

Aula 5

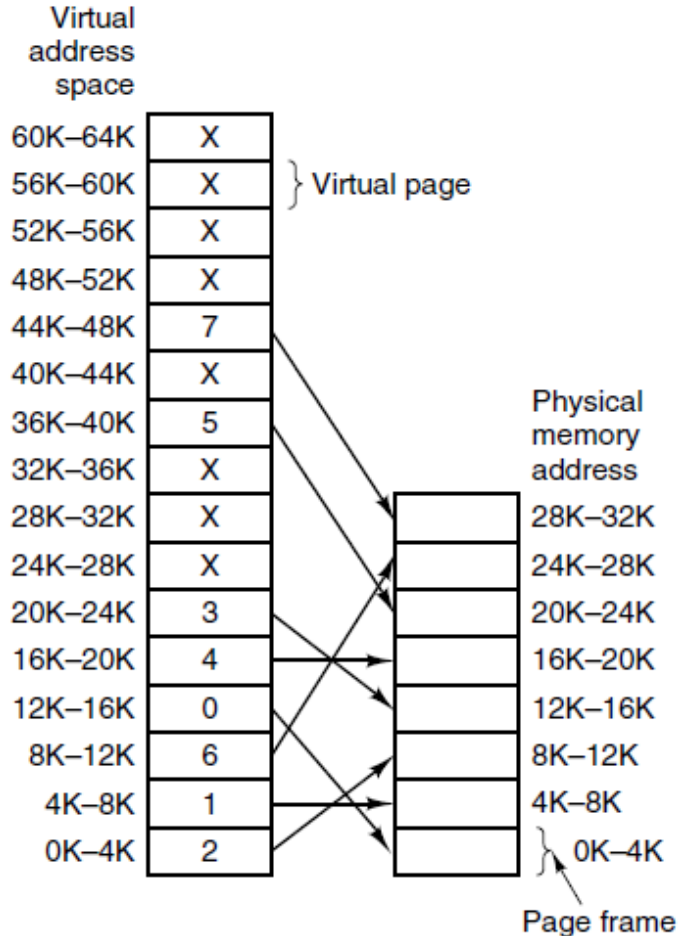
Memória Virtual

Introdução

- Programas maiores que a memória disponível?
 - Programa dividido em módulos → Overlays
 - Antes: divisão a cargo do programador
 - Hoje: memória virtual

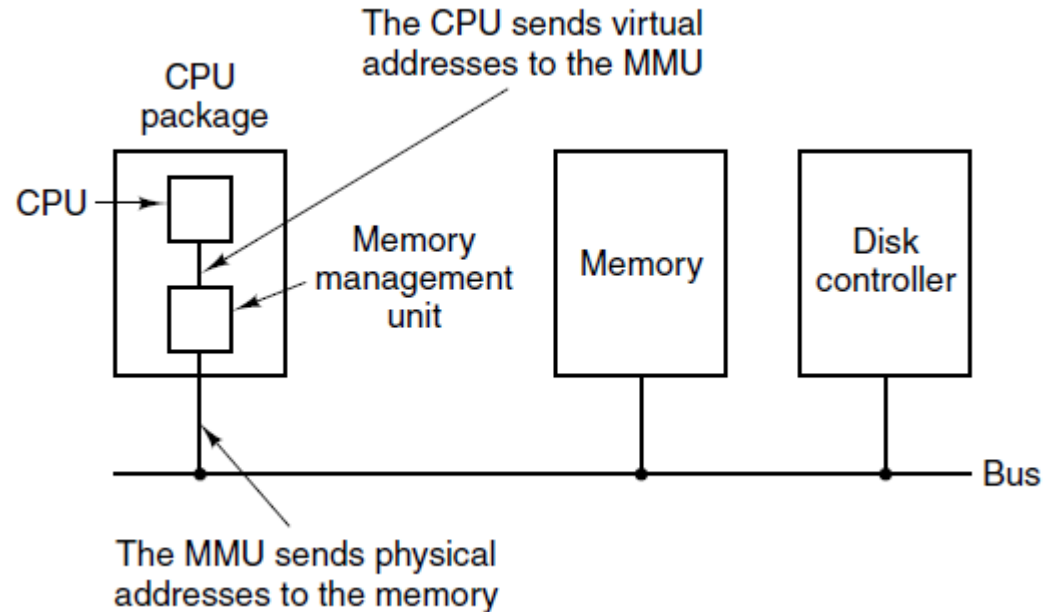
Paginação

- Página
 - Espaço de endereçamento virtual
- Moldura de página
 - Unidades correspondentes na memória física



Paginação

- MMU
 - Unidade de gerenciamento de memória
 - Mapeia endereços virtuais em endereço físicos



Paginação

- Página não mapeada
 - Page fault (interrupção)
 - SO → escolhe moldura pouco usada para a substituição

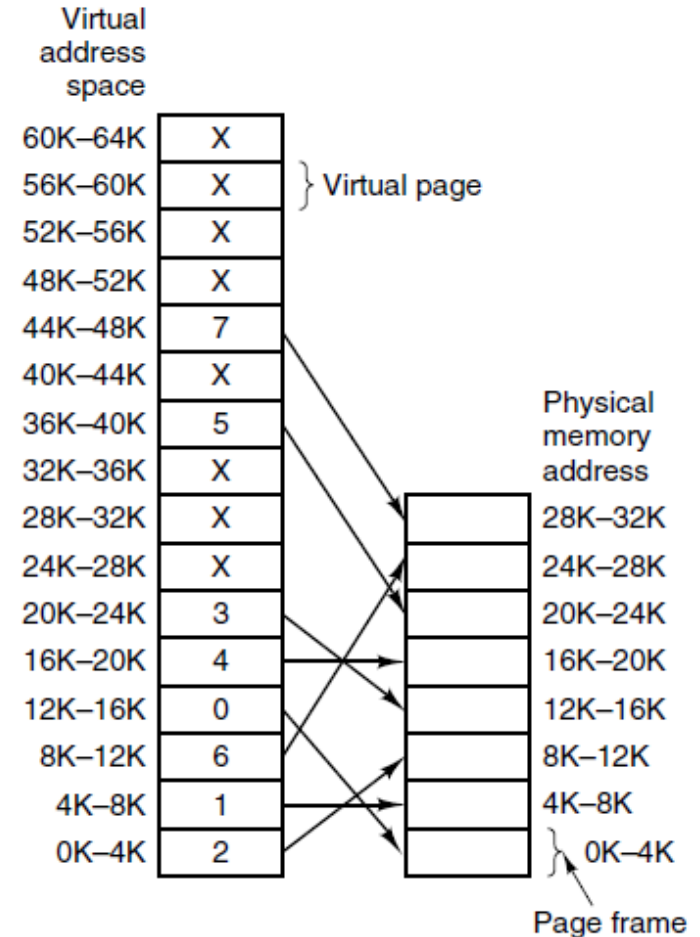


Tabela de Páginas

- Forma mais simples de mapear

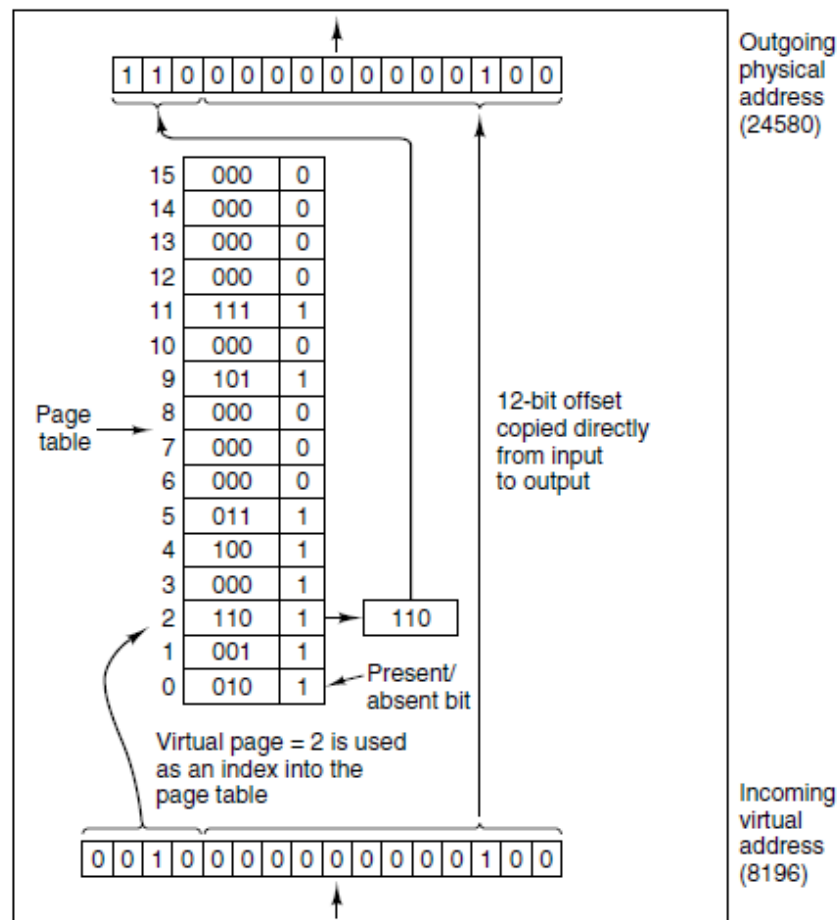
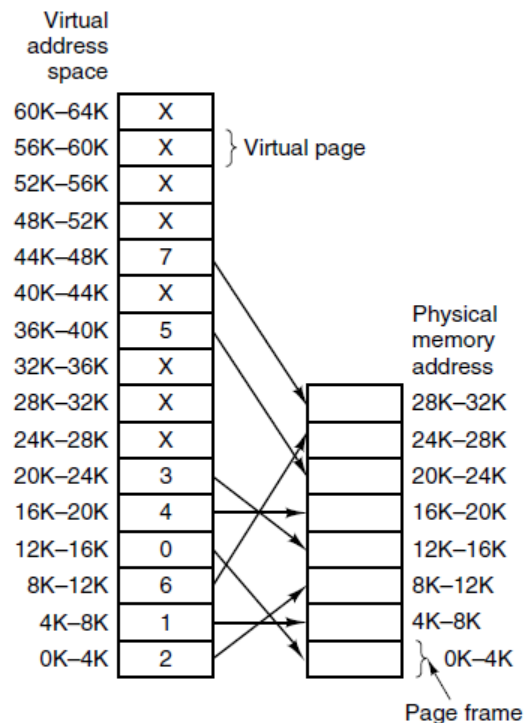
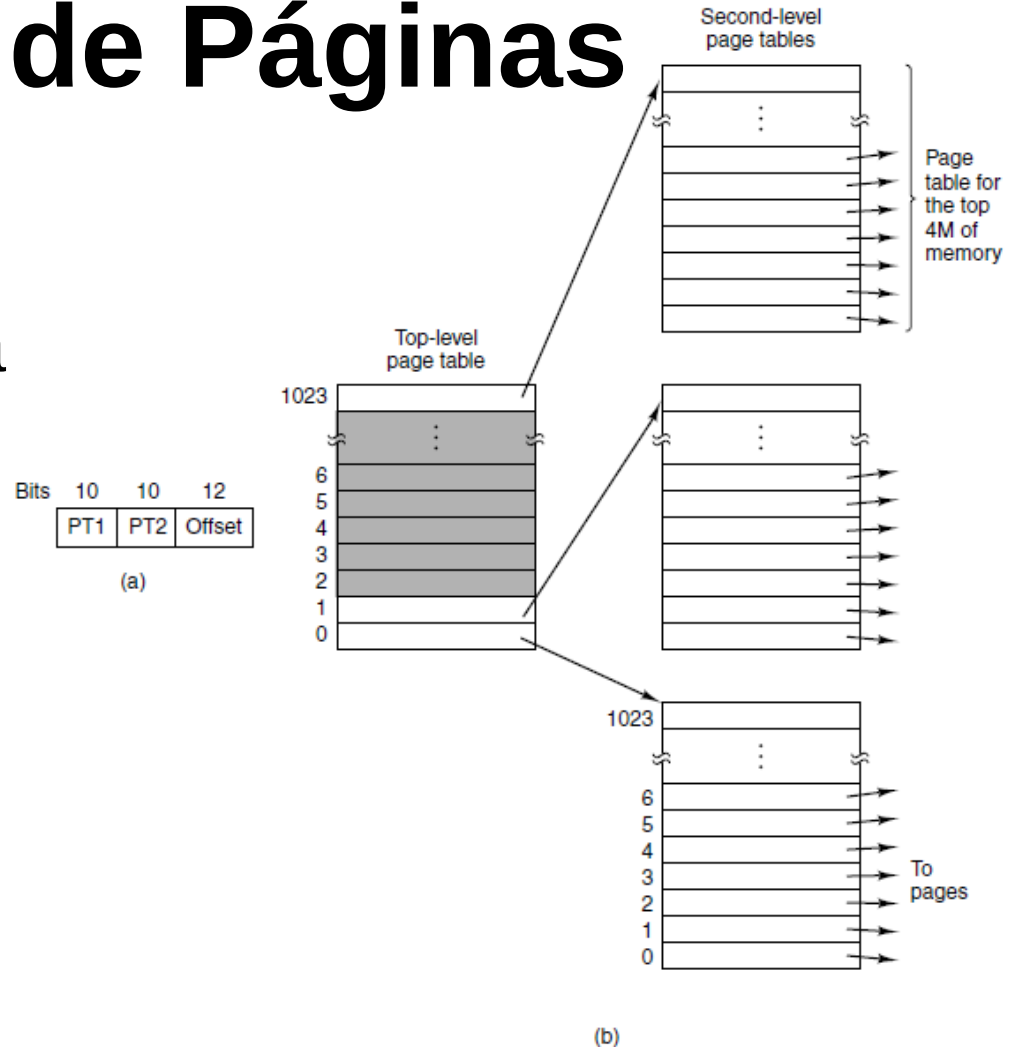


Tabela de Páginas

- Problemas
 - Tabela pode ser extremamente grande
 - O mapeamento deve ser rápido

Tabelas de Páginas

- Multinível
 - Minimiza o problema
 - Evitando que todas as tabelas sejam mantidas na memória



Memória associativa

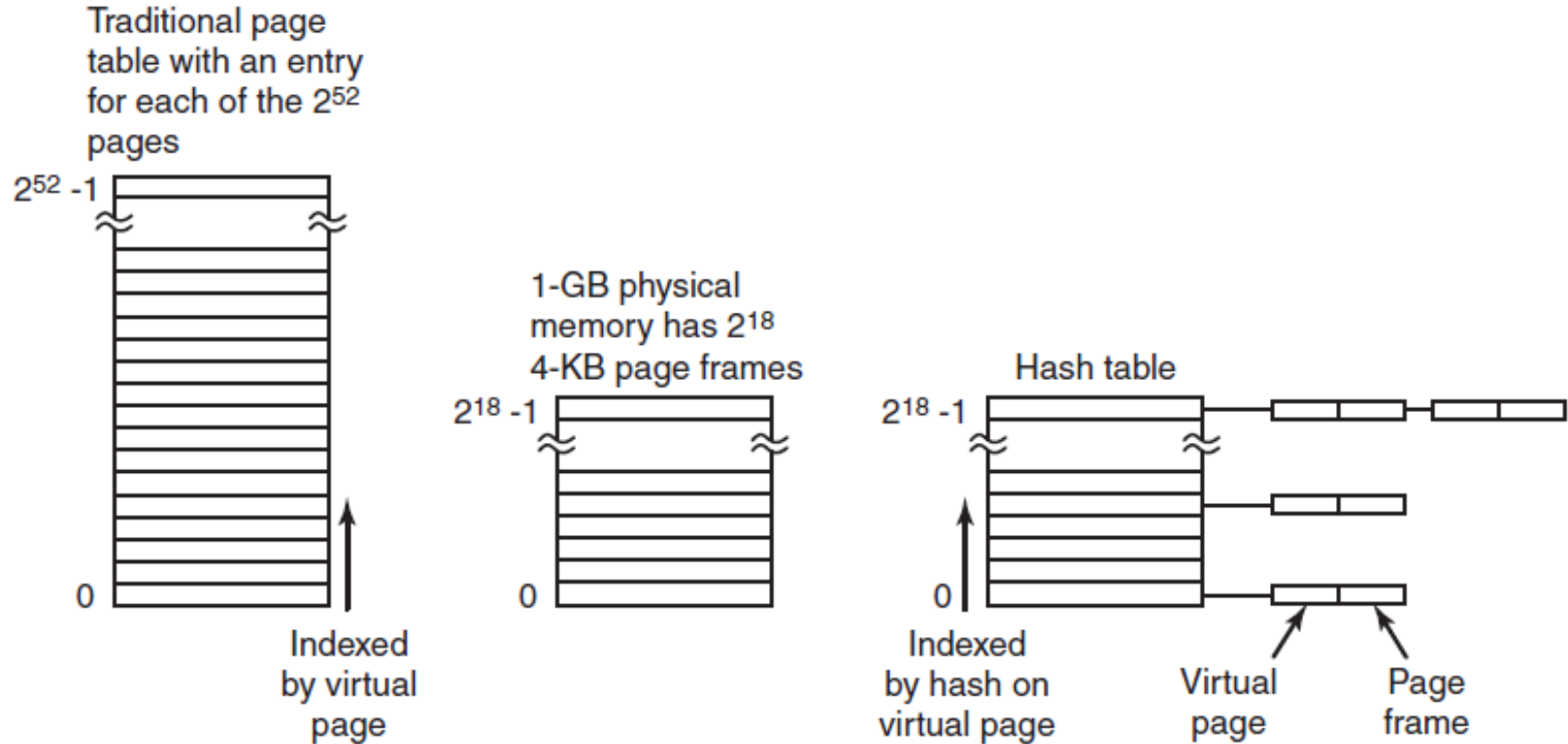
- TLB (Translation lookaside buffer)
 - Dispositivo dentro da MMU
 - Contém pequeno número de entradas que agiliza o mapeamento das páginas

Valid	Virtual page	Modified	Protection	Page frame
1	140	1	RW	31
1	20	0	R X	38
1	130	1	RW	29
1	129	1	RW	62
1	19	0	R X	50
1	21	0	R X	45
1	860	1	RW	14
1	861	1	RW	75

Tabela de Páginas Invertida

- Uma entrada por moldura de página
 - Ao invés de uma entrada por página do endereçamento virtual
- Economiza muito espaço
 - Tradução de endereços é mais lenta

Tabela de Páginas Invertida



Substituição de Páginas

- Algoritmos
 - Ótimo
 - NUR
 - FIFO
 - Segunda Chance
 - Relógio
 - MRU
 - NFU
 - Envelhecimento
 - Conjunto de trabalho
 - WSClock

Algoritmo Ótimo

- Simples porém irrealizável
- Rótulo:
 - Número de instruções antes da página ser usada
- Substituir a página com maior rótulo

NUR

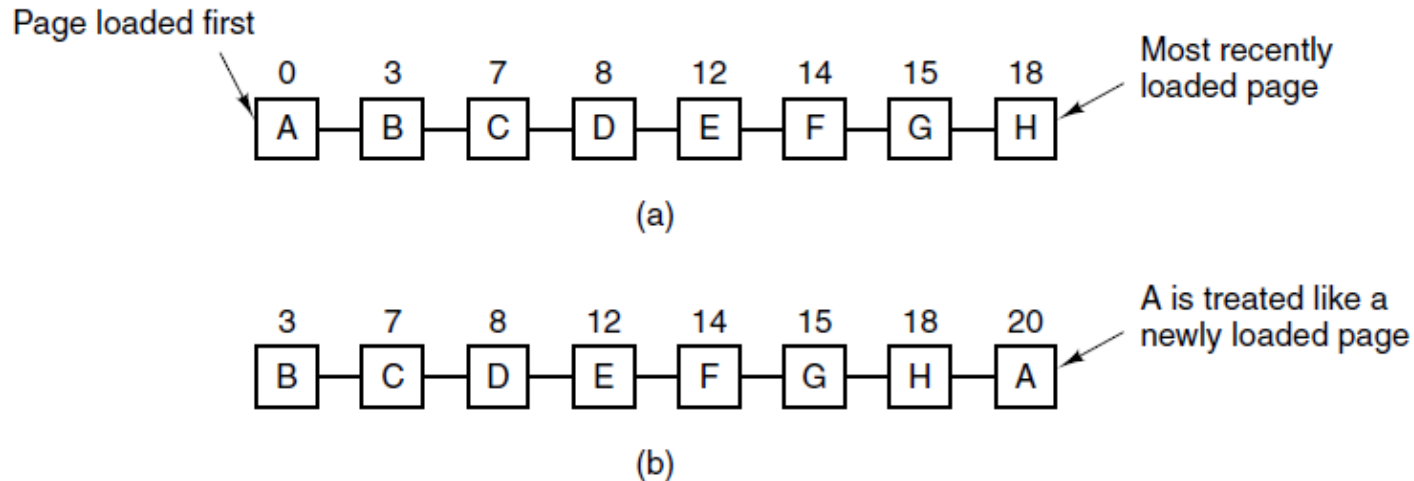
- Página não usada recentemente
 - SO contabiliza se a página foi **referenciada** ou **modificada** (leitura e escrita)
 - Classe 0: não referenciada e não modificada
 - Classe 1: não referenciada e modificada
 - Classe 2: referenciada e não modificada
 - Classe 3: referenciada e modificada
 - Remove aleatoriamente uma página da classe mais baixa (não vazia)

FIFO

- Primeira a entrar, primeira a sair
- SO mantém uma lista por ordem de entrada da página na memória
- Page fault → substitui a página a mais tempo na memória

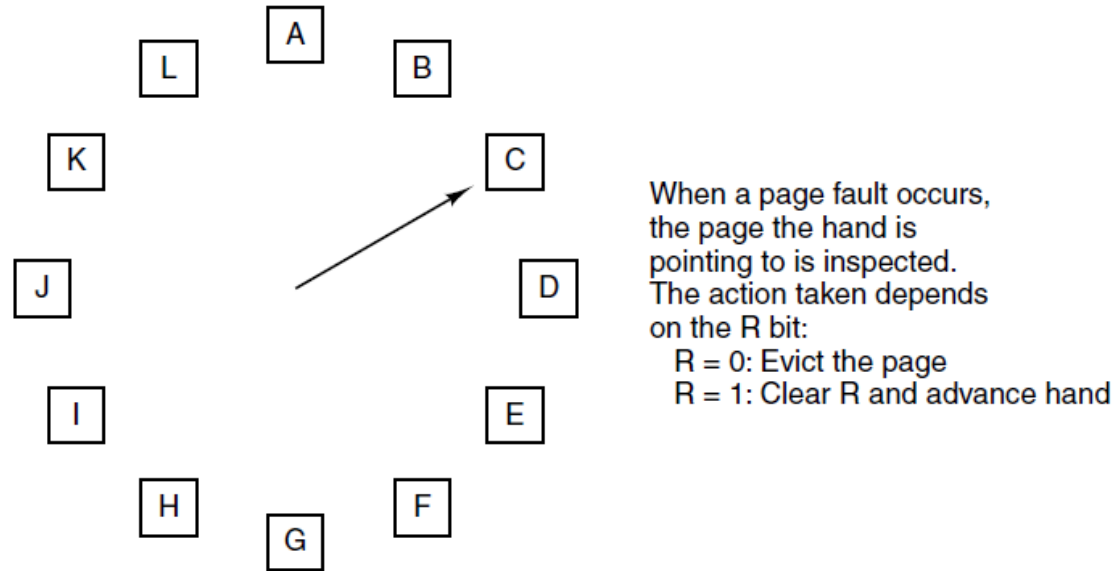
Segunda Chance

- Modificação do algoritmo FIFO
- Da segunda chance se a página mais antiga estiver sendo usada



Relógio

- Similar ao algoritmo de Segunda Chance



MRU

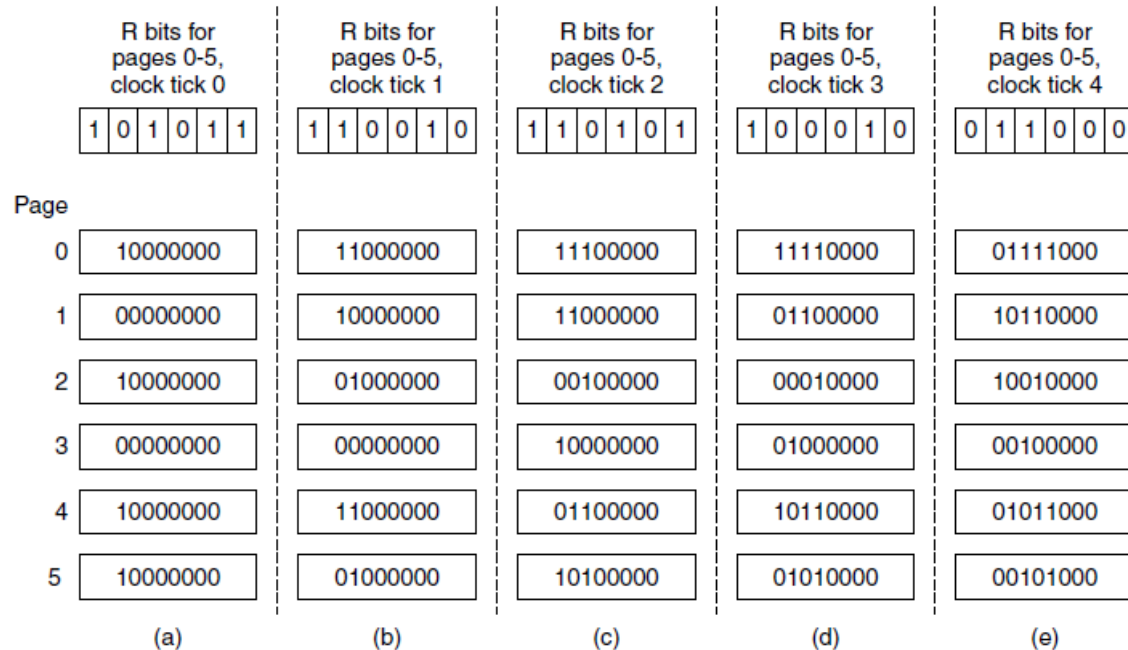
- Menos recentemente usada
 - Manter lista com a página mais recentemente usada no início e a menos recentemente usada no final
 - Atualizar a lista a cada referência de memória
 - Oneroso

NFU

- Não usada frequentemente
 - Contador de uso por página
 - Descarta página com menor contador
- Pode descartar página usada recentemente

Envelhecimento

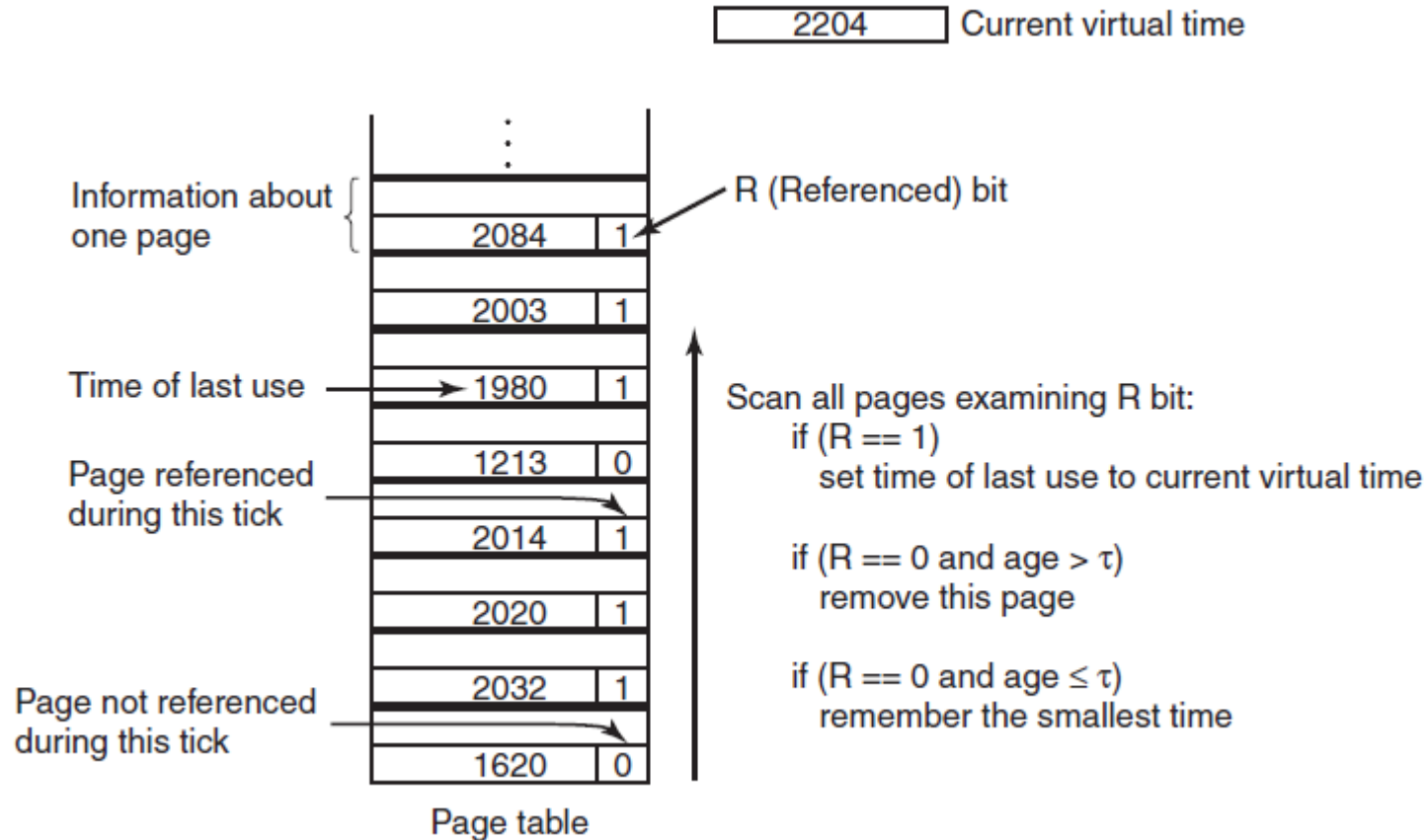
- Semelhante ao NFU
 - Ao invés do contador, faz o shift binário



Conjunto de Trabalho

- Páginas que um processo usa em um instante
 - Localidade de referência → processos não acessas uniformemente seus espaços de endereçamento
 - Acessos tendem a se agrupar em um subconjunto de páginas
- Objetivo: manter esse subconjunto de páginas juntas na memória

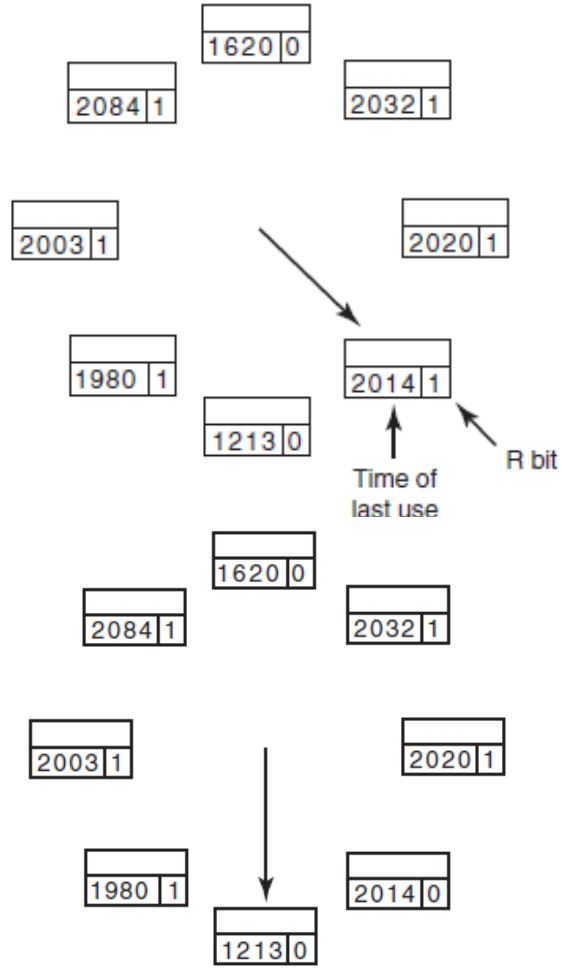
Conjunto de Trabalho



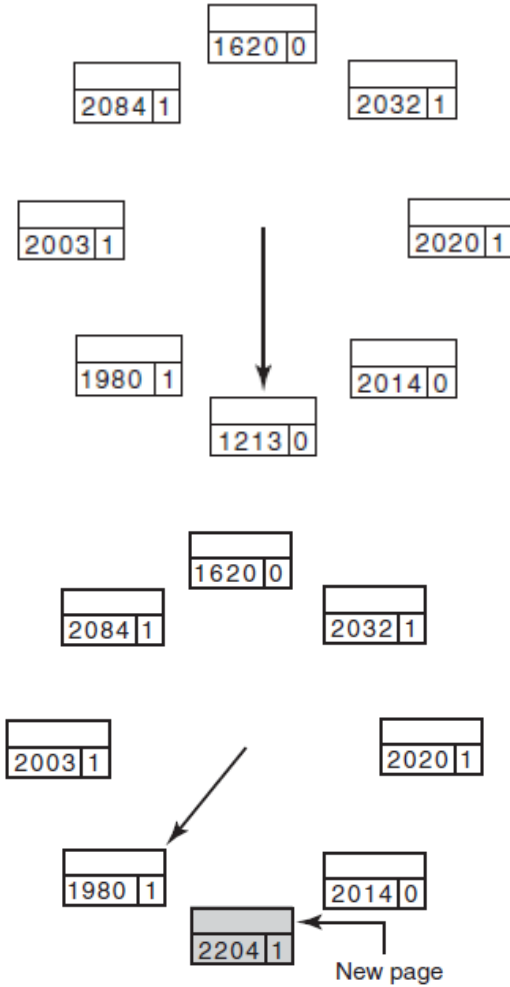
WSClock

- Conjunto de trabalho → oneroso
- WSClock: mesmo princípio porém em lista circular

2204 Current virtual time



(c)



(d)

Resumo

Algorithm	Comment
Optimal	Not implementable, but useful as a benchmark
NRU (Not Recently Used)	Very crude approximation of LRU
FIFO (First-In, First-Out)	Might throw out important pages
Second, chance	Big improvement over FIFO
Clock	Realistic
LRU (Least Recently Used)	Excellent, but difficult to implement exactly
NFU (Not Frequently Used)	Fairly crude approximation to LRU
Aging	Efficient algorithm that approximates LRU well
Working set	Somewhat expensive to implement
WSClock	Good efficient algorithm

