

2.2 - Exercícios propostos

③ a) $\underbrace{XX}_{\text{etiqueta}} \underbrace{XXXX XXXX XXXX XXXX}_{\text{índice } 00}$

etiqueta $\rightarrow 12$ bits índice $\rightarrow 4$ bits

espaço de endereçamento: $0x00000 - 0x3FFFFC$

$2^{18} = 2^8 \times 2^{10} = 256 \text{ KiB} \rightarrow$ capacidade máxima

b) $L | 2d f 10 | \underbrace{10'11'01'11'11'00'01'00'00}_{\text{etiqueta}} \underbrace{00}_{\text{índice } 0} \quad (1^{\circ} \text{ acesso})$

Índice = 4, etiqueta = $0xB7C$ Validade OK! Etiqueta OK!

Logo, trata-se de um Read Hit. Apenas lido o valor $0x6198$ da memória cache.

$L | 23454 | \underbrace{10'00'11'01'00'01'01'01'00}_{\text{etiqueta}} \underbrace{00}_{\text{índice } 0} \quad (2^{\circ} \text{ acesso})$

Índice = 5, etiqueta = $0x8D1$ Validade = 0! Etiqueta OK!

Logo, trata-se de um Read Miss, pelo que o conteúdo em cache é substituído pelo valor da memória principal, sendo que a etiqueta mantém-se, mas $V=1$.

$L | 3F7B0 | \underbrace{11'11'11'01'11'10'11'00'00}_{\text{etiqueta}} \underbrace{00}_{\text{índice } 0} \quad (3^{\circ} \text{ acesso})$

Índice = 12, etiqueta = $0xFDE$ Validade OK! Etiqueta diferente.

Logo, trata-se de um Read Miss, pelo que o conteúdo em cache é substituído pelo valor da memória principal, na posição 12, com $V=1$ e etiqueta $0xFDE$.

$E | 048C4 | \underbrace{00'01'00'10'00'11'00'01'00}_{\text{etiqueta}} \underbrace{00}_{\text{índice } 0} \quad (4^{\circ} \text{ acesso})$

Índice = 1, etiqueta = $0x123$ Validade OK! Etiqueta OK!

Logo, trata-se de um Write Hit, pelo que o valor $0x1212ABAB$ é escrito na posição 1 da memória cache, com $V=1$ e etiqueta $0x123$, e atualiza a memória principal no endereço $0x048C4$ com este valor.

$E | 3F7D0 | \underbrace{11'11'11'01'11'11'01'00'00}_{\text{etiqueta}} \underbrace{00}_{\text{índice } 0} \quad (5^{\circ} \text{ acesso})$

Índice = 4, etiqueta = $0xFDF$ Validade OK! Etiqueta diferente.

Logo, trata-se de um Write Miss, pelo que o valor $0x00001111$ é colocado na memória principal, no endereço $0x3F7D0$, e a memória cache não sofre alterações.

E | 1 D D E S | 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 1 0 p p (6° ano)

etiqueta índice 8

Índice = 10, etiqueta = 0x777 Validade = 0! Etiqueta OK!

Logo, trata-se de um Write Miss, pelo que o valor 0xAAAABBBB é colocado na memória principal, no endereço 0x1DDE8. A memória cache não sofre alterações.

④ a) O campo d indica se o valor do conteúdo em memória cache é diferente do valor em memória principal.

b) L | 2DF10 | 10'11'01'11'11'0001'00'00 (1° aceno)
 etiquetta indice 0

Índice=4, etiqueta=0xB7C Validade OK! Etiqueta OK! 🌈

Logo, trata-se de um Read-Write, pelo que é lido o valor 0x6198FA34 da memória cache.

E | 2DF10 | 1011'0111'100, 0100 | 00 (2-aceno)

etiqueta índice 0

Índice = 4, etiqueta = 0xB7C *Validade OK! Etiqueta OK!

Logo, trata-se de um write hit, pelo que o valor $0x33334444$ é escrito na cache (bloco 4, $v=1$, e etiqueta = $0xB7C$) e $d=1$, pois o valor torna-se diferente do valor que se encontra na memória principal. Como $d=0$ inicialmente, não é preciso fazer write-back.

E | 10e64 | 010000110001100100 (3º aceso)

índice = 9, etiqueta = 0x431 *Validade OK! Etiqueta diferente.

Logo, trata-se de um write e liss, como $v=1$ e $d=1$, e precisamos fazer write-back, escrever o valor $0x\text{FFFFFFFE}$ na memória principal, no endereço \vdots índice 0.

$$\begin{array}{cccccccc} \text{index} & 8 & & 7 & & 7 & & \text{index} & 0 \\ \hline 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ \hline 2 & & 1 & & & D & & E & & & & & & & 4 & & & \end{array}$$

Logo, $MEM[21DE4] = 0x\overset{D}{FFFF}\overset{E}{FFFF}$

Resta atualizar a memória cache na posição 9, com $v=1, d=1$, etiqueta 0x431 e valor 0x9999AAAA.

L | 23454 | 100011010001010100 (4° acento)

Índice = 5, etiqueta = 0x8D1 4/Qualidade = 0! 2/etiqueta OK!

Logo, trata-se de um Read-Only, como $V=0$, mas faz write-back. Ou seja, é lido o valor da memória principal no endereço $0x23454$ e coloca-lo na posição 5, com $V=1$ e $d=0$, e etiqueta $0x8D1$.

L/3F7B0 | 1111101110110000 (5° aceso)

índice = 12, etiqueta = 0x FDE validade = 0, etiqueta di-

Logo, trata-se de um Read Miss. Como $V=0$, não faz write-back. Ou seja, apenas é lido o valor da memória principal no endereço $0x3F7B0$ e este é colocado na memória cache, na posição 12, com $v=1$ e $d=0$, e o tag é $0xFDE$.

E | 21 DE 4 | 10'00'01'11'01'11'10'01'00 (6-aeemo)

Índice = 9, etiqueta = 0x877 Validade OK! Etiqueta diferente.

Nota: a linha 9 já tinha sido alterada, para 9 9999AAAA 93111

Logo, trata-se de um write miss. Como $d=1$, é necessário fazer write-back. Causa, escreva o valor 09999AAAA no endereço $0x10c64$ da memória principal. Nesta altura a memória cache, que tem o valor $0xbbbb7777$ no bloco 9, com $V=1$ e $d=1$, e etiqueta $0x877$.

E | 2AFDC | 30' 10' 10' 11' 11' 11' 01' 11' 00' (7° de erro)

Índice = 7, etiqueta = 0xABF *Validade OK! *etiqueta diferente.

Logo, trata-se de um write miss. Como $d=0$, não é necessário fazer write-back. Basta alterar o valor da memória cache, na posição 7, que passa a ser $0x1212ABAB$, com $v=1$, $d=1$ e etiqueta $0xABF$.

E | 3 F 7 B 0 | 1 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 0 0 0 0 (8° acemo)

índice = 12, etiqueta = 0xFDE *Qualidade OK! Etiqueta OK!

Nota: a linha 12 foi trocada alternada, para 12 $M[3][7][0]$ fde 10

Logo, trata-se de um write hit. Como $d=0$, não é necessário fazer write-back.

Logo, basta alterar a memória cache, sendo que a posição 12 para a tag o valor 0x00001111, com $v=1$ e $d=1$, e etiqueta 0xFDE.

⑤ a) $XXXX \dots XX|XX|?00$ $32 - 5 = 27$
índice deslocamento

R: a etiqueta tem de comprimento 27 bits

Quantos bits de memória são necessários nesta cache?

R: $m = \text{bloco} \times n = \text{bits por bloco} = 4 \times (64 + 27 + 1) = \text{bits}$

b) endereço efetivo: $R0 = 0x52000044$

$010'100100000000000000000000000001000'0100$
etiqueta índice deslocamento = 4

índice = 0; etiqueta = $0x2900002$ Validade OK! Etiqueta OK!

deslocamento = 4 Read Hit. R: $R2 = 0x2A5D04AA$

c) endereço efetivo: $R0 - 4 = 0x52000040$

$010'100100000000000000000000000001000'0000$
etiqueta índice deslocamento = 0

índice = 0; etiqueta = $0x2900002$ Validade OK! Etiqueta OK!

deslocamento = 0 write Hit bloco 0: 2A 5D 04 AA 00 00 00 00 00 00 00

R: O conteúdo do bloco 0 é alterado para 2A 5D 04 AA 00 00 00 00.

d) endereço efetivo: $R1 = 0xF79A0034$

$1111'01111001101010000000000000110100$
etiqueta índice deslocamento

índice = 2, etiqueta = $0x7BCD001$ Validade OK! Etiqueta OK!

deslocamento = 4 Read Hit R: $R3 = 0x000000CC$

⑥ a) $F_1 = \frac{1}{T_1} = \frac{1}{0,62} = 1,61 \text{ GHz}$ $F_2 = \frac{1}{T_2} = \frac{1}{0,66} = 1,52 \text{ GHz}$

b) $T_{m1} = 0,62 \times (1 - 0,114) + 0,114 \times 70,62 = 8,6 \text{ ms}$

$T_{m2} = 0,66 \times (1 - 0,08) + 0,08 \times 70,66 = 6,26 \text{ ms}$

c) $CPI_{real} = CPI_{ideal} + CPI_{not}$ $CPI_{ideal} = 1$

$CPI_{not} = N_{mem} \times m_1 \times p_{b1} = \frac{n^{\circ} \text{acessos}}{instruções} \times \frac{n^{\circ} \text{bits}}{n^{\circ} \text{acessos}} \times \frac{\text{tempo}}{\text{período}} = 1,36 \times 0,114 \times \frac{70}{0,62} = 17,5$
 $CPI_{real} = 1 + 17,5 = 18,5$

$$CPI_{prot_2} = N_{mem_2} \times m_2 \times p_{\phi_2} = 1,36 \times 0,08 \times \frac{70}{0,66} = 11,5$$

$$CPI_{real_2} = 1 + 11,5 = 12,5$$

$$Texe_1 = N \times CPI_1 \times T_1 = N \times 18,5 \times 0,62 = 11,47 N ms$$

$$Texe_2 = N \times CPI_2 \times T_2 = N \times 12,5 \times 0,66 = 8,25 N ms$$

Logo, o processador mais rápido é o P_2 .

$$\textcircled{7} a) 0,05 = \frac{m \cdot \text{saltos}}{1000} \Leftrightarrow m \cdot \text{saltos} = 50 \text{ (I)}$$

$$50 + 40 = 90 \text{ saltos}$$

$$0,10 = \frac{m \cdot \text{saltos}}{0,40 \times 1000} \Leftrightarrow m \cdot \text{saltos} = 40 \text{ (D)}$$

$$m(1000) = \frac{90}{1000} = 0,09 = 9\%$$

$$b) \frac{90}{1400} = 6,43\%$$

$$e) i) CPI_{real} = CPI_{ideal} + C_{prot} \quad T = \frac{1}{f} = 1 ms$$

$$C_{prot} = N_{mem} \times p_{\phi} = 1,40 \times \frac{80}{1} = 112$$

$$CPI_{real} = 112 + 1,2 = 113,2$$

$$ii) C_{prot} = N_{mem} \times m \times p_{\phi} = 1,40 \times 0,0643 \times \frac{80}{1} = 7,2$$

$$CPI_{real} = 1,2 + 7,2 = 8,4$$