMERO
Maestro	Coordinador de la Carrera	Gestión de la Calidad	Director de la Facultad



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA (UNIDAD MEXICALI)  
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD**

**Formato para prácticas de laboratorio**

3. Llena la siguiente tabla escribiendo la descripción y el tipo de direccionamiento utilizado:

Nemónico	Valor	Descripción	Tipo de direccionamiento
LDA	#08		
LDX	\$FC00		
LDA	\$05		
LDA	5, X		
INX			
BHS			

4. Completa la información del Registro de Código de Condición según las instrucciones que se muestran en la siguiente tabla:

			CCR antes					CCR después				
			V	H	I	N	Z	V	H	I	N	Z
1.	LDA	#08										
	ADD	#\$FF										
2.	LDA	\$05										
	LDA	5, X										
	INX											
	BHS											

**CÁLCULOS Y REPORTE**

Formuló MC. Ulises Castro Peñaloza	Revisó M.C. Gloria Etelbina Chávez Valenzuela	Aprobó	Autorizó MC. MIGUEL ANGEL MARTINEZ ROMERO
Maestro	Coordinador de la Carrera	Gestión de la Calidad	Director de la Facultad



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA (UNIDAD MEXICALI)  
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD**

**Formato para prácticas de laboratorio**

**5 RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

El alumno presentará sus conclusiones de la práctica considerando los resultados de la misma.

**6 ANEXOS**

Formuló MC. Ulises Castro Peñalosa	Revisó M.C. Gloria Etelbina Chávez Valenzuela	Aprobó	Autorizó MC. MIGUEL ANGEL MARTINEZ ROMERO
Maestro	Coordinador de la Carrera	Gestión de la Calidad	Director de la Facultad