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 <u>cuestionario</u> 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 🕫 , 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 🕫 se pulsa la tecla 🗗, 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, 🗐), 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 🗗 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, OFDh
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 🕫 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 [7]. 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?
 - o Observa el contenido del registro TMPS. ¿En qué registro se almacenará ese valor? Responde en el <u>cuestionario</u>: pregunta 1. ¿Por qué no se ha almacenado todavía?
 - o 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 <u>cuestionario</u>: 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 <u>cuestionario</u>: 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 <u>cuestionario</u>: pregunta 7.
- Si pulsases de nuevo la tecla [77] (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 [7], tras terminar la ejecución de la instrucción actual, hasta que el registro IR cambie de valor? Responde en el <u>cuestionario</u>: pregunta 9.
- Pulsa la tecla [7] 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 [5], 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 🕫 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.

default.sim - Simulador del Computador Teórico

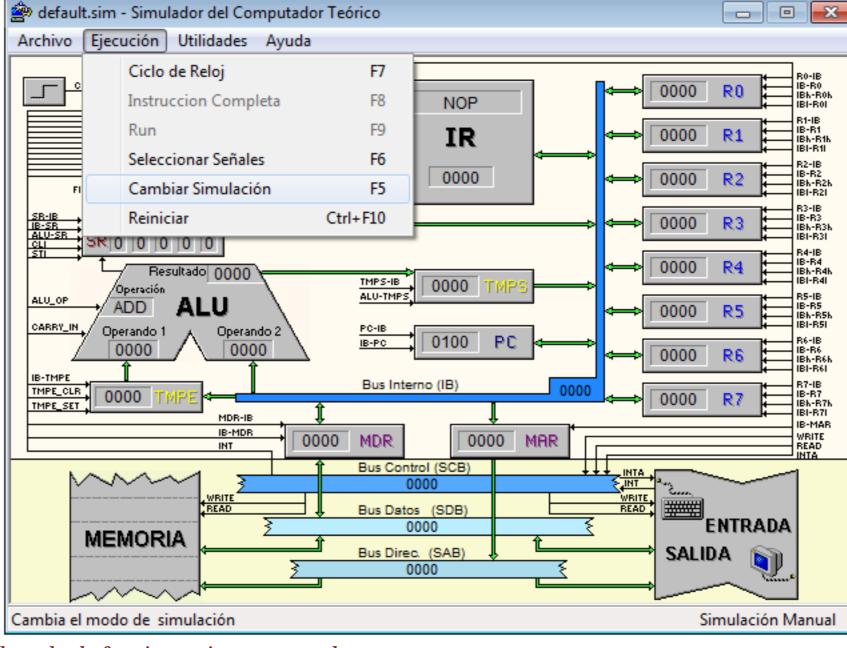


Figura 1. Selección del modo de funcionamiento manual La característica principal de este modo de simulación es que *los registros* PC e IR *pierden su funcionalidad*. Es el alumno

quien debe seleccionar las señales de control que se activarán en cada ciclo de reloj y pulsar la tecla [7] 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 (pulsa F5). • Introduce los valores 1000h y 2000h en los registros r0 y r1 respectivamente (pulsa 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. Selección de señales --- Paso número 0

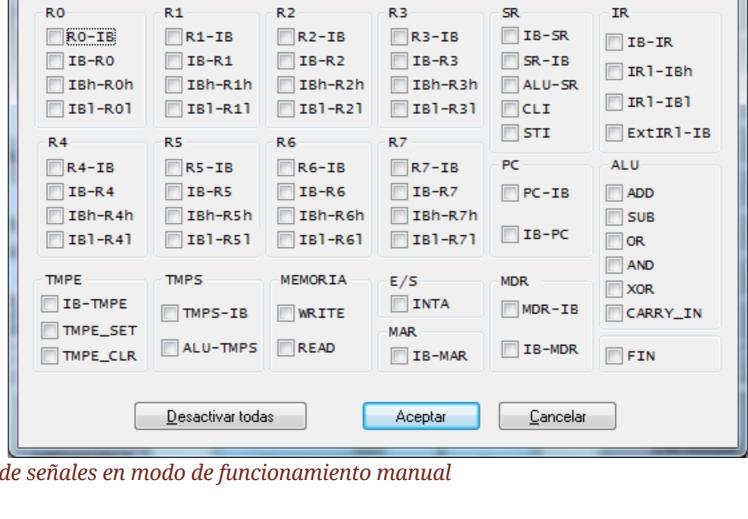


Figura 2. Selección de señales en modo de funcionamiento manual • Para que la ALU pueda sumar dos operandos diferentes, uno debe almacenarse en el registro temporal

- de entrada y el otro debe estar en el bus interno cuando se active la señal de control add . Utilizando el diálogo mencionado anteriormente, y fijándote en las señales que has escrito en el papel (paso T4), selecciona las señales de control necesarias para llevar el primer operando, almacenado en ro, al registro temporal de entrada. Después, pulsa el botón Aceptar. • Pulsa la tecla [77] para activar las señales que has seleccionado y observa lo que ocurre. Comprueba
- que en el registro temporal de entrada se ha cargado el valor adecuado. • Ahora usarás el bus interno para llevar a la ALU el segundo operando (almacenado en r1) y efectuar la
- suma. Fijándote en los pasos de ejecución de la instrucción add r2, r0, r1 (paso T5), marca las señales de control necesarias, acepta tu selección y actívalas mediante la tecla [7]. • Por último, almacena el resultado en el registro r2 (paso T6).
- Para fijar los conocimientos que has adquirido, efectúa con los mismos operandos la operación and,
- almacenando el resultado en los registros r3 y r4.

3. Ejercicios adicionales

el <u>cuestionario</u>: pregunta 12.

3.1. Archivos en la carpeta de trabajo En tu carpeta de trabajo de prácticas deberás tener el archivo de programa 4-3prog.mem.

3.2. Ejercicios ✓ Usando el modo de simulación manual, genera las señales correspondientes a las fases de búsqueda de instrucción, incremento del PC y decodificación de una instrucción (pasos T1, T2 y T3), almacenada en la dirección de memoria

1000h y cuya codificación es 5800h. Si has tenido éxito, tras generar las señales de control del paso T3 podrás saber cuál es el mnemónico de dicha instrucción sin mirar las tablas de codificación: ¿cómo? Responde en el cuestionario: pregunta 11. ✓ Escribe (y comprueba posteriormente con el simulador del computador elemental) las señales de control necesarias

para sumar dos operandos, almacenados en los registros r0 y r1, y almacenar el resultado en la dirección de memoria apuntada por el registro r2. √ Haz lo mismo para conseguir copiar una palabra desde la dirección de memoria apuntada por el registro ro a la dirección de memoria apuntada por el registro r1. No deberás alterar ningún registro de propósito general (r0 - r7).

Comprueba que efectivamente escribes el dato en la memoria. ¿Cuántos pasos de ejecución has necesitado? Responde en