



# PAC2

## Estructura de computadors

2017 s1

Estudis d'informàtica, multimèdia i comunicació

## Presentació

La present PAC2 conté 2 preguntes amb diversos apartats cadascuna d'elles i representa el 50% de la nota de l'avaluació contínua.

Com podreu veure, els exercicis són molt semblats als quals heu fet durant aquests dies, en els quals a més heu pogut donar les solucions, comentar-les i plantejar dubtes en el fòrum. Aquesta PAC és **individual**, **avaluable** i per tant no pot comentar-se.

## Competències

Les competències específiques que persegueix la PAC2 són:

- [13] Capacitat per identificar els elements de l'estructura i els principis de funcionament d'un ordinador.
- [14] Capacitat per analitzar l'arquitectura i organització dels sistemes i aplicacions informàtics en xarxa.
- [15] Conèixer les tecnologies de comunicacions actuals i emergents i saber-les aplicar convenientment per dissenyar i desenvolupar solucions basades en sistemes i tecnologies de la informació.

## Objectius

Els objectius de la següent PAC són:

- Conèixer la organització del sistema de memòria d'un computador.
- Conèixer el funcionament de la memòria cau, així com dels algorismes de correspondència i reemplaçament.
- Conèixer la organització del sistema d'entrada/sortida.
- Comprendre les tècniques d'entrada/sortida (entrada/sortida programada, Interrupcions i DMA).

## Enunciat

Respondre cada pregunta o apartat en el requadre corresponent.

## Recursos

Podeu consultar els recursos disponibles a l'aula, però no fer ús del fòrum.

## Criteris de valoració

La **puntuació** de cada pregunta i els **criteris d'avaluació** els trobareu a cada pregunta.

## Format i data de lliurament

La PAC2 podeu lliurar-la a l'apartat de **lliurament d'activitats** amb el nom **cognom1\_cognom2\_nom\_PAC2 (pdf / odt / doc / docx )**.

La data límit de lliurament és el **01/12/2017**.



## Enunciat

### Pregunta 1 (4 punts)

Tenim un sistema de memòria en el que tots els accessos es fan a paraula (no ens importa quina és la mida d'una paraula). Suposarem que l'espai d'adreces de memòria es descompon en blocs de 8 paraules. Cada bloc comença en una adreça múltiple de 8. Així, el bloc 0 conté les adreces 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, el bloc 1, les adreces 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, i el bloc N les adreces  $8*N$ ,  $8*N+1$ ,  $8*N+2$ ,  $8*N+3$ ,  $8*N+4$ ,  $8*N+5$ ,  $8*N+6$ ,  $8*N+7$ .

Una fórmula per calcular el identificador numèric del bloc és la següent:

Bloc = adreça de memòria (adreça paraula) DIV 8 (mida del bloc en paraules)

Suposem que el sistema també disposa d'una memòria cau de 4 línies (on cada línia té la mida d'un bloc, es a dir, 8 paraules). Aquestes línies s'identifiquen com a línies 0, 1, 2 i 3. Quan es fa referència a una adreça de memòria principal, si aquesta adreça no es troba a la memòria cau, es porta tot el bloc corresponent des de la memòria principal a una línia de la memòria cau (així si fem referència a l'adreça 2 de memòria principal portarem el bloc format per les paraules 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7).

#### Pregunta 1.1 (2 punts) Memòria cau d'assignació directa

Suposem que el sistema fa servir una **política d'assignació directa**, de manera que cada bloc de la memòria principal només es pot portar a una línia determinada de la memòria cau. En aquest cas, l'identificador del bloc determina la línia específica on es pot guardar fent servir la següent fórmula (similar a la fórmula per determinar el bloc):

Línia = identificador de bloc MOD 4 (mida de la cau en línies)

L'execució d'un programa genera la següent llista de lectures a memòria:

1, 2, 3, 4, 28, 29, 15, 65, 2, 3, 25, 40, 48, 66, 15, 16, 25, 41, 9, 42

##### 1.1.a) (1,2 punts)

La següent taula mostra l'estat inicial de la cau, que conté les primeres 32 paraules de la memòria (organitzades en 4 blocs). Completar la taula per a mostrar l'evolució de la cau durant l'execució del programa. Per a cada accés cal omplir una columna indicant si es tracta d'un encert o una fallada.

Si és un encert escriurem E en la línia corresponent davant de les adreces del bloc, si és una fallada escriurem F i en aquest cas s'indicarà el nou bloc que es porta a la memòria cau en la línia que li correspongui, expressat de la forma b:e ( $a_0 - a_7$ ) on b: número de bloc, e: etiqueta i ( $a_0 - a_7$ ) són les adreces del bloc, on  $a_0$  és la primera adreça del bloc i  $a_7$  és la vuitena (darrera) adreça del bloc.

Línia	Estat Inicial	1	2	3	4	28
0	0:0 (0 - 7)	E 0:0 (0 - 7)	E 0:0 (0 - 7)	E 0:0 (0 - 7)	E 0:0 (0 - 7)	0:0 (0 - 7)
1	1:0 (8 - 15)	1:0 (8 - 15)	1:0 (8 - 15)	1:0 (8 - 15)	1:0 (8 - 15)	1:0 (8 - 15)
2	2:0 (16 - 23)	2:0 (16 - 23)	2:0 (16 - 23)	2:0 (16 - 23)	2:0 (16 - 23)	2:0 (16 - 23)
3	3:0 (24 - 31)	3:0 (24 - 31)	3:0 (24 - 31)	3:0 (24 - 31)	3:0 (24 - 31)	E 3:0 (24 - 31)

Línia	29	15	65	2	3	25
0	0:0 (0 - 7)	0:0 (0 - 7)	F 8:2 (64 - 71)	F 0:0 (0 - 7)	E 0:0 (0 - 7)	0:0 (0 - 7)
1	1:0 (8 - 15)	E 1:0 (8 - 15)	1:0 (8 - 15)	1:0 (8 - 15)	1:0 (8 - 15)	1:0 (8 - 15)
2	2:0 (16 - 23)	2:0 (16 - 23)	2:0 (16 - 23)	2:0 (16 - 23)	2:0 (16 - 23)	2:0 (16 - 23)
3	E 3:0 (24 - 31)	3:0 (24 - 31)	3:0 (24 - 31)	3:0 (24 - 31)	3:0 (24 - 31)	E 3:0 (24 - 31)

Línia	40	48	66	15	16	25
0	0:0 (0 - 7)	0:0 (0 - 7)	F 8:2 (64 - 71)	8:2 (64 - 71)	8:2 (64 - 71)	8:2 (64 - 71)
1	F 5:1 (40 - 47)	5:1 (40 - 47)	5:1 (40 - 47)	F 1:0 (8 - 15)	1:0 (8 - 15)	1:0 (8 - 15)
2	2:0 (16 - 23)	F 6:1 (48 - 55)	6:1 (48 - 55)	6:1 (48 - 55)	F 2:0 (16 - 23)	2:0 (16 - 23)
3	3:0 (24 - 31)	3:0 (24 - 31)	3:0 (24 - 31)	3:0 (24 - 31)	3:0 (24 - 31)	E 3:0 (24 - 31)

Línia	41	9	42			
0	8:2 (64 - 71)	8:2 (64 - 71)	8:2 (64 - 71)			
1	F 5:1 (40 - 47)	F 1:0 (8 - 15)	F 5:1 (40 - 47)			
2	2:0 (16 - 23)	2:0 (16 - 23)	2:0 (16 - 23)			
3	3:0 (24 - 31)	3:0 (24 - 31)	3:0 (24 - 31)			

### 1.1.b) (0,4 punts)

Quina és la taxa de fallades ( $T_f$ ) ?

$$T_f = 10 \text{ fallades} / 20 \text{ accessos} = 0,5$$

**1.1.c) (0,4 punts)** Suposem que el temps d'accés a la memòria cau, o temps d'accés en cas d'encert ( $t_e$ ), és de 4 ns i el temps total d'accés en cas de fallada ( $t_f$ ) és de 20 ns. Considerant la taxa de fallades obtinguda a la pregunta anterior, quin és el temps mitjà d'accés a memòria ( $t_m$ ) ?

$$t_m = T_f \times t_f + (1 - T_f) \times t_e = 0,5 \times 20 \text{ ns} + 0,5 \times 4 \text{ ns} = 10 \text{ ns} + 2 \text{ ns} = 12 \text{ ns}$$

### Pregunta 1.2 (2 punts) Memòria cau d'accés completament associatiu

Ara suposem que el mateix sistema fa servir una política d'emplaçament completament associativa, de manera que qualsevol bloc de la memòria principal es pot portar a qualsevol bloc de la memòria cau.

Si trobem que la cau ja està plena, es fa servir un algorisme de reemplaçament LRU, de manera que traurem de la memòria cau aquell bloc que fa més temps que no es referència.



Considerem la mateixa llista de lectures a memòria:

1, 2, 3, 4, 28, 29, 15, 65, 2, 3, 25, 40, 48, 66, 15, 16, 25, 41, 9, 42

### 1.2.a) (1,2 punts)

La següent taula mostra l'estat inicial de la cau, que conté les primeres 32 paraules de la memòria (organitzades en 4 blocs).

Completar la taula per a mostrar l'evolució de la cau durant l'execució del programa. Per a cada accés cal omplir una columna indicant si es tracta d'un encert o una fallada.

Si és un encert escriurem E en la línia corresponent davant de les adreces del bloc, si és una fallada escriurem F i s'indicarà el nou bloc que es porta a la memòria cau en la línia que li correspongui, expressat de la forma b ( $a_0 - a_7$ ) on b: número de bloc, i ( $a_0 - a_7$ ) són les adreces del bloc, on  $a_0$  és la primera adreça del bloc i  $a_7$  és la vuitena (darrera) adreça del bloc.

Línia	Estat Inicial	1	2	3	4	28
0	0 (0 - 7)	E 0 (0 - 7)	E 0 (0 - 7)	E 0 (0 - 7)	E 0 (0 - 7)	0 (0 - 7)
1	1 (8 - 15)	1 (8 - 15)	1 (8 - 15)	1 (8 - 15)	1 (8 - 15)	1 (8 - 15)
2	2 (16 - 23)	2 (16 - 23)	2 (16 - 23)	2 (16 - 23)	2 (16 - 23)	2 (16 - 23)
3	3 (24 - 31)	3 (24 - 31)	3 (24 - 31)	3 (24 - 31)	3 (24 - 31)	E 3 (24 - 31)

Línia	29	15	65	2	3	25
0	0 (0 - 7)	0 (0 - 7)	0 (0 - 7)	E 0 (0 - 7)	E 0 (0 - 7)	0 (0 - 7)
1	1 (8 - 15)	E 1 (8 - 15)	1 (8 - 15)	1 (8 - 15)	1 (8 - 15)	1 (8 - 15)
2	2 (16 - 23)	2 (16 - 23)	F 8 (64 - 71)	8 (64 - 71)	8 (64 - 71)	8 (64 - 71)
3	E 3 (24 - 31)	3 (24 - 31)	3 (24 - 31)	3 (24 - 31)	3 (24 - 31)	E 3 (24 - 31)

Línia	40	48	66	15	16	25
0	0 (0 - 7)	0 (0 - 7)	F 8 (64 - 71)	8 (64 - 71)	8 (64 - 71)	8 (64 - 71)
1	F 5 (40 - 47)	5 (40 - 47)	5 (40 - 47)	5 (40 - 47)	F 2 (16 - 23)	2 (16 - 23)
2	8 (64 - 71)	F 6 (48 - 55)	6 (48 - 55)	6 (48 - 55)	6 (48 - 55)	F 3 (24 - 31)
3	3 (24 - 31)	3 (24 - 31)	3 (24 - 31)	F 1 (8 - 15)	1 (8 - 15)	1 (8 - 15)

Línia	41	9	42			
0	F 5 (40 - 47)	5 (40 - 47)	E 5 (40 - 47)			
1	2 (16 - 23)	2 (16 - 23)	2 (16 - 23)			
2	3 (24 - 31)	3 (24 - 31)	3 (24 - 31)			
3	1 (8 - 15)	E 1 (8 - 15)	1 (8 - 15)			

### 1.2.b) (0,4 punts)

Quina és la taxa de fallades ( $T_f$ ) ?

$$T_f = 8 \text{ fallades} / 20 \text{ accessos} = 0,4$$

### 1.2.c) (0,4 punts)

Suposem que el temps d'accés a la memòria cau, o temps d'accés en cas d'encert ( $t_e$ ), és de 4 ns i el temps total d'accés en cas de fallada ( $t_f$ ) és de 20 ns. Considerant la taxa de fallades obtinguda a la pregunta anterior, quin és el temps mitjà d'accés a memòria ( $t_m$ ) ?

$$t_m = T_f \times t_f + (1 - T_f) \times t_e = 0,4 * 20 \text{ ns} + 0,6 * 4 \text{ ns} = 8 \text{ ns} + 2,4 \text{ ns} = 10,4 \text{ ns}$$

**Criteris de valoració.** Pels apartats 1.1.a i 1.2.a cada errada en les fallades o encerts de la memòria cau o en la col·locació d'un bloc a la cau resta 0,6. Els apartats restants es puntuaran amb els 0,4 punts cadascun d'ells si la solució és correcta i coherent amb la vostra resposta als apartats a) corresponents.

## Pregunta 2 (5 punts)

Es vol analitzar el rendiment de la comunicació de dades entre la memòria d'un processador i un port USB, que tenen les següents característiques:

- Velocitat de transferència del dispositiu d'E/S ( $v_{\text{transf}}$ ) = 1MByte/s
- Temps de latència mitjà del dispositiu ( $t_{\text{latència}}$ ) = 0
- Adreces dels **registres de dades i d'estat** del controlador d'E/S: 0300h i 0304h
- El bit del **registre d'estat** que indica que el controlador del port d'E/S està disponible és el bit 5, o el sisé bit menys significatiu (quan val 1 indica que està disponible)
- Processador amb una freqüència de rellotge de 2 GHz, el processador pot executar 1 instrucció per cycle de rellotge ( $t_{\text{instr}} = t_{\text{cycle}}$ )
- Temps de programació i finalització de la transferència de 100 ns ( $t_{\text{prog}} + t_{\text{final}}$ )
- Transferència d'**escriptura** des de memòria al port d'E/S
- Transferència de  $N_{\text{dades}} = 32.000.000$  dades, es a dir,  $32.000.000 * 4 \text{ Bytes} = 128.000.000 \text{ Bytes}$
- Adreça inicial de memòria on resideixen les dades: A0000000h

### Apartat 2.1 (2 punts) E/S programada

El següent codi realitzat amb el repertori CISCA realitza la transferència descrita abans mitjançant la tècnica d'E/S programada.

```
1.      MOV  R3, VALOR1
2.      MOV  R2, VALOR2
3. Bucle: IN   R0, [VALOR3]      ; llegir 4 bytes
4.      AND  R0, VALOR4
5.      JE   Bucle
6.      MOV  R0, [R2]            ; llegir 4 bytes
7.      ADD  R2, 4
8.      OUT  [VALOR5], R0        ; escriure 4 bytes
9.      SUB  R3, 1
10.     JNE  Bucle
```



### 2.1.a) (0,5 punts)

Substituir pels valors adients:

VALOR1= 32000000

VALOR2= A0000000h

VALOR3= 304h

VALOR4= 00100000b= 20h = 32d

VALOR5= 300h

### 2.1.b) (0,5 punts)

Quant temps dura la transferència  $t_{\text{transf\_bloc}}$ ?

Quin percentatge d'aquest temps dedica la CPU a la transferència?

$$t_{\text{transf\_bloc}} = t_{\text{latència}} + (N_{\text{dades}} * t_{\text{transf\_dada}})$$

$$t_{\text{latència}} = 0$$

$$N_{\text{dades}} = 32000000$$

$$t_{\text{transf\_dada}} = m_{\text{dada}} / v_{\text{transf}} = 4 \text{ Bytes} / 1 \text{ Mbytes/s} = 0,004 \text{ ms}$$

$$t_{\text{transf\_bloc}} = 0 + (32000000 * 0,004 \text{ ms}) = 128.000 \text{ ms} = 128 \text{ s}$$

La CPU dedica el 100% del temps i per tant, el temps coincideix amb el temps dedicat pel perifèric  $t_{\text{bloc}}$

### 2.1.c) (1 punt)

Si volguéssim fer servir el mateix processador i el mateix programa però amb un dispositiu d'E/S més ràpid, quina és la màxima taxa o velocitat de transferència del nou dispositiu que es podria suportar sense que el dispositiu s'hagués d'esperar?

Freqüència de rellotge = 2 GHz, implica un temps de cicle de

$$t_{\text{cicle}} = 1/2 * 10^9 = 0,5 \text{ ns (nanosegon)}$$

$$t_{\text{instr}} = 0,5 \text{ ns}$$

El mínim nombre d'instruccions que ha d'executar el programa per a cada dada transferida són les 8 instruccions: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 i 10. Executar les 8 instruccions requereix  $8 * t_{\text{instr}} = 8 * 0,5 \text{ ns} = 4 \text{ ns}$

Per tant, el temps mínim per a transferir una dada és: 4 ns

Es poden transferir 4 bytes cada 4 ns, és a dir:  $4 / 4 * 10^{-9} = 1000 \text{ Mbyte/s} = 1 \text{ Gbytes/s}$

## Apartat 2.2 (2 punts) E/S per Interrupcions

Suposeu que el següent codi CISCÀ és una rutina de servei a les interrupcions (RSI) per a transferir a través del dispositiu d'E/S anterior, el mateix nombre de dades que abans amb E/S programada, però ara mitjançant la tècnica de E/S per interrupcions.

Suposeu:

- El temps per atendre la interrupció ( $t_{\text{rec\_int}}$ ), o temps addicional des de que la CPU detecta la interrupció fins que es comença a executar la primera instrucció de la RSI és de 20 cicles de rellotge.

- Es fa servir una variable global que es representa amb l'etiqueta **Dir**, i que al principi del programa conté l'adreça inicial de memòria on resideixen les dades a transferir.

```

1.  CLI
2.  PUSH R0
3.  PUSH R1
4.  IN  R0, [VALOR1] ; llegir 4 bytes
5.  AND  R0, VALOR2
6.  JE   Error ;salta a un codi de tractament de l'error no
               ;descrit, s'ha produït la petició per part del
               ;dispositiu però la dada no està disponible

7.  MOV  R1, [VALOR3]
8.  MOV  R0, [R1]
9.  OUT  [VALOR4],R0 ; escriure 4 bytes
10. ADD  R1, 4
11. MOV  [VALOR3], R1
12. POP  R1
13. POP  R0
14. STI
15. RETI

```

### 2.2.a) (0,5 punts)

Substituir pels valors adients:

**VALOR1**= 304h

**VALOR2**= 20h = 32d

**VALOR3**= Dir

**VALOR4**= 300h

### 2.2.b) (1 punt)

Quin és el temps total que dedica la CPU a la tasca d'Entrada/Sortida,  $t_{cpu}$ ? Quin percentatge del temps representa el tems de transferència del bloc  $t_{transf\_bloc}$  respecte al temps de transferència del bloc per part del perifèric  $t_{bloc}$  ?

El temps d'un cicle,  $t_{cicle} = 0,5$  ns (nanosegons)

Temps per atendre la interrupció,  $t_{rec\_int}$ : 20 cicles \* 0,5 ns = 10 ns

Temps d'execució de una instrucció,  $t_{instr}$ :  $t_{cicle} / 1 = 0,50$  ns

Temps d'execució RSI,  $t_{rsi}$ :  $N_{rsi} * t_{instr} = 15 \text{ instr.} * 0,50 \text{ ns} = 7,5$  ns

Temps consumit per CPU en cada interrupció,  $t_{transf\_dada}$ :

$t_{transf\_dada} = t_{rec\_int} + t_{rsi} = 10 + 7,5 = 17,5$  ns

Nombre d'interrupcions produïdes (nombre total de dades,  $N_{dades}$ ): 32.000.000 interrupcions

Temps consumit en total en TOTES les interrupcions:

$t_{transf\_bloc} = t_{transf\_dada} * N_{dades} = 17,5 \text{ ns} * 32.000.000 \text{ interrupcions} = 560.000.000 \text{ ns} = 560 \text{ ms}$  (milisegons)

El temps final d'ocupació de la CPU cal que inclogui el temps de programació i finalització de la transferència:





$$t_{cpu} = (t_{prog} + t_{final}) + t_{transf\_bloc} = 100 \text{ ns} + 560.000.000 \text{ ns} = 560.000.100 \text{ ns} = 560,0001 \text{ ms}$$

Dels 128 s = 128.000 ms de temps total per a realitzar la transferència (temps calculat a l'apartat 2.1 b), la CPU està dedicada a la tasca de E/S:

$$\%ocupació = t_{transf\_bloc} * 100 / t_{bloc} = 560,0 * 100 / 128000 \Rightarrow 0,4375 \% \text{ del temps.}$$

### 2.2c) (0,5 punts)

Si volguéssim reduir la freqüència de rellotge del processador per a reduir el seu consum energètic, fins a quina freqüència ho podríem fer sense reduir la velocitat de transferència amb el dispositiu d'E/S?

En la fase de transferència de dades, el controlador d'E/S genera 32.000.000 interrupcions durant 128 segons (dada calculada a l'apartat 2.1 b):

$$N_{dades} * t_{dada} = 128 \text{ s} = 128.000 \text{ ms} = 128.000.000 \text{ us (microsegons)}$$

Es a dir, tenim una interrupció cada  $128.000.000 / 32.000.000 = 4 \text{ us}$  (microsegons).

Aquest és el temps màxim que hauria de tardar la gestió de la interrupció, incloent el temps addicional per transferir el control a la RSI, el temps que pot consumir la CPU en una interrupció és  $t_{transf\_dada}$

El temps consumit per la CPU en cada interrupció és, com hem vist a l'apartat anterior, la suma del temps de transferir el control a la RSI + executar la RSI:

A l'enunciat es defineix que  $t_{rec\_int} = 20$  cicles de rellotge =  $20 * t_{cicle}$  i per tant:

$$t_{transf\_dada} = t_{rec\_int} + t_{rsi} = t_{rec\_int} + (N_{rsi} * t_{instr}) = 20 * t_{cicle} + (15 * t_{instr})$$

Tal com hem vist a l'apartat anterior, i com diu l'enunciat, el temps d'una instrucció és:  $t_{instr} = t_{cicle}$

$$\text{Per tant: } t_{transf\_dada} = 20 * t_{cicle} + 15 * t_{cicle} = 35 * t_{cicle}$$

Volem trobar el temps de cicle tal que el temps de transferència d'una dada sigui 4 us:

$$4000 \text{ ns} = 35 * t_{cicle} \Rightarrow t_{cicle} = 4000 / 35 = 114,28 \text{ ns}$$

$$1 / 114,28 * 10^{-9} = 8,75 \text{ MHz} = 8.750 \text{ Khz}$$

### Apartat 2.3 (1 punt) E/S per DMA

Suposarem que el controlador d'ES pot funcionar en mode DMA (Accés Directe a Memòria). La suma del **temps de cessió** del bus i del **temps de recuperació** del bus es de 10 ns ( $t_{cessió} + t_{recup} = 10 \text{ ns}$ ). El **temps de la transferència** pel bus es de 1 ns ( $t_{mem} = 1 \text{ ns}$ ).

#### 2.3.a) (0,5 punts)

Considerem que en la transferència per DMA, les dades s'envien entre el controlador de DMA i la memòria, en mode ràfega, i es disposa d'un buffer de mida  $m_{buffer} = 1600$  bytes. Calcular el temps total d'ocupació del bus per part del controlador de DMA per a dur a terme la transferència que venim analitzant.

$$\text{Mida de les ràfegues } N_{ràfega} : m_{buffer} / m_{dada} = 1600 / 4 = 400$$

$$\text{Temps ocupació Bus, } t_{transf\_ràfega} : t_{cessió} + 400 * t_{mem} + t_{recup} = 10 + 400 * 1 = 410 \text{ ns}$$

$$\text{Nombre de peticions del Bus, } N_{dades} / N_{ràfega} : 32.000.000 / 400 = 80.000$$

Temps total d'ocupació del Bus  $t_{\text{transf\_bloc}}: t_{\text{transf\_ràfega}} * (N_{\text{dades}}/N_{\text{ràfega}}) = 410 * 80.000 = 32.800.000 \text{ ns} = 32.800 \text{ us} = 32,8 \text{ ms}$

**2.3.b) (0,5 punts)** La CPU no pot fer cap tasca durant tot el temps en que el bus està ocupat per part del controlador de DMA. Quin percentatge de temps té disponible la CPU per a executar codi efectiu d'altres programes durant la transferència?

$t_{\text{transf\_bloc}} = 32,8 \text{ ms}$

$t_{\text{bloc}} = 128.000 \text{ ms}$

$\% \text{ocupació} = (t_{\text{transf\_bloc}} * 100) / t_{\text{bloc}}$

Percentatge de temps disponible:  $100 - \% \text{ocupació} = 100 - (t_{\text{transf\_bloc}} * 100) / t_{\text{bloc}} = 100 - (32,8 * 100) / 128.000 = 100 - 0,025625 = 99,974375\%$

**Criteris de valoració.** En els apartats 2.1.a i 2.2.a cada valor erroni resta 0,25. La resta d'apartats estan bé o estan malament. No hi ha gradació.

## Pregunta 3 (1 punt) Qüestions teòriques

### 3.1) (0,5 punts)

Quines són les tres polítiques d'assignació diferents per a emmagatzemar dades dins d'una memòria cau? Explica breument en que consisteixen.

- **Política d'assignació directa:** un bloc de la memòria principal només pot ser assignada en una única línia de la memòria cau. La memòria cau d'assignació directa és la que té la taxa de fallades més alta, però s'utilitza molt perquè és la més barata i fàcil de gestionar.
- **Política d'assignació completament associativa:** un bloc de la memòria principal pot ser en qualsevol línia de la memòria cau. La memòria cau completament associativa és la que té la taxa de fallades més baixa. No obstant això, no se sol utilitzar perquè és la més cara i complexa de gestionar.
- **Política d'assignació associativa per conjunts:** un bloc de la memòria principal pot ser en un subconjunt de les línies de la memòria cau, però dins del subconjunt pot trobar-se en qualsevol posició.

### 3.2) (0,5 punts)

Descriure la seqüència d'esdeveniments que el processador ha de gestionar per atendre una petició d'interrupció d'un mòdul d'entrada/sortida.

- 1) Petició del mòdul d'E/S
- 2) Cicle de reconeixement de la interrupció
  - a. Reconeixement de la interrupció
  - b. Salvaguarda de l'estat del processador



- c. Crida a la RSI
- 3) Execució de la rutina de servei d'interrupció
  - a. Inici de l'execució de la RSI
  - b. Intercanvi de la dada
  - c. Finalització de l'execució de la RSI
  - d. Retorn d'interrupció

**Criteris de valoració.** Cada apartat val 0,5. No hi ha gradació.