

Índice

- Objetivos
- Conocimientos y materiales necesarios
1. Ejecución de instrucciones paso a paso en modo normal
2. El modo de simulación manual del computador elemental
3. Ejercicios adicionales

3.1. Archivos en la carpeta de trabajo

3.2. Ejercicios

Pasos de ejecución de instrucciones del computador elemental

Área de Arquitectura y Tecnología de Computadores – Versión 1.0.899, 18/02/2022

Objetivos

Durante esta sesión el alumno se familiarizará con las señales de control y el modo de simulación *manual* del Computador Teórico.

Para ello, aprenderá cómo cambiar el modo de funcionamiento del simulador del Computador Teórico, cuáles son las diferencias entre el modo de funcionamiento *normal* y el modo de funcionamiento *manual* y cómo efectuar operaciones con el simulador en este nuevo modo.

Conocimientos y materiales necesarios

Para un aprovechamiento positivo de esta práctica se requiere que el alumno:

- Sepa cómo codificar, cargar y ejecutar un fichero de memoria.
- Conozca cómo funciona una *unidad de control* y tenga claros los conceptos *paso de ejecución* y *señal de control*.
- Durante la sesión se plantearán una serie de preguntas que puedes responder en el correspondiente [cuestionario](#) en el Campus Virtual. Puedes abrir el cuestionario en otra pestaña del navegador pinchando en el enlace mientras mantienes pulsada la tecla [\[Ctrl\]](#).

1. Ejecución de instrucciones paso a paso en modo normal

En sesiones anteriores, el alumno ya ha ejecutado programas en el computador elemental y ha tenido ocasión de comprobar que, cada vez se pulsa la tecla [\[F8\]](#), se ejecuta una instrucción completa. Esa pulsación tiene, por tanto, el mismo efecto que la generación de tantos ciclos de reloj como pasos de ejecución tiene la instrucción.


Si en lugar de la tecla [\[F8\]](#) se pulsa la tecla [\[F7\]](#), o se pulsa con el ratón sobre el botón que muestra un flanco ascendente (situado en la esquina superior izquierda de la ventana de la aplicación, [\[Fig. 1\]](#)), sólo transcurrirá un pulso de reloj, lo que permite observar las señales que la unidad de control genera en cada paso de ejecución. Para completar la ejecución de una instrucción se deberá pulsar [\[F7\]](#) tantas veces como pasos de ejecución tenga esa instrucción.

Antes de comenzar a utilizar el modo de simulación *manual*, y para que el alumno se familiarice con las señales de control de la CPU, se ejecutarán paso a paso algunas instrucciones de este programa desarrollado en sesiones anteriores:

```
MOVL R1, 0FDh
MOVH R1, 25h

MOVL R2, 4
MOVH R2, 0

MOV R3, [R1]
MOV [R1], R2
```

- 
- Carga el archivo **4-3prog.mem**, que tiene la codificación de las instrucciones anteriores, en la memoria del computador elemental (a partir de la dirección **3100h**).
 - Busca el código del programa en memoria con el desensamblador. Comprueba que se han cargado correctamente las instrucciones que escribiste en el archivo.
 - Modifica ahora el contenido de la posición de memoria **25FDh** y escribe el valor **7**.
 - Inicializa el registro **PC** con el valor adecuado para ejecutar el programa que acabas de cargar.
 - Pulsa la tecla [\[F8\]](#) hasta que en el registro de instrucción, **IR**, aparezca la instrucción **movh r1, 25h**. En este instante **PC** apuntará a la siguiente instrucción a ejecutar, que será **movl r2, 4**.
 - Pulsa la tecla [\[F7\]](#). Esta pulsación tiene el mismo efecto que si el reloj del sistema generase un nuevo pulso, por lo que la unidad de control genera las señales correspondientes a la fase de búsqueda de instrucción (primer paso de ejecución, **T1**). Observa cómo la unidad de control del simulador del computador elemental indica el paso de ejecución en el que se encuentra y las señales que ha activado. Observa también el contenido de los registros **PC**, **IR**, **MAR**, **MDR** y **TMPS**, y contesta:
 - ¿Por qué el registro **MAR** tiene ese valor?
 - Observa el contenido del registro **TMPS**. ¿En qué registro se almacenará ese valor? Responde en el [cuestionario](#): pregunta 1. ¿Por qué no se ha almacenado todavía?
 - Durante el paso de ejecución **T1**, ¿ha cambiado el valor del registro **MDR**? Responde en el [cuestionario](#): pregunta 2. ¿Lo hará más adelante? Si lo hace, ¿en qué paso de ejecución lo hará y por qué? Responde en el [cuestionario](#): pregunta 3.
 - Pulsa dos veces más la tecla [\[F7\]](#) para completar las fases de incremento del **PC** y de decodificación de la instrucción (pasos **T2** y **T3**). Observa el valor del registro **PC**, ¿adónde apunta? Responde en el [cuestionario](#): pregunta 4. ¿Es lógico? ¿En qué paso de ejecución ha cambiado, en **T2** o en **T3**? Responde en el [cuestionario](#): pregunta 5.
 - ¿Cuál es el contenido del registro **MDR**? Responde en el [cuestionario](#): pregunta 6. ¿Qué necesitarías para haber predicho el contenido de **MDR** a partir del registro **MAR**?
 - ¿Qué contiene el registro **IR**? ¿Qué contenía **MDR**? ¿Es una coincidencia? ¿Puede afirmarse que el contenido de los registros **IR** y **MDR** es siempre el mismo sea cual sea el paso de ejecución de la instrucción? Responde en el [cuestionario](#): pregunta 7.
 - Si pulsases de nuevo la tecla [\[F7\]](#) (no lo hagas aún), ¿cambiaría el valor de **IR**? Responde en el [cuestionario](#): pregunta 8. ¿Cuántas veces crees que cambiará hasta que finalice la ejecución de la instrucción? ¿Cuántas veces tendrás que pulsar la tecla [\[F7\]](#), tras terminar la ejecución de la instrucción actual, hasta que el registro **IR** cambie de valor? Responde en el [cuestionario](#): pregunta 9.
 - Pulsa la tecla [\[F7\]](#) hasta llegar a la instrucción **mov r3, [r1]**. Ejecútala paso a paso y observa el ciclo de espera que aparece antes de completar la lectura de memoria. ¿En qué paso ocurre? Responde en el [cuestionario](#): pregunta 10. ¿Por qué es necesario?
 - Sigue ejecutando el programa y observa cómo en la instrucción de escritura en memoria, **mov [R1], R2**, hay que esperar un ciclo de reloj para que el resultado quede escrito en la posición de memoria seleccionada.

2. El modo de simulación manual del computador elemental

El simulador del computador elemental no sólo permite ejecutar paso a paso las instrucciones de un programa, sino que proporciona un modo de simulación especial, que da al alumno la posibilidad de generar señales de control a su antojo: el modo de simulación *manual*.

Para pasar al modo de simulación *manual*, se debe pulsar la tecla [\[F5\]](#), o elegir la opción **Cambiar Simulación** del menú **Ejecución**. El simulador del computador elemental indica el modo de simulación elegido en la esquina derecha de la barra de estado de la aplicación. Una nueva pulsación de la tecla [\[F5\]](#) hará que el simulador vuelva al modo de simulación *normal* (ver [figura 1](#)). ¡Cuidado! al cambiar de modo los contenidos de la memoria y los registros se borran, como si se hubiera realizado una operación de *Reiniciar*.

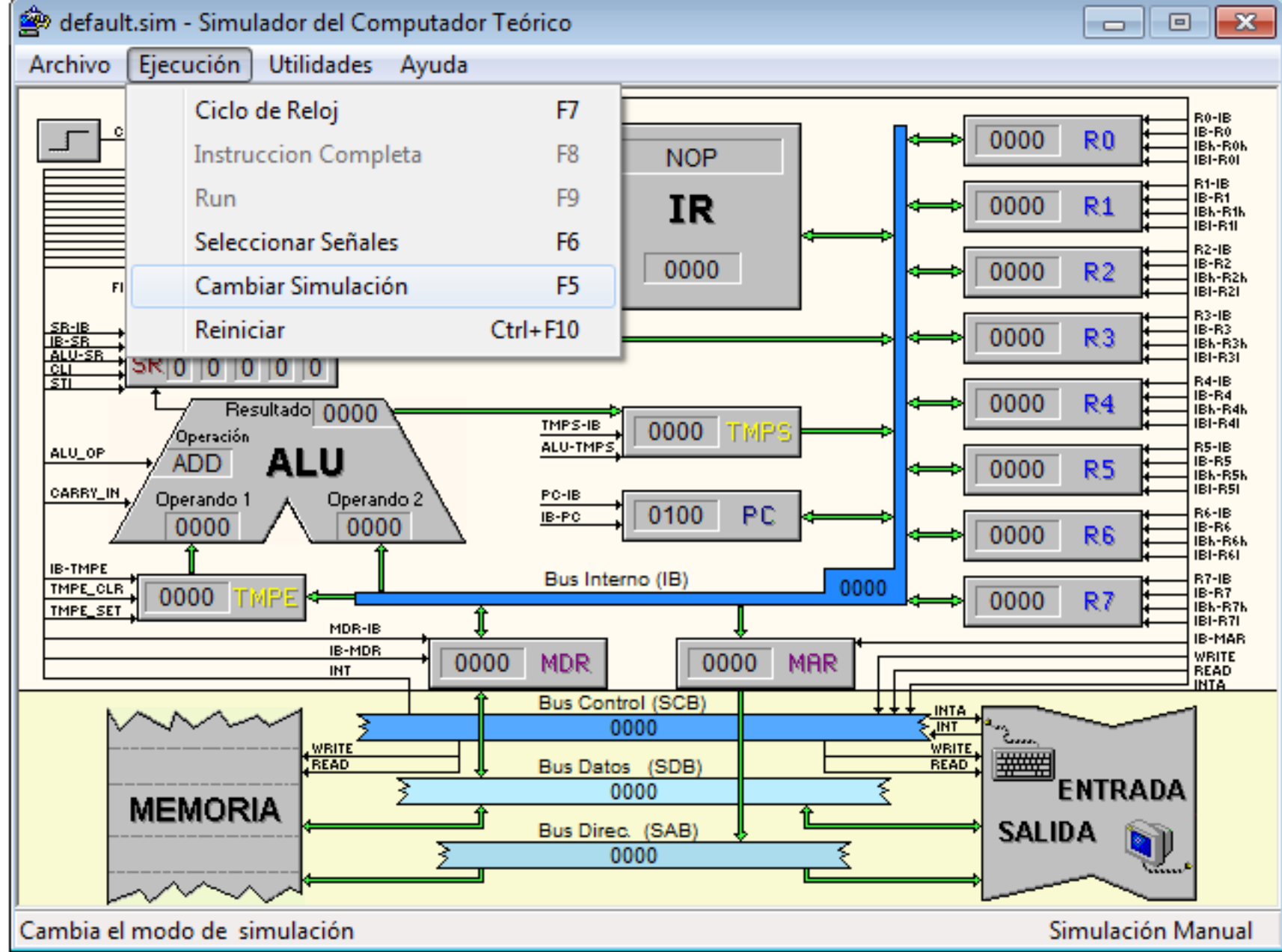



Figura 1. Selección del modo de funcionamiento manual

La característica principal de este modo de simulación es que *los registros PC e IR pierden su funcionalidad*. Es el alumno quien debe seleccionar las señales de control que se activarán en cada ciclo de reloj y pulsar la tecla [\[F7\]](#) para activarlas.

Para ilustrar este modo de funcionamiento se calculará la suma de dos operandos almacenados en dos registros diferentes generando las señales de control adecuadas, y se almacenará el resultado en un tercer registro, diferente a los dos anteriores:

- 
- Si no lo estaba ya, pon el computador en modo de simulación manual (pulsas [\[F5\]](#)).
 - Introduce los valores **1000h** y **2000h** en los registros **r0** y **r1** respectivamente (pulsas sobre ellos con el ratón e introduce su valor).
 - Escribe en un papel las señales de control activas en cada paso de ejecución de la instrucción **add r2, r0, r1**. Fíjate en las señales activas durante los pasos **T4**, **T5** y **T6**.
 - Usando el botón izquierdo del ratón, haz clic en la ventana de la unidad de control. Emergerá un diálogo que muestra todas las señales de control del computador elemental y que te permitirá elegir las que se activarán con el siguiente pulso de reloj (ver [figura 2](#)). Utilizando esta ventana vamos a generar las señales correspondientes a los pasos **T4**, **T5** y **T6**.

