



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INFORMÁTICA**

# **ORGANIZACIÓN DE COMPUTADORES**

**GRADO EN INGENIERÍA DE COMPUTADORES**

**ACTIVIDADES PRÁCTICAS**

**ACTIVIDAD 1: CONCEPTOS BÁSICOS  
SOBRE MEMORIA CACHE**

**CURSO 2019- 20**

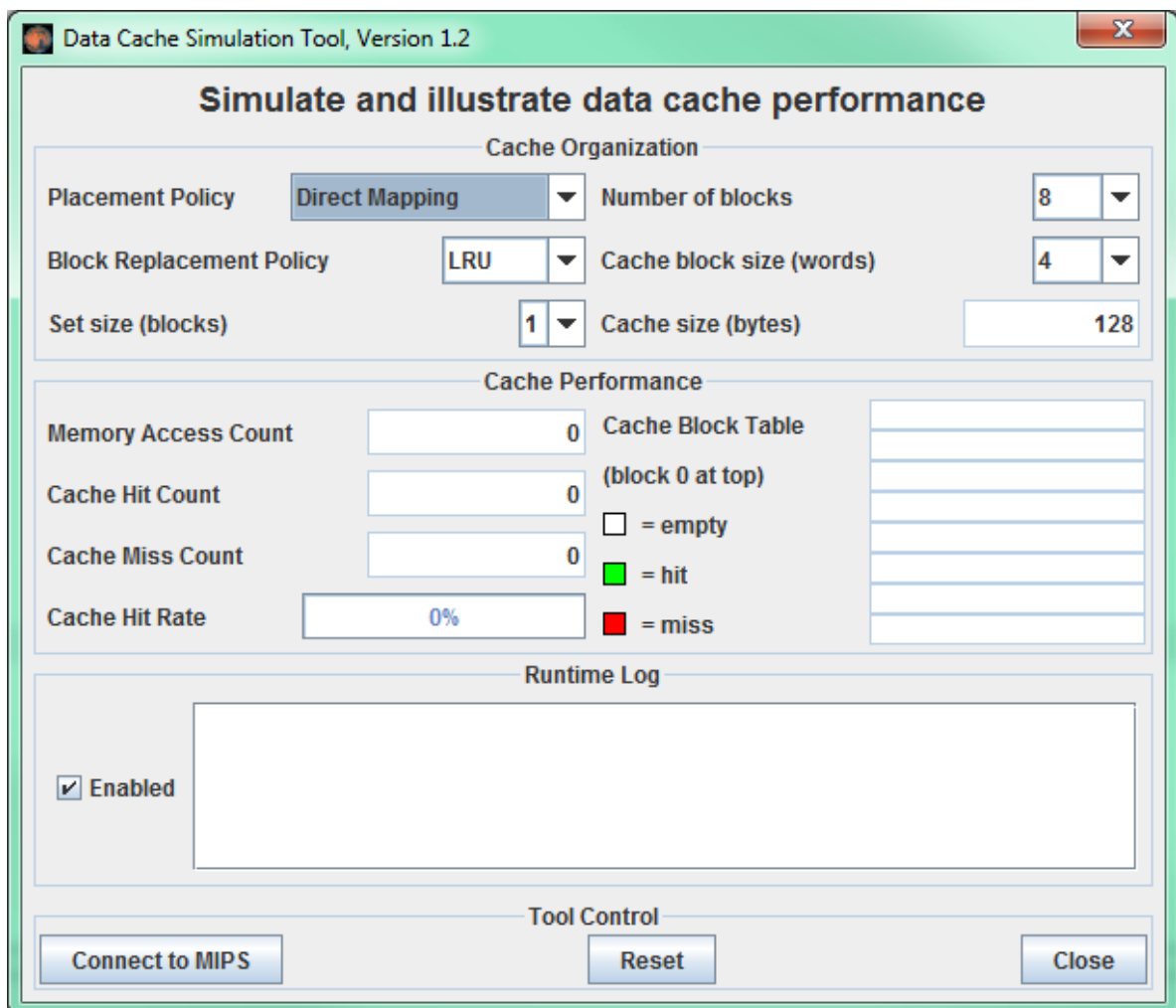
**Luis Rincón Córcoles**  
[luis.rincon@urjc.es](mailto:luis.rincon@urjc.es)

# INTRODUCCIÓN

En esta actividad se propone la cumplimentación de 3 cuestionarios con preguntas sencillas que se pueden responder mediante simulaciones realizadas sobre configuraciones de memoria caché basadas en los tres modelos básicos: correspondencia directa, asociatividad total y asociatividad por conjuntos. Los cuestionarios se responderán a través del aula virtual. La nota obtenida en los mismos computa para el cálculo de la nota final de la asignatura, dentro del apartado de tests sobre actividades de laboratorio. Esta actividad es **optativa**.

## SIMULADOR DE MEMORIA CACHÉ DE MARS

El entorno MARS incluye una herramienta de simulación de cachés, que permite configurar la caché de datos del simulador. Esta herramienta se puede activar en cualquier momento, y se debe usar durante una simulación. Para activar la ventana del simulador de caché, seleccionar la opción “Tools->Data Caché Simulator” de la barra de herramientas, tras lo cual aparecerá la ventana del simulador:



La ventana está dividida en tres partes principales:

- **Cache organization.** Aquí podemos elegir la política de emplazamiento, número y tamaño de los bloques que formarán nuestra

caché. El tamaño de los datos almacenados en la caché se calculará a partir de los parámetros con que la configuremos (no se indica nada acerca del espacio ocupado por las etiquetas, los bits de validez, etc).

- **Cache performance.** En esta parte podremos ver las estadísticas de la simulación de la caché: número accesos a caché, número de aciertos, número de fallos y tasa de aciertos. También se nos muestra una imagen con el estado de la caché, que permite conocer si el último acceso a cada bloque ha sido un acierto o un fallo.
- **Runtime log.** Si la opción **Enabled** está activada, muestra un informe (*log*) de todo lo que ha sucedido en los accesos a caché, indicando:
  - El número de orden del acceso, entre paréntesis.
  - La dirección del acceso (*address*), en hexadecimal).
  - La etiqueta del dato (*tag*), en hexadecimal. Siempre la muestra como si tuviera 32 bits, aunque realmente no sea así.
  - Los bloques en los que puede estar ubicado el dato buscado (*block range*).
  - El resultado de la búsqueda del dato en cada bloque, indicando la etiqueta del bloque. En caso de que haya coincidencia, se muestra el mensaje “**HIT**” (acierto). Sólo se buscan coincidencias en los bloques válidos que están dentro del rango de bloques correspondiente. Cuando hay un fallo (“**MISS**”) se indica si el bloque no era válido (“**empty**”) o si estaba ocupado por una información que no era la que buscábamos (“**MISS due to FULL SET**”).

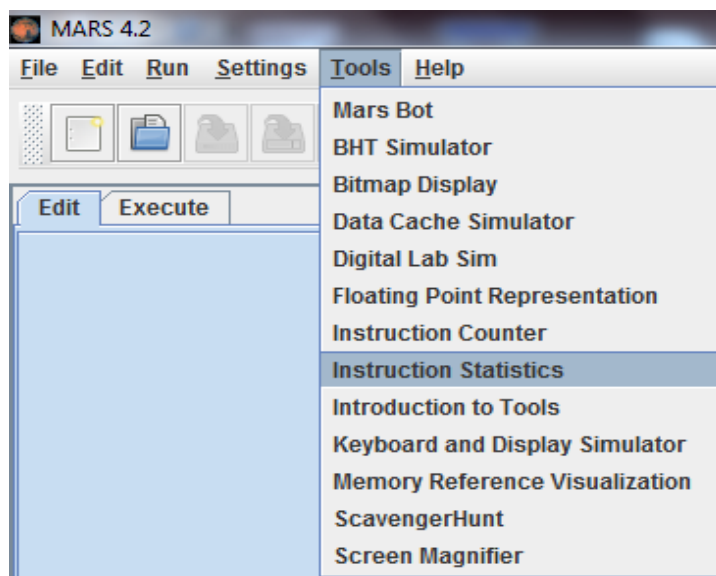
El texto del *log* se puede copiar y pegar en un documento externo con objeto de analizarlo pormenorizadamente.

Antes de realizar una simulación, se deberá configurar la caché con los parámetros deseados, y pulsar el botón **Connect to MIPS**. El tamaño de la caché se calcula automáticamente. Es posible reiniciar la cuenta de accesos y el *log* pulsando el botón **Reset** del simulador de caché.

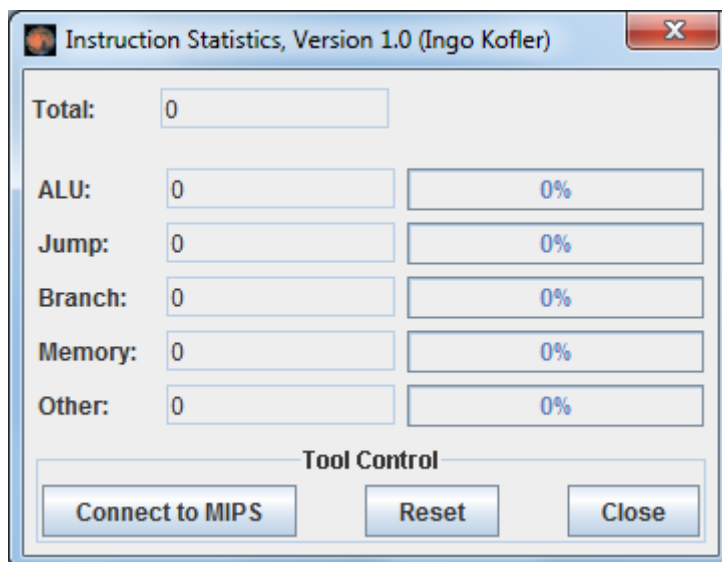
## ESTADÍSTICAS DE INSTRUCCIONES EJECUTADAS EN MARS

MARS incluye dos herramientas capaces de realizar un recuento de las instrucciones ejecutadas: “Instruction Counter” e “Instruction Statistics”. Dado que la segunda es más completa, será la que empleemos en nuestro caso.

Para arrancar la herramienta de estadísticas de instrucciones ejecutadas, seleccionaremos la opción correspondiente en el menú *Tools* de MARS:



Una vez hecho esto, se mostrará la ventana de la herramienta:



Cuando pulsemos el botón *Connect to MIPS*, comenzará el recuento de instrucciones. Es posible reiniciar el recuento mediante el botón *Reset*. Para cerrar la herramienta, pulsaremos *Close*.

## INFORMACIÓN BÁSICA

En esta actividad se simulará un pequeño programa en ensamblador y se analizará el comportamiento de diferentes modelos de memoria caché de correspondencia directa ante la ejecución de dicho programa.

Este ejercicio comporta la realización de tres cuestionarios tipo test. En todos ellos se simulará el siguiente código (que está incluido en el fichero **fuentes.asm**):

```
# Segmento de código
.data
V1: .word 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10      # Primer vector
    .space 88                                # Hueco entre los dos vectores
V2: .word 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 # Segundo vector
# Segmento de código
.text
# Cargar punteros a vectores
la    $t0, V1      # $t0: al principio de V1
addi  $t1, $t0, 40  # $t1 al final de V1
la    $t2, V2      # $t2 al principio de V2
# Bucle de suma de elementos
Bucle:
lw    $t3, -4($t1)  # Leer elemento de V1 (de atrás hacia adelante)
lw    $t4, 0($t2)   # Leer elemento de V2 (de adelante hacia atrás)
add   $t4, $t4, $t3  # Sumar elementos
sw    $t4, 0($t2)   # Almacenar suma en elemento de V2
addi  $t1, $t1, -4  # Decrementar $t1
addi  $t2, $t2, 4    # Incrementar $t2
bne   $t1, $t0, Bucle # Salir cuando $t1 apunte al principio de V1
# Fin del programa
li    $v0, 10
syscall
```

Es preciso tener en cuenta que:

- En MIPS las direcciones son de 32 bits.
- Se direcciona a nivel de byte.
- El ancho de palabra (*word*) es de 32 bits.
- La duración de un acceso a memoria cuando hay acierto en la caché es de 1 ciclo de reloj (tiempo de acierto,  $T_a$ ).
- La duración de un acceso a memoria cuando hay fallo es de 5 ciclos \* número de palabras del bloque (tiempo de fallo,  $T_f$ ).

Cuando se pida el tiempo medio de acceso a memoria, se utilizará la siguiente fórmula:

$$T = T_a * t_a + T_f * t_f$$

donde  $t_a$  es la tasa de aciertos, y  $t_f$  es la tasa de fallos.

# CUESTIONARIO 1.1: CACHE DE CORRESPONDENCIA DIRECTA

## Configuración 1

Sea la siguiente configuración de memoria caché de datos:

- Política de ubicación: correspondencia directa.
- Tamaño de bloque: 1 palabra.
- Número de bloques: 32.

### Pregunta 1

¿Qué tamaño tiene la caché de datos?

- a) 32 bits.
- b) 32 bytes.
- c) 128 palabras.
- d) 128 bytes.**
- e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 2

¿Cuántos bits ocupan los campos en que se divide la dirección de un dato de memoria desde el punto de vista del acceso a la caché de datos?

- a) Etiqueta: 25 bits; índice de bloque: 3 bits; desplazamiento de palabra: 2 bits; desplazamiento de byte: 2 bits.
- b) Etiqueta: 24 bits; índice de bloque: 4 bits; desplazamiento de palabra: 2 bits; desplazamiento de byte: 2 bits.
- c) Etiqueta: 25 bits; índice de bloque: 5 bits; desplazamiento de palabra: 0 bits; desplazamiento de byte: 2 bits.**
- d) Etiqueta: 24 bits; índice de bloque: 6 bits; desplazamiento de palabra: 0 bits; desplazamiento de byte: 2 bits.
- e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 3

¿Cuántos bytes hay en un bloque de la caché de datos?

- a) 1 byte.
- b) 4 bytes.**
- c) 8 bytes.
- d) 16 bytes.
- e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.


### Pregunta 4

¿Cuál es el número de bits de validez de la caché de datos? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). 

### Pregunta 5

¿Cuál es el número de bits ocupado por las etiquetas? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). 

### Pregunta 6

¿Cuál es el tamaño total de la caché en bits, sumando los datos, las etiquetas y los bits de validez? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). 

*Arranca **MARS**, carga el fichero **actividad1.asm**, ensámblalo, arranca la herramienta **Data Cache Simulator**, configúrala adecuadamente y conéctala a **MARS**. Activa el **Runtime Log** de la herramienta. Pon un punto de ruptura en la instrucción **lw \$t4, 0(\$t2)** (dirección **0x00400018**) y lanza la ejecución. La simulación se detendrá al llegar a dicha instrucción. En tal punto, el cuadro **Runtime Log** refleja un único acceso a memoria.*

### Pregunta 7

En el primer acceso a memoria de datos del programa, ¿cuál es la dirección de datos accedida?

- a) **0x10010024.**
- b) 0x10010080.
- c) 0x00200200.
- d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 8

¿Cuál es la etiqueta que corresponde con el primer acceso a memoria de datos del programa?

- a) 0x10010024.
- b) **0x00200200.**
- c) 0x00200201.
- d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 9

En el primer acceso a memoria de datos del programa, ¿cuál es el rango de bloques en el que se buscará la información?

- a) En todos los bloques de la caché.
- b) En el bloque 0.
- c) En el bloque 5.

d) En el bloque 9.

e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 10

En el primer acceso a memoria de datos del programa, ¿qué ha sucedido?

a) Ha habido un acierto.

b) Ha habido un fallo, ya que el bloque no era válido.

c) Ha habido un fallo, ya que el bloque era válido pero no ha habido coincidencia de etiquetas.

d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

*Ejecuta una única instrucción (el PC debe quedar apuntando a la dirección 0x0040001c). En tal punto, el cuadro Runtime Log refleja dos accesos a memoria.*

### Pregunta 11

En el segundo acceso a memoria de datos del programa, ¿cuál es la dirección de datos accedida?

a) 0x0040001c.

b) 0x10010024.

c) 0x10010080.

d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 12

¿Cuál es la etiqueta que corresponde con el segundo acceso a memoria de datos del programa?

a) 0x10010024.

b) 0x00200200.

c) 0x00200201.

d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 13

En el segundo acceso a memoria de datos del programa, ¿cuál es el rango de bloques en el que se buscará la información?

a) En todos los bloques de la caché.

b) En el bloque 0.

c) En el bloque 5.

d) En el bloque 9.

e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.



### Pregunta 14

En el segundo acceso a memoria de datos del programa, ¿qué ha sucedido?

- a) Ha habido un acierto.
- b) Ha habido un fallo, ya que el bloque no era válido.**
- c) Ha habido un fallo, ya que el bloque era válido pero no ha habido coincidencia de etiquetas.
- d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

*Ejecuta dos instrucciones (el PC debe quedar apuntando a la dirección 0x00400024). La última instrucción ejecutada es **sw \$t4, 0(\$t2)**. En tal punto, el cuadro **Runtime Log** refleja tres accesos a memoria.*

### Pregunta 15

En el tercer acceso a memoria de datos del programa, ¿cuál es la dirección de datos accedida?

- a) 0x0040001c.
- b) 0x10010024.
- c) 0x10010080.**
- d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 16

¿Cuál es la etiqueta que corresponde con el tercer acceso a memoria de datos del programa?

- a) 0x10010024.
- b) 0x00200200.
- c) 0x00200201.**
- d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 17

En el tercer acceso a memoria de datos del programa, ¿cuál es el rango de bloques en el que se buscará la información?

- a) En todos los bloques de la caché.
- b) En el bloque 0.**
- c) En el bloque 5.
- d) En el bloque 9.
- e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 18

En el tercer acceso a memoria de datos del programa, ¿qué ha sucedido?

- a) Ha habido un acierto.**

- b) Ha habido un fallo, ya que el bloque no era válido.
- c) Ha habido un fallo, ya que el bloque era válido pero no ha habido coincidencia de etiquetas.
- d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

*Elimina el punto de ruptura, y ejecuta el programa hasta el final. Ahora marca el contenido completo del cuadro **Runtime Log** y pégalo en un editor de textos para analizar el comportamiento de la caché a lo largo del programa.*

### Pregunta 19

En el acceso número 16 a memoria de datos del programa, ¿cuál es la dirección de datos accedida?

- a) 0x10010010.
- b) 0x10010014.
- c) 0x10010090.
- d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 20

¿Cuál es la etiqueta que corresponde con el acceso número 16 a memoria de datos del programa?

- a) 0x10010024.
- b) 0x00200200.
- c) 0x00200201.
- d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 21

En el acceso número 16 a memoria de datos del programa, ¿cuál es el rango de bloques en el que se buscará la información?

- a) En el bloque 3.
- b) En el bloque 4.
- c) En el bloque 5.
- d) En el bloque 6.
- e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.


### Pregunta 22

En el acceso número 16 a memoria de datos del programa, ¿qué ha sucedido?


- a) Ha habido un acierto.
- b) Ha habido un fallo, ya que el bloque no era válido.
- c) Ha habido un fallo, ya que el bloque era válido pero no ha habido coincidencia de etiquetas.

d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.


### Pregunta 23

¿Cuál es el número de accesos totales a memoria de datos tras ejecutar el programa completo? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). 


### Pregunta 24

¿Cuál es el número de **aciertos** en caché de datos tras ejecutar el programa completo? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). 


### Pregunta 25

¿Cuál es el número de **fallos** en caché de datos tras ejecutar el programa completo? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). 


### Pregunta 26

¿Cuál es la **tasa de aciertos** final? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). Cálculala dividiendo el número de aciertos entre el número de accesos totales, y escribe el resultado redondeado a dos cifras decimales. 

### Pregunta 27

¿Cuál es la **tasa de fallos** final? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). Cálculala dividiendo el número de fallos entre el número de accesos totales, y escribe el resultado redondeado a dos cifras decimales. 

### Pregunta 28

¿Cuál es el tiempo medio de acceso a memoria (en ciclos)? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). Cálculalo con la siguiente fórmula 

$$T = T_a * t_a + T_f * t_f$$

donde:

- $T_a$  es el tiempo de acierto (1 ciclo).
- $t_a$  es la tasa de acierto.
- $T_f$  es el tiempo de fallo (5 ciclos \* número de palabras del bloque).
- $t_f$  es la tasa de fallo.

### Pregunta 29

Indicar cuál de las siguientes respuestas es **FALSA**:

- Al terminar la ejecución, las etiquetas de los bloques 5, 6, 7, 8 y 9 son todas iguales.
- Al terminar la ejecución, las etiquetas de los bloques 0, 1, 2, 3 y 4 son todas iguales.

- c) Al final de la ejecución, en la caché de datos hay 5 datos que corresponden con elementos de V1 y otros 5 que corresponden con elementos de V2.
- d) En una memoria caché con correspondencia directa, no pueden existir en la caché dos bloques con la misma etiqueta.

### Pregunta 30

Indicar cuántos bloques no válidos quedan en la caché al terminar la ejecución del programa:

- a) Ninguno.
- b) 1.
- c) 3.
- d) 6.
- e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Configuración 2

Sea la siguiente configuración de memoria caché de datos:

- Política de ubicación: correspondencia directa.
- Tamaño de bloque: 4 palabra.
- Número de bloques: 8.

### Pregunta 31

¿Qué tamaño tiene la caché de datos?

- a) 32 bits.
- b) 32 bytes.
- c) 128 palabras.
- d) 128 bytes.
- e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 32

¿Cuántos bits ocupan los campos en que se divide la dirección de un dato de memoria desde el punto de vista del acceso a la caché de datos?

- a) Etiqueta: 25 bits; índice de bloque: 3 bits; desplazamiento de palabra: 2 bits; desplazamiento de byte: 2 bits.
- b) Etiqueta: 24 bits; índice de bloque: 4 bits; desplazamiento de palabra: 2 bits; desplazamiento de byte: 2 bits.
- c) Etiqueta: 25 bits; índice de bloque: 5 bits; desplazamiento de palabra: 0 bits; desplazamiento de byte: 2 bits.
- d) Etiqueta: 24 bits; índice de bloque: 6 bits; desplazamiento de palabra: 0 bits; desplazamiento de byte: 2 bits.
- e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 33

¿Cuántos bytes hay en un bloque de la caché de datos?

- a) 1 byte.
- b) 4 bytes.
- c) 8 bytes.
- d) 16 bytes.
- e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.


### Pregunta 34

¿Cuál es el número de bits de validez de la caché de datos? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). 

### Pregunta 35

¿Cuál es el número de bits ocupado por las etiquetas? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). 

### Pregunta 36

¿Cuál es el tamaño total de la caché en bits, sumando los datos, las etiquetas y los bits de validez? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). 

*Arranca **MARS**, carga el fichero **actividad1.asm**, ensámblalo, arranca la herramienta **Data Cache Simulator**, configúrala adecuadamente y conéctala a **MARS**. Activa el **Runtime Log** de la herramienta. Ejecuta el programa completo y copia el contenido del cuadro **Runtime Log** en un editor de textos.*

### Pregunta 37

¿Cuál es la etiqueta que corresponde con el primer acceso a memoria de datos del programa?

- a) 0x10010024.
- b) 0x00200200.
- c) 0x00200201.
- d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 38

En el primer acceso a memoria de datos del programa, ¿cuál es el rango de bloques en el que se buscará la información?

- a) En el bloque 0.
- b) En el bloque 1.
- c) En el bloque 2.
- d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 39

En el acceso número 4 se accede de nuevo al mismo bloque del acceso 1. ¿Qué sucede en el cuarto acceso?


- a) Hay un acierto porque se accede al mismo elemento del vector V1 que en el acceso 1.
- b) Como se accede a otro elemento del vector V1, entonces hay un fallo.
- c) Hay un acierto, a pesar de que el acceso corresponde con otro elemento distinto del vector V1.
- d) A la vista del *log*, no puede saberse si se accede al mismo dato del acceso 1 o no.
- e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 40


¿En algún momento se desaloja el bloque que entró en la caché en el acceso 1?

- a) No se desaloja nunca, permanece en caché durante toda la ejecución del programa.
- b) Sí se desaloja, pero luego vuelve a alojarse en caché en el acceso 29.
- c) Se desaloja en el acceso 26 y ya no vuelve a caché.
- d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.


### Pregunta 41

¿Cuál es el número de accesos totales a memoria de datos tras ejecutar el programa completo? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). 


### Pregunta 42

¿Cuál es el número de **aciertos** en caché de datos tras ejecutar el programa completo? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). 

### Pregunta 43

¿Cuál es el número de **fallos** en caché de datos tras ejecutar el programa completo? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). 

### Pregunta 44

¿Cuál es la **tasa de aciertos** final? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). Cálculala dividiendo el número de aciertos entre el número de accesos  ales, y escribe el resultado redondeado a dos cifras decimales.

### Pregunta 45

¿Cuál es la **tasa de fallos** final? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). Calcúlala dividiendo el número de fallos entre el número de accesos totales, y escribe el resultado redondeado a dos cifras decimales.



### Pregunta 46

¿Cuál es el tiempo medio de acceso a memoria (en ciclos)? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). Calcúlalo con la siguiente fórmula

$$T = T_a * t_a + T_f * t_f$$



donde:

- $T_a$  es el tiempo de acierto (1 ciclo).
- $t_a$  es la tasa de acierto.
- $T_f$  es el tiempo de fallo (5 ciclos \* número de palabras del bloque).
- $t_f$  es la tasa de fallo.

### Pregunta 47

¿Por qué se producen más aciertos con la configuración 2 que con la configuración 1?

- a) **Porque se aprovecha mejor la localidad espacial.**
- b) Porque se aprovecha mejor la localidad temporal.
- c) No se producen más aciertos con la configuración 2 que con la configuración 1.
- d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 48

Indicar cuál de las siguientes respuestas es **FALSA**:

- a) Al terminar la ejecución, sólo hay tres bloques ocupados.
- b) Al terminar la ejecución, las etiquetas de los bloques 1 y 2 son iguales.
- c) **El primer fallo de conflicto que se produce en la ejecución del programa es en el bloque 1.**
- d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 49

Indicar cuántos bloques no válidos quedan en la caché al terminar la ejecución del programa:

- a) Ninguno.
- b) 1.
- c) 3.
- d) **5.**

- e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 50

Si ejecutásemos el mismo código en un procesador con una caché de correspondencia directa de 16 bloques de 2 palabras:

- a) Habría más fallos que con la configuración 2 pero menos que con la configuración 1.
- b) Habría más fallos que con la configuración 1 pero menos que con la configuración 2.
- c) Se producirían los mismos fallos que con la configuración 1.
- d) Se producirían los mismos fallos que con la configuración 2.



# CUESTIONARIO 1.2: CACHE TOTALMENTE ASOCIATIVA

## Configuración 1

Sea la siguiente configuración de memoria caché de datos:

- Política de ubicación: totalmente asociativa.
- Política de reemplazamiento: LRU.
- Tamaño de bloque: 1 palabra.
- Número de bloques: 16.

### Pregunta 1

¿Qué tamaño tiene la caché de datos?

- a) 64 bytes.
- b) 64 palabras.
- c) 256 bytes.
- d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 2

¿Cuántos bits ocupan los campos en que se divide la dirección de un dato de memoria desde el punto de vista del acceso a la caché de datos?

- a) Etiqueta: 25 bits; índice de bloque: 3 bits; desplazamiento de palabra: 2 bits; desplazamiento de byte: 2 bits.
- b) Etiqueta: 24 bits; índice de bloque: 6 bits; desplazamiento de palabra: 0 bits; desplazamiento de byte: 2 bits.
- c) Etiqueta: 30 bits; índice de bloque: 0 bits; desplazamiento de palabra: 0 bits; desplazamiento de byte: 2 bits.
- d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 3

¿Cuántos bytes hay en un bloque de la caché de datos?

- a) 1 byte.
- b) 4 bytes.
- c) 8 bytes.
- d) 16 bytes.
- e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.


### Pregunta 4

¿Cuál es el número de bits de validez de la caché de datos? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). 

### Pregunta 5

¿Cuál es el número de bits ocupado por las etiquetas? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). 

### Pregunta 6

¿Cuál es el tamaño total de la caché en bits, sumando los datos, las etiquetas y los bits de validez? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). 

*Arranca **MARS**, carga el fichero **actividad1.asm**, ensámblalo, arranca la herramienta **Data Cache Simulator**, configúrala adecuadamente y conéctala a **MARS**. Activa el **Runtime Log** de la herramienta. Ejecuta el programa completo y copia el contenido del cuadro **Runtime Log** en un editor de textos.*

### Pregunta 7

¿Cuál es la etiqueta que corresponde con el primer acceso a memoria de datos?

- a) 0x04004000.
- b) 0x04004006.
- c) 0x04004009.
- d) 0x04004020.
- e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 8

En el primer acceso a memoria de datos del programa, ¿cuál es el rango de bloques en el que se buscará la información?

- a) En todos los bloques de la caché.
- b) En el bloque 0.
- c) En el bloque 5.
- d) En el bloque 9.
- e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 9

¿Qué sucede en el primer acceso a memoria caché de datos?

- a) Hay un acierto.
- b) Hay un fallo de capacidad.
- c) Hay un fallo forzoso.
- d) Hay un fallo de conflicto.
- e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 10

¿Cuál es la etiqueta que corresponde con el segundo acceso a memoria de datos?

- a) 0x04004000.
- b) 0x04004006.
- c) 0x04004009.
- d) 0x04004020.
- e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 11

En el segundo acceso a memoria de datos del programa, ¿cuál es el rango de bloques en el que se buscará la información?

- a) En todos los bloques de la caché.
- b) En el bloque 0.
- c) En el bloque 0 y en el 1.
- d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 12

En el segundo acceso a memoria de datos del programa, ¿qué ha sucedido?

- a) Hay un acierto.
- b) Hay un fallo de capacidad.
- c) Hay un fallo forzoso.
- d) Hay un fallo de conflicto.

### Pregunta 13

¿Qué etiqueta corresponde al tercer acceso a memoria de datos?

- a) 0x04004000.
- b) 0x04004006.
- c) 0x04004009.
- d) 0x04004020.
- e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 14

En el acceso número 25 a memoria de datos del programa, ¿cuál es la dirección de datos accedida?

- a) 0x10010004.
- b) 0x10010014.
- c) 0x10010090.
- d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 15

¿Cuál es la etiqueta que corresponde con el acceso número 25 a memoria de datos del programa?

- a) 0x04004001.
- b) 0x04004008.
- c) 0x04004009.
- d) 0x04004020.
- e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 16

En el acceso número 25 a memoria de datos del programa, ¿qué ha sucedido?

- a) Ha habido un acierto.
- b) Ha habido un fallo sin reemplazo porque la caché no está llena.
- c) Ha habido un fallo con reemplazo porque la caché ya está llena.
- d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 17

Indicar cuál de las siguientes respuestas es **CIERTA**:

- a) Como esta memoria es totalmente asociativa, debe proporcionar menos fallos que las memorias de correspondencia directa del ejercicio 1.
- b) En una memoria caché totalmente asociativa no pueden existir en la caché dos bloques con la misma etiqueta.
- c) En las memorias caché totalmente asociativas, la comprobación de etiquetas es secuencial, con lo que mientras más llenas están más lentas son.
- d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 18

Indicar cuántos bloques no válidos quedan en la caché al terminar la ejecución del programa:

- a) Ninguno.
- b) 1.
- c) 3.
- d) 6.
- e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

## Configuración 2

Sea la siguiente configuración de memoria caché de **datos**:

- Política de ubicación: totalmente asociativa.
- Política de reemplazamiento: LRU.
- Tamaño de bloque: 4 palabra.
- Número de bloques: 8.

### Pregunta 19

¿Cuántos bits ocupan los campos en que se divide la dirección de un dato de memoria desde el punto de vista del acceso a la caché de datos?

- a) Etiqueta: 20 bits; índice de bloque: 8 bits; desplazamiento de palabra: 2 bits; desplazamiento de byte: 2 bits.
- b) Etiqueta: 25 bits; índice de bloque: 3 bits; desplazamiento de palabra: 2 bits; desplazamiento de byte: 2 bits.
- c) Etiqueta: 28 bits; índice de bloque: 0 bits; desplazamiento de palabra: 2 bits; desplazamiento de byte: 2 bits.
- d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 20


¿Cuántos bytes hay en un bloque de la caché de datos?

- a) 1 byte.
- b) 4 bytes.
- c) 8 bytes.
- d) 16 bytes.
- e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 21

¿Cuál es el número de bits de validez de la caché de datos? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). 

### Pregunta 22

¿Cuál es el número de bits ocupado por las etiquetas? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). 

Arranca **MARS**, carga el fichero **actividad1.asm**, ensámblalo, arranca la herramienta **Data Cache Simulator**, configúrala adecuadamente y conéctala a **MARS**. Activa el **Runtime Log** de la herramienta. Ejecuta el programa completo y copia el contenido del cuadro **Runtime Log** en un editor de textos.

### Pregunta 23

En el primer acceso a memoria de datos del programa, ¿cuál es la etiqueta que corresponde con dicho acceso?


- a) 0x01001000.
- b) 0x01001002.
- c) 0x01001004.
- d) 0x01001008.
- e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 24


¿En algún momento se desaloja el bloque que entró en la caché en el acceso 1?

- a) No se desaloja nunca, permanece en caché durante toda la ejecución del programa.
- b) Sí se desaloja, pero luego vuelve a alojarse en caché antes de terminar la ejecución.
- c) Se desaloja en el acceso 25 y ya no vuelve a caché.
- d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.


### Pregunta 25

¿Cuál es el número de **aciertos** en caché de datos tras ejecutar el programa completo? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). 


### Pregunta 26

¿Cuál es el número de **fallos** en caché de datos tras ejecutar el programa completo? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). 


### Pregunta 27

¿Cuál es la **tasa de aciertos** final? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). Cálculala dividiendo el número de aciertos entre el número de accesos totales, y escribe el resultado redondeado a dos cifras decimales. 

### Pregunta 28

¿Cuál es la **tasa de fallos** final? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). Cálculala dividiendo el número de fallos entre el número de accesos totales, y escribe el resultado redondeado a dos cifras decimales. 

### Pregunta 29

¿Cuál es el tiempo medio de acceso a memoria (en ciclos)? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). Cálculalo con la siguiente fórmula 

$$T = T_a * t_a + T_f * t_f$$

donde:

- $T_a$  es el tiempo de acierto (1 ciclo).
- $t_a$  es la tasa de acierto.
- $T_f$  es el tiempo de fallo (5 ciclos \* número de palabras del bloque).
- $t_f$  es la tasa de fallo.

### Pregunta 30

Indicar cuál de las siguientes respuestas es **CIERTA**:

- Al terminar la ejecución están todos los bloques de caché ocupados.
- Con esta configuración es posible que en caché haya dos bloques con etiquetas iguales.
- En esta configuración se producen varios fallos de conflicto.
- Ninguna de las restantes respuestas es cierta.**

# CUESTIONARIO 1.3: CACHE ASOCIATIVA POR CONJUNTOS

## Configuración 1

Sea la siguiente configuración de memoria caché de datos:

- Política de ubicación: asociativa por conjuntos.
- Número de vías por conjunto: 2
- Número total de bloques en la caché: 16.
- Tamaño de bloque: 1 palabra.
- Política de reemplazamiento: LRU.

### Pregunta 1

¿Qué tamaño tiene la caché de datos?

- a) 64 bytes.
- b) 64 palabras.
- c) 256 bytes.
- d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 2

¿Cuántos bytes hay en un bloque de la caché de datos?

- a) 1 byte.
- b) 4 bytes.
- c) 8 bytes.
- d) 16 bytes.
- e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 3

¿Cuántos bytes hay en un conjunto de la caché de datos?

- a) 1 byte.
- b) 4 bytes.
- c) 8 bytes.
- d) 16 bytes.
- e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 4

¿Cuántos conjuntos hay en la caché de datos?

- a) 1 conjunto.
- b) 2 conjuntos.
- c) 8 conjuntos.



- d) 16 conjuntos.
- e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 5

¿Cuántos bits ocupan los campos en que se divide la dirección de un dato de memoria desde el punto de vista del acceso a la caché de datos?

- a) Etiqueta: 24 bits; índice de conjunto: 6 bits; desplazamiento de palabra: 0 bits; desplazamiento de byte: 2 bits.
- b) Etiqueta: 27 bits; índice de conjunto: 3 bits; desplazamiento de palabra: 0 bits; desplazamiento de byte: 2 bits.
- c) Etiqueta: 30 bits; índice de conjunto: 0 bits; desplazamiento de palabra: 0 bits; desplazamiento de byte: 2 bits.
- d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 6

¿Cuál es el número de bits de validez de la caché de datos? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). 

### Pregunta 7

¿Cuál es el número de bits ocupado por las etiquetas? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). 

### Pregunta 8

¿Cuál es el tamaño total de la caché en bits, sumando los datos, las etiquetas y los bits de validez? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). 

*Arranca **MARS**, carga el fichero **actividad1.asm**, ensámblalo, arranca la herramienta **Data Cache Simulator**, configúrala adecuadamente y conéctala a **MARS**. Activa el **Runtime Log** de la herramienta. Ejecuta el programa completo y copia el contenido del cuadro **Runtime Log** en un editor de textos.*

### Pregunta 9

¿Cuál es la etiqueta que corresponde con el primer acceso a memoria de datos?

- a) 0x00800800.
- b) 0x00800801.
- c) 0x00800802.
- d) 0x00800803.
- e) 0x00800804.

**Pregunta 10**

En el primer acceso a memoria de datos del programa, ¿cuál es el rango de bloques en el que se buscará la información?

- a) En todos los bloques de la caché.
- b) En los bloques 0 y 1.
- c) En los bloques 2 y 3.**
- d) En los bloques 4 y 5.
- e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

**Pregunta 11**

¿A qué conjunto pertenecen los bloques anteriores?

- a) Al conjunto 0.
- b) Al conjunto 1.**
- c) Al conjunto 2.
- d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

**Pregunta 12**

¿Qué sucede en el primer acceso a memoria caché de datos?

- a) Hay un acierto.
- b) Hay un fallo de capacidad.
- c) Hay un fallo forzoso.**
- d) Hay un fallo de conflicto.

**Pregunta 13**

¿Qué etiqueta se corresponde con el segundo acceso a memoria de datos?

- a) 0x00800800.
- b) 0x00800801.
- c) 0x00800802.
- d) 0x00800803.
- e) 0x00800804.**

**Pregunta 14**

En el segundo acceso a memoria de datos del programa, ¿cuál es el rango de bloques en el que se buscará la información?

- a) En todos los bloques de la caché.
- b) En los bloques 0 y 1.**
- c) En los bloques 2 y 3.
- d) En los bloques 4 y 5.
- e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

**Pregunta 15**

¿A qué conjunto pertenecen los bloques anteriores?

- a) Al conjunto 0.
- b) Al conjunto 1.
- c) Al conjunto 2.
- d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

**Pregunta 16**

En el segundo acceso a memoria de datos del programa, ¿qué ha sucedido?

- a) Hay un acierto.
- b) Hay un fallo de capacidad.
- c) Hay un fallo forzoso.
- d) Hay un fallo de conflicto.

**Pregunta 17**

¿Cuál es la etiqueta que corresponde con el tercer acceso a memoria de datos?

- a) 0x00800800.
- b) 0x00800801.
- c) 0x00800802.
- d) 0x00800803.
- e) 0x00800804.

**Pregunta 18**

En el acceso número 25 a memoria de datos del programa, ¿cuál es la dirección de datos accedida?

- a) 0x10010004.
- b) 0x10010014.
- c) 0x10010090.
- d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

**Pregunta 19**

¿Cuál es la etiqueta que corresponde con el acceso número 25 a memoria de datos del programa?

- a) 0x00800800.
- b) 0x00800801.
- c) 0x00800802.
- d) 0x00800803.
- e) 0x00800804.

**Pregunta 20**

En el acceso número 25 a memoria de datos del programa, ¿cuál es el rango de bloques en el que se buscará la información?

- a) En todos los bloques de la caché.
- b) En los bloques 0 y 1.
- c) En los bloques 2 y 3.
- d) En los bloques 4 y 5.
- e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 21

¿A qué conjunto pertenecen los bloques anteriores?

- a) Al conjunto 0.
- b) Al conjunto 1.
- c) Al conjunto 2.
- d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 22

En el acceso número 25 a memoria de datos del programa, ¿qué ha sucedido?


- a) Ha habido un acierto.
- b) Ha habido un fallo sin reemplazo porque la caché no está llena.
- c) Ha habido un fallo con reemplazo porque el conjunto ya está lleno.
- d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 23


Indicar cuántos bloques no válidos quedan en la caché al terminar la ejecución del programa:

- a) Ninguno.
- b) 1.
- c) 3.
- d) 6.
- e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.


### Pregunta 24

¿Cuál es el número de **aciertos** en caché de datos tras ejecutar el programa completo? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). 


### Pregunta 25

¿Cuál es el número de **fallos** en caché de datos tras ejecutar el programa completo? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). 

### Pregunta 26


¿Cuál es la **tasa de aciertos** final? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). Calcúlala dividiendo el número de aciertos entre el número de accesos total  y escribe el resultado redondeado a dos cifras decimales.

### Pregunta 27

¿Cuál es la **tasa de fallos** final? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). Calcúlala dividiendo el número de fallos entre el número de accesos totales, y escribe el resultado redondeado a dos cifras decimales. 

### Pregunta 28

¿Cuál es el tiempo medio de acceso a memoria (en ciclos)? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). Calcúlalo con la siguiente fórmula

$$T = T_a * t_a + T_f * t_f$$
 

donde:

- $T_a$  es el tiempo de acierto (1 ciclo).
- $t_a$  es la tasa de acierto.
- $T_f$  es el tiempo de fallo (5 ciclos \* número de palabras del bloque).
- $t_f$  es la tasa de fallo.

### Pregunta 29

Indicar cuál de las siguientes respuestas es **CIERTA**:

- Como esta memoria es asociativa por conjuntos, debe proporcionar menos fallos que las memorias de correspondencia directa del ejercicio 1.
- En una memoria caché asociativa por conjuntos no pueden existir en la caché dos bloques con la misma etiqueta.
- En una memoria caché asociativa por conjuntos sí pueden existir dos ó más bloques con la misma etiqueta, bien en el mismo conjunto o bien en conjuntos distintos.
- En una memoria caché asociativa por conjuntos sí pueden existir dos ó más bloques con la misma etiqueta, siempre que estén en conjuntos distintos.**
- Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

## **Configuración 2**

Sea la siguiente configuración de memoria caché de **datos**:

- Política de ubicación: asociativa por conjuntos.
- Número de vías por conjunto: 2
- Número total de bloques en la caché: 8.
- Tamaño de bloque: 4 palabras.
- Política de reemplazamiento: LRU.

### **Pregunta 30**

¿Qué tamaño tiene la caché de datos?

- a) 128 bytes.
- b) 128 palabras.
- c) 256 bytes.
- d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### **Pregunta 31**

¿Cuántos bytes hay en un bloque de la caché de datos?

- a) 1 byte.
- b) 4 bytes.
- c) 8 bytes.
- d) 16 bytes.
- e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### **Pregunta 32**

¿Cuántos conjuntos hay en la caché de datos?

- a) 1 conjunto.
- b) 2 conjuntos.
- c) 4 conjuntos.
- d) 8 conjuntos.
- e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### **Pregunta 33**

¿Cuántos bytes hay en un conjunto de la caché de datos?

- a) 4 bytes.
- b) 8 bytes.
- c) 16 bytes.
- d) 32 bytes.
- e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 34


¿Cuántos bits ocupan los campos en que se divide la dirección de un dato de memoria desde el punto de vista del acceso a la caché de datos?

- a) Etiqueta: 26 bits; índice de conjunto: 2 bits; desplazamiento de palabra: 2 bits; desplazamiento de byte: 2 bits.
- b) Etiqueta: 25 bits; índice de conjunto: 3 bits; desplazamiento de palabra: 2 bits; desplazamiento de byte: 2 bits.
- c) Etiqueta: 27 bits; índice de conjunto: 1 bit; desplazamiento de palabra: 2 bits; desplazamiento de byte: 2 bits.
- d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 35

¿Cuál es el número de bits de validez de la caché de datos? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). 

### Pregunta 36

¿Cuál es el número de bits ocupado por las etiquetas? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). 

*Arranca MARS, carga el fichero **actividad1.asm**, ensámblalo, arranca la herramienta **Data Cache Simulator**, configúrala adecuadamente y conéctala a MARS. Activa el **Runtime Log** de la herramienta. Ejecuta el programa completo y copia el contenido del cuadro **Runtime Log** en un editor de textos.*

### Pregunta 37

¿Cuál es la etiqueta que corresponde con el primer acceso a memoria de datos?

- a) 0x00400400.
- b) 0x00400401.
- c) 0x00400402.
- d) 0x00400403.
- e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 38

En el primer acceso a memoria de datos del programa, ¿cuál es el rango de bloques en el que se buscará la información?

- a) En todos los bloques de la caché.
- b) En los bloques 0 y 1.
- c) En los bloques 2 y 3.
- d) En los bloques 4 y 5.
- e) En los bloques 6 y 7.

**Pregunta 39**

¿A qué conjunto pertenecen los bloques anteriores?

- a) Al conjunto 0.
- b) Al conjunto 1.
- c) Al conjunto 2.**
- d) Al conjunto 3.
- e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

**Pregunta 40**

¿En algún momento se desaloja el bloque que entró en la caché en el acceso 1?

- a) No se desaloja nunca, permanece en caché durante toda la ejecución del programa.**
- b) Sí se desaloja, pero luego vuelve a alojarse en caché antes de terminar la ejecución.
- c) Se desaloja en el acceso 25 y ya no vuelve a caché.
- d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

**Pregunta 41**

¿Cuál es la etiqueta que corresponde con el segundo acceso a memoria de datos?

- a) 0x00400400.
- b) 0x00400401.
- c) 0x00400402.**
- d) 0x00400403.
- e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

**Pregunta 42**

En el segundo acceso a memoria de datos del programa, ¿cuál es el rango de bloques en el que se buscará la información?

- a) En todos los bloques de la caché.
- b) En los bloques 0 y 1.**
- c) En los bloques 2 y 3.
- d) En los bloques 4 y 5.
- e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

**Pregunta 43**

¿A qué conjunto pertenecen los bloques anteriores?

- a) Al conjunto 0.**
- b) Al conjunto 1.




- c) Al conjunto 2.
- d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.

### Pregunta 44


Indicar cuántos bloques no válidos quedan en la caché al terminar la ejecución del programa:

- a) Ninguno.
- b) 1.
- c) 2.
- d) 3.
- e) Ninguna de las restantes respuestas es cierta.


### Pregunta 45

¿Cuál es el número de **aciertos** en caché de datos tras ejecutar el programa completo? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). 


### Pregunta 46

¿Cuál es el número de **fallos** en caché de datos tras ejecutar el programa completo? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). 

### Pregunta 47

¿Cuál es la **tasa de aciertos** final? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). Calcúlala dividiendo el número de aciertos entre el número de accesos totales, y escribe el resultado redondeado a dos cifras decimales. 

### Pregunta 48

¿Cuál es la **tasa de fallos** final? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). Calcúlala dividiendo el número de fallos entre el número de accesos totales, y escribe el resultado redondeado a dos cifras decimales. 

### Pregunta 49

¿Cuál es el tiempo medio de acceso a memoria (en ciclos)? (responder en el cuadro destinado a tal efecto). Calcúlalo con la siguiente fórmula

$$T = T_a * t_a + T_f * t_f$$



donde:

- $T_a$  es el tiempo de acierto (1 ciclo).
- $t_a$  es la tasa de acierto.
- $T_f$  es el tiempo de fallo (5 ciclos \* número de palabras del bloque).
- $t_f$  es la tasa de fallo.

### Pregunta 50

Indicar cuál de las siguientes respuestas es **CIERTA**:

- a) Al terminar la ejecución están todos los bloques de caché ocupados.
- b) Con esta configuración es posible que en caché haya dos bloques con etiquetas iguales.
- c) En esta configuración se producen varios fallos de conflicto.
- d) Ninguna de las restantes respuestas es cierta