



DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

El Computador Simple 2010 (CS2010)

Formato de los programas en ensamblador del CS2010 (extraído del Ap. 1 de la práctica 4)

El código binario que ejecuta el procesador se denomina “código máquina”. Escribir directamente en código máquina no resulta práctico. En lugar de eso escribiremos los programas en un lenguaje más legible para los humanos denominado “lenguaje ensamblador”. Los programas en ensamblador pueden ser traducidos al código binario ejecutable por la máquina mediante una herramienta denominada también “ensamblador”. A esta acción se la denomina “ensamblar”. Un programa en ensamblador del CS2010 puede contener 3 tipos de líneas:

- Línea en blanco: contiene únicamente caracteres de espacio, tabuladores y/o comentarios. Estas líneas son ignoradas por el ensamblador.
- Línea de instrucción de programa: describe una instrucción del CS2010 mediante los nemónicos vistos en teoría. Si una instrucción requiere un operando “numérico”, este puede especificarse de cuatro formas:
 - Usando un numeral decimal, en cuyo caso puede ir precedido por un signo.
 - Usando un numeral binario, en cuyo caso debe ir precedido por el prefijo “0B” y tener exactamente 8 bits.
 - Usando un numeral hexadecimal, en cuyo caso debe ir precedido por el prefijo “0x” o el prefijo “\$” y tener uno o dos dígitos hexadecimales.
 - Usando una etiqueta: una etiqueta es una cadena que tiene asociado un valor de 8 bits. Deben empezar por una letra y pueden contener un número arbitrario de letras y dígitos. Más adelante veremos la forma de asociar valores a etiquetas.

Son numerales válidos "1234", "+2", "-1", "0b11000110", "\$4F", "0x32", "\$3". No son numerales válidos "12F3", "+0b10101010", "0b000000000000001", "0b10", "0x023".

- Línea de directiva de ensamblado: le indica al ensamblador que realice determinadas acciones. En el CS2010 son de dos tipos:
 - Directiva EQU: permite asociar un valor a una etiqueta. Su sintaxis es:

```
.EQU <etiqueta> = <numeral>
```

- Tras encontrar una línea como ésta, el ensamblador cambiará cualquier ocurrencia de la etiqueta que encuentre en las líneas de instrucción por el valor asociado. Nótese que estas líneas no se corresponderán con ninguna instrucción máquina del programa ensamblado.
- Directiva OP CODE: permite insertar instrucciones indicando explícitamente su código máquina. Su sintaxis es:

```
.OPCODE <byte_más_significativo> , <byte_menos_significativo>
```

donde <byte_más_significativo> debe ser un numeral y <byte_menos_significativo> puede ser un numeral o una etiqueta.

Existe una segunda forma de asignar valores a etiquetas: tanto a las líneas de instrucciones de programa como a las líneas con la directiva OP CODE puede añadirse un prefijo en la forma:

```
<etiqueta> :
```

Esto hará que el ensamblador asocie a la etiqueta la dirección de la posición de memoria que ocupará la instrucción máquina correspondiente a esta línea. Esto es útil para hacer más claros los programas que usan instrucciones de salto.

Otra forma de hacer más legibles los programas es añadir comentarios al final de las líneas. Los comentarios comienzan por el carácter ';'. Todo el texto situado entre ese carácter y el final de la línea es ignorado por el ensamblador.

Por último hay que hacer notar que el ensamblador no distingue entre mayúsculas y minúsculas.

A continuación se muestra un ejemplo de programa en ensamblador del CS2010:

```
;esto es un comentario y será ignorado por el ensamblador
LDI R0,15; esto mete en R0 el número 15
    ;los espacios en blanco y tabuladores son ignorados
    LDI R1,$0F ;esto mete en R1 el número 15
LDI R2,-1 ;esto mete en R2 el número 255
;esto es otro comentario seguido de líneas en blanco

    .EQU menos1=0b11111111 ; esto no genera código máquina
.equ uno=1
    LDI R3,0
bucle:    SUBI R0, uno
BRCS termina
    st (r3), r0 ; no importa si usamos minúsculas
    ADDI R3, UNO

jmp bucle
    TERMINA:    STOP

    ;al ejecutarse esto se rellenarán las 14 primerasposiciones de memoria
;con los enteros entre el 14 y el 1 ordenados de forma descendente
```