



# HỌC VIỆN KỸ THUẬT MẬT MÃ

## Khoa Điện tử - Viễn thông

---

### HỆ THỐNG VIỄN THÔNG

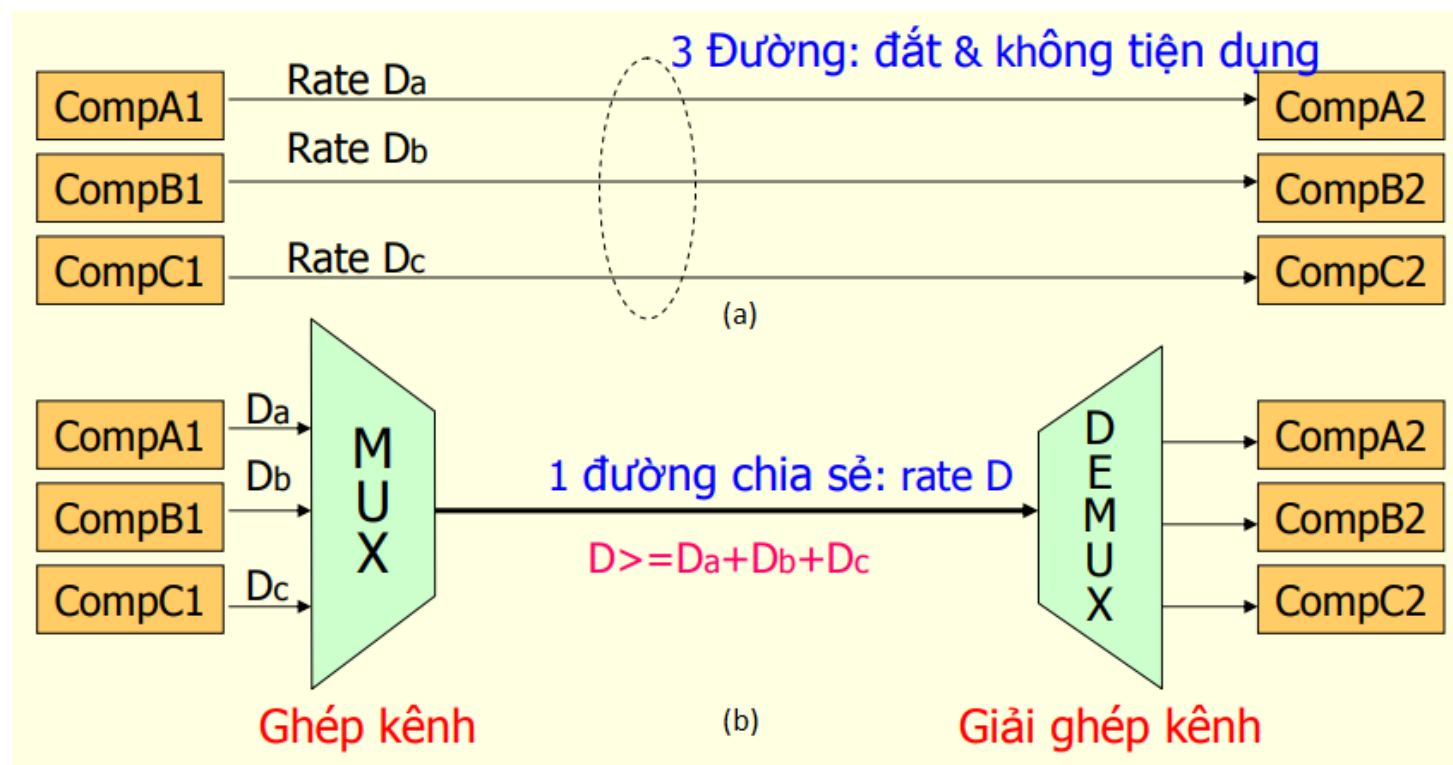
#### *CHƯƠNG 3: HỆ THỐNG TRUYỀN DẪN SỐ*

# NỘI DUNG CHÍNH

- Tổng quan về hệ thống truyền dẫn số
- Kỹ thuật số hóa tín hiệu liên tục
- Mã đường truyền
- Kỹ thuật ghép kênh phân chia theo thời gian
- Giới thiệu một số hệ sóng mang



- ❖ Kỹ thuật ghép kênh là gì?
- ❖ Tại sao phải thực hiện việc ghép kênh?



# GHÉP KÊNH THEO THỜI GIAN TDM

Nguyên lý ghép kênh phân chia theo thời gian

Ghép kênh đồng bộ và không đồng bộ

Các hệ thống phân cấp số

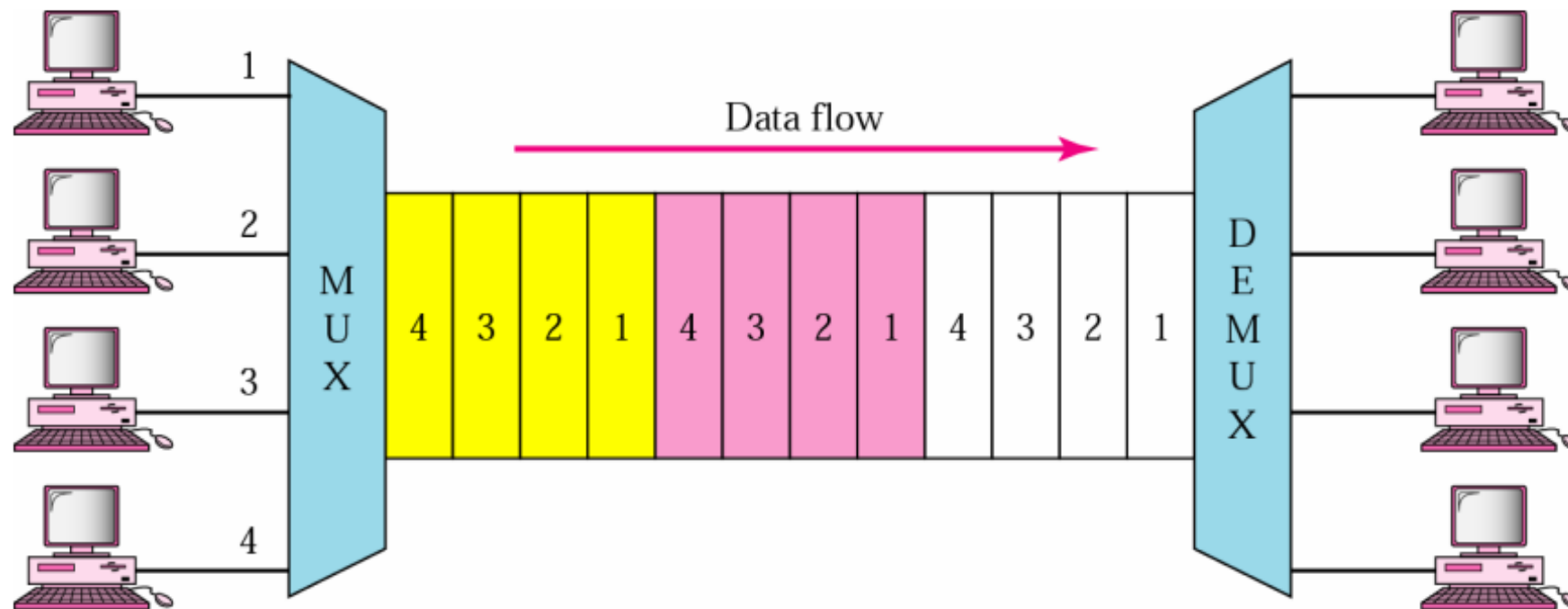
Bài tập

# NGUYÊN LÝ GHÉP KÊNH TDM

---

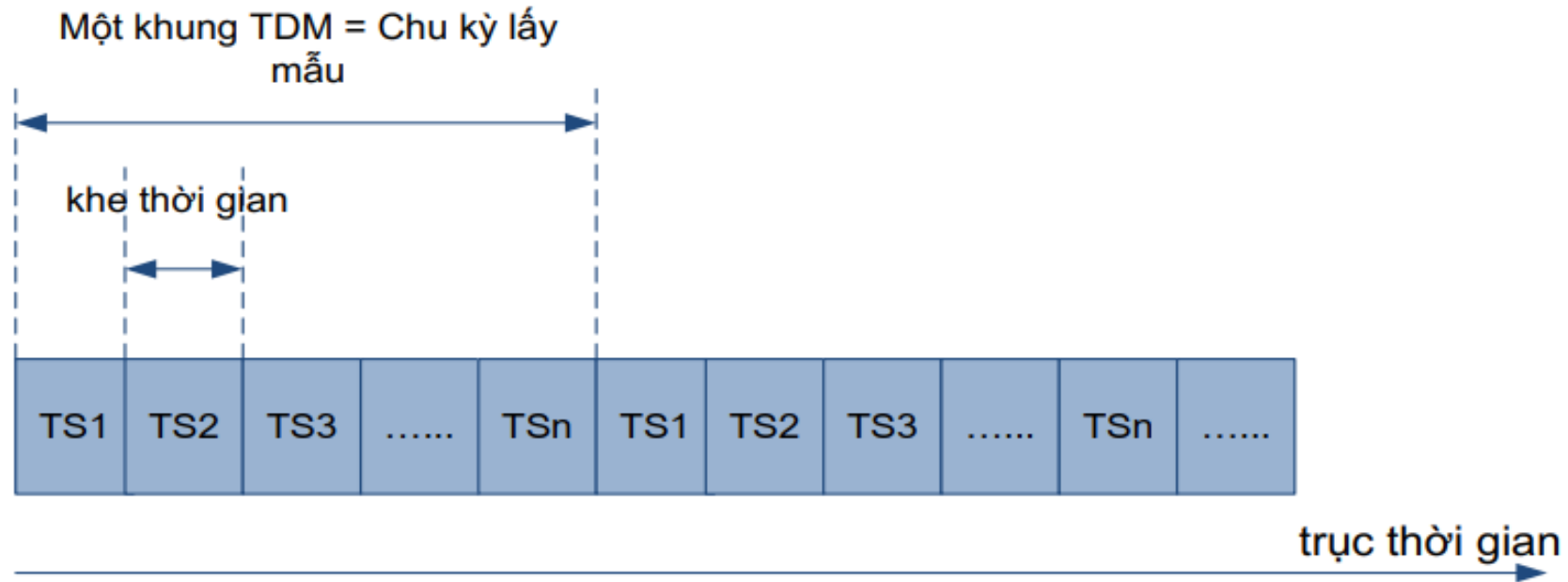
□ Khái niệm: Ghép kênh TDM (Time Division Multiplexing) là kỹ thuật ghép kênh trong đó thời gian sử dụng đường truyền được chia thành các phần khác nhau gọi là khe thời gian. Việc truyền đưa tin tức từ các nguồn tin khác nhau được thực hiện trong các khe thời gian riêng biệt.

# NGUYÊN LÝ GHÉP KÊNH TDM



# NGUYÊN LÝ GHÉP KÊNH TDM

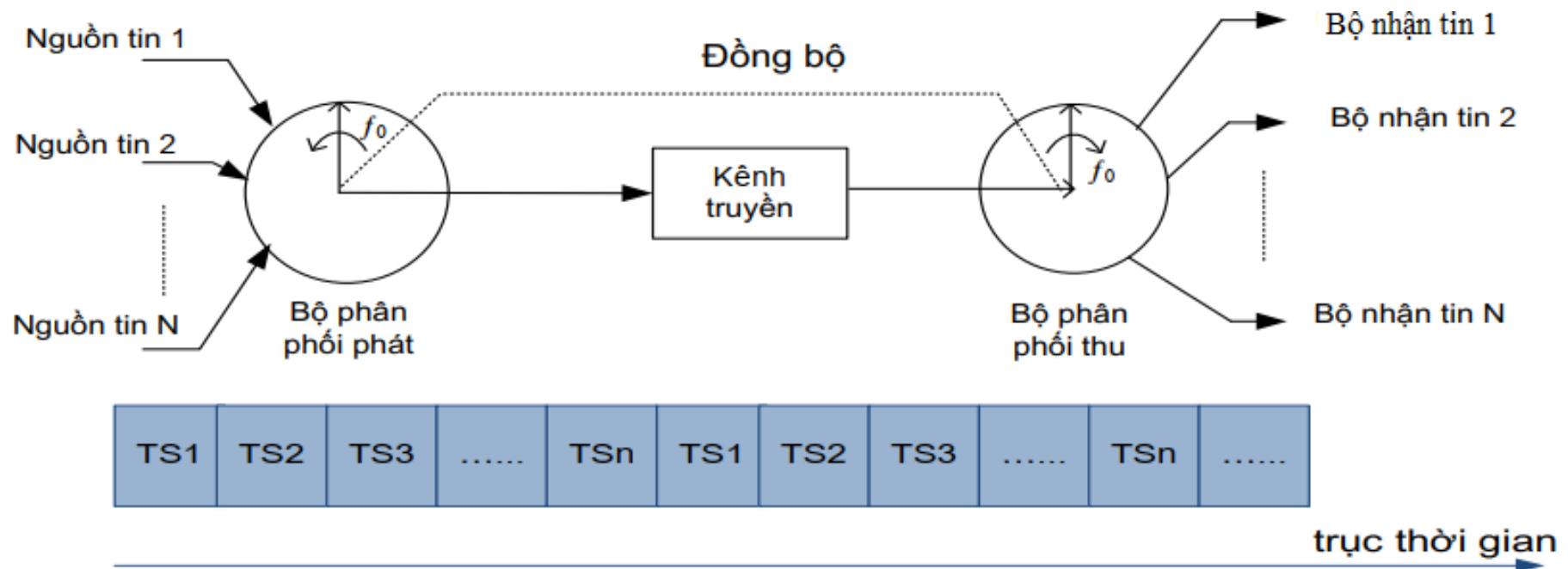
□ Sự phân bố khe thời gian cho các nguồn vào như sau:



- Mỗi TS dùng để truyền tín hiệu từ một nguồn tin đầu vào.
- Tín hiệu này có thể là một xung, một bit hay một nhóm bit.
- Một TS được dùng cho tín hiệu đồng bộ khung.

# NGUYÊN LÝ GHÉP KÊNH TDM

## □ Sơ đồ nguyên lý ghép kênh TDM





# NGUYÊN LÝ GHÉP KÊNH TDM

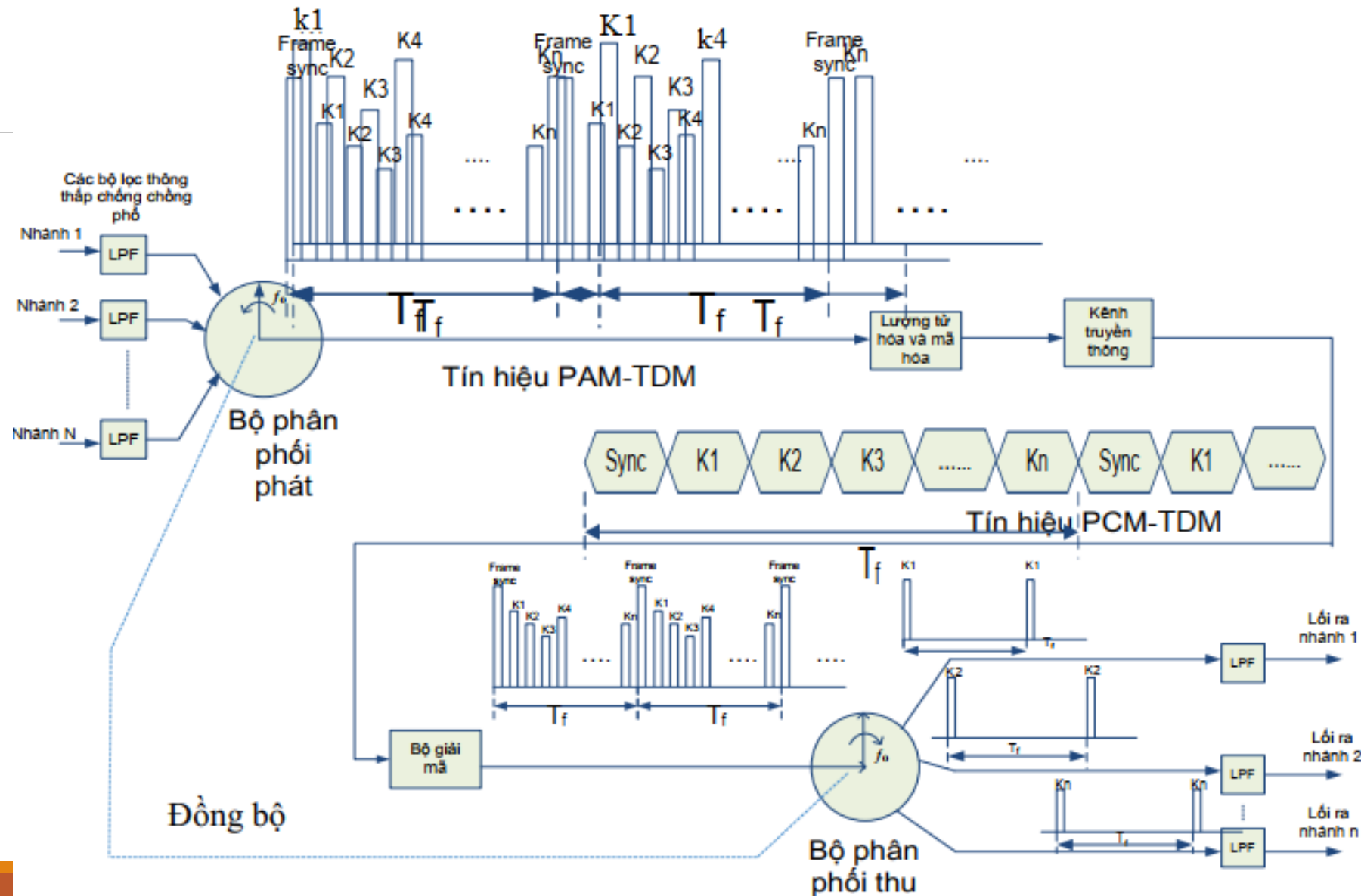
- ❑ Phía phát: Bộ chuyển mạch phân phối phát lần lượt được đặt tại các điểm đầu vào từ nguồn tin 1 đến nguồn tin N để nối chúng với đường truyền dẫn trong các khe thời gian từ 1 đến N tương ứng.
- ❑ Phía thu: Chuyển mạch bộ phân phối thu lần lượt nối đường truyền dẫn với các bộ nhận tin thứ 1,2, ...N một cách tương ứng ở các khe thời gian từ 1 đến N.
- ❑ Bộ phân phối phát và thu hoạt động đồng bộ với nhau. Chúng có cùng tốc độ quay  $f_0$  (Hz). Thời điểm chuyển mạch của bộ phân phối phát đặt vào đầu vào và bộ chuyển mạch phân phối thu đặt vào lối ra tương ứng phải đồng bộ với nhau.

# NGUYÊN LÝ GHÉP KÊNH TDM

---

- ❑ Vào khe thời gian đồng bộ phần phát tạo ra tổ hợp đồng bộ khung biết trước đầu thu. Đầu thu thu và kiểm tra liên tục tổ hợp đồng bộ này.
- ❑ Tổ hợp đồng bộ khung
  - Độ dài tổ hợp đồng bộ khung:
    - Nếu quá ngắn: Gây hiện tượng đồng bộ giả
    - Nếu quá dài: Gây hiện tượng báo cảnh giả.
  - Nội dung tổ hợp đồng bộ khung: Yêu cầu phải khác so với tổ hợp dịch vòng của nó để tránh đồng bộ giả.

# NGUYÊN LÝ GHÉP KÊNH TDM



# NGUYÊN LÝ GHÉP KÊNH TDM

---

- Bộ phận phối phát đóng vai trò như một thiết bị lấy mẫu lần lượt các đầu vào trong các khe thời

gian tương ứng từ 1 đến N.

-  $f_0$  thỏa mã định lý lấy mẫu.

- Tín hiệu lối ra bộ phận phối phát là các mẫu tín hiệu được ghép xen lần lượt tạo thành tín hiệu

PAM/TDM. Sau khi thực hiện lượng tử hóa và mã hóa ta được tín hiệu PCM/TDM.

- Tại đầu thu tín hiệu PCM/TDM được giải mã để khôi phục tín hiệu PAM/TDM giống bên phát.

- Các mẫu sau đó được phân phối tới các đầu ra tương ứng nhờ bộ phận phối thu.

# NỘI DUNG CHÍNH

---



Nguyên lý ghép kênh phân chia  
theo thời gian



Ghép kênh số đồng bộ và không  
đồng bộ



Các hệ thống phân cấp số

# GHÉP KÊNH ĐỒNG BỘ

---

❑ Các nguồn và bộ nhận tín nhánh được duy trì đồng bộ liên tục và tự động với các bộ ghép kênh và phân kênh.

❑ Đặc điểm:

- Vị trí của các bit của mỗi nguồn tin trên đường dây được xác định và biết trước ở đầu thu nên việc tác ghép đơn giản.

- Tốc độ truyền dẫn chung ít nhất bằng tổng tốc độ truyền dẫn của từng nguồn tín hiệu số.

# THIẾT KẾ BỘ GHÉP KÊNH TDM ĐỒNG BỘ

□ Nếu tốc độ N nhánh đầu vào đồng tốc

- Tốc độ ghép kênh đúng bằng tốc độ bit các nhánh vào

- Tốc độ ra của bộ ghép kênh đúng bằng

N lần tốc độ bit của các nhánh vào

- Quan hệ này được duy trì liên tục

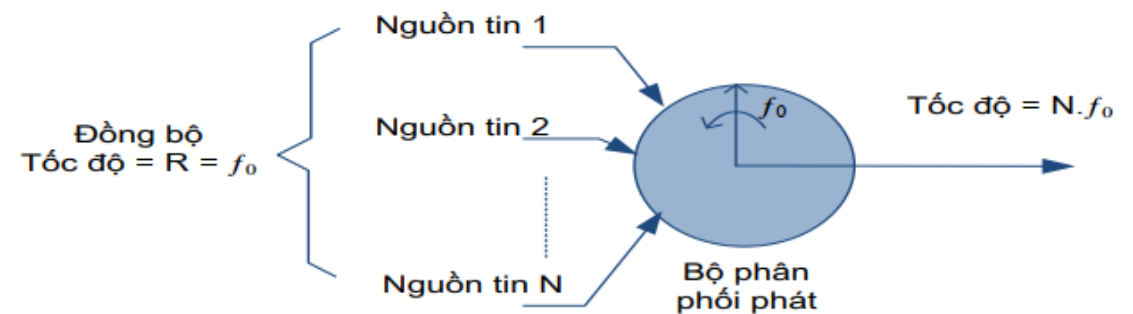
□ Nếu tốc độ bit các nhánh vào không đồng tốc

- Nếu tốc độ bit các nhánh vào là bội nguyên của nhau:  $R_A = k R_B$

+ Dữ liệu nhánh A được đưa vào bộ ghép kênh lớn gấp k lần

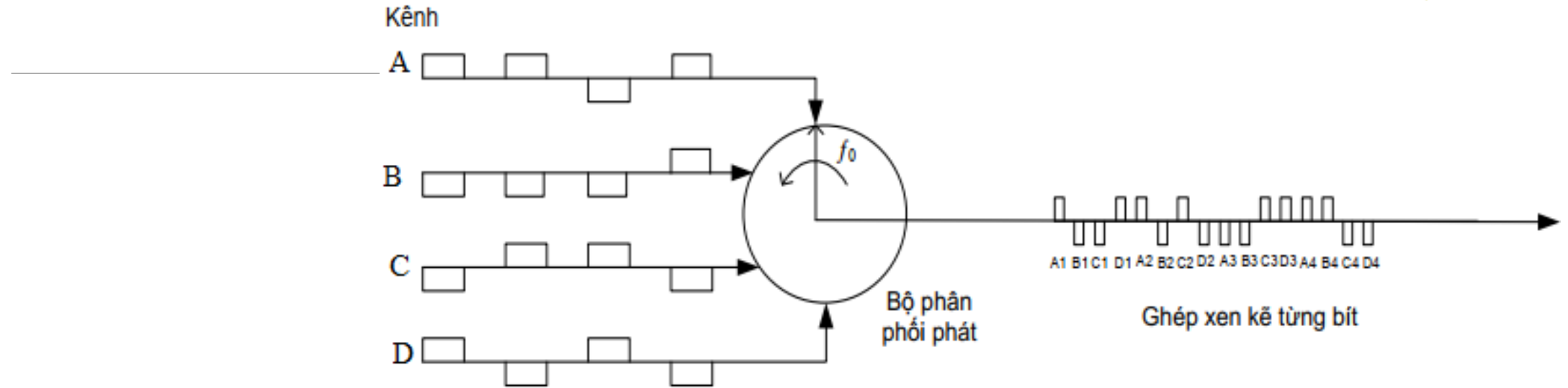
+ Tốc độ ghép kênh đúng bằng tốc độ bit nhỏ nhất của các nhánh vào.

□ Có thể dùng nhiều bộ ghép kênh có tốc độ ghép khác nhau

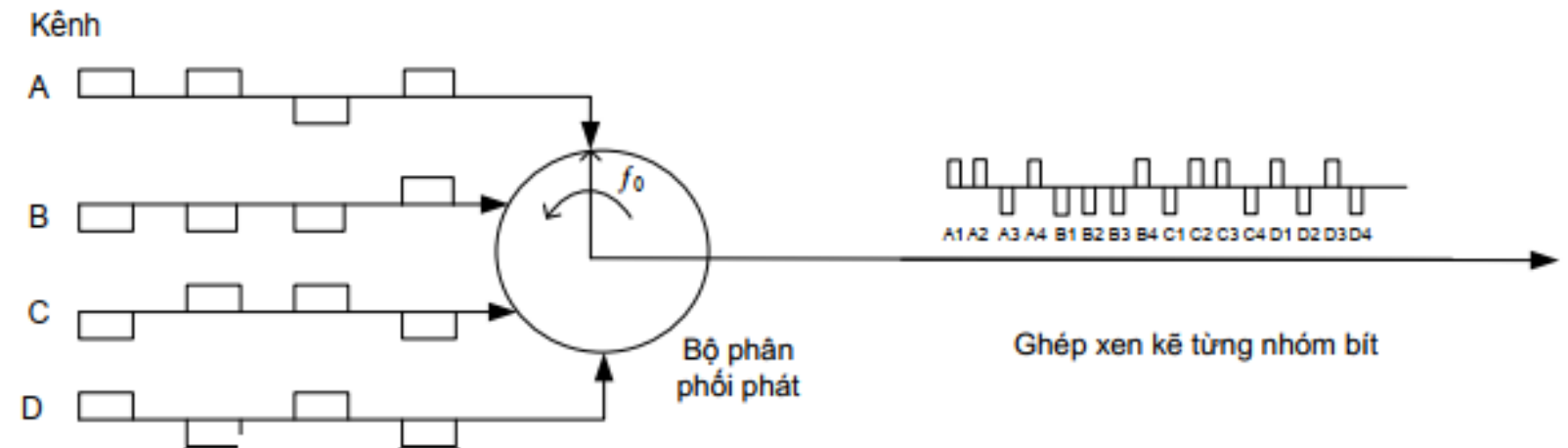


# GHÉP KÊNH ĐỒNG BỘ

## ❑ Ghép theo kiểu từng bit



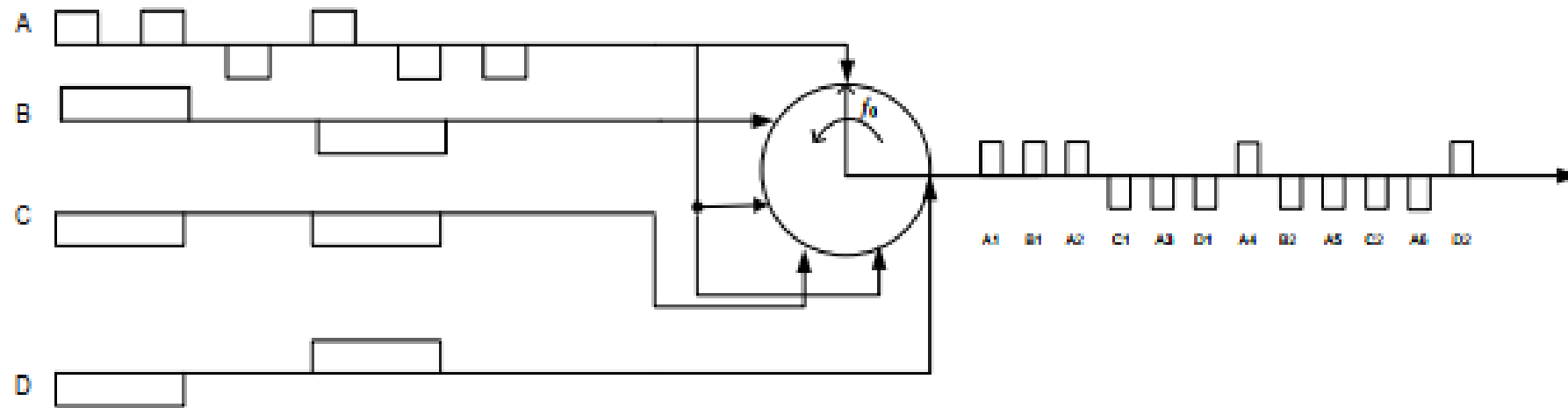
## ❑ Ghép xen kiểu từng nhóm bit





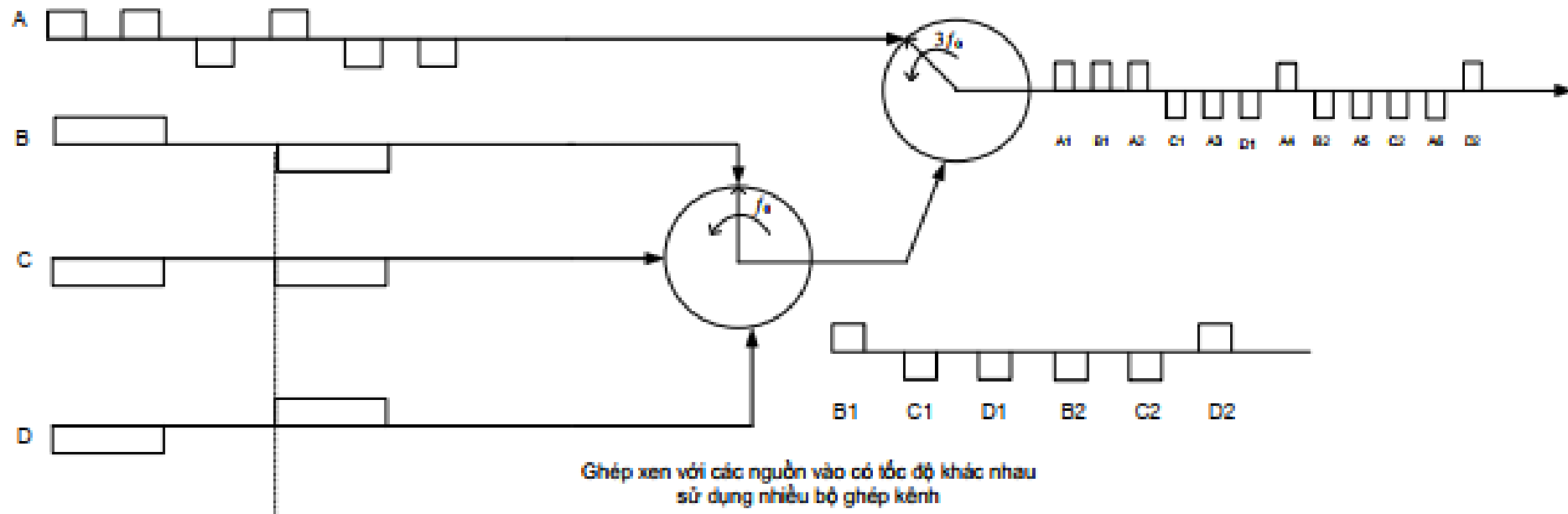
# GHÉP KÊNH ĐỒNG BỘ

kênh



Ghép xen với các nguồn vào có tốc độ khác nhau

Kênh



Ghép xen với các nguồn vào có tốc độ khác nhau  
sử dụng nhiều bộ ghép kênh

# VÍ DỤ THIẾT KẾ HỆ THỐNG TDM ĐỒNG BỘ

---

□ Xây dựng sơ đồ ghép kênh TDM với 3 nhánh đầu vào như sau.

Nhánh 1 có tốc độ bit  $R_1$ , nhánh 2 có tốc độ  $R_2$ , nhánh 3 có tốc độ  $R_3$ .

Trong đó:  $R_1 = R_3$ ,  $R_2 = 2 R_1$

# GHÉP KÊNH ĐỒNG BỘ

---

*Ví dụ:*

Cho 4 kênh tốc độ bằng nhau và bằng 100byte/s ghép TDM theo kiểu từng byte (1byte=8 bit).

Hỏi: - Khung TDM có bao nhiêu bit.

- Thời gian khung TDM?

- Tốc độ khung?

- Tốc độ bit của luồng?

# GHÉP KÊNH KHÔNG ĐỒNG BỘ

---

- ❑ Là kỹ thuật ghép kênh trong đó các nguồn tin và bộ nhận tin nhánh không nhất thiết phải được điều chỉnh đồng bộ với đồng hồ bộ ghép kênh và phân kênh.
- ❑ Ưu điểm: Đơn giản về giải pháp
- ❑ Nhược điểm:
  - 1) Hiệu suất sử dụng đường truyền thấp do có bit chèn và header báo chèn.
  - 2) Khó tách /ghép các luồng con từ/vào luồng lớn tại các trạm xen/rẽ trung gian.
  - 3) Không còn dung lượng cho OA&M.

# GHÉP KÊNH KHÔNG ĐỒNG BỘ

□ Giải thích các nhược điểm:

■ Nhược điểm thứ 1: Để đơn giản ta xét chỉ với một nguồn tin.

-Cứ mỗi xung nhịp đồng hồ nguồn nhánh

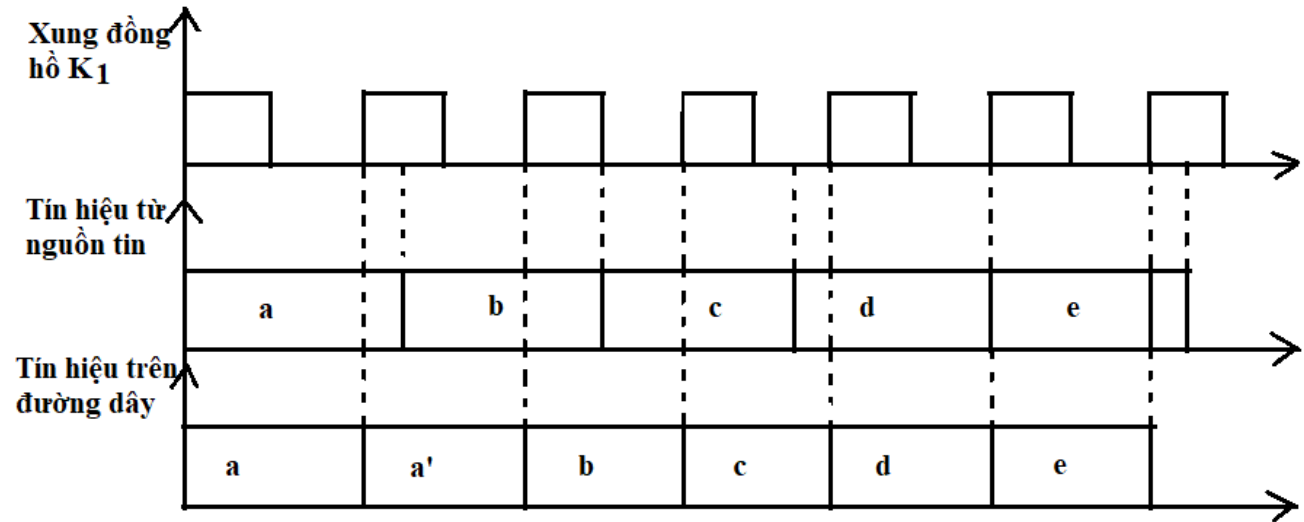
thì đẩy một بیت vào bộ ghép kênh:

Chu kỳ بیت bằng chu kỳ đồng hồ nguồn nhánh.

-Mỗi chu kỳ bộ ghép kênh có một  
bít được đẩy ra đường dây. Chu kỳ بیت

Đường dây bằng chu kỳ đồng hồ ghép kênh.

-Giả sử đồng hồ nguồn nhánh (5 phần) chậm hơn đồng hồ bộ ghép kênh (4 phần) dẫn đến xuất hiện các بیت chèn dương. Ngược lại sẽ có بیت chèn âm.



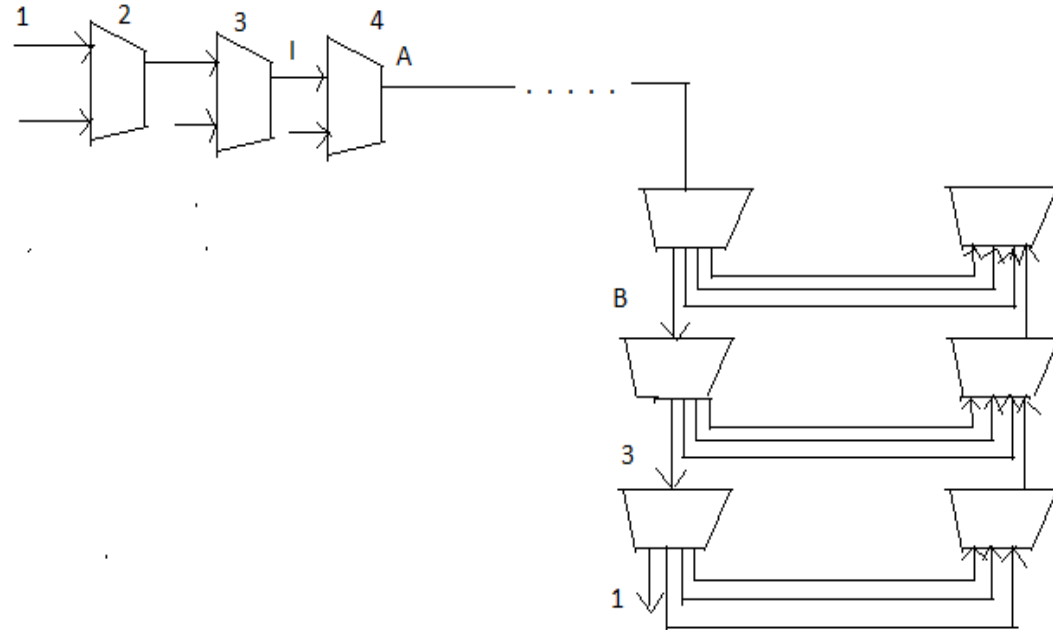
# GHÉP KÊNH SỐ KHÔNG ĐỒNG BỘ

## ■ Nhược điểm thứ 2:

- Thực hiện ghép 4 luồng cấp 1 thành một luồng cấp 2, ghép 4 luồng cấp 2 thành luồng cấp 3...

- Ở đầu vào ghép bao nhiêu cấp thì ở đầu ra thực hiện tách bấy

nhiêu cấp để tách bit chèn và header báo chèn và chỉ lấy thông tin. Sau đó lại ghép trở lại bấy nhiêu cấp → **Tổn kém**



# GHÉP KÊNH SỐ KHÔNG ĐỒNG BỘ

---

- Nhược điểm thứ 3: Việc truyền các bit chèn và các header báo chèn dẫn đến không còn dung lượng cho khai thác quản trị và bảo trì.

# NỘI DUNG CHÍNH

---



Nguyên lý ghép kênh phân chia theo thời gian



Ghép kênh số đồng bộ và không đồng bộ



Các hệ thống phân cấp số



# PHÂN CẤP SỐ

---

- ❑ Ghép kênh sơ cấp
- ❑ Hệ thống phân cấp số cận đồng bộ PDH
- ❑ Hệ thống phân cấp số đồng bộ SDH

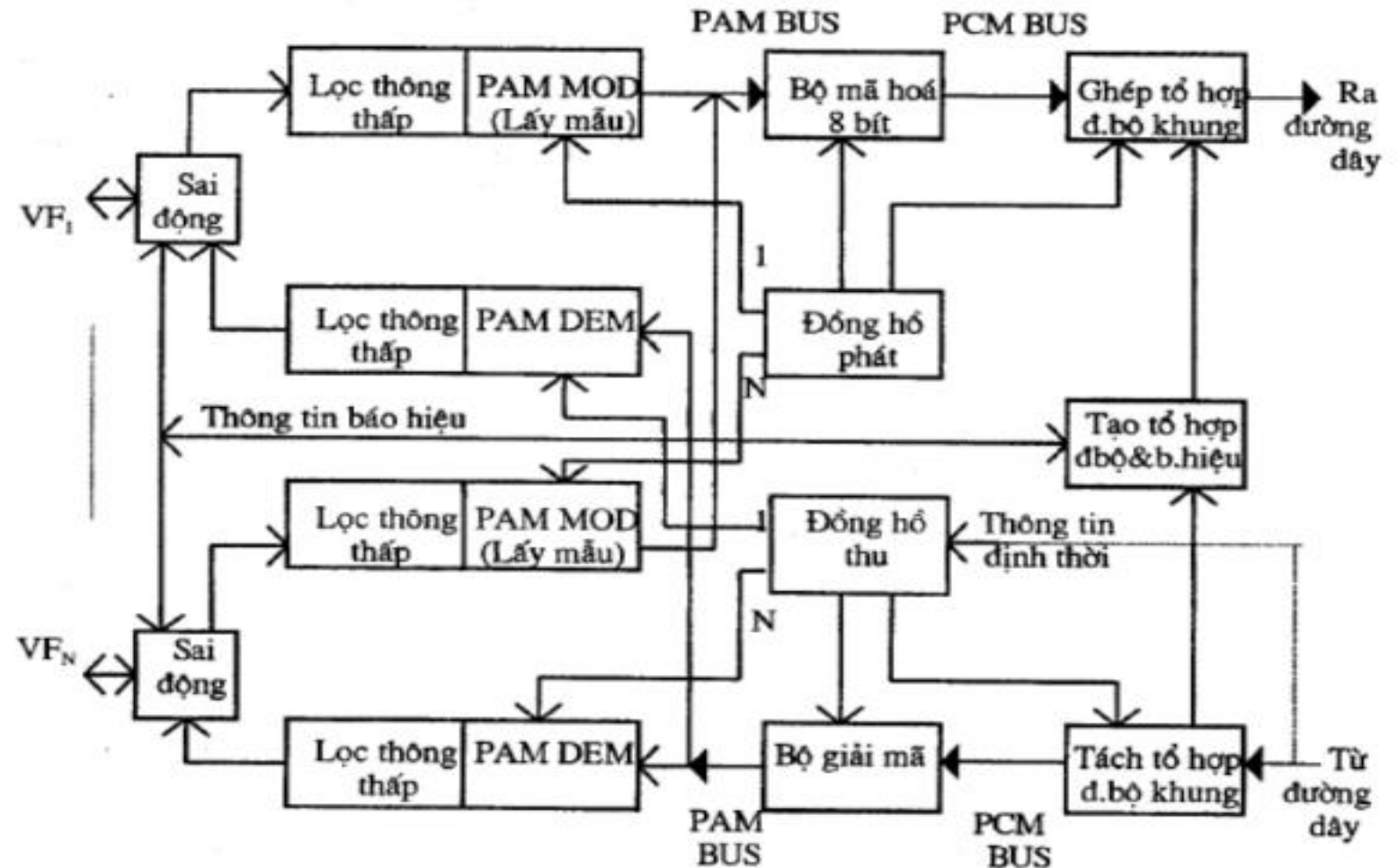
# GHÉP KÊNH SƠ CẤP

❑ Khái niệm: Là cấp ghép trực tiếp từ các kênh thoại PCM thành luồng số cấp 1

❑ Thực hiện theo hai chuẩn:

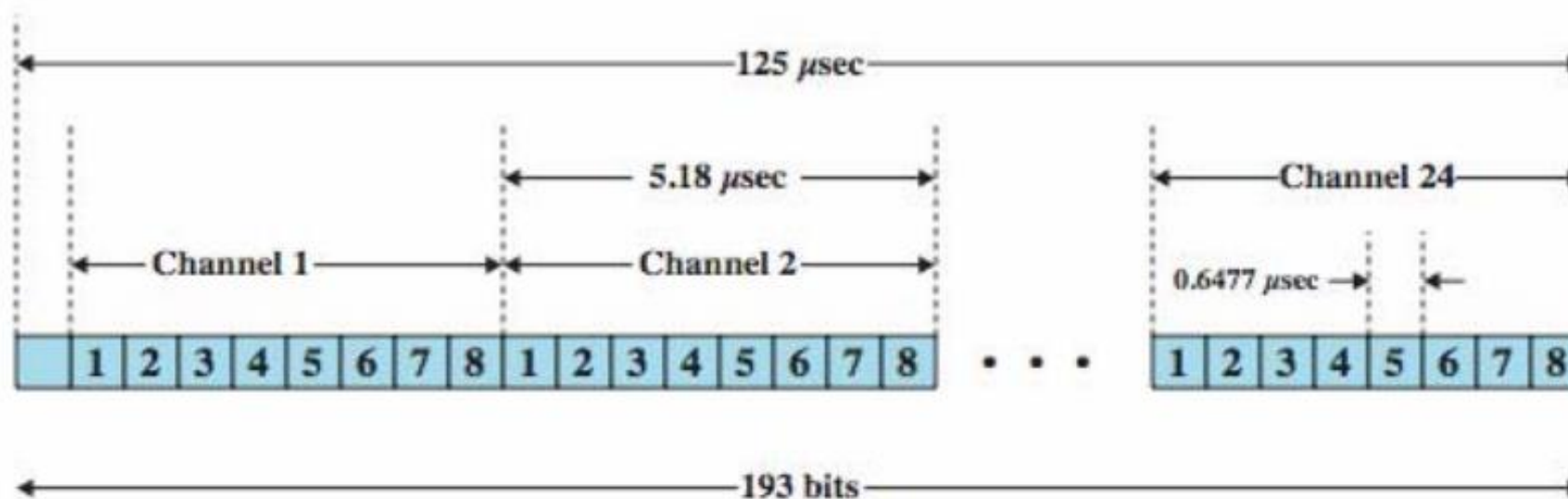
- Chuẩn Châu Âu

- Chuẩn Châu Mỹ



# GHÉP KÊNH SƠ CẤP

## Chuẩn Châu Mỹ



# GHÉP KÊNH SƠ CẤP

## □ Chuẩn Châu Mỹ

---

- Thực hiện ghép 24 kênh thoại PCM thành một luồng T1.
- Khung tín hiệu  $125\mu s$  được chia thành 24 khe thời gian cho 24 kênh và chèn thêm 1 bit.

→ Tổng số bit trên một khung tín hiệu là:  $8 \times 24 + 1 = 193$  bits.

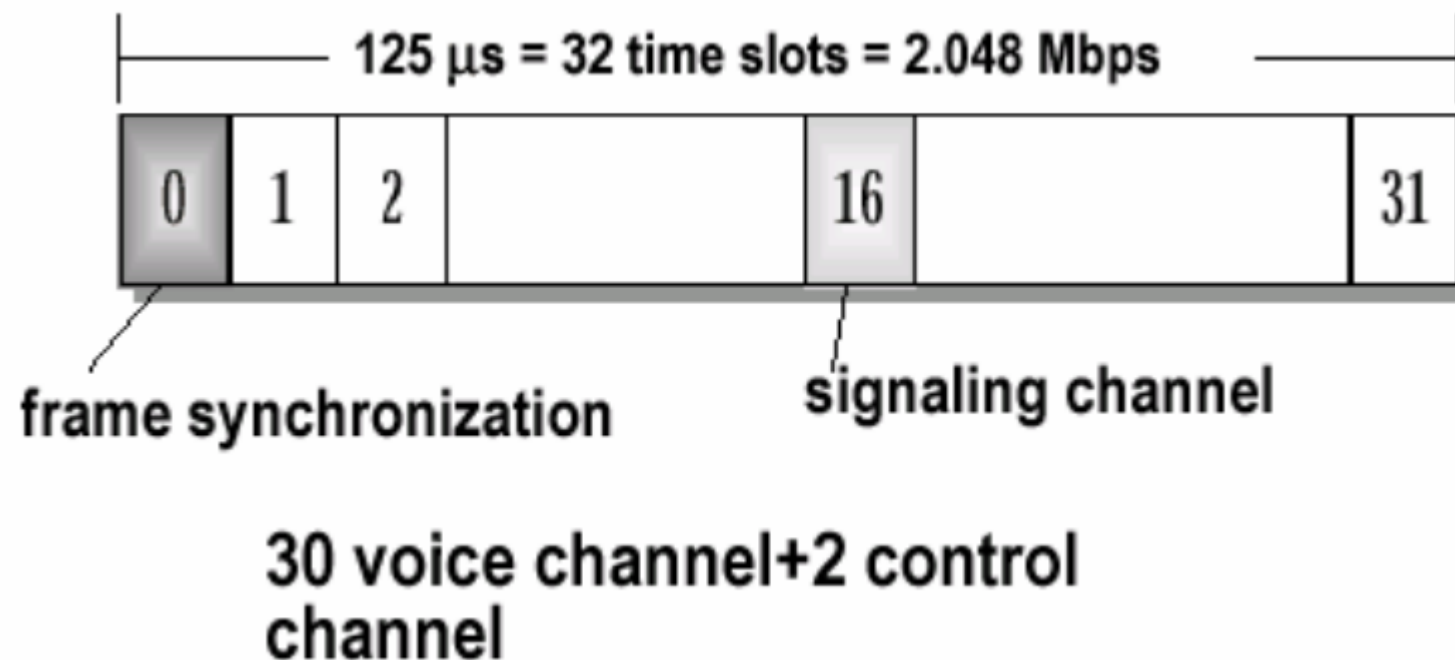
- Tốc độ luồng T1:  $V_{T1} = \frac{193bit}{125\mu s} = 1.544Mbps$

Gọi là luồng 1.5M

- Bit đầu tiên (bit chèn thêm) của khung tạo thành khe riêng cho từ mã đồng bộ
- Cấu trúc đa khung 12 và đa khung 24.

# GHÉP KÊNH SƠ CẤP

# Chuẩn Châu Âu



# GHÉP KÊNH SƠ CẤP

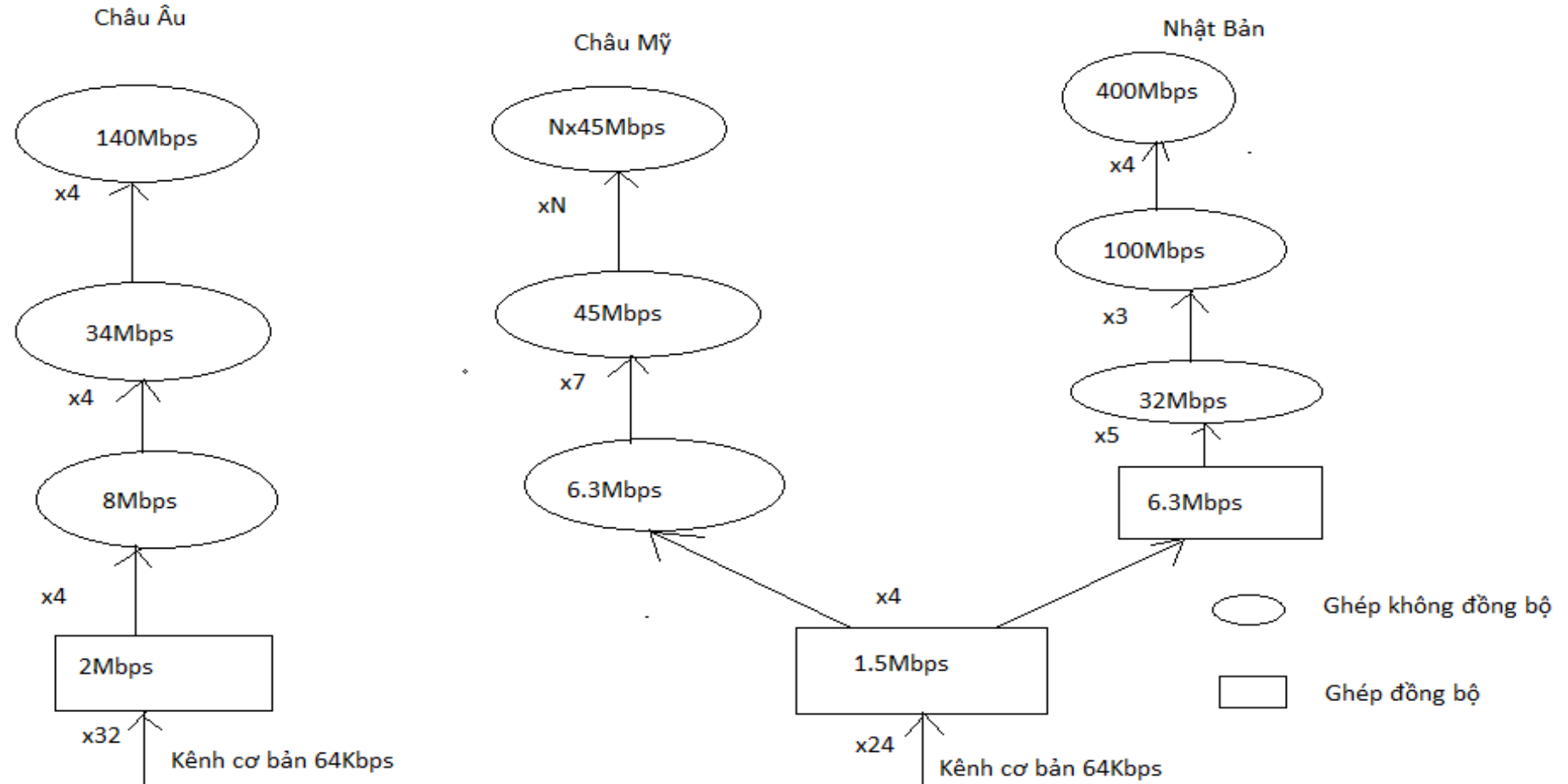
## □ Chuẩn Châu Âu

- Thực hiện ghép 30 kênh thoại và 2 kênh điều khiển tạo thành luồng E1.
  - E1 có cấu trúc khung và đa khung như sau:

---
- + Khung E1 có độ dài  $125\mu s$  được chia thành 32 khe thời gian đánh số từ 0 đến 31.
- Khe thời gian số 0 dành cho đồng bộ.
  - Khe thời gian thứ 16 làm kênh báo hiệu.
  - 30 khe còn lại dành truyền tín hiệu thoại.
- + Một đa khung trong E1 gồm 16 khung được đánh số từ 0 đến 15, gồm 8 khung chẵn và 8 khung lẻ.
- Khe 0 của các khung chẵn dùng cho đồng bộ khung.
  - Khe 0 của các khung lẻ dành cho việc cảnh báo mất đồng bộ khung
  - Khe 16 của khung 0 dùng đồng bộ đa khung, còn của các khung khác để báo hiệu
- Tốc độ luồng E1:  $V_{E1} = \frac{32 \times 8}{125} = 2.048 Mbps$

# HỆ THỐNG PHÂN CẤP SỐ PDH

❑ Hệ thống phân cấp số PDH được hình thành theo ba chuẩn: Châu Âu, Châu Mỹ, Nhật Bản.



# HỆ THỐNG PHÂN CẤP SỐ PDH

❑ Tại sao phải đặt ra nhiều chuẩn như vậy? Vì đây là 3 nước kinh tế lớn trên thế giới. Để bảo hộ thị trường thì phải sinh ra các chuẩn khác nhau.

---

❑ Số cấp ghép không giống nhau? Cái gì quyết định đến số cấp ghép?

Số cấp ghép phụ thuộc vào phân cấp hành chính của nước đó.

Nhật bản: Huyện-Tỉnh- Đảo- Quốc gia.

❑ Việt nam dùng chuẩn Châu Âu 3 cấp? Do phân cấp hành chính của nước ta 3 cấp. Năm 1989 Mỹ cấm vận nước ta nên chỉ dùng chuẩn Châu Âu.



# HỆ THỐNG PHÂN CẤP SỐ PDH

---

- ❑ Tại sao Nhật cấp 2 vẫn ghép đồng bộ? Do đặc tính dân cư của Nhật tập trung rất đông. Nên tổng đài huyện nằm chung tổng đài tỉnh nên máy ghép kênh c1 và c2 dùng chung nên ghép đồng bộ.

# HỆ THỐNG PHÂN CẤP SỐ ĐỒNG BỘ SDH

## Các tốc độ bit của SDH

---

- Tốc độ thấp nhất: STM1: 155,52Mbps

STM: Module chuyển tải đồng bộ

→ Từ đây có thể ghép lên các cấp cao hơn theo phương pháp ghép kênh đồng bộ.

- $STM4 = 4 \cdot STM1$ . Gọi là luồng 600Mbps
- $STM16 = 4 \cdot STM4$ . Gọi là luồng 2.5Gbps
- $STM64 = 4 \cdot STM16$ . Gọi là luồng 10Gbps.

# BÀI TẬP TC

---

## **Bài 1:**

Thiết kế bộ ghép kênh TDM với 3 nguồn đầu vào tương tự có băng thông lần lượt là: 1,4 KHz; 4,2KHz; 1,4KHz. Với 2 nguồn số đồng tốc tốc độ 28000bps. Các nguồn tương tự được lấy mẫu với tốc độ Nyquist và được mã hóa 8 bit/mẫu. Đồng bộ khung được cấp qua một kênh riêng và các đường TDM đồng bộ được sử dụng.

# BÀI TẬP VN TC

---

1) Xây dựng hệ thống ghép kênh TDM:

- 3 đầu vào số đồng bộ tốc độ 400b/s
- 1 đầu vào tương tự có dải thông 550Hz. Các mẫu tương tự được mã hóa sang từ mã PCM 7bits.

A) Xây dựng sơ đồ thiết kế hệ thống TDM, giải thích sơ đồ hệ thống

B) Tính băng thông tối thiểu truyền tín hiệu trên.

# BÀI TẬP VN TC

---

2) Thiết kế một hệ thống PCM TDM ghép 5 đầu vào trong đó

- 3 đầu vào tương tự có băng thông lần lượt là: 0,74khz; 3,2khz; 2,3khz. Các mẫu tương tự được mã hóa sang từ mã PCM 9 bit.

- 2 đầu vào số đồng tốc 19200bps.

Hãy xây dựng sơ đồ thiết kế.

# BÀI TẬP TC

---

**Bài 2:** Thiết kế bộ ghép kênh PAM-TDM đảm bảo ghép được 6 nguồn đầu vào ở dạng tương tự có băng thông tương ứng: 12; 8; 1,9; 1,6; 1,5; 1,2Khz với tín hiệu đồng bộ tốc độ 8Khz. Biết rằng hệ thống sử dụng các bộ ghép kênh TDM tốc độ 8Khz, 4Khz. Đảm bảo trong thiết kế các mẫu của cùng một kênh cách nhau một khoảng thời gian đều nhau.

# BÀI TẬP VN TC

---

1) Thiết kế bộ ghép kênh PAM-TDM đảm bảo ghép được 7 nguồn đầu vào ở dạng tương tự có băng thông tương ứng: 11; 3,5; 1; 0,9 0,8; 0,5; 0,4Khz với tín hiệu đồng bộ tốc độ 8Khz. Biết rằng hệ thống sử dụng các bộ ghép kênh TDM tốc độ 8Khz, 2Khz, 1Khz. Đảm bảo trong thiết kế các mẫu của cùng một kênh cách nhau một khoảng thời gian đều nhau.

# BÀI TẬP VN TC

---

2) Thiết kế bộ ghép kênh PAM-TDM đảm bảo ghép được 9 nguồn đầu vào ở dạng tương tự có băng thông tương ứng: 12; 3,8; 2; 1,7; 1; 0,8; 0,6; 0,3; 0,2Khz với tín hiệu đồng bộ tốc độ 8Khz. Biết rằng hệ thống sử dụng các bộ ghép kênh TDM tốc độ 8Khz, 4Khz, 2khz, 1Khz. Đảm bảo trong thiết kế các mẫu của cùng một kênh cách nhau một khoảng thời gian đều nhau.



# BÀI TẬP TC

---

**Bài 3:** Có 5 tín hiệu tương tự có độ rộng băng là 3,9KHz, được lấy mẫu với tốc độ 8KHz và được ghép kênh với một kênh đồng bộ tốc độ 8KHz để tạo thành tín hiệu PAM TDM. Tín hiệu này sau đó được lượng tử hóa và mã hóa nhị phân 4bit/mẫu.

- A) vẽ phác họa sơ đồ hệ thống ghép kênh TDM trên đó chỉ ra tốc độ quay của bộ chuyển mạch và tốc độ xung của toàn bộ tín hiệu PCM TDM.
- B) tính băng thông yêu cầu cho kênh truyền để truyền tín hiệu trên.

# BÀI TẬP VN TC

---

1) Có 14 tín hiệu tương tự có độ rộng băng là 3,6Khz, được lấy mẫu với tốc độ 8Khz và được ghép kênh với một kênh đồng bộ tốc độ 8Khz để tạo thành tín hiệu PAM TDM. Tín hiệu này sau đó được lượng tử hóa và mã hóa nhị phân 7bit/mẫu.

- A) Vẽ phác họa sơ đồ hệ thống ghép kênh TDM trên đó chỉ ra tốc độ quay của bộ chuyển mạch và tốc độ xung của toàn bộ tín hiệu PAM TDM.
- B) tính băng thông yêu cầu cho kênh truyền để truyền tín hiệu trên.