

NỘI DUNG

TỔNG QUAN VỀ BỘ NHỚ VÀ TIẾN TRÌNH

HOÁN VỊ (SWAPPING)

CẤP PHÁT BỘ NHỚ KÈ NHAU (CONTIGOUS ALLOCATION)

PHÂN TRANG (PAGING)

CÁC CẤU TRÚC BẢNG TRANG

PHÂN ĐOẠN (SEGMENTATION)

KẾT HỢP PHÂN TRANG VÀ PHÂN ĐOẠN

PHỤ LỤC – Một Số Ví Dụ

HỆ ĐIỀU HÀNH CHƯƠNG 5. QUẢN LÝ BỘ NHỚ



GIỚI THIỆU BỘ NHỚ

- ▶ CPU chỉ có thể truy xuất trực tiếp thanh ghi và bộ nhớ chính.
⇒ Để thực thi một chương trình, đoạn mã của chương trình phải được tải vào trong bộ nhớ chính và đặt trong một tiến trình.
- ▶ **Thanh ghi**: một dạng bộ nhớ đặc biệt, đặt bên trong CPU và chỉ mất tối đa 1 chu kỳ CPU để truy xuất.
- ▶ **Bộ nhớ chính**: tốc độ truy xuất chậm hơn thanh ghi, đòi hỏi vài chu kỳ.
- ▶ **Bộ nhớ cache**: là bộ nhớ trung gian giữa thanh ghi và bộ nhớ chính, tốc độ truy xuất nhanh, chỉ chậm hơn thanh ghi.
- ▶ Việc **bảo vệ bộ nhớ** là cần thiết để đảm bảo thực thi đúng đắn của các tiến trình, đặc biệt trong môi trường đa nhiệm.

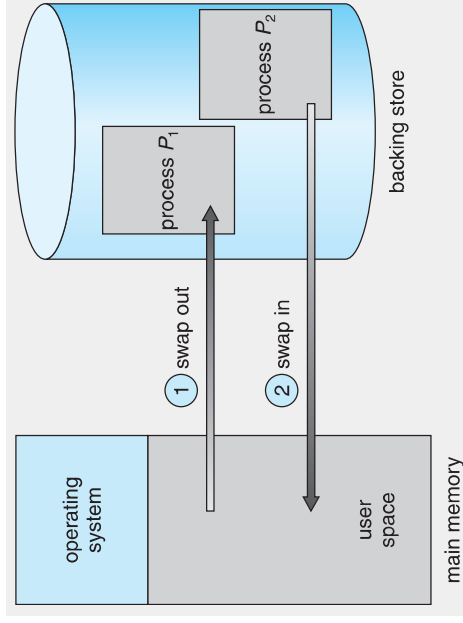
MỤC TIÊU

- ▶ Mô tả chi tiết các phương pháp tổ chức bộ nhớ.
- ▶ Giải thích các kỹ thuật quản lý bộ nhớ bao gồm phân trang và phân đoạn.
- ▶ Một số ví dụ thực tế về quản lý bộ nhớ: quản lý phân đoạn trong bộ xử lý Intel Pentium và quản lý địa chỉ bộ nhớ trong HĐH Linux.

HOÁN ĐỔI (SWAPPING)

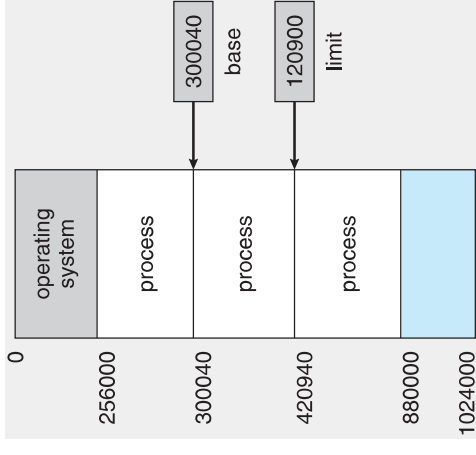
- ▶ Là một kỹ thuật cho phép tổng không gian bộ nhớ của các tiến trình lớn hơn tổng không gian nhớ vật lý:
 - ▶ Một (hay một phần) tiến trình có thể được **di chuyển tạm thời** từ bộ nhớ chính ra các thiết bị lưu trữ phụ (**cuộn ra – roll/swap out**) rồi sau đó di chuyển ngược vào bộ nhớ chính để tiếp tục thực thi (**cuộn vào – roll/swap in**).
- ▶ Cho phép **tăng độ đa nhiệm** của các hệ thống đa chương.
- ▶ **Tốc độ của thiết bị lưu trữ phụ** phải đủ nhanh để sao chép hiện trạng bộ nhớ (memory image) của các tiến trình và cho phép truy cập trực tiếp các dữ liệu này.

SWAP OUT, SWAP IN



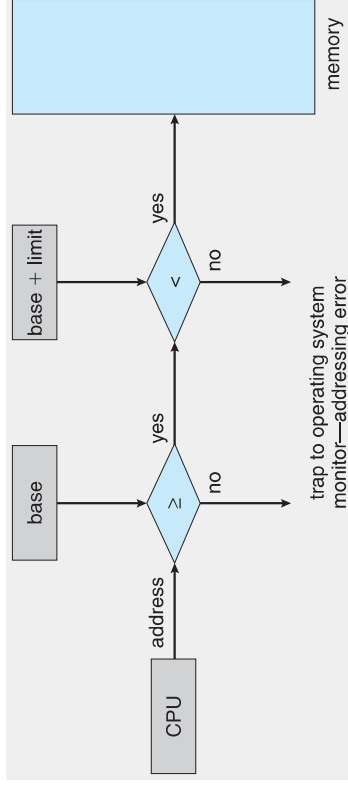
THANH GHI NỀN & THANH GHI GIỚI HẠN

- ▶ Hỗ trợ việc phân chia vùng nhớ cho các tiến trình.
 - ▶ **Thanh ghi nền (base)**: xác định giới hạn vùng nhớ vật lý thấp nhất.
 - ▶ **Thanh ghi giới hạn (limit)**: xác định kích thước của vùng nhớ.
- ⇒ Địa chỉ vùng nhớ mà một tiến trình có thể truy xuất: $[base, base + limit]$



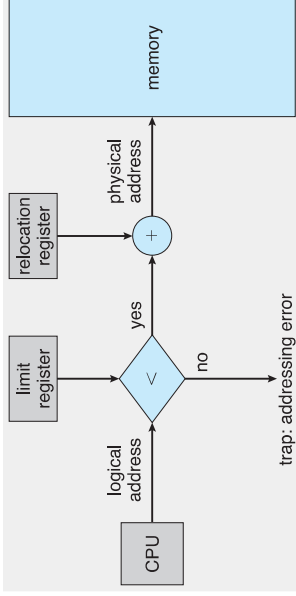
BẢO VỆ KHÔNG GIAN NHỚ BẰNG PHẦN CỨNG

- ▶ Được thực thi bởi CPU, sử dụng t/ghi cơ sở và t/ghi giới hạn.
- ▶ Hai thanh ghi chỉ có thể được thay đổi bởi HDH, với quyền đặc biệt.



BẢO VỆ VÙNG NHỚ

- ▶ Thanh ghi tái định vị được sử dụng để bảo vệ vùng nhớ của các tiến trình người dùng và HDH (mã lệnh và dữ liệu).
- ▶ Thanh ghi tái định vị: chứa địa chỉ vật lý thấp nhất của tiến trình.
- ▶ Thanh ghi giới hạn: chứa phạm vi địa chỉ luận lý của tiến trình.



CÀI ĐẶT HOÁN ĐỔI

- ▶ Phần chính của thời gian hoán đổi là thời gian chuyển dữ liệu (transfer time), thường tỷ lệ với kích thước bộ nhớ hoán đổi.
- ▶ Hệ thống duy trì một hàng đợi sẵn sàng để lưu trữ danh sách các tiến trình sẵn sàng thực thi và đang được hoán đổi ra vùng lưu trữ phụ.
- ▶ Thời gian chuyển ngữ cảnh trong cách tiếp cận này tương đối cao \Rightarrow thường không khả thi trong thực tế.
- ▶ Các phiên bản được sửa đổi của swapping được sử dụng trong các hệ điều hành hiện tại:
 - ▶ Swapping bình thường bị vô hiệu hóa.
 - ▶ Nó chỉ được kích hoạt khi nhu cầu bộ nhớ đạt đến 1 ngưỡng nào đó.

CẤP PHÁT ĐA PHÂN KHU DỘNG

- ▶ Dùng cho hệ thống đa chương: mỗi t/trình được cấp phát 1 phân khu.
- ▶ Cấp độ đa chương được xác định bởi số lượng phân khu.
- ▶ K/thước mỗi phân khu có thể thay đổi tùy vào nhu cầu của t/trình.
- ▶ **Lỗ trống (hole)**: là vùng nhớ còn trống chưa được cấp phát.
 - ▶ Có thể nằm rải rác trong bộ nhớ (do sự cấp phát, thu hồi bộ nhớ).
 - ▶ Khi 1 t/trình xuất hiện, nó được phân 1 lỗ trống đủ chứa nó.
 - ▶ Khi 1 t/trình kết thúc, vùng nhớ dành cho nó sẽ được thu hồi thành lỗ trống và kết hợp với lỗ trống liền kề nếu có.
- ▶ Hệ thống sẽ duy trì thông tin về các phân khu đã cấp phát và lỗ trống.

CẤP PHÁT BỘ NHỚ KÈ NHAU

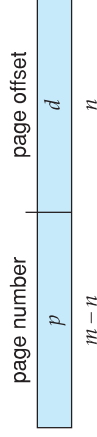
- ▶ Là một trong các p/pháp cấp phát bộ nhớ được sử dụng đầu tiên.
- ▶ Bộ nhớ chính thường được chia thành 2 phần:
 - ▶ Phần thường trú của HDH: tổ chức trong vùng nhớ thấp (các vector ngắt).
 - ▶ Tiến trình người dùng: được tổ chức trong vùng nhớ cao.
- ▶ Mỗi tiến trình được cấp phát một vùng nhớ đơn, liên tục.
- ▶ Bộ quản lý bộ nhớ thực hiện ánh xạ địa chỉ luận lý sang vật lý vào thời gian thực thi (động):
 - ▶ địa chỉ vật lý = địa chỉ luận lý + giá trị thanh ghi tái định vị.

CƠ CHẾ PHÂN TRANG (PAGING)

- ▶ Cho phép không gian địa chỉ vật lý cấp phát cho 1 tiến trình có thể **không liên tục nhau** \Rightarrow tránh được phân mảnh ngoài bộ nhớ.
- ▶ Bộ nhớ vật lý được chia thành các khối có **kích thước cố định** (2^n bytes, thường từ 512K – 16MB), gọi là các **khung** (frame).
- ▶ Vùng nhớ luận lý của tiến trình cũng được chia thành các khối có kích thước cố định (bằng kích thước frame), gọi là **trang nhớ** (page).
 - ▶ Một chương trình cần n trang sẽ được cấp phát n khung.
 - ▶ Có thể phát sinh phân mảnh trong.
- ▶ Hệ thống sẽ theo dõi các khung trống và thiết đặt một **bảng trang** (table page) để ánh xạ địa chỉ luận lý sang địa chỉ vật lý.

ĐỊNH ĐỊA CHỈ TRONG PHÂN TRANG

- ▶ Một địa chỉ luận lý bao gồm:
 - ▶ **Số hiệu trang** (page number – p): dùng làm chỉ mục trong bảng phân trang để tìm ra chỉ số khung tương ứng (địa chỉ nền) trong bộ nhớ vật lý.
 - ▶ **Độ dời trang** (page offset – d): được kết hợp với địa chỉ nền để định vị địa chỉ vật lý bộ nhớ.
- ▶ Nếu kích thước của vùng nhớ luận lý là 2^m bytes và kích thước trang là 2^n bytes thì $m-n$ bits cao được dùng để đánh số trang và n bits thấp được dùng để gán độ dời trang.



CHIẾN LƯỢC CẤP PHÁT

- ▶ Làm thế nào để đáp ứng một yêu cầu bộ nhớ kích thước n ?
 - ▶ **First-fit**: Cấp phát lỗ trống đủ lớn đầu tiên.
 - ▶ **Best-fit**: Cấp phát lỗ trống đủ lớn nhỏ nhất.
 - ▶ Phải kiểm tra toàn bộ các lỗ trống nếu các lỗ trống không được sắp xếp.
 - ▶ Sẽ phát sinh lỗ trống có kích thước nhỏ nhất.
 - ▶ **Worst-fit**: Cấp lỗ trống lớn nhất
 - ▶ Có thể phải k /tra toàn bộ các lỗ trống.
 - ▶ Sinh ra lỗ trống còn lại lớn nhất.
- ▶ First-fit và best-fit cho hiệu năng và tốc độ tốt hơn worst-fit.

SỰ PHÂN MẢNH

- ▶ **Phân mảnh trong**: Phân khu cấp phát cho tiến trình lớn hơn nhu cầu.
- ▶ **Phân mảnh ngoài**: Các lỗ trống nằm rải rác \Rightarrow có thể xảy ra trường hợp tổng kích các lỗ trống lớn hơn nhu cầu nhưng chúng không nằm liên tục nên không thể cấp phát.
- ▶ Khử phân mảnh ngoài: cô đặc lại bộ nhớ – sắp xếp lại bộ nhớ để gom các lỗ trống lại.
 - ▶ chỉ thực hiện được khi việc tái định vị là động (thực hiện lúc thực thi).
- ▶ Một phương pháp khử phân mảnh ngoài là **cấp phát không liên tục**.

VÍ DỤ VỀ PHÂN TRẠNG

- ▶ Một trang có kích thước 4 bytes
- ▶ Bộ nhớ vật lý: 32 bytes (8 khung).
- ▶ Địa chỉ luận lý 3 được ánh xạ vào địa chỉ vật lý 23.

0	a
1	b
2	c
3	d
4	e
5	f
6	g
7	h
8	i
9	j
10	k
11	l
12	m
13	n
14	o
15	p

logical memory

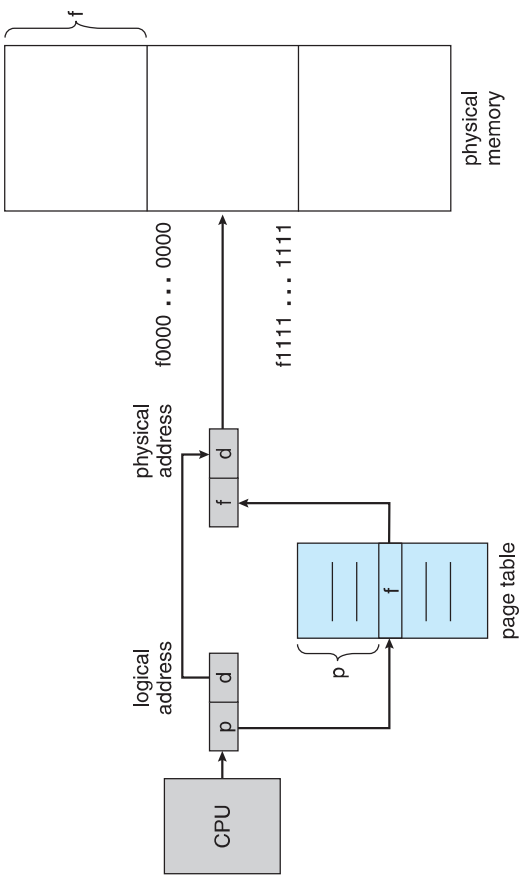
0	5
1	6
2	1
3	2

page table

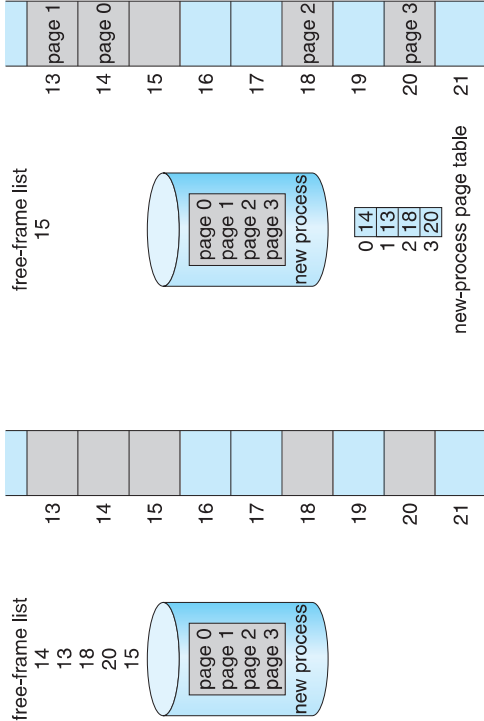
0	i
4	j
8	k
12	m
16	n
20	a
24	b
28	c
	d
	e
	f
	g
	h

physical memory

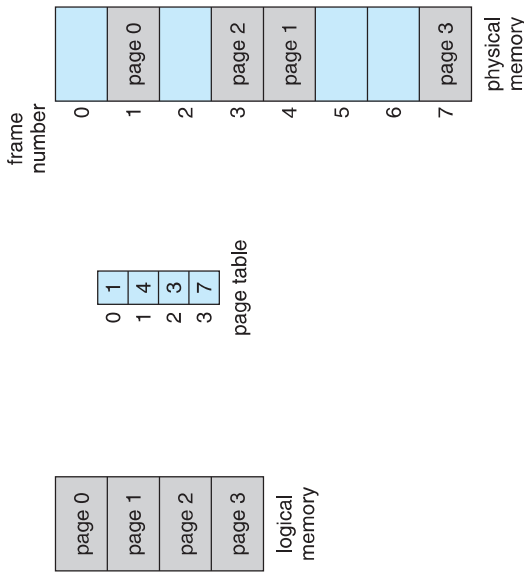
CẤU TRÚC HỆ THỐNG DỊCH ĐỊA CHỈ



VÍ DỤ VỀ PHÂN TRẠNG - QUẢN LÝ KHUNG TRỐNG



MÔ HÌNH PHÂN TRẠNG



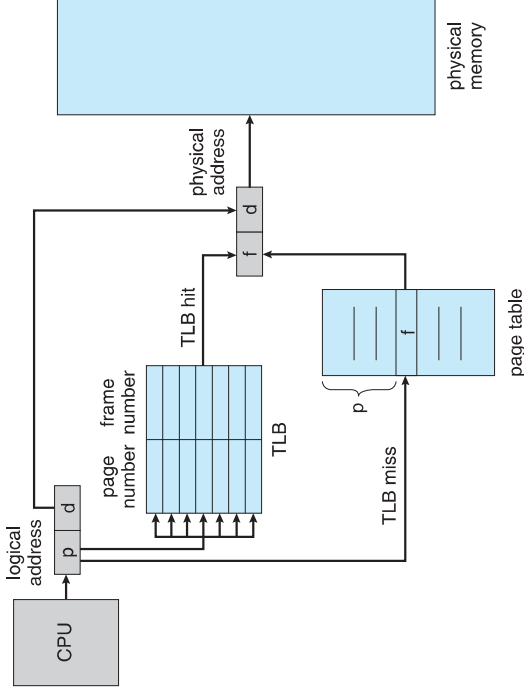
BỘ NHỚ KẾT HỢP – TLBS

- ▶ Là thanh ghi cực nhanh, chứa **ánh xạ** giữa trang và khung.
 - ▶ Có kích thước nhỏ: 64 – 1024 mục.
 - ▶ Được xem như là **bộ đệm** của bảng trang.
 - ▶ Cơ chế làm việc (ánh xạ $\langle p, d \rangle$ vào bộ nhớ vật lý):
 - ▶ Nếu p nằm trong TLBs: lấy ngay được số frame.
 - ▶ Ngược lại: truy xuất bảng trang để lấy số khung trang như bình thường.
- Đồng thời, đưa ánh xạ trang–khung mới sử dụng vào TLBs.

PHÂN MẢNH TRONG TRẢNG PHÂN TRẢNG

- ▶ Trang cuối cùng được cấp phát có thể không được sử dụng hết \Rightarrow **phân mảnh trong**.
- ▶ Ví dụ:
 - ▶ Kích thước trang: 2.048 bytes.
 - ▶ Kích thước tiến trình: 72.766 bytes.
 - ▶ 35 trang + 1.086 bytes
 - ▶ Cấp phát: 36 trang.
 - ▶ Phân mảnh trong: $2.048 - 1.086 = 962$ bytes
- ▶ Trường hợp phân mảnh xấu nhất = kích thước 1 trang - 1 bytes.

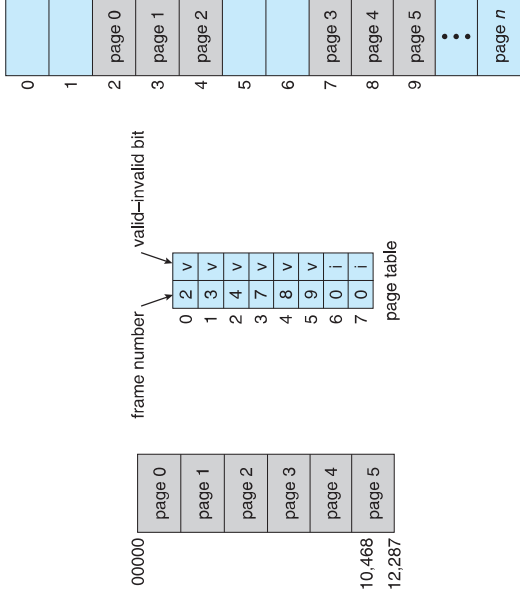
PHÂN TRẢNG VỚI TLB



CÀI ĐẶT BẢNG TRẢNG

- ▶ **Bảng trang** thường được lưu giữ trong bộ nhớ chính:
 - ▶ Mỗi tiến trình có một bảng trang.
 - ▶ Thanh ghi bảng trang nền: trỏ đến bảng trang.
 - ▶ Thanh ghi chiều dài bảng trang: chỉ định kích thước của bảng trang.
- ▶ Mỗi tác vụ **truy cập bộ nhớ** cần 2 thao tác truy cập vùng nhớ:
 - ▶ 1 thao tác truy xuất bảng trang, sử dụng p để lấy số khung.
 - ▶ 1 thao tác truy xuất bộ nhớ vật lý, sử dụng d để tính đ/chỉ vật lý.
- ▶ Thường sử dụng **cache phần cứng** để tăng tốc độ các thao tác này như **thanh ghi kết hợp** (associative register) hoặc bộ đệm tìm kiếm phụ cho việc dịch địa chỉ (Translation Look-aside Buffer – **TLBs**).

BIT HỢP LỆ, KHÔNG HỢP LỆ



THỜI GIAN TRUY XUẤT HIỆU DỤNG

- ▶ Thời gian truy xuất hiệu dụng (EAT):

$$EAT = (\varepsilon + m)\alpha + (\varepsilon + 2m)(1 - \alpha) \\ = (2 - \alpha)m + \varepsilon$$

- ▶ ε : thời gian tìm kiếm trên thanh ghi kết hợp (đ/vị thời gian).
- ▶ m : thời gian 1 chu kỳ truy xuất bộ nhớ.
- ▶ α : tỷ lệ tìm thấy (hit ratio) – tỷ số giữa số lần chỉ số trang được tìm thấy trong TLB trên tổng số lần truy cập bộ nhớ.

▶ Ví dụ: $\varepsilon = 20ns$, $\alpha = 0.8$, $m = 100ns \Rightarrow ETA = 140ns$

CHIA SẺ TRANG (SHARED PAGE)

- ▶ Chia sẻ mã lệnh:
 - ▶ Các tiến trình của cùng 1 ch/trình có thể chia sẻ trang chứa mã lệnh.
 - ▶ Trang được chia sẻ thường được gán thuộc tính **chỉ đọc**.
- ▶ Giao tiếp liên tiến trình:
 - ▶ Các trang nhớ có thể được chia sẻ giữa các tiến trình để thực hiện giao tiếp liên tiến trình.
 - ▶ Phải được gán thuộc tính đọc-ghi.
- ▶ Ngoài ra, mặc nhiên thì các luồng trong cùng một tiến trình có thể chia sẻ chung các trang nhớ trong cùng một không gian tiến trình.

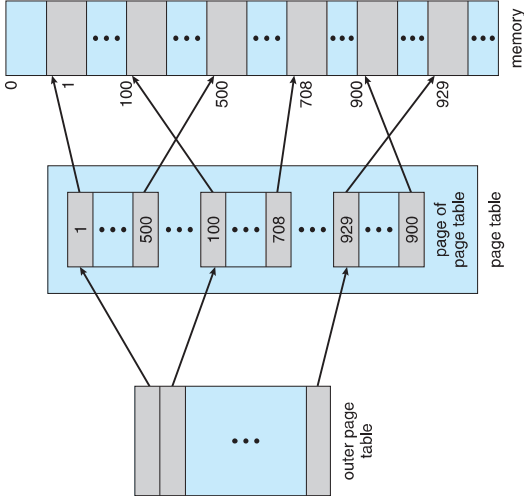
BẢO VỆ BỘ NHỚ (MEMORY PROTECTION)

- ▶ Mỗi khung được gán một số **bit bảo vệ** (protection bits) để chỉ định các tiến trình có thể thực hiện các thao tác gì trên khung.
 - ▶ read-only, read-write, execute, ...
- ▶ Mỗi mục trong bảng trang được gán **1 bit xác định tính hợp lệ**:
 - ▶ *valid*: trang tương ứng đang nằm trong không gian địa chỉ luận lý của tiến trình \Rightarrow trang hợp lệ (có thể truy xuất).
 - ▶ *invalid*: trang tương ứng không nằm trong không gian địa chỉ luận lý của bất kỳ tiến trình nào \Rightarrow không hợp lệ (không thể truy xuất).
- ▶ Giải pháp khác bằng phần cứng: dùng **thanh ghi độ dài bảng trang** (page-table length register – PTLR) để xác định kích thước bảng trang.

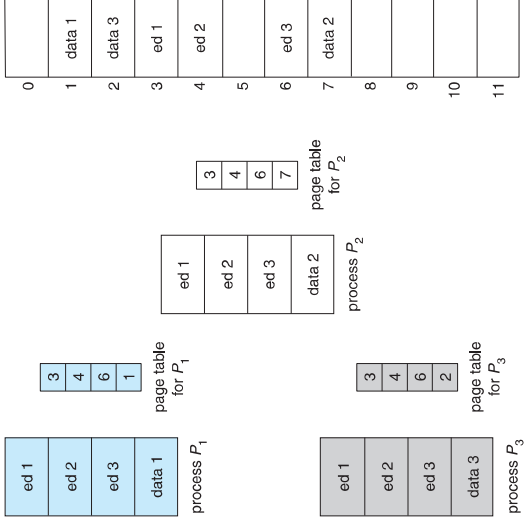
BẢNG TRANG PHÂN CẤP

- ▶ Phân không gian địa chỉ luận lý vào **hiều bảng trang**.
- ▶ Số bảng trang được gọi là **số cấp** (số mức).
- ▶ Ví dụ: bảng trang phân cấp đơn giản là bảng trang 2 cấp (two-level page table), trong đó không gian bộ nhớ được chia vào 2 bảng trang
 - ▶ bảng trang cấp 1 (bảng trang ngoài – outer page table): chỉ mục cho bảng trang bên trong.
 - ▶ bảng trang cấp 2 (bảng trang trong – inner page table): ánh xạ địa chỉ luận lý vào địa chỉ vật lý.
- ▶ Đây là 1 hình thức **phân trang cho bảng trang**.

BẢNG TRANG PHÂN CẤP



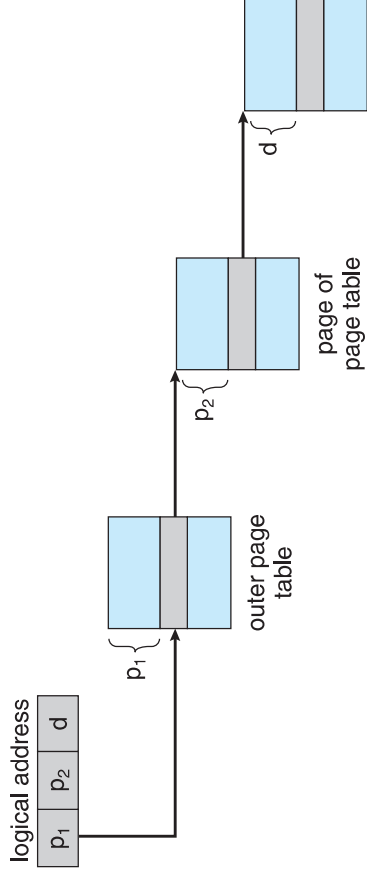
CHIA SẺ TRANG (SHARED PAGE)



CÁC CẤU TRÚC BẢNG TRANG

- ▶ Kích thước bảng trang có thể **rất lớn** nếu bảng trang được cấu trúc đơn giản.
 - ▶ Xét 1 hệ thống máy tính 32-bit; kích thước trang: 4K (2^{12})
⇒ Số mục của bảng trang: $2^{32} / 2^{12} = 2^{20}$
 - ▶ Nếu kích thước mỗi mục là 4 bytes thì kích thước bảng trang là 4MB.
⇒ Tương đối lớn cho việc truy xuất và cập phát liên tục.
- ▶ Một số cấu trúc bảng trang:
 - ▶ Bảng trang phân cấp (hierarchical page table).
 - ▶ Bảng trang được băm (hashed page table).
 - ▶ Bảng trang đảo (inverted page table).

SƠ ĐỒ CHUYỂN ĐỔI ĐỊA CHỈ



CẤU TRÚC ĐỊA CHỈ LUẬN LÝ

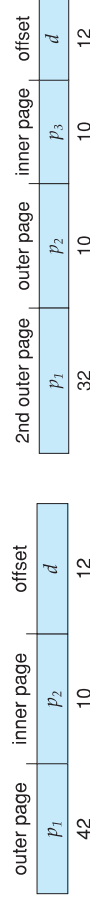
- ▶ Cấu trúc địa chỉ bộ nhớ luận lý cho bảng trang 2 cấp gồm 3 phần:

page number	page offset
p_1	p_2
d	
- ▶ p_1 : chỉ mục bảng trang cấp 1 (bảng trang ngoài – outer page table).
- ▶ p_2 : chỉ mục bảng trang cấp 2 (bảng trang trong – inner page table).
- ▶ d : độ dời bên trong khung.
- ▶ Cấu trúc trên có thể được tổng quát hóa cho trường hợp **bảng trang phân cấp n** .

KHÔNG GIAN NHỚ LUẬN LÝ 64-BIT

- ▶ Bảng trang 2 cấp không phù hợp cho không gian nhớ 64-bit.
- ▶ Giả sử kích thước trang là 4K \Rightarrow bảng trang có 2^{52} mục.
- ▶ Nếu dùng bảng trang 2 cấp, bảng trang cấp 2 có 2^{10} mục \Rightarrow sử dụng 10 bits để đánh chỉ số cho bảng trang cấp 2.
- ▶ Bảng trang cấp 1 có tối đa 2^{42} mục \Rightarrow kích thước lên đến 4TB.

- ▶ Giải pháp là tăng số cấp của bảng trang: số cấp trong trường hợp này là tương đối lớn vì đến 3 cấp thì k /thước bảng trang cấp 1 vẫn là 16G.

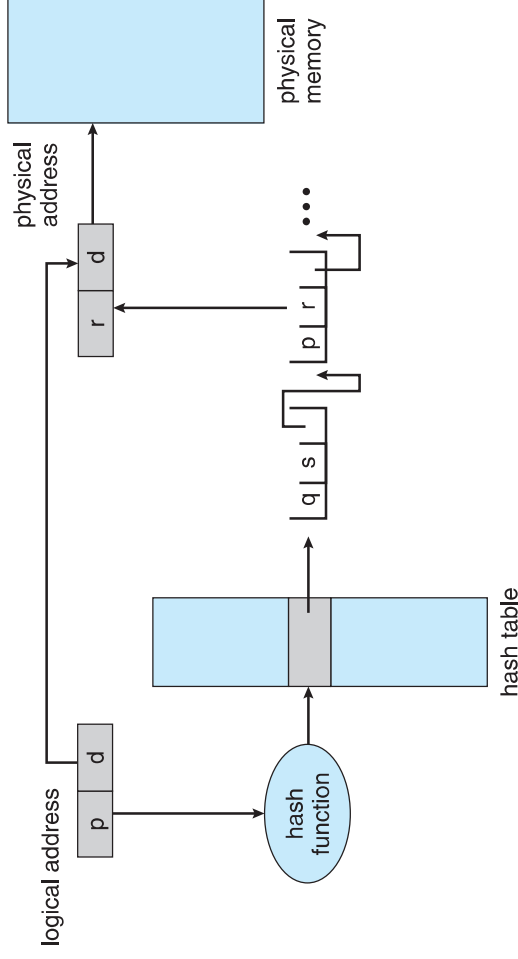


CẤU TRÚC ĐỊA CHỈ LUẬN LÝ – VÍ DỤ

- ▶ Trong một hệ thống 32-bit với trang nhớ có kích thước 4K (2^{12}):
 - ▶ Bảng trang có thể chứa đến $2^{32-12} = 2^{20}$ mục (entries).
 \Rightarrow Cần 20 bits để đánh số hiệu trang, 12 bits chỉ định độ dời.
- ▶ Bảng trang 2 cấp: số hiệu trang được chia thành 2 phần (2 cấp).

page number	page number	offset
p	p_1	p_2
20	10	10
		d
		12
- ▶ Nếu muốn mỗi bảng trang cấp 2 có thể được chứa trong 1 trang bộ nhớ, giả sử mỗi mục trong bảng trang chiếm 4B: cần 10 bits để đánh chỉ số cho các mục trong bảng trang.
- ▶ Còn lại 10 bits dùng để đánh chỉ số các mục của bảng trang cấp 1.

BẢNG TRANG BẮM (HASHED PAGE TABLE)



NHẬN XÉT

- ▶ Ưu điểm:
 - ▶ Cấu trúc bảng trang phân cấp giúp **tiết kiệm bộ nhớ** cấp phát cho bảng trang: chỉ cấp phát đúng số bảng trang tiến trình cần dùng.
 - ▶ Phương pháp cấp phát, ánh xạ địa chỉ nhớ **đơn giản**.
 - ▶ Cho phép **chia sẻ bộ nhớ** giữa các tiến trình ở mức trang.
- ▶ Nhược điểm:
 - ▶ Đòi hỏi thực hiện **nhiều thao tác tìm kiếm** (ánh xạ) địa chỉ nhớ cho mỗi truy cập bộ nhớ.
 - ▶ Phải tốn chi phí **bộ nhớ cho bảng trang**.
 - ▶ Kích thước **bảng trang** sẽ **rất lớn** trong các hệ thống có không gian địa chỉ lớn.

BẢNG TRANG ĐẢO (INVERTED PAGE TABLE)

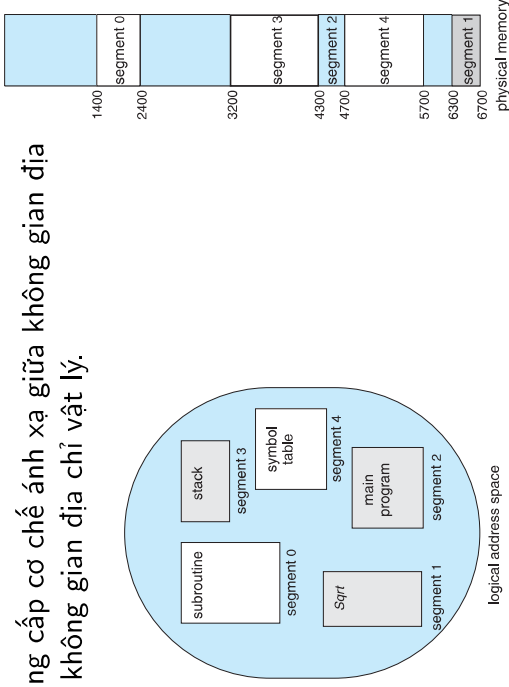
- ▶ Mỗi **mục từ của bảng trang** đại diện cho 1 khung trong bộ nhớ.
- ▶ Một mục từ chứa địa chỉ ảo của trang được chứa trong bộ nhớ thực và thông tin về tiến trình sở hữu nó.
- ▶ Phương pháp này giảm bộ nhớ cần thiết lưu trữ các bảng trang, nhưng lại mất thời gian tìm kiếm bảng trang khi truy xuất 1 trang được yêu cầu.
- ▶ Có thể dùng bảng băm để giới hạn tìm kiếm cho 1 hoặc 1 vài mục từ của bảng trang.

BẢNG TRANG BẮM (HASHED PAGE TABLE)

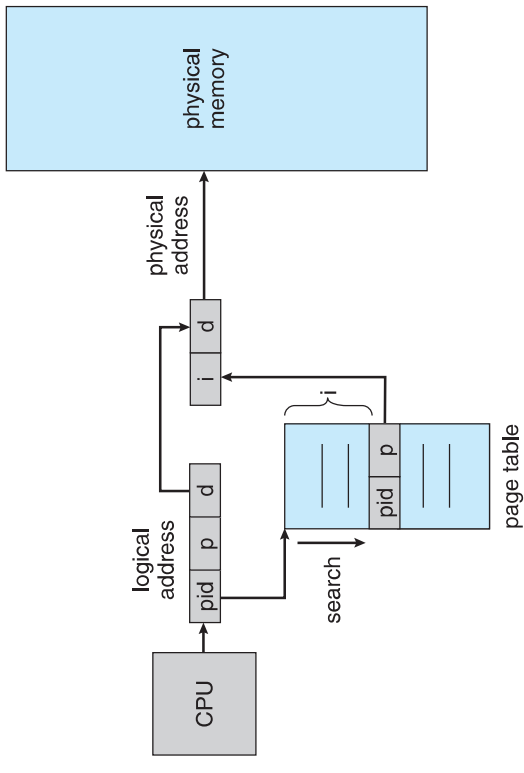
- ▶ Dùng **bảng băm** để giảm không gian bảng trang.
 - ▶ Được sử dụng trong các hệ thống có **không gian bộ nhớ > 32-bits**.
- ▶ Số hiệu trang ảo được băm vào bảng trang.
- ▶ Mỗi **mục từ của bảng băm** sẽ chỉ đến một **danh sách liên kết** các phần tử được băm vào cùng vị trí.
- ▶ Một phần tử trong danh sách là một cặp (chỉ số trang ảo, chỉ số frame).
- ▶ Tìm trang (p, d):
 - ▶ Số trang ảo được băm để tìm vị trí của mục từ trong bảng băm.
 - ▶ Duyệt qua d /sách l/kết của mục từ để tìm số khung trang tương ứng.

HAI GÓC NHÌN BỘ NHỚ

- ▶ Phân đoạn cung cấp cơ chế ánh xạ giữa không gian địa chỉ luận lý và không gian địa chỉ vật lý.



BẢNG TRANG ĐẢO (INVERTED PAGE TABLE)

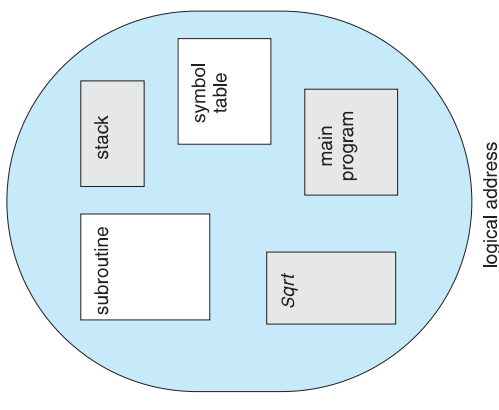


KIẾN TRÚC HỆ THỐNG PHÂN ĐOẠN

- ▶ Một địa chỉ luận lý bao gồm một cặp: $\langle segment_number, offset \rangle$
- ▶ **Bảng phân đoạn** (segment table): chứa các mục ánh xạ các địa chỉ luận lý (2 chiều) vào các địa chỉ vật lý 1 chiều; mỗi mục gồm:
 - ▶ *base*: chứa địa chỉ vật lý khởi đầu của đoạn trong bộ nhớ vật lý.
 - ▶ *limit*: chỉ định chiều dài của đoạn.
- ▶ **Segment-table base register (STBR)**: là thanh ghi trữ đến bảng phân đoạn trong bộ nhớ.
- ▶ **Segment-table length register (STLR)**: là thanh ghi chỉ ra số lượng các đoạn đang được sử dụng bởi chương trình.

PHÂN ĐOẠN (SEGMENTATION)

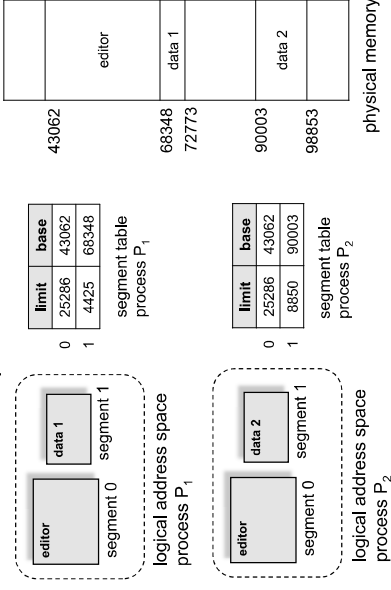
- ▶ Bộ nhớ ở góc độ người dùng:
 - ▶ Chương trình là một tập các đoạn (segment).
 - ▶ Mỗi đoạn là một đơn vị luận lý như: chương trình chính, hàm, đối tượng, mảng, ...
- ▶ **Phân đoạn**:
 - ▶ Là một sơ đồ quản lý bộ nhớ hỗ trợ cái nhìn về bộ nhớ theo góc độ người dùng.



BẢO VỆ VÀ CHIA SẺ ĐOẠN

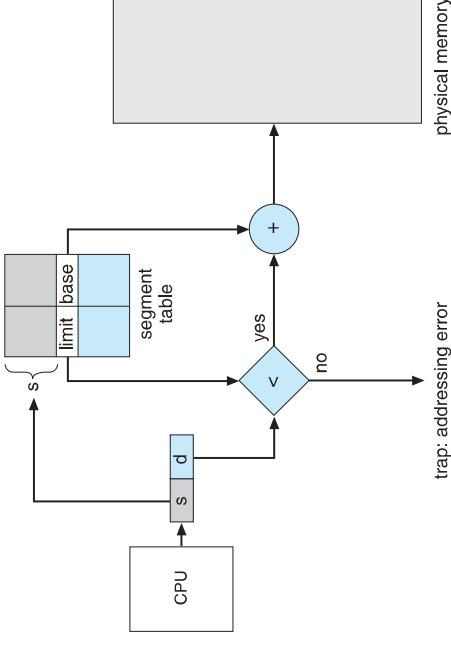
- ▶ Bảo vệ đoạn: kết hợp mỗi mục trong bảng phân đoạn
 - ▶ 1 bit bảo vệ để đánh dấu đoạn hợp lệ/không hợp lệ.
 - ▶ các bits kiểm soát quyền (đọc, ghi, thực thi, ...)

▶ Chia sẻ đoạn:



PHẦN CỨNG HỖ TRỢ PHÂN ĐOẠN

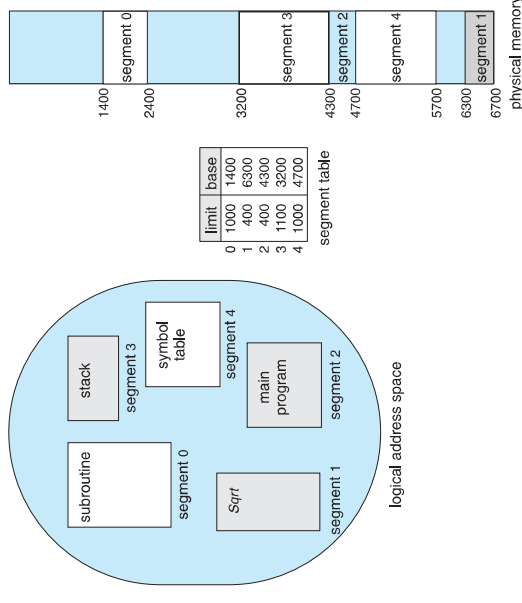
- ▶ Một đoạn có số hiệu s hợp lệ nếu $s < \text{STLR}$.



KẾT HỢP PHÂN TRANG VÀ PHÂN ĐOẠN

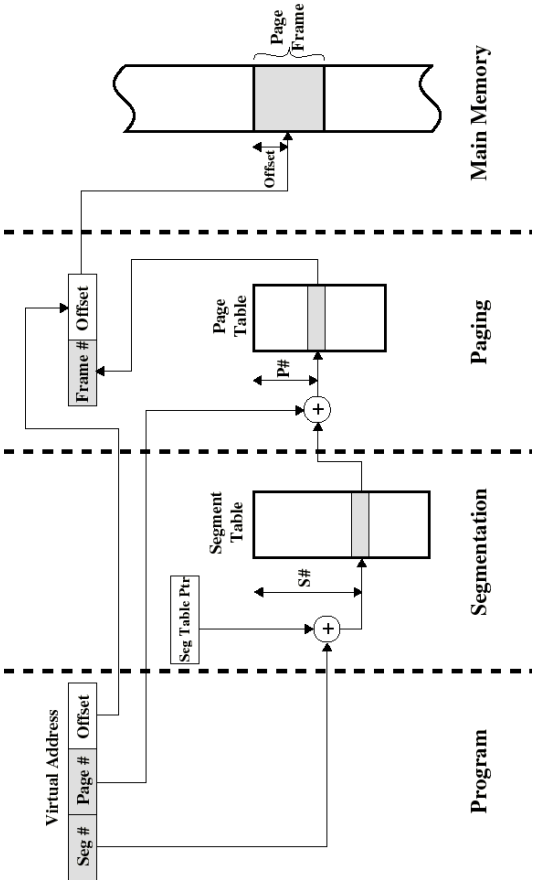
- ▶ Nhằm giải quyết trường hợp bảng phân đoạn quá lớn.
- ▶ Ý tưởng: **phân đoạn bảng phân trang** (segmented paging)
 - ▶ Mỗi tiến trình sẽ có 1 bảng phân đoạn và nhiều bảng phân trang.
 - ▶ Mỗi mục bảng phân đoạn sẽ ánh xạ vào 1 bảng phân trang.
 - ▶ Cấu trúc một địa chỉ luận lý: $\langle \text{seg_number}, \text{page_number}, \text{offset} \rangle$
 - ▶ seg_number : chỉ số của các mục trong bảng phân đoạn, dùng để xác định địa chỉ bảng phân trang.
 - ▶ page_number : chỉ số các mục trong bảng phân trang, dùng để xác định số khung.
 - ▶ offset : xác định địa chỉ nhớ vật lý.

VÍ DỤ VỀ PHÂN ĐOẠN



Phụ Lục – Ví Dụ

DỊCH ĐỊA CHỈ



PHÂN TRẠNG TRONG BXL INTEL PENTIUM

- Sử dụng 2 sơ đồ: phân đoạn và kết hợp phân đoạn với phân trang.
- Sơ đồ dịch địa chỉ và phân đoạn:



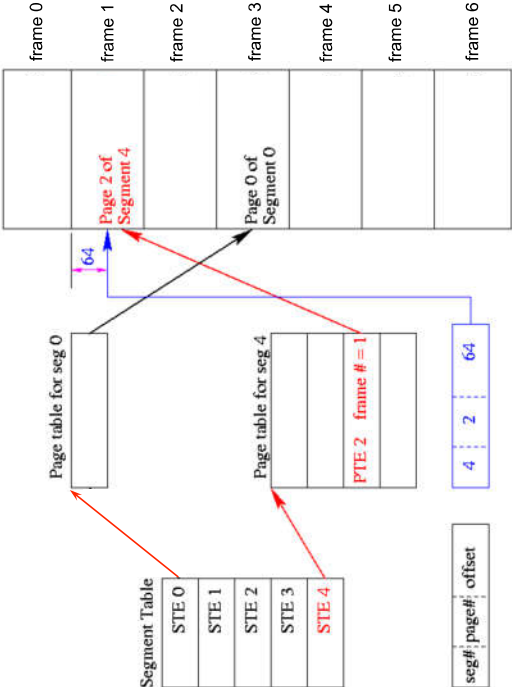
Địa chỉ luận lý (segmentation):

s	g	p
13	1	2

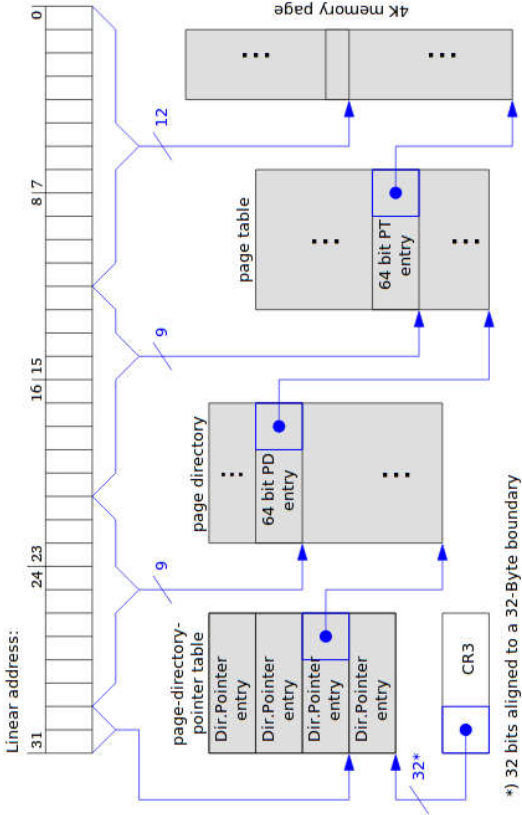
Địa chỉ tuyến tính (paging):

p ₁	p ₂	page number	page offset
			d

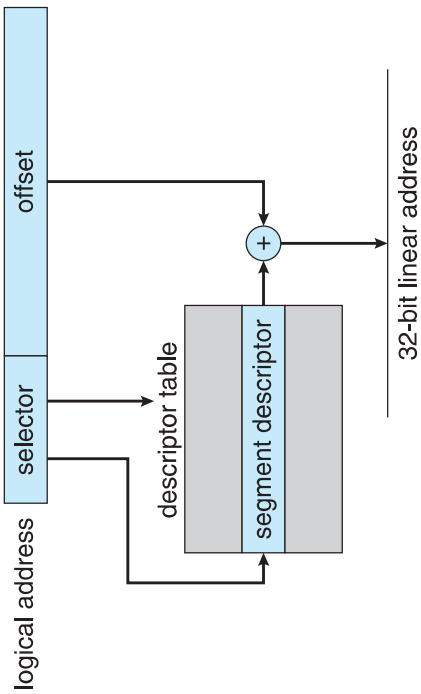
Ví Dụ



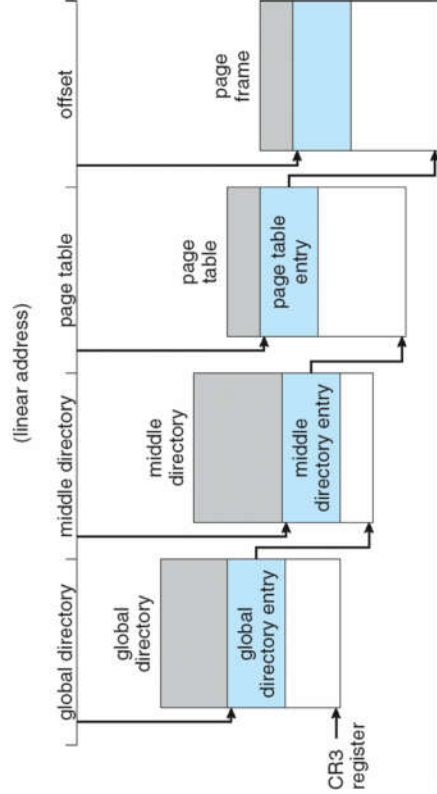
MỞ RỘNG ĐỊA CHỈ PAE



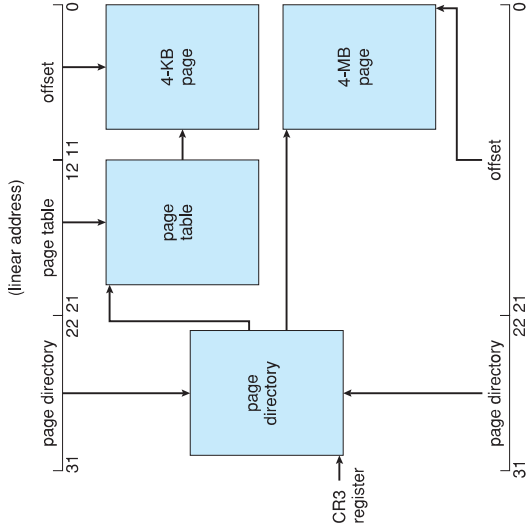
PHÂN ĐOẠN



PHÂN TRẠNG 3 CẤP TRÊN LINUX



PHÂN TRẠNG



TỔNG KẾT

TỔNG QUAN VỀ BỘ NHỚ VÀ TIẾN TRÌNH

HOÁN VỊ (SWAPPING)

CẤP PHÁT BỘ NHỚ KÈ NHAU (CONTIGUOUS ALLOCATION)

PHÂN TRANG (PAGING)

CÁC CẤU TRÚC BẢNG TRANG

PHÂN ĐOẠN (SEGMENTATION)

KẾT HỢP PHÂN TRANG VÀ PHÂN ĐOẠN

PHỤ LỤC – Một Số Ví Dụ

