

Tema 4: Microprocesador MC68000

Bibliografía

SISTEMAS DIGITALES: Ingeniería de los microprocesadores 68000.

Antonio García Guerra y Enrique Fenoll Comés

Capítulos 4,5 y 6

LA FAMILIA DEL MC68000

Julio Septién et all

Capítulos 2,5 y 6

68000 MICROCOMPUTER ORGANIZATION AND PROGRAMMING.

Per Stenström

Capítulos 1-4

DISEÑO Y PROGRAMACIÓN DEL μ P 68000 Y PERIFÉRICOS

Enrique Colomar Pous et all

Capítulos 2,3,5,7

INFORMACIÓN ADICIONAL

Transparencias, Documentación Electrónica, Datasheet, Enlaces a tutoriales HTML en:

http://www.dte.us.es/tec_inf/itig/microe/INDEX.HTM

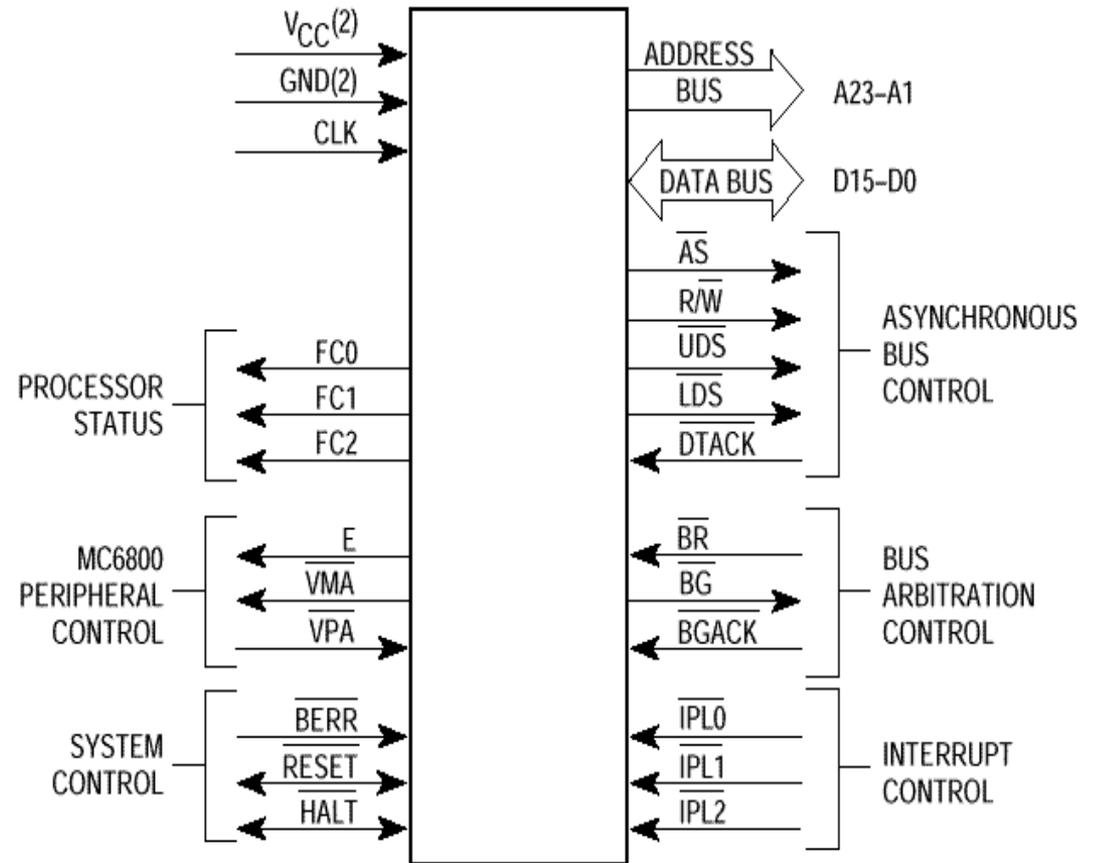
Tema 4: Microprocesador MC68000

- Descripción externa
- Arquitectura interna
- Organización de memoria
- Formato instrucciones
- Modos de direccionamiento
- Juego de instrucciones
- Directivas de ensamblador y entorno de program.

Tema 4: Microprocesador MC68000

Descripción externa

- BUS DE DATOS (D15-D0) - 16bits
- BUS DE DIRECCIONES (A23-A1) - 23 bits = 8 M direcciones físicas.
- ORGANIZACIÓN DE LA MEMORIA = 8 M palabras
- ESPACIO DE DIRECCIONAMIENTO = 16 M bytes



Tema 4: Microprocesador MC68000

Descripción interna

- Tamaño de operandos: Byte (B)=8bits, Word (W)=16 bits, y Long Word (L) = 32bits.
- El tamaño del operando se especifica, explícitamente, en la instrucción:

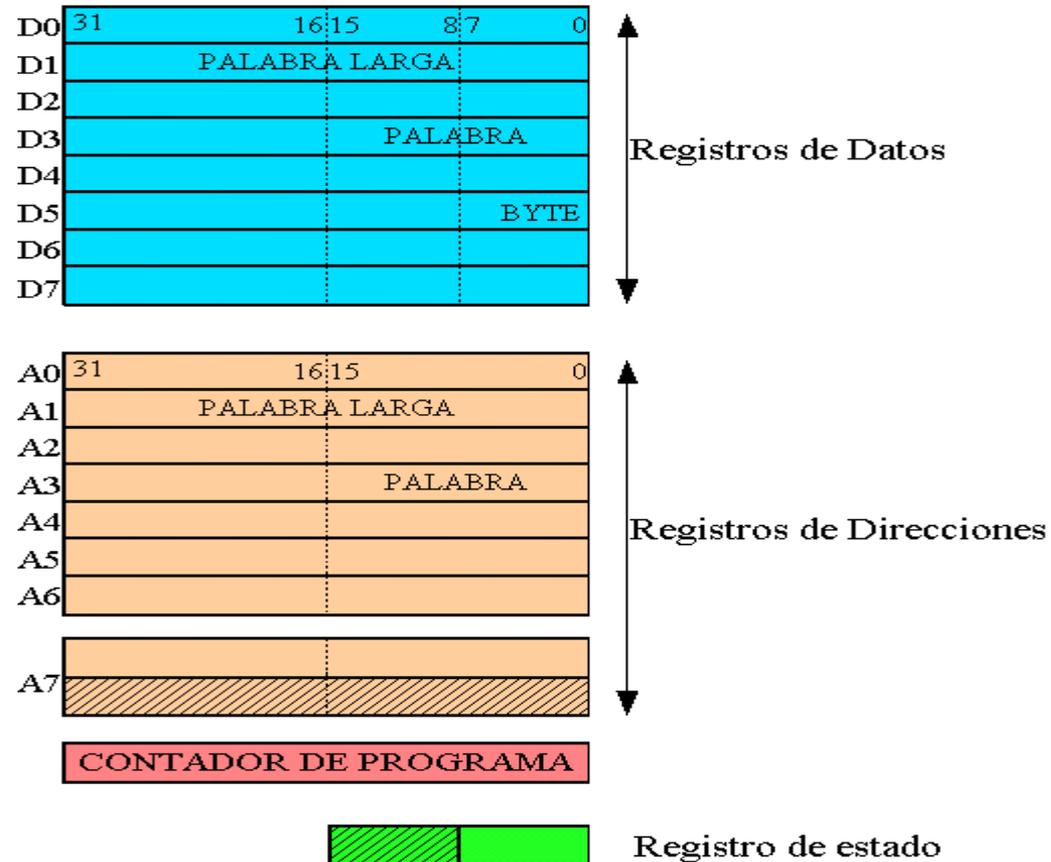
MNEMÓNICO.N (donde N es B para byte, W para word y L para long word)

- Otras instrucciones soportan tamaños predeterminados y no requieren el uso del formato anterior.

Tema 4: Microprocesador MC68000

Descripción interna

- Estructura de registros:



Tema 4: Microprocesador MC68000

Descripción interna

- Registros de Datos:

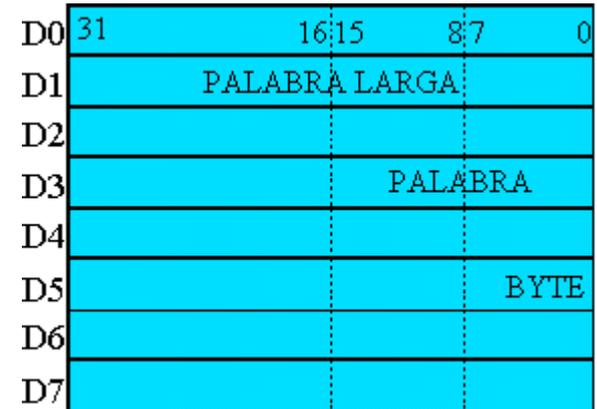
Cada registro se considera como:

- Una palabra larga de 32 bits

(bit de signo = bit 31).

- Dos palabras de 16 bits (palabras alta y baja). En modo palabra, sólo se accede a la palabra baja. Bit de signo = bit 15. Escritura de tamaño palabra, no altera la palabra alta.

- Cuatro bytes. En modo byte, se accede al byte bajo de la palabra baja, dejando intactos los restantes bits. Bit de signo = bit 7.



Tema 4: Microprocesador MC68000

Descripción interna

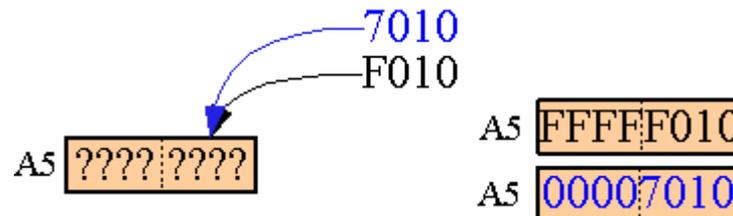
- Registros de Direcciones A0-A6:

- Contienen las direcciones de memoria que usan los modos de direccionamiento.

- La dirección del operando resultante del modo de direccionamiento debe ser par para palabra y palabra larga, y, par o impar, para byte

- Sólo admiten el modo palabra o el de palabra larga para lectura/escritura. No obstante una escritura en modo palabra modificaría los 32 bits del registro (extensión de signo).

A0	31	16:15	0
A1	PALABRA LARGA		
A2			
A3	PALABRA		
A4			
A5			
A6			



- Operaciones con estos registros no modifican los bits del CCR. 7

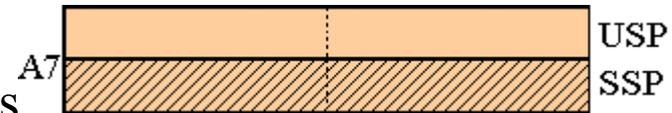
Tema 4: Microprocesador MC68000

Descripción interna

- Registro de Dirección A7:

- Es el puntero de pila (SP)

- Físicamente está desdoblado en dos registros (USP y SSP) accesibles según el modo de funcionamiento (Usuario o Supervisor).



- El SP se decrementa cuando se introducen datos en la PILA y se incrementa cuando se extraen y siempre apunta al último dato almacenado.

- Contador de Programa (PC):

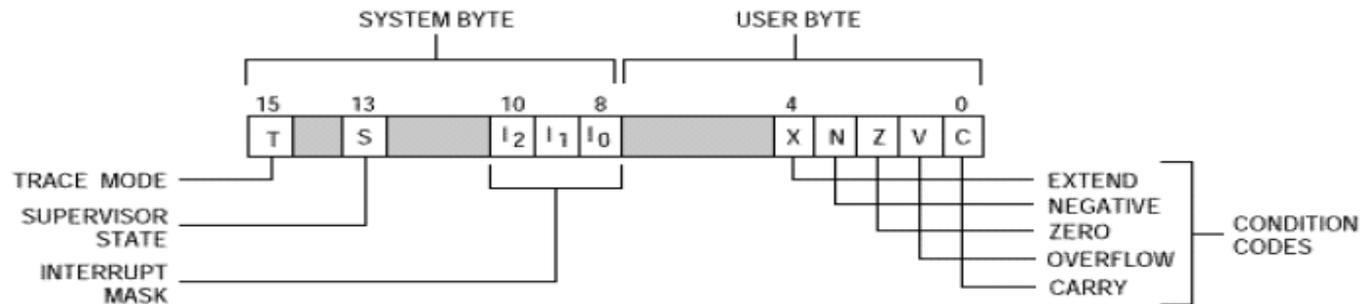
- Contiene la dirección de memoria donde se encuentra la siguiente instrucción a ejecutar. Sólo se utilizan los 24 bits menos significativos.

Tema 4: Microprocesador MC68000

Descripción interna

- Registro de estado (SR):

Se divide en dos mitades de 8 bits (Byte del Sistema: acceso sólo en modo supervisor y Byte de Usuario o CCR: contiene los flags)



T: Modo traza. Si T=1 se ejecutan instrucciones paso a paso.

S: Supervisor. Si S=1, el MC68000 está en modo supervisor.

I₂-I₀: Máscara de interrupciones. Fijan el nivel mínimo a partir del cual se pueden procesar las interrupciones.

X: Es un bit de acarreo = C. Hay instrucciones que modifican C pero no X.

N: Bit de signo (msb) del resultado.

Z: Resultado cero.

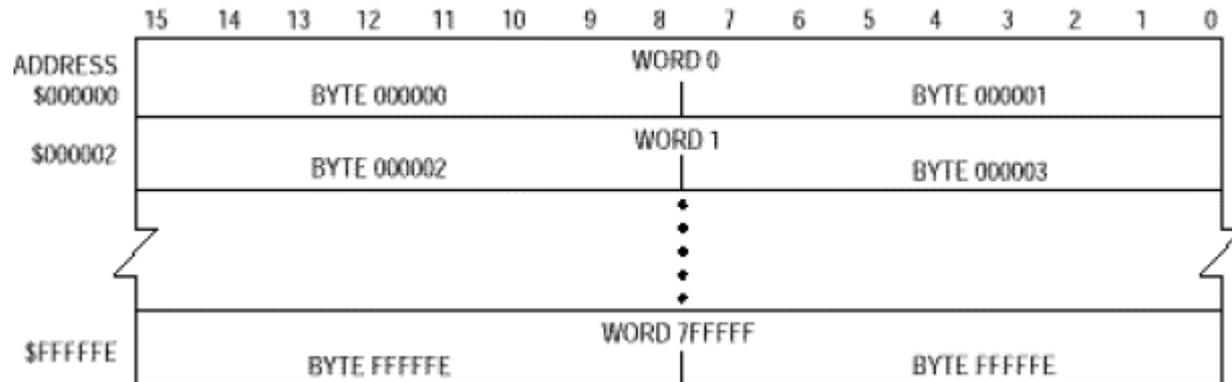
V: Indica overflow en operaciones de números con signo

C: Acarreo.

Tema 4: Microprocesador MC68000

Organización de datos en memoria

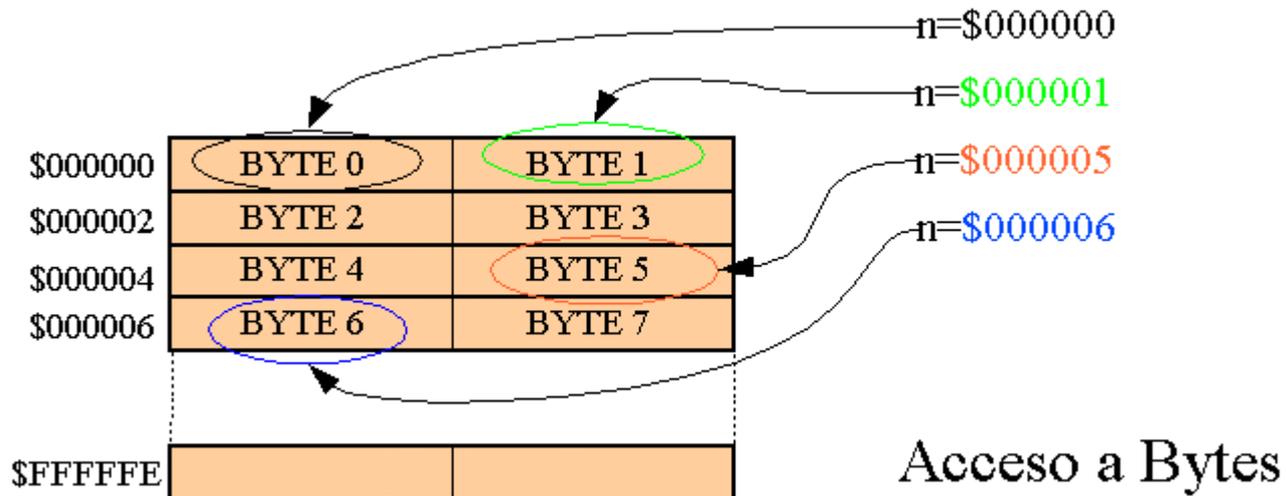
- Según Motorola, los datos en memoria se representan siguiendo una representación de 8M direcciones diferentes que contienen una palabra de 16 bits.



Tema 4: Microprocesador MC68000

Organización de datos en memoria

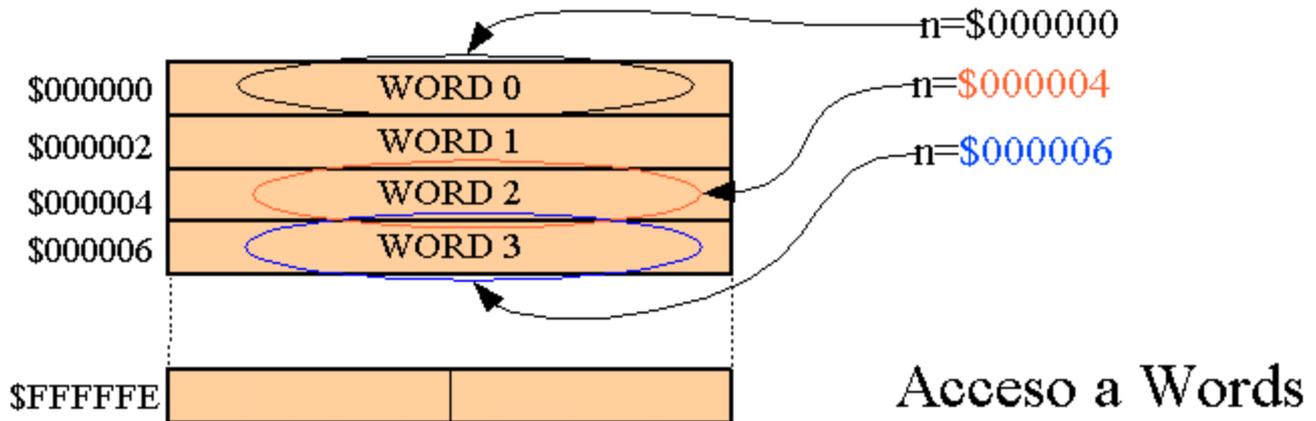
- Los bytes son direccionados en cualquier posición de memoria, par o impar, (n, n+1, n+2, n+3, .. donde n es una dirección de memoria).



Tema 4: Microprocesador MC68000

Organización de datos en memoria

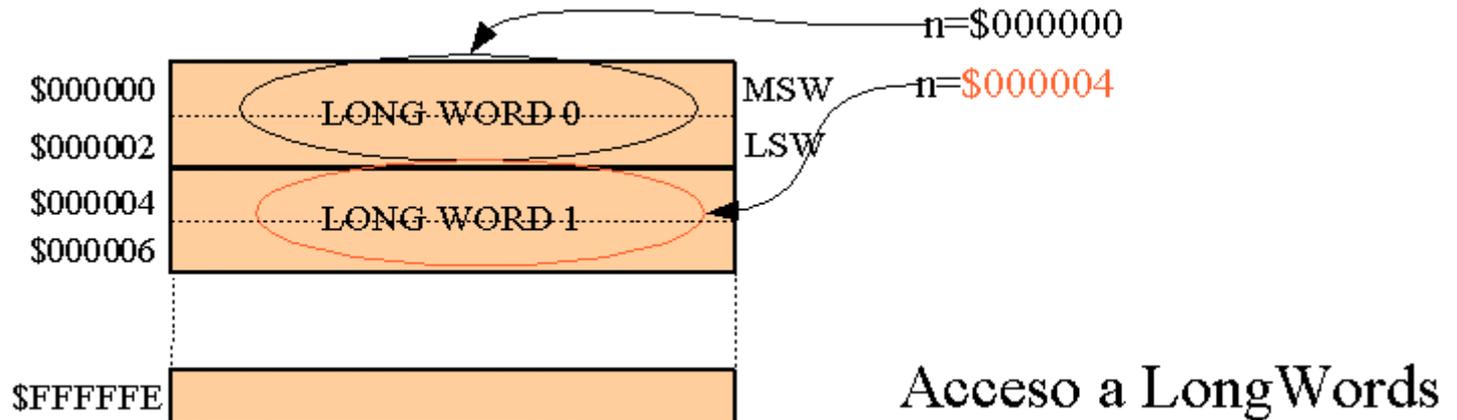
- Las palabras ocupan direcciones pares (n , $n+2$, $n+4$, $n+6$) donde el byte MSB está en la dirección par y el byte LSB ocupa la dirección impar. (Notación big-endian).



Tema 4: Microprocesador MC68000

Organización de datos en memoria

- Las palabras largas ocupan direcciones pares de 4 en 4 (n , $n+4$, $n+8$,...). La palabra MSB ocupa la dirección n , mientras que la LSB la $n+2$.



Tema 4: Microprocesador MC68000

Formato de las instrucciones

- Una instrucción máquina del MC68000 puede contener entre una y cinco palabras: la primera se denomina PALABRA DE OPERACIÓN (OW), las restantes, palabras de extensión (EW).

- La OW puede contener los siguientes campos:

* Código de operación (OPCODE)

* Tamaño del operando

* Dirección efectiva (EA) que tiene dos subcampos:

- Modo

- Registro

MODO DE DIRECCIONAMIENTO	EA	
	MODO	REGISTRO
Directo de registro de datos	000	Número de registro (Dn)
Directo de registro de direcciones	001	Número de registro (An)
Indirecto de registro	010	Número de registro (An)
Indirecto de registro con postincremento	011	Número de registro (An)
Indirecto de registro con predecremento	100	Número de registro (An)
Indirecto de registro con desplazamiento	101	Número de registro (An)
Indirecto de registro indexado con desplazamiento	110	Número de registro (An)
Absoluto corto	111	000
Absoluto largo	111	001
Relativo a PC con desplazamiento	111	010
Relativo a PC indexado con desplazamiento	111	011
Inmediato	111	100

Tema 4: Microprocesador MC68000

Formato de las instrucciones

- Las PALABRAS DE EXTENSIÓN (EW) contienen información de apoyo a los modos de direccionamiento (campo EA de OW).

Ejemplo:

Formato de la instrucción MOVE

0	0	tam	EA destino reg	modo	EA fuente modo	reg
---	---	-----	-------------------	------	-------------------	-----

MOVE.W \$2000(A3), \$010200

OW : 0011001111101011

EW1: 0010000000000000

EW2: 0000000000000001

EW2: 0000001000000000

MODO DE DIRECCIONAMIENTO	EA	
	MODO	REGISTRO
Directo de registro de datos	000	Número de registro (Dn)
Directo de registro de direcciones	001	Número de registro (An)
Indirecto de registro	010	Número de registro (An)
Indirecto de registro con postincremento	011	Número de registro (An)
Indirecto de registro con predecremento	100	Número de registro (An)
<u>Indirecto de registro con desplazamiento</u>	101	Número de registro (An)
Indirecto de registro indexado con desplazamiento	110	Número de registro (An)
Absoluto corto	111	000
<u>Absoluto largo</u>	111	001
Relativo a PC con desplazamiento	111	010
Relativo a PC indexado con desplazamiento	111	011
Inmediato	111	100

Tema 4: Microprocesador MC68000

Modos de direccionamiento

- Inmediato:

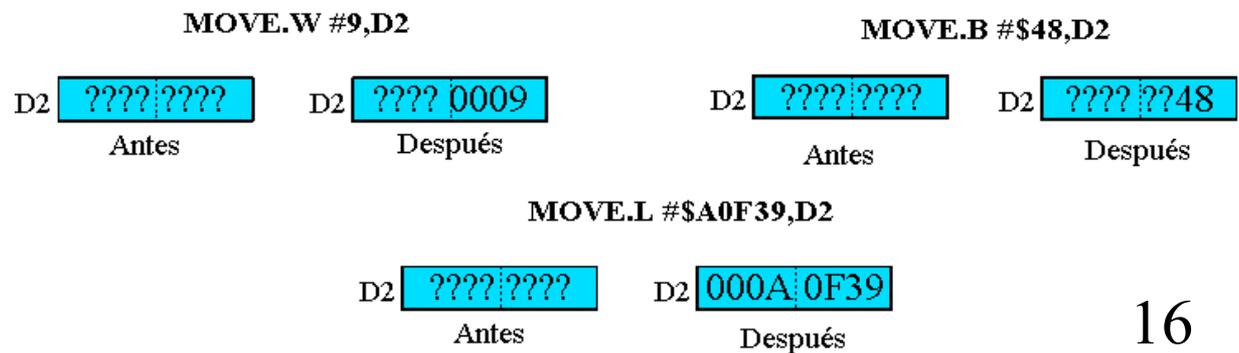
- El dato se encuentra en una o varias de las palabras de extensión que siguen a la OW de la propia instrucción o incluso en el OW (modos rápidos).

- Se utiliza para inicializar los contenidos de los registros (datos o direcciones) a un valor determinado o para incrementar su valor.

- Sintáxis:

MNEMÓNICO.N #DATO,OPERANDO_DESTINO

- Ejemplos:



Tema 4: Microprocesador MC68000

Modos de direccionamiento

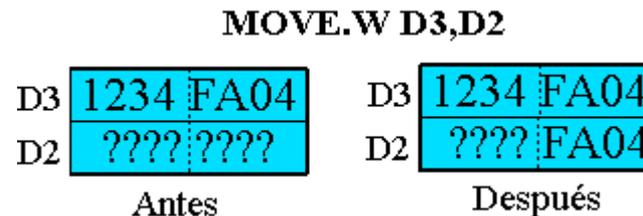
- Registro Datos Directo:

- El operando está en el registro de datos especificado por la dirección efectiva.

Sintaxis:

MNEMÓNICO.N Dn,OPERANDO_DESTINO

- Ejemplo:



Tema 4: Microprocesador MC68000

Modos de direccionamiento

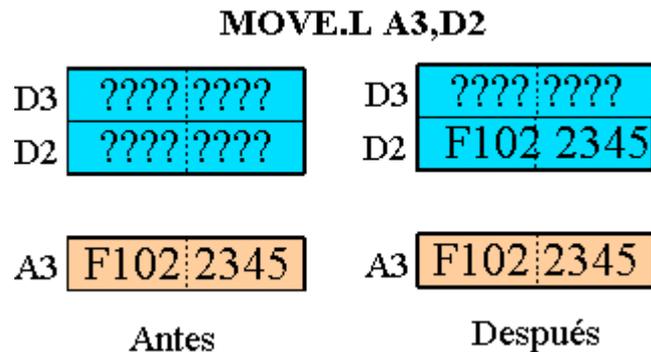
- Registro Direcciones Directo:

- El operando está en el registro de direcciones especificado por la instrucción.

Sintaxis:

MNEMÓNICO.N An,OPERANDO_DESTINO

- Ejemplo:



Tema 4: Microprocesador MC68000

Modos de direccionamiento

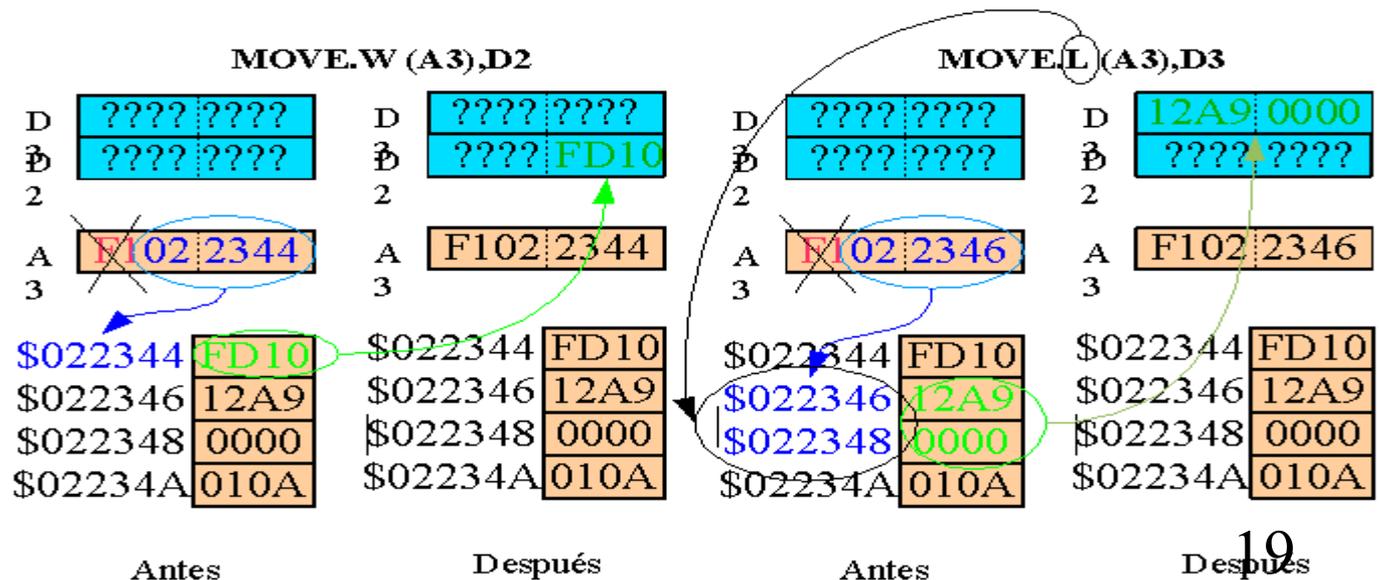
- Registro Direcciones Indirecto:

- El operando está en la posición de memoria indicada por el registro de direcciones especificado en la instrucción.

Sintaxis:

MNEMÓNICO.N (An),OPERANDO_DESTINO

- Ejemplos:



Tema 4: Microprocesador MC68000

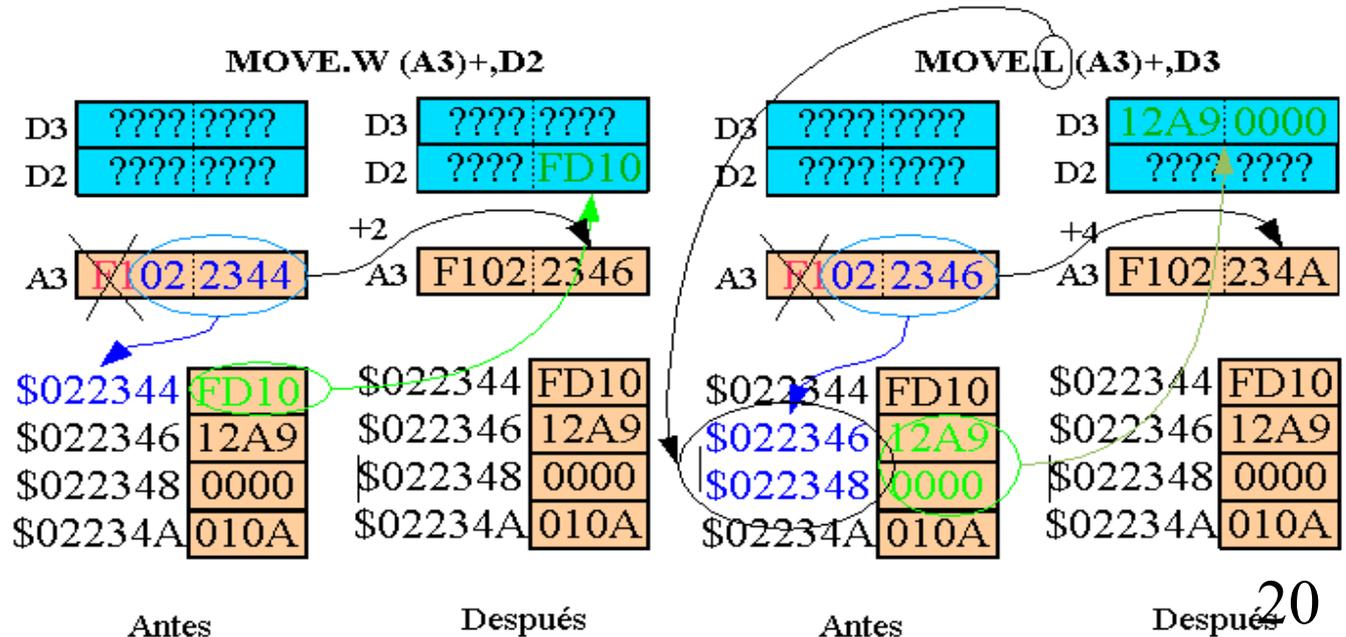
Modos de direccionamiento

- Registro Direcciones Indirecto con Postincremento:

- El operando está en la posición de memoria indicada por el registro de direcciones especificado en la instrucción. Después de acceder, el registro de direcciones se incrementa en 1, 2 o 4 unidades dependiendo si el tamaño del operando es byte, palabra o palabra larga respectivamente.

Sintaxis: *MNEMÓNICO.N (An)+, OPERANDO DESTINO*

- Ejemplos:



Tema 4: Microprocesador MC68000

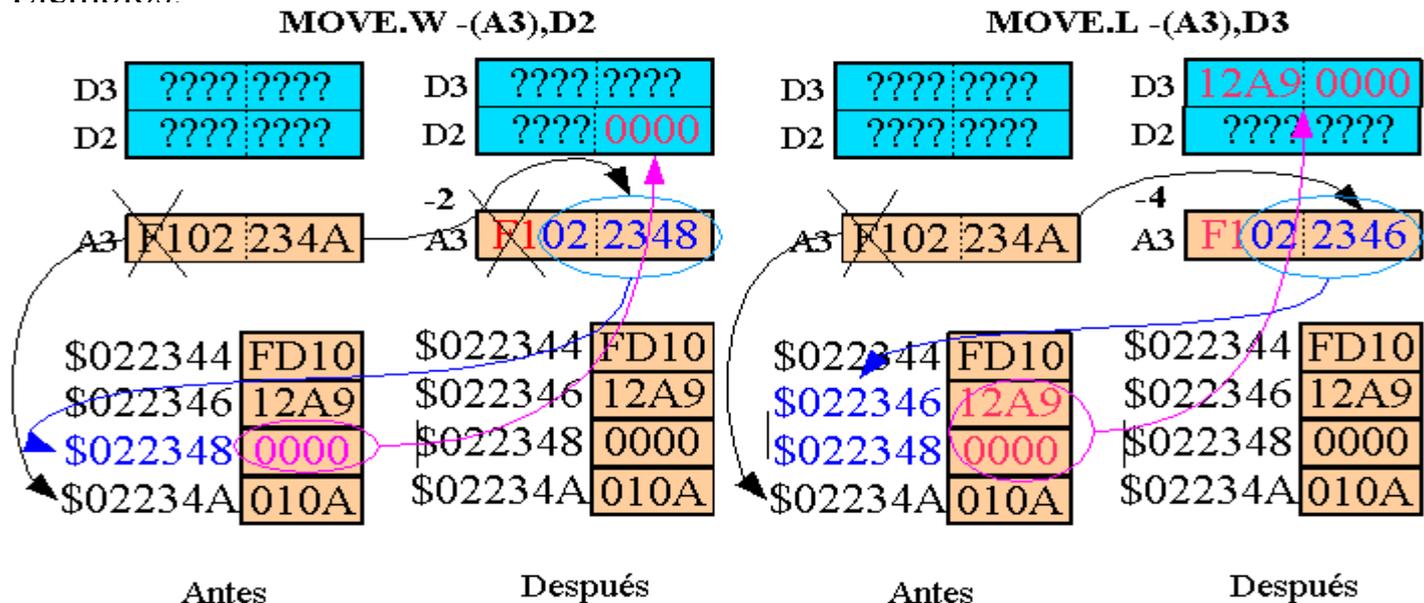
Modos de direccionamiento

- Registro Direcciones Indirecto con Predecremento:

- Antes de acceder, el registro de direcciones se decrementa en 1, 2 o 4 unidades dependiendo del tamaño del operando. Después, se accede al dato en la dirección resultante.

Sintaxis: *MNEMÓNICO.N* $-(An), OPERANDO_DESTINO$

- Ejemplos:



Tema 4: Microprocesador MC68000

Modos de direccionamiento

- Registro Direcciones Indirecto con índice:

- Este modo requiere de una palabra de extensión con el siguiente formato:

D/A	Registro	W/L	0	0	0	Desplazamiento				
15	14 13 12	11	10	9	8	7				0

BIT 15.- Indicador del registro índice: 0->Datos y 1-> Direcciones

BITS 14-12.- Número del registro índice

BIT 11.- Tamaño del registro índice: 0-> Palabra baja del registro índice extendido en signo; 1-> Palabra larga del registro índice

BITS 7-0.- Desplazamiento.

-La dirección del operando se obtiene tras sumar el contenido del registro de direcciones con la constante de 8 bits dada en la palabra de extensión y el contenido del registro índice:

Sintáxis: *MNEMÓNICO.N*

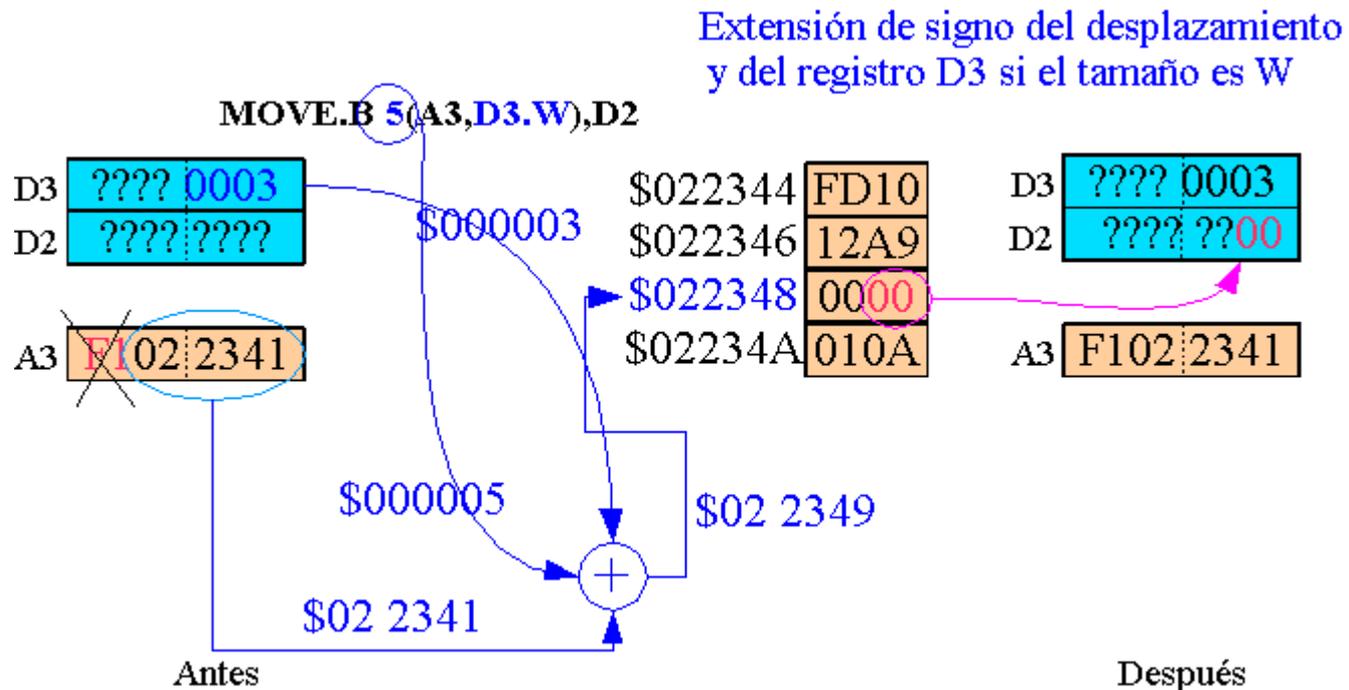
d8(An,X.t),OPERANDO_DESTINO

Tema 4: Microprocesador MC68000

Modos de direccionamiento

- Registro Direcciones Indirecto con índice(cont):

- Ejemplo



Tema 4: Microprocesador MC68000

Modos de direccionamiento

-Absoluto:

- En este modo las palabras de extensión contienen la dirección de memoria donde están los operandos. Existen dos tipos:

- Absoluto largo:

- Dispone de dos EW que contienen los 24 bits de la dirección de memoria del operando.

- Absoluto corto:

- Dispone de una palabra de extensión, EW, que se extiende en signo para construir los 24 bits de la dirección de memoria del operando. En este modo sólo se pueden acceder a las 32K direcciones más bajas y a las 32k más altas.

Sintaxis Absoluto Largo: *MNEMÓNICO.N xxxxxx,OPERANDO_DESTINO*

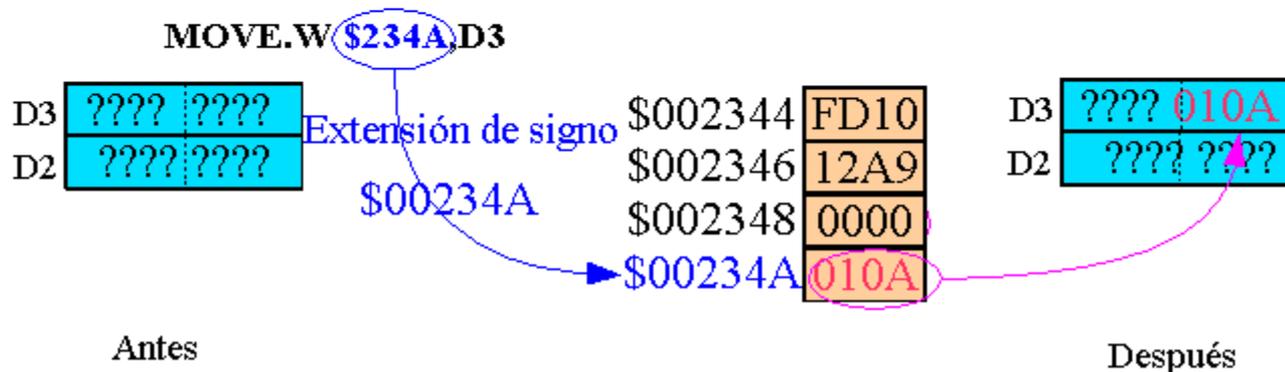
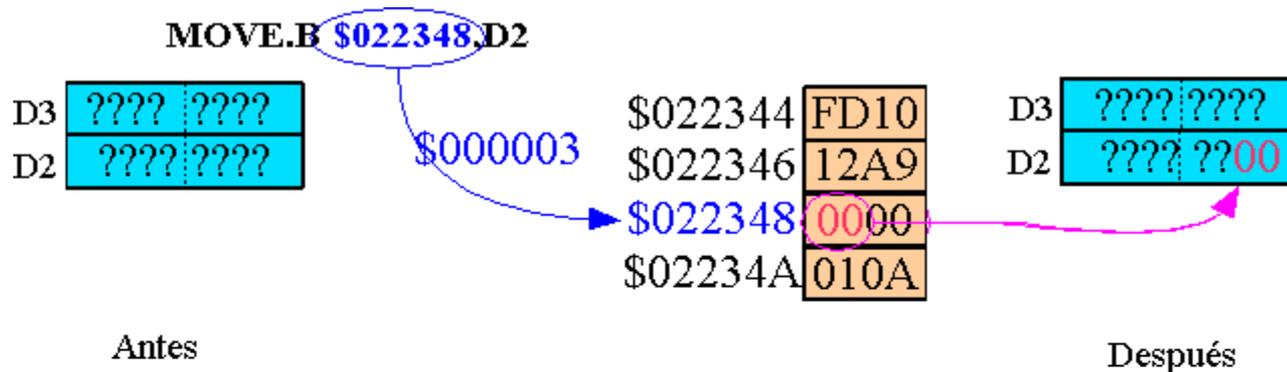
Sintaxis Absoluto Corto: *MNEMÓNICO.N xxxx,OPERANDO_DESTINO*

Tema 4: Microprocesador MC68000

Modos de direccionamiento

-Absoluto (cont.):

Ejemplos:



Tema 4: Microprocesador MC68000

Modos de direccionamiento

-Relativo:

- Dos modalidades: relativo con desplazamiento y relativo indexado con desplazamiento.
- Similar a los modos indirectos con desplazamiento e indexado con la salvedad que el registro usado es el PC.
- Permite realizar código reubicable.

- Relativo con Desplazamiento:

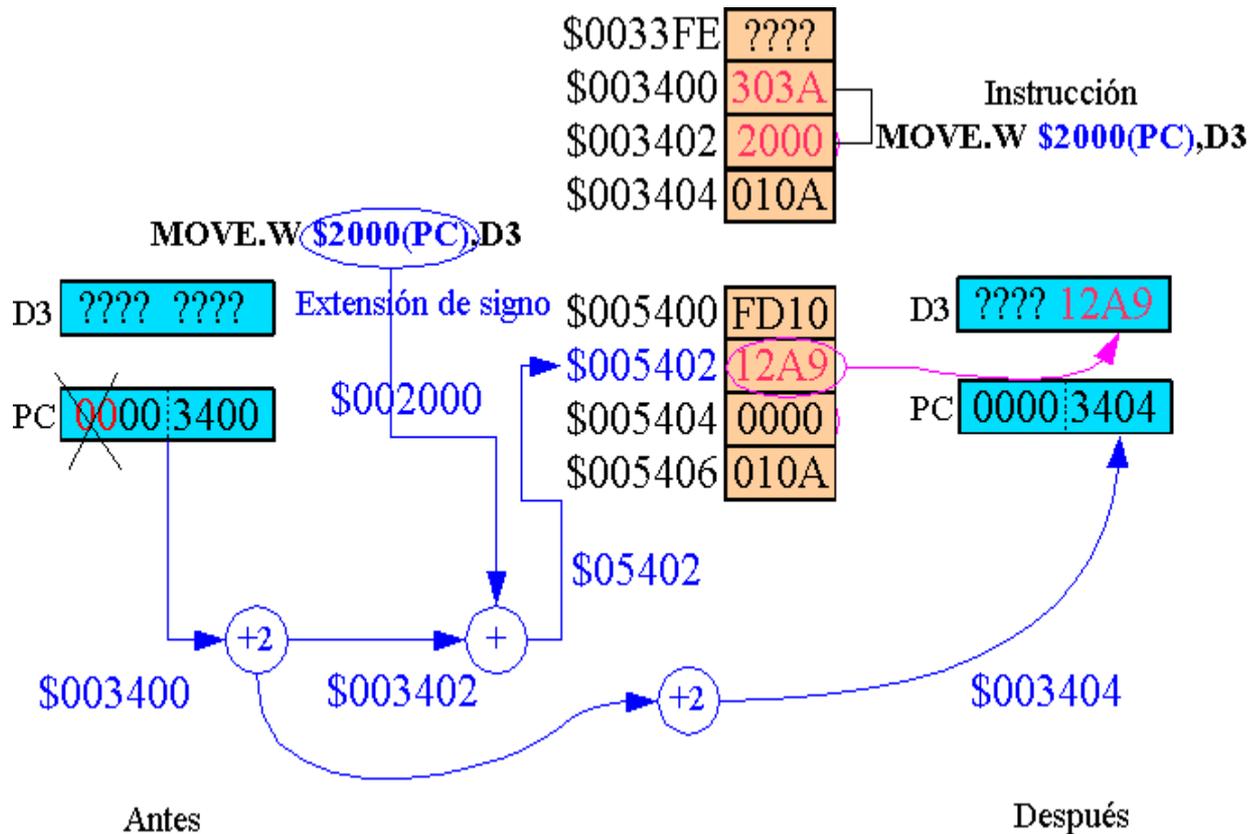
- Al contenido del PC, se suma el desplazamiento de 16 bits extendido en signo.

Sintaxis : *MNEMÓNICO.N d16(PC),OPERANDO_DESTINO*

Tema 4: Microprocesador MC68000

Modos de direccionamiento

- Ejemplo:



Tema 4: Microprocesador MC68000

Las instrucciones y los modos de direccionamiento

Los distintos modos de direccionamiento se pueden clasificar en cuatro categorías:

DATOS: Incluye los modos que pueden usarse para referirse a operandos de datos. (Incluye todos los modos de direccionamiento excepto el modo directo a registro dedirecciones)

MEMORIA: Incluye todos los modos que pueden usarse para referirse a operandos dememoria. (Inlcuye todos los modos salvo el de registro directo).

CONTROL: Incluye todos los modos que pueden usarse para referirse a operandos de memoria sin un tamaño asociado, y son usados por instrucciones de control como saltos, llamadas a subrutinas,...(Los modos indirectos con predecremento y postincremento y el inmediato no están incluidos).

ALTERABLE: Incluye todos los modos que pueden usarse para referirse a operandos modificables. Un operando destino sólo puede usar los modos de direccionamiento incluidos en esta categoría.(Los direccionamientos relativos al contador de programa y el direccionamiento inmediato **no** pertenecen a este grupo.)

Tema 4: Microprocesador MC68000

Las instrucciones y los modos de direccionamiento

Estas cuatro categorías primitivas pueden combinarse para obtener las categorías que se resumen en la siguiente tabla:

MODOS DE DIRECCIONAMIENTO	CATEGORÍAS DE EA							
	EA	DEA	MEA	CEA	AEA	ADEA	AMEA	ACEA
Dn An	X X	X			X X	X		
(An) (An)+ -(An) d16(An) d8(An,Ri.X)	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X	X X X X X	X X X X X	X X X X X	X X X
XXXX XXXXXX	X X	X X	X X	X X	X X	X X	X X	X X
d16(PC) d8(PC,Ri.X)	X X	X X	X X	X X				
#XXXXXXXX	X	X	X					

Los operandos de las instrucciones vienen especificados por alguna de estas categorías, y por tanto, sólo los modos de direccionamiento incluidos en cada una de ellas, son los válidos para dicho operando.

Tema 4: Microprocesador MC68000

El conjunto de instrucciones

- El 68000 tiene 56 instrucciones que, combinadas con los 14 modos de direccionamiento y los cinco formatos de datos, ofrece al programador una herramienta potente para el desarrollo de programas.
- Hemos dividido las instrucciones en los siguientes grupos:
 - Operaciones de movimiento de datos: MOVE, MOVEA, MOVEM, MOVEQ, EXG, LEA, *PEA*, SWAP, LINK y UNLNK
 - Operaciones de aritmética entera: ADD, ADDA, ADDI, ADDQ, ADDX, CLR, CMP, CMPA, CMPI, CMPM, DIVU, DIVS, EXT, MULU, MULS, NEG, NEGX, SUB, SUBA, SUBI, SUBW , SUBX y CMP
 - Operaciones lógicas: AND, ANDI, EOR, EORI, OR, ORI, NOT y TST
 - Operaciones en BCD: *ABCD*, *NBCD* y *SBCD*

Tema 4: Microprocesador MC68000

El conjunto de instrucciones

- Operaciones de desplazamiento y rotación: ASL, ASR, LSL, LSR, ROL, ROR, ROXL, ROXR y SWAP
- Operaciones de manipulación de bits: *BTST, BSET, BCLR, BCHG*
- Operaciones de control del programa: BRA, BSR, JMP, JSR, RTR, RTS, y NOP.
- Operaciones de control del sistema: RESET, RTE, STOP, TRAP, TRAPV, CHK, ..

(VER TABLA RESUMEN)

Tema 4: Microprocesador MC68000

Programación en ensamblador

- Cada línea del fichero .ASM que contiene el programa en ensamblador debe tener el siguiente formato.

Label: Opcode Operand(s) ; Comment

- * El campo Label(etiqueta) es opcional
- * Opcode contiene el mnemónico de la instrucción o la directiva de ensamblador.
- * Operand(s), son los operandos (1 o 2 o ninguno) de la instrucción o directiva. Cuando hay 2 o más operandos, estos se separan por comas.
- * De forma opcional, el último campo es el comentario que comienza con punto y coma.

Tema 4: Microprocesador MC68000

Directivas de ensamblador

- ORG:

- Inicializa el contador de programa con el valor del operando. Si no se utiliza una directiva ORG, se asume que el PC vale 0.

- Sintaxis: ORG valor

- Ejemplo: ORG \$400

- EQU:

- Asigna al símbolo contenido en el campo etiqueta el valor de la expresión en el campo operando.

- Sintaxis: etiqueta EQU valor

- Ejemplo: PI EQU 3.1416

Tema 4: Microprocesador MC68000

Directivas de ensamblador

- END:

- Indica que el código ensamblador ha finalizado. No se ensamblará el texto situado a continuación de la directiva.

- Sintaxis: END etiqueta

- Ejemplo: END programa (programa es la etiqueta situada en la primera instrucción del programa).

- DC:

- Define constantes en memoria. Permite asignar valores numéricos, tablas, caracteres o cadenas a variables de memoria.

- Añadiendo .B, .W o .L se indica el tamaño de la constante. Si no se indica nada, se asume tamaño W.

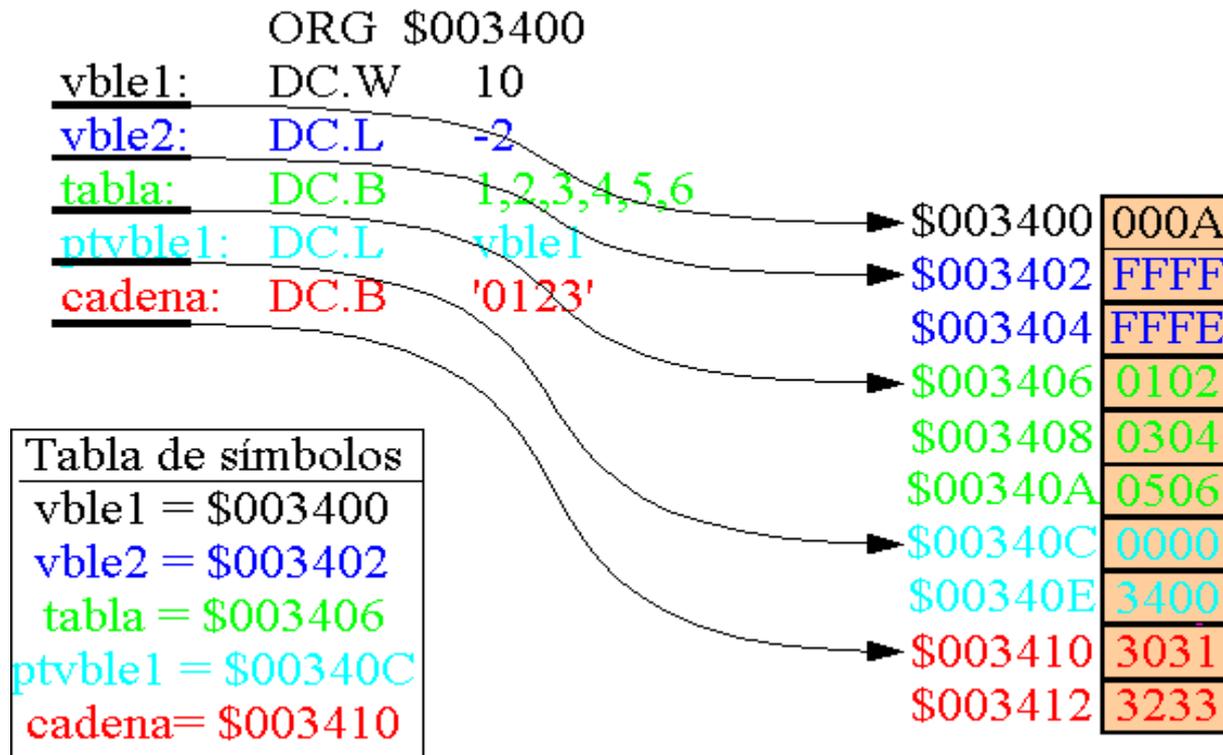
- Se pueden asignar hasta 256 bytes de datos en una única directiva

Tema 4: Microprocesador MC68000

Directivas de ensamblador

- Sintaxis: LABEL: DC.t const1,const2,.....

- Ejemplos:



Tema 4: Microprocesador MC68000

Directivas de ensamblador

- DS:

- Se utiliza para reservar posiciones de memoria.

- Añadiendo .B, .W o .L se indica el tamaño de cada elemento reservado. Si no se indica nada, se asume tamaño W.

- Sintaxis: LABEL: DS.t valor

- Ejemplo:

DS.B 256 ;Reserva 256 bytes consecutivos de memoria

DS.L 1 ; Reserva una palabra larga

Hola: DS 2 ; Reserva dos palabras en la dirección asignada a
;Hola