

[Extraído del libro “Sistemas Electrónicos Basados en Microprocesadores y Microcontroladores”, de Bonifacio Martín del Brío, Prentice Hall de Zaragoza, 1999.]

Introducción a los ensambladores AS0 y AS11

Motorola ha desarrollado una serie de compiladores de lenguaje ensamblador para sus microprocesadores y microcontroladores de 8 bits, cuyo nombre genérico es ASxx.EXE, siendo «xx» un número que identifica al modelo de microprocesador de la familia 68. Así se tiene, por ejemplo, AS0 y AS11, compiladores de ensamblador para el microprocesador 6800 y el microcontrolador AS11, respectivamente. Todos estos compiladores son de dominio público, pudiéndose descargar de <http://www.motorola.com/pub/SPS/MCU/ibm>. Aunque Motorola distribuye libremente junto con el compilador (ASxx.EXE) su manual de uso (ASSEMBLER.DOC), en este apéndice realizaremos una breve introducción al empleo de estos ensambladores.

Al compilar un programa con AS0.EXE o AS11.EXE, si no hay errores de compilación se genera como resultado un fichero de código objeto «nombre.S19», escrito en el denominado formato S-Record de Motorola; este código es ya absoluto (es decir, directamente ejecutable si se carga en la memoria de un microprocesador):

$$\text{nombre.ASM (fuente)} \xrightarrow{\text{ASxx.EXE}} \text{nombre.S19 (ejecutable)}$$

Si al compilar un fichero el programa ASxx detecta errores de programación (por ejemplo, en vez de «LDAA», hemos escrito «LAA»), no genera código alguno, presentando en la pantalla el número de errores detectados y los números de las líneas del fichero «nombre.ASM» dónde aparecen.

Al invocar desde el MS-DOS el compilador AS0.EXE (o AS11.EXE, pues operan de la misma manera), se pueden especificar una serie de *opciones de compilación*, siendo las más comunes las siguientes:

- Opción «-l» (c:\path\>AS0 nombre.ASM -l): compila y además muestra en pantalla junto a cada línea fuente el código máquina generado, presentando en dicha línea los errores de compilación (si los hubiere).

- Opción «-s» (c:\path\>AS0 nombre.ASM -s): compila y además muestra en pantalla la tabla de símbolos generada por el compilador (el valor asignado a cada etiqueta).

Los ficheros ensamblador «nombre.S19» deben ser editados con un *editor ASCII convencional*, como el bien conocido *EDIT del MS-DOS* (no puede emplearse un editor que introduzca códigos de control, como pueda ser MS-WORD). Todo fichero ensamblador para AS0 y AS11 puede contener los siguientes elementos:

- *Nmónicos*: Acepta las instrucciones del juego del 6800 y del 68HC11, respectivamente.
- *Etiquetas*: Constantes alfanuméricas a las que el compilador asigna un valor.
- *Constantes*: Datos (o direcciones) que no varían a lo largo del programa, cuyo tipo puede especificarse mediante los siguientes símbolos: «\$» indica número hexadecimal, «@» octal, «%» binario, «'» indica carácter y «"» demarca una cadena de caracteres. Si no se coloca ningún signo delante de un dato, éste se supondrá de tipo decimal (base 10).
- *Comentarios*: Indicados por los caracteres «*» o «;», colocados al principio de una línea (pegados al margen izquierdo), o bien a continuación de una instrucción.

Estos compiladores requieren que las líneas que constituyen el programa fuente (ensamblador) posean un formato concreto. *Cada línea está organizada en cuatro campos: etiqueta* (debe comenzar adosada al margen izquierdo), *instrucción* (separada del margen izquierdo, por ejemplo, mediante un tabulador), *operando* (a continuación de la instrucción), y *comentario*; la etiqueta y el comentario son opcionales:

	[Etiqueta]	Instrucción	Operando	[Comentario]
Ejemplo:	OTRA	INC	DATO1	; incrementamos el dato

En el ejemplo anterior OTRA es una etiqueta que representa la dirección donde comienza la instrucción, INC es el mnemónico de la instrucción, y DATO1 es una etiqueta que representa la dirección donde se halla el dato que se desea incrementar; a continuación se ha añadido un comentario.

Es importante remarcar que el campo correspondiente a las etiquetas es opcional (puede ponerse o no ponerse); eso sí, toda etiqueta debe comenzar pegada al margen izquierdo del fichero (sin ningún espacio entre la etiqueta y el margen).

Si en una línea no se incluye etiqueta la instrucción o directiva no debe estar nunca apoyada en el margen izquierdo (se recomienda situar la instrucción o directiva a un tabulador de distancia del margen). Finalmente, los comentarios pueden comenzar por el carácter «*» o por «;».

A continuación presentamos algunas de las *directivas (pseudoinstrucciones)* más importantes del ensamblador:

- **ORG** (*Origin*): Establece el lugar de memoria donde debe guardarse el código o los datos). Ejemplo: ORG \$100 indica que se almacenan datos o programa a partir de la dirección \$100 de memoria.
- **EQU** (*Equal*): Asigna un valor a una etiqueta.
- **FCB** (*Form Constant Byte*): Guarda un byte en una posición de memoria. Ejemplo: FCB 3, 7, \$3A guarda los datos 3, 7 y \$3A en tres casillas consecutivas.
- **FDB** (*Form Double Byte Constant*): Guarda dos bytes en memoria.
- **FCC** (*Form Constant Character String*): Guarda una cadena de caracteres en ASCII. Ejemplo: FCC "HOLA" guarda el ASCII de cada uno de sus caracteres en casillas consecutivas.
- **RMB** *num* (*Reserve Memory Byte*): Reserva la cantidad *num* de bytes de memoria. Ejemplo: RMB 10 reserva 10 bytes de memoria.
- **END**: Fin de fichero.

Y el que sigue es un ejemplo de fichero ensamblador, con los formatos adecuados para ser compilado con AS0 o AS11:

```
* Programa de prueba. Abril de 1999
* Aquí están los datos
    ORG $0010
DATO1 FCB $A0, $35

* Aquí empieza el programa
    ORG $B600
    LDAA DATO1
OTRA INC  DATO1    * bucle sin fin
    BRA  OTRA
    END
```

Finalmente, recordaremos que en el capítulo 4 el lector puede encontrar más información sobre la programación del 6800 y 68HC11, y que si necesita más datos sobre los ensambladores AS0 y AS11 deberá acudir al manual original de Motorola ASEMBLER.DOC, que puede localizar en Internet (<http://www.motorola.com/pub/SPS/MCU/ibm>). El libro [Spasov 96] y otros de los incluidos en la bibliografía también son buenas referencias en este sentido.