

As questões a seguir requerem que você traga os blocos para a memória cache: A Tabela 1 mostra de forma simbólica, para alguns endereços de memória na faixa de 0 até 31C, o conteúdo da memória principal. As colunas em branco são campos auxiliares para facilitar a correspondência entre endereços hexadecimais e binários.

Considere uma cache do tipo 2-way, inicialmente vazia, com 128 palavras, sendo que cada bloco contém 8 palavras. Preencha a Tabela 2 com o conteúdo final da cache imediatamente após aplicada a sequência de referências acima, usando os seguintes critérios e convenções: 1-Havendo 2 blocos livres num conjunto, o bloco trazido da memória deve ser armazenado no bloco livre de menor número (o preenchimento dos blocos na Tabela 2 deve ser da esquerda para a direita); 2-Havendo 1 bloco livre, nele deve ser armazenado o bloco trazido da memória; 3-Não havendo blocos livres, um dos blocos deve ser substituído de acordo com o critério LRU (dentro os dois blocos o último preenchido ainda é mais atual que o segundo, então o segundo será anulado e preenchido com novos dados, ou seja o segundo foi o menos usado recentemente MUR = LRU); 4-O conteúdo de cada bloco válido deve ser indicado explicitando todas as suas palavras.

**Observação:** Por ser uma cache 2-vias, e foi avisado que temos 128 palavras para comportar os dados (na cache inteira). Primeiro você tem que fazer umas contas básicas antes de começar a preencher a cache.  $\frac{128 \text{ palavras}}{2\text{-vias} \times 8 \text{ conjuntos}} = 8$  palavras por via por conjunto, cada palavra tem 4 bytes, portanto  $8 \times 4 = 32 \text{ bytes}$  e para indexar 32 bytes é preciso ter apenas 5 bits de offset, para indexar 8 conjuntos é preciso ter 3 bits de índice e o cálculo da tag é igual  $tag = 32 - 5 - 3 = 24$  bits.

TAG	ÍNDICE	OFFSET
24	3	5

Tamanho dos dados:  $2 \times 2^3 \times 2^5 = 512 \text{ bytes} = 128 \text{ palavras}$

Tamanho da cache total:  $2 \times 2^3 \times (24 + 0 + (2^5 * 8)) = 4480 \text{ bits} = 140 \text{ palavras}$ , um pouco a mais do que o tamanho de dados da cache<sup>a</sup>.

**Imprima os treinos e faça a lápiz e borracha que é melhor e mais prático.**

---

<sup>a</sup>0 bits de controle.

Treino 1: Referências: 4<sub>hex</sub>, 20<sub>hex</sub>, 10C<sub>hex</sub>, 318<sub>hex</sub>, 1C<sub>hex</sub>.

Endereço (0x)	End. [7:0] (0b)	Conteúdo	Endereço (0x)	End. [7:0] (0b)	Conteúdo
0000 0000		X	0000 0100		P
0000 0004	00000100	X	0000 0104		L
0000 0008		X	0000 0108		U
0000 000C		Y	0000 010C	000100001100	G
0000 0010		Z	0000 0110		A
0000 0014		Z	0000 0114		N
0000 0018		X	0000 0118		D
0000 001C	00011100	C	0000 011C		P
0000 0020	00100000	O	0000 0300		L
0000 0024		M	0000 0304		A
0000 0028		P	0000 0308		Y
0000 002C		U	0000 030C		X
0000 0030		T	0000 0310		Y
0000 0034		A	0000 0314		Y
0000 0038		R	0000 0318	001100011000	Y
0000 003C		K	0000 031C		Y

Tabela 1: Conteúdo (parcial) da memória principal.

Palavra	000	001	010	011	100	101	110	111	000	001	010	011	100	101	110	111
Conjunto 0																
Conjunto 1																
Conjunto 2																
Conjunto 3																
Conjunto 4																
Conjunto 5																
Conjunto 6																
Conjunto 7																

Tabela 2: Status da cache após a sequência de acessos. Dois conjuntos foram substituídos.

Treino 2: Referências: 24<sub>hex</sub>, 104<sub>hex</sub>, 100<sub>hex</sub>, 11C<sub>hex</sub>, 300<sub>hex</sub>.

Endereço (0x)	End. [7:0] (0b)	Conteúdo	Endereço (0x)	End. [7:0] (0b)	Conteúdo
0000 0000		J	0000 0100	000100000000	V
0000 0004		E	0000 0104	000100000100	A
0000 0008		S	0000 0108		A
0000 000C		U	0000 010C		A
0000 0010		S	0000 0110		A
0000 0014		C	0000 0114		M
0000 0018		R	0000 0118		O
0000 001C		I	0000 011C	000100011100	R
0000 0020		S	0000 0300	001100000000	E
0000 0024	00100100	T	0000 0304		P
0000 0028		O	0000 0308		A
0000 002C		T	0000 030C		Z
0000 0030		E	0000 0310		X
0000 0034		S	0000 0314		Y
0000 0038		A	0000 0318		Z
0000 003C		L	0000 031C		K

Tabela 3: Conteúdo (parcial) da memória principal.

Palavra	000	001	010	011	100	101	110	111	000	001	010	011	100	101	110	111
Conjunto 0																
Conjunto 1																
Conjunto 2																
Conjunto 3																
Conjunto 4																
Conjunto 5																
Conjunto 6																
Conjunto 7																

Tabela 4: Status da cache após a sequência de acessos.

Treino 3: Referências: 310<sub>hex</sub>, 14<sub>hex</sub>, 18<sub>hex</sub>, 0<sub>hex</sub>, 2C<sub>hex</sub>.

Endereço (0x)	End. [7:0] (0b)	Conteúdo	Endereço (0x)	End. [7:0] (0b)	Conteúdo
0000 0000	00000000	A	0000 0100		J
0000 0004		B	0000 0104		U
0000 0008		C	0000 0108		S
0000 000C		D	0000 010C		T
0000 0010		P	0000 0110		I
0000 0014	00010100	P	0000 0114		Ç
0000 0018	00011000	R	0000 0118		A
0000 001C		U	0000 011C		J
0000 0020		D	0000 0300		E
0000 0024		E	0000 0304		F
0000 0028		N	0000 0308		G
0000 002C	00101100	C	0000 030C		H
0000 0030		I	0000 0310	001100010000	T
0000 0034		A	0000 0314		U
0000 0038		P	0000 0318		V
0000 003C		P	0000 031C		J

Tabela 5: Conteúdo (parcial) da memória principal.

Palavra	000	001	010	011	100	101	110	111	000	001	010	011	100	101	110	111
Conjunto 0																
Conjunto 1																
Conjunto 2																
Conjunto 3																
Conjunto 4																
Conjunto 5																
Conjunto 6																
Conjunto 7																

Tabela 6: Status da cache após a sequência de acessos.

Treino 3: Referências: 3C<sub>hex</sub>, 31C<sub>hex</sub>, 304<sub>hex</sub>, 10C<sub>hex</sub>, 4<sub>hex</sub>.

Endereço (0x)	End. [7:0] (0b)	Conteúdo	Endereço (0x)	End. [7:0] (0b)	Conteúdo
0000 0000		A	0000 0100		$\alpha$
0000 0004	00000100	B	0000 0104		$\beta$
0000 0008		C	0000 0108		$\chi$
0000 000C		D	0000 010C	000100001100	$\delta$
0000 0010		K	0000 0110		$\pi$
0000 0014		L	0000 0114		$\vartheta$
0000 0018		M	0000 0118		$\rho$
0000 001C		N	0000 011C		$\omega$
0000 0020		W	0000 0300		E
0000 0024		X	0000 0304	001100000100	F
0000 0028		Y	0000 0308		G
0000 002C		Z	0000 030C		H
0000 0030		P	0000 0310		T
0000 0034		Q	0000 0314		U
0000 0038		R	0000 0318		V
0000 003C	00111100	S	0000 031C	001100010011	J

Tabela 7: Conteúdo (parcial) da memória principal.

Palavra	000	001	010	011	100	101	110	111	000	001	010	011	100	101	110	111
Conjunto 0																
Conjunto 1																
Conjunto 2																
Conjunto 3																
Conjunto 4																
Conjunto 5																
Conjunto 6																
Conjunto 7																

Tabela 8: Status da cache após a sequência de acessos.