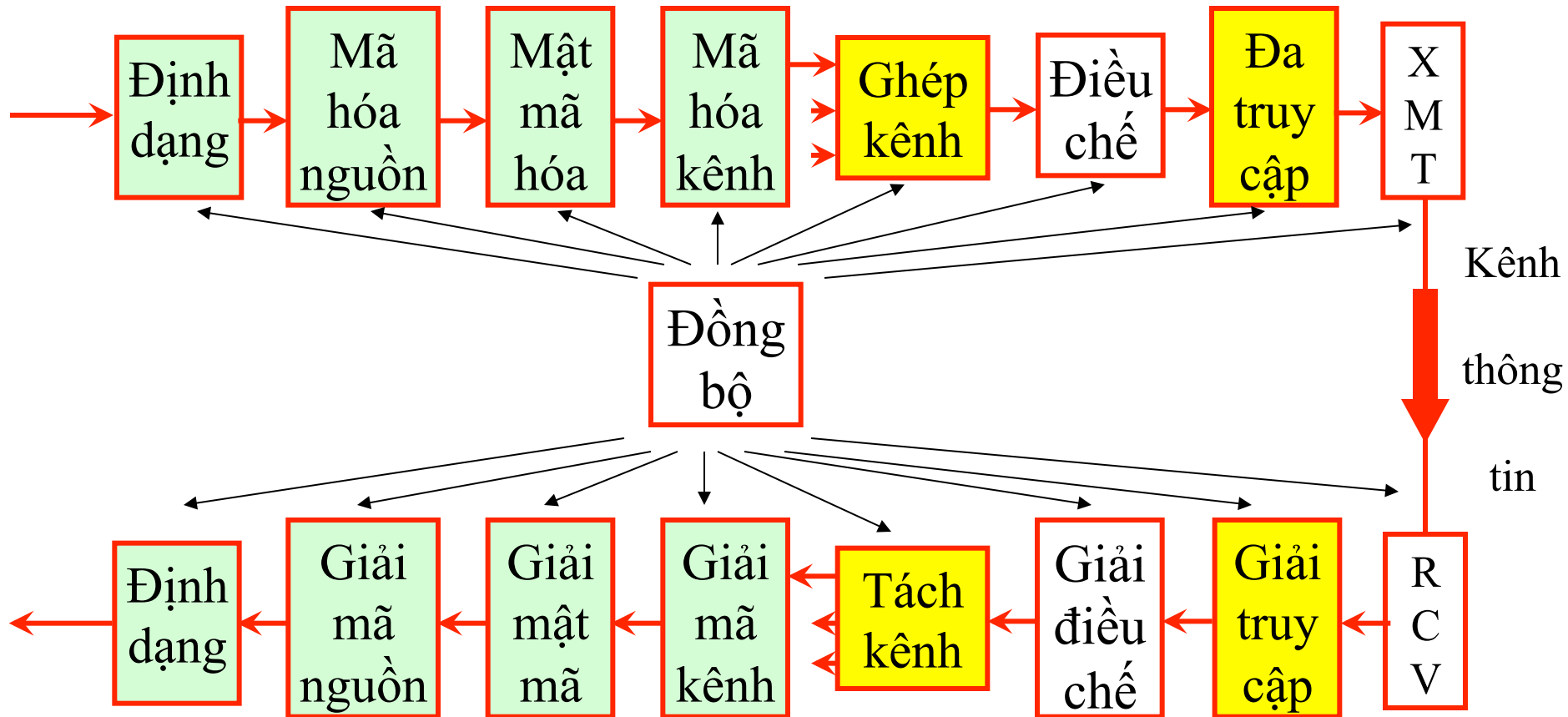


BÀI 6:

**KỸ THUẬT GHÉP KÊNH & ĐA
TRUY CẬP**

Hệ thống thông tin số điển hình

2



Nội dung bài 6

3

1. Giới thiệu kỹ thuật ghép kênh và đa truy cập
2. Kỹ thuật ghép kênh
3. Kỹ thuật đa truy cập

Nội dung bài 6

4

1. **Giới thiệu kỹ thuật ghép kênh và đa truy cập**
2. Kỹ thuật ghép kênh
3. Kỹ thuật đa truy cập

Chia sẻ tài nguyên thông tin

❑ Tài nguyên thông tin:

- Thời gian truyền dẫn (transmission time)
- Băng thông (frequency bandwidth)
- Công suất phát (transmit power)
- Mã sử dụng (code resource)...

❑ Biện pháp chia sẻ tài nguyên thông tin:

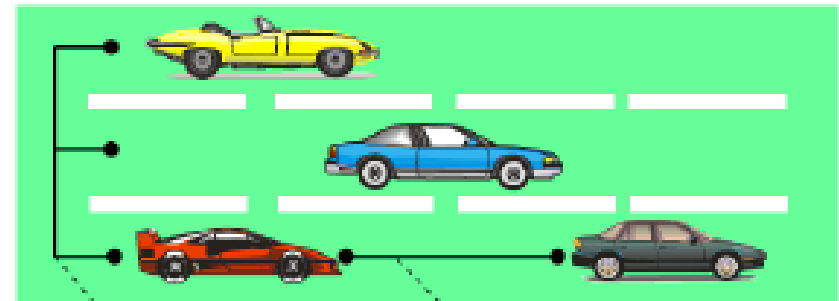
- Ghép kênh (multiplexing)
- Đa truy cập (multiple access)

Ghép kênh (Multiplexing)	Đa truy cập (Multiple Access)
Ghép nhiều tín hiệu thành một tín hiệu để truyền qua một kênh truyền dẫn chung (cáp)	Nhiều đầu cuối (user) kết nối đến một phương tiện truyền dẫn chung (antenna, bộ phát đáp)
Dùng trên đường truyền hữu tuyến, point-to-point	Dùng trong thông tin di động, thông tin vệ tinh
Tài nguyên được chia sẻ cố định, nếu muốn thay đổi phải cấu hình lại hệ thống	Tài nguyên được ấn định tạm thời cho users. Sau khi user ngừng sử dụng, tài nguyên sẽ được cấp phát cho user khác
Ví dụ: ghép kênh trong hệ thống điện thoại	Ví dụ: đa truy cập trong hệ thống thông tin vệ tinh

Phương pháp phân phối tài nguyên

- ❑ **Phân theo tần số:** Chia băng thông của kênh chung ra thành nhiều dải băng con khác nhau
- ❑ **Phân theo thời gian:** Chia thời gian truyền dẫn ra thành nhiều khe khác nhau
- ❑ **Phân theo mã:** Mã hóa mỗi tín hiệu bằng một mã riêng
- ❑ **Phân theo không gian:** Dùng giàn anttena định hướng theo các hướng khác nhau để tách biệt các tín hiệu vô tuyến

Ví dụ tương tự



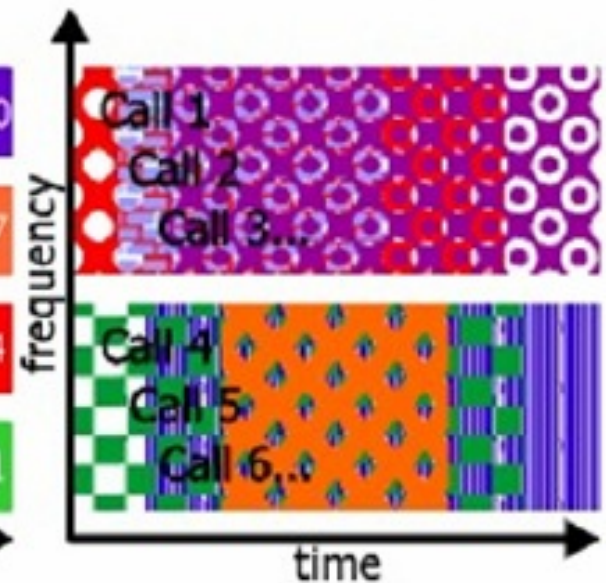
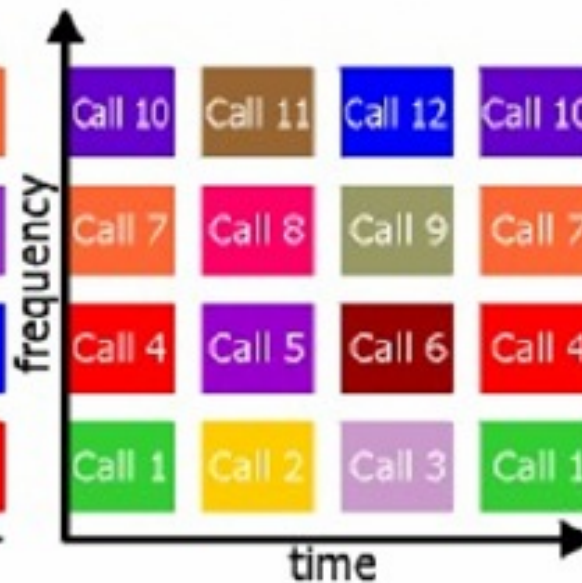
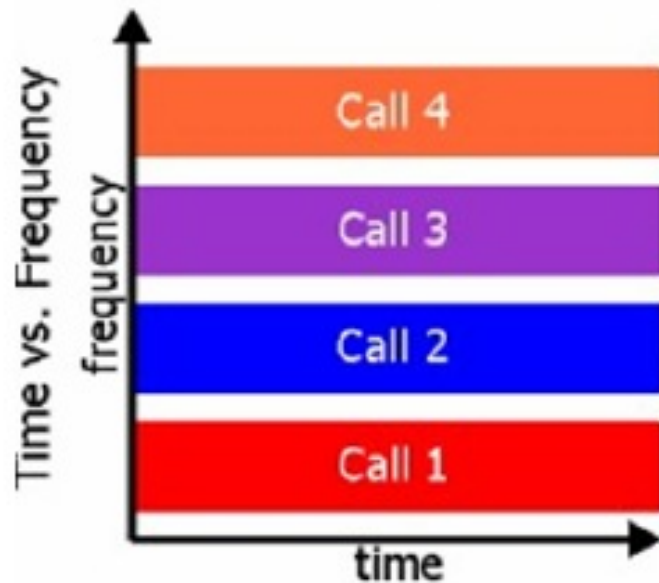
SDM or FDM

TDM

FDMA

TDMA

CDMA



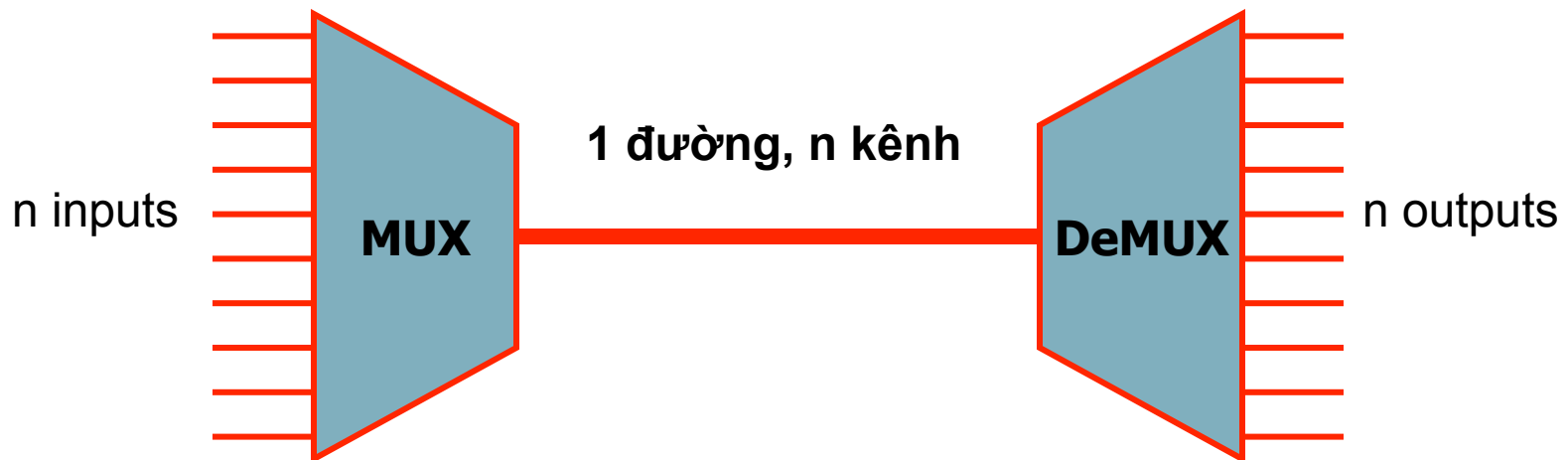
Nội dung bài 6

9

1. Giới thiệu kỹ thuật ghép kênh và đa truy cập
2. **Kỹ thuật ghép kênh**
3. Kỹ thuật đa truy cập

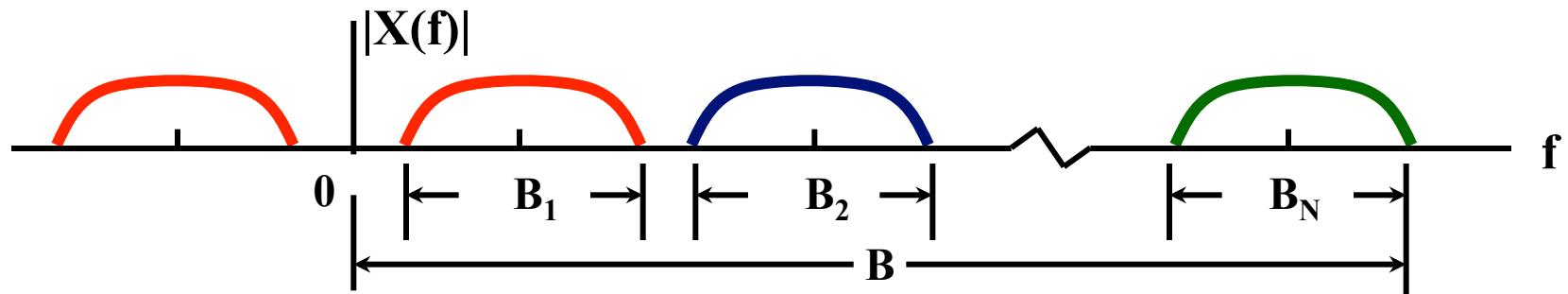
Phân loại ghép kênh

- ❑ Ghép kênh phân chia theo tần số (FDM)
 - ❑ Ghép kênh phân chia theo thời gian (TDM)
 - ❑ Ghép kênh phân chia theo mã (CDM)
 - ❑ Ghép kênh phân chia theo không gian (SDM)
- } phổ biến



Phổ tín hiệu FDM

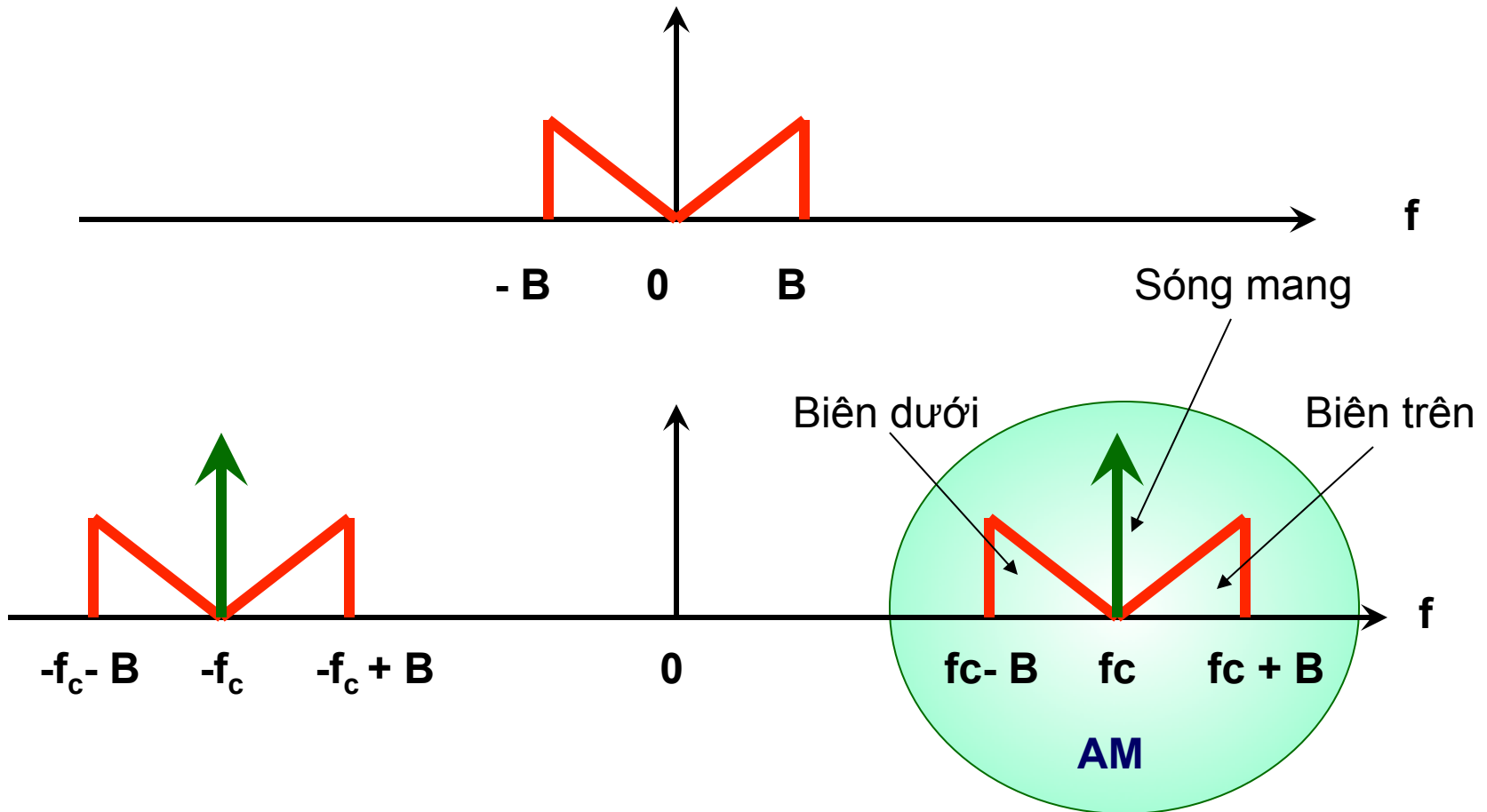
Phổ tín hiệu FDM gồm phổ tất cả các sóng mang điều chế nằm cạnh nhau và không chồng lên nhau



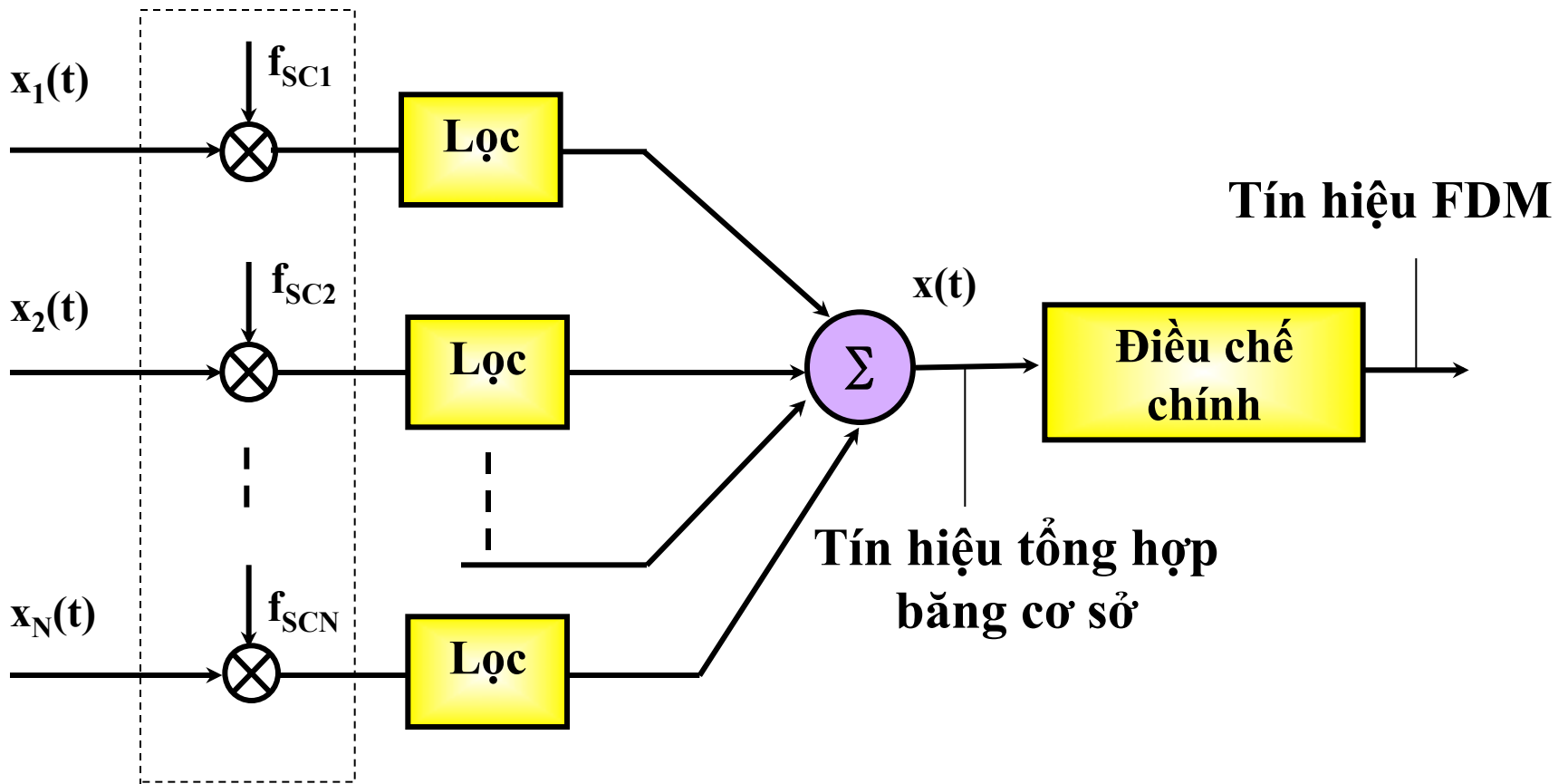
Nguyên lý ghép kênh FDM

- ❑ Điều chế các tín hiệu nhánh với các sóng mang tần số khác nhau
- ❑ Cộng các sóng mang điều chế lại với nhau tạo thành tín hiệu tổng hợp bằng cơ bản
- ❑ Điều chế tín hiệu tổng hợp với một sóng mang chính, tạo thành tín hiệu FDM
- ❑ Các kỹ thuật điều chế sử dụng: AM, FM, PM, SSB... trong đó SSB là kỹ thuật phổ biến nhất

Ôn lại phổ tín hiệu điều biên AM

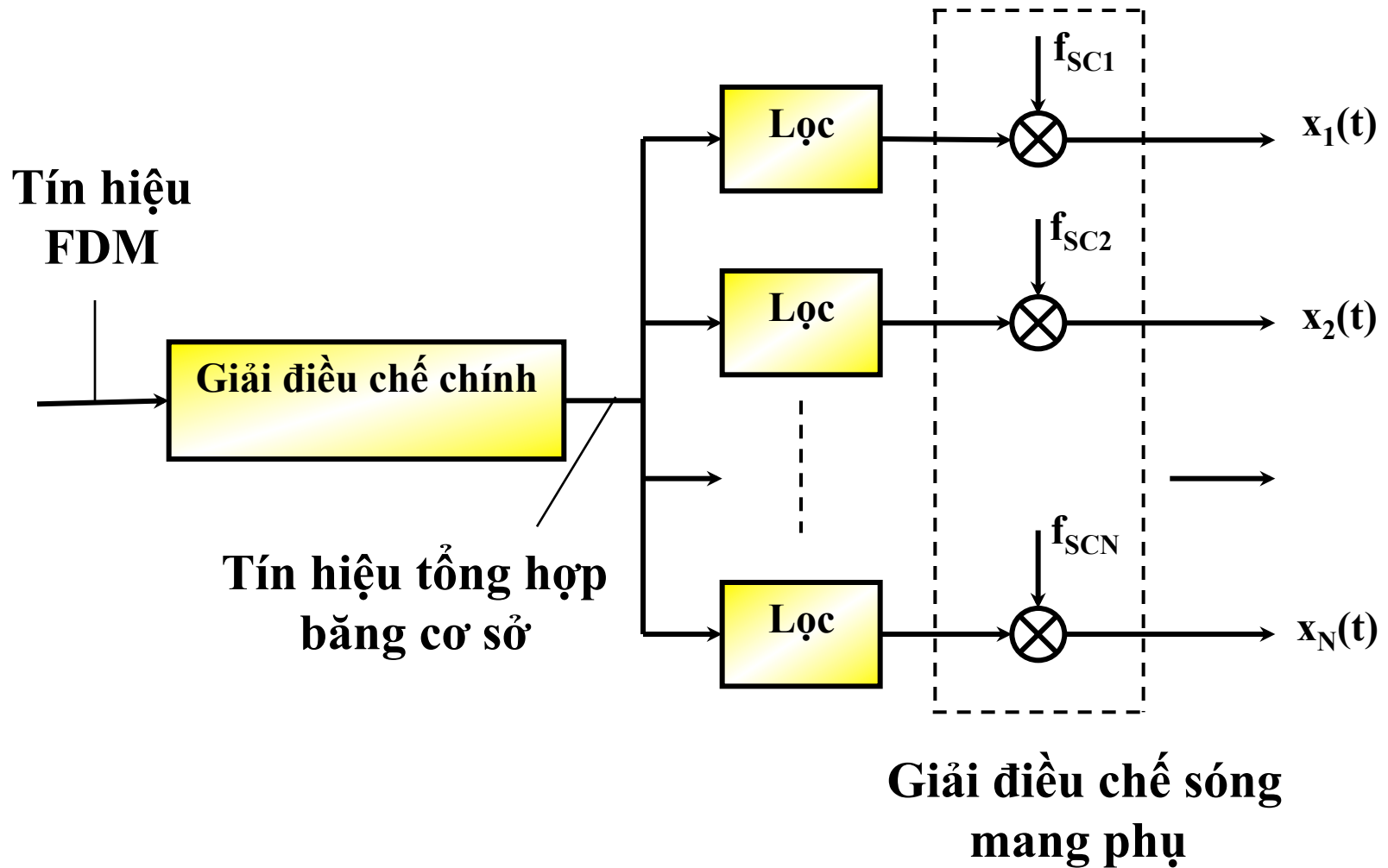


Sơ đồ khối ghép kênh FDM

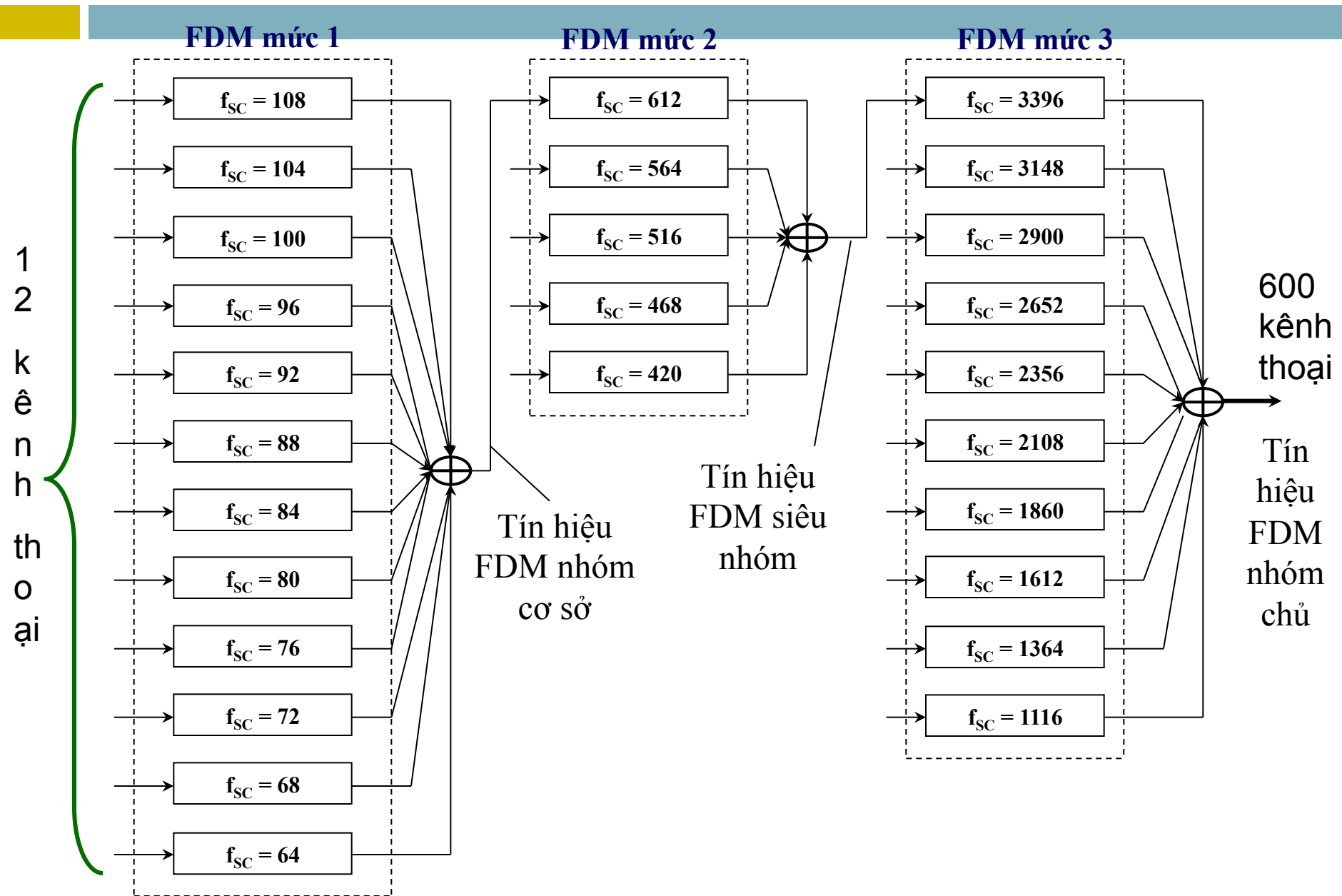


Điều chế sóng mang phụ

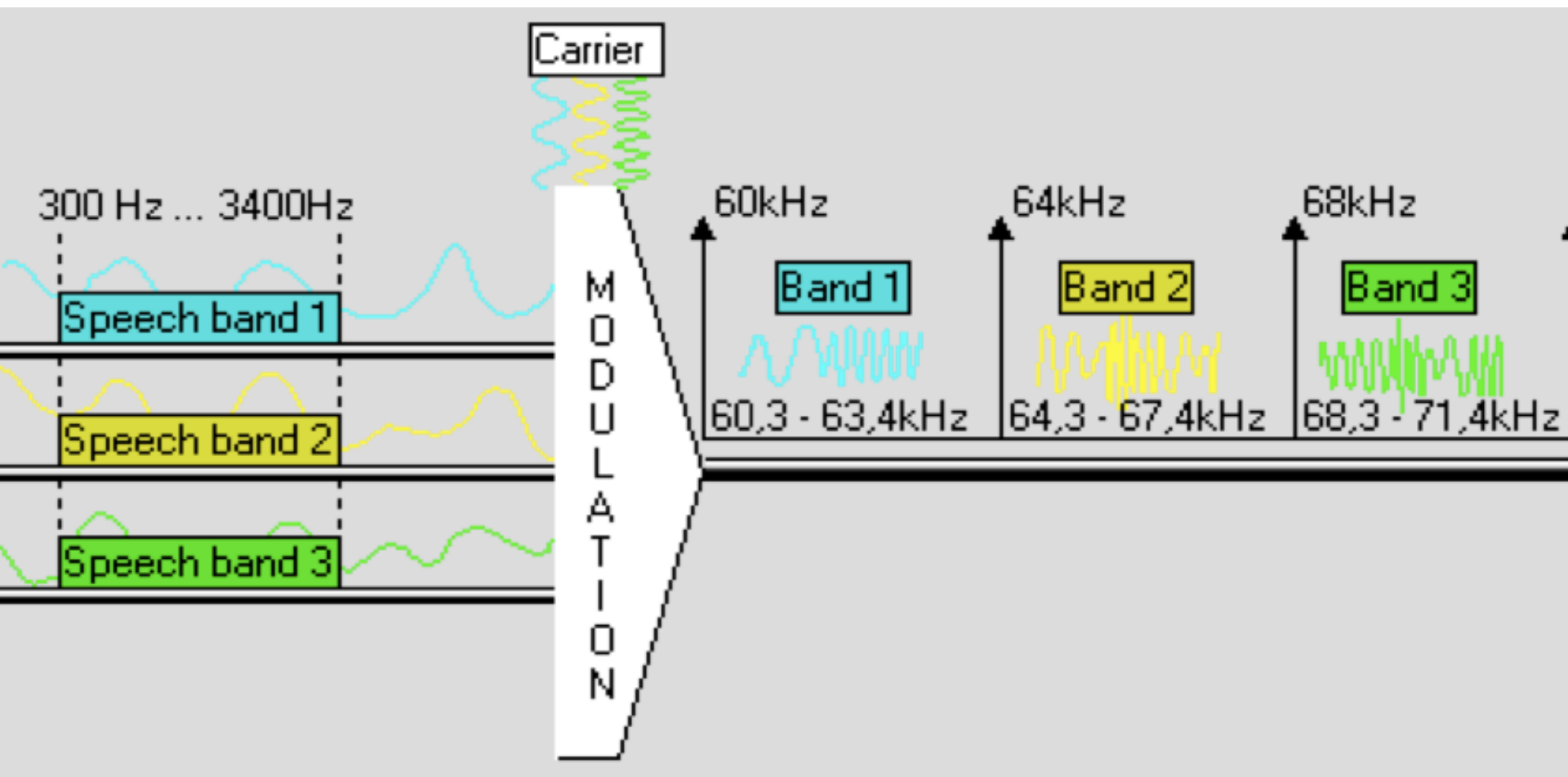
Sơ đồ khối tách kênh FDM



Phân cấp hệ thống FDM (AT&T)

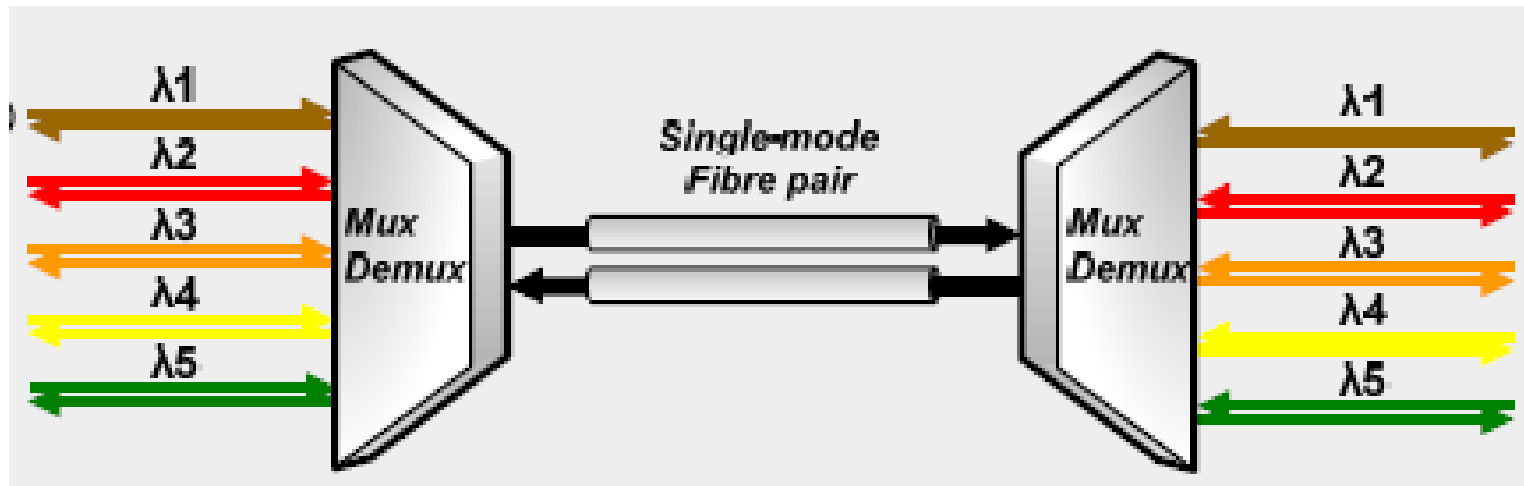


Ví dụ hệ thống FDM



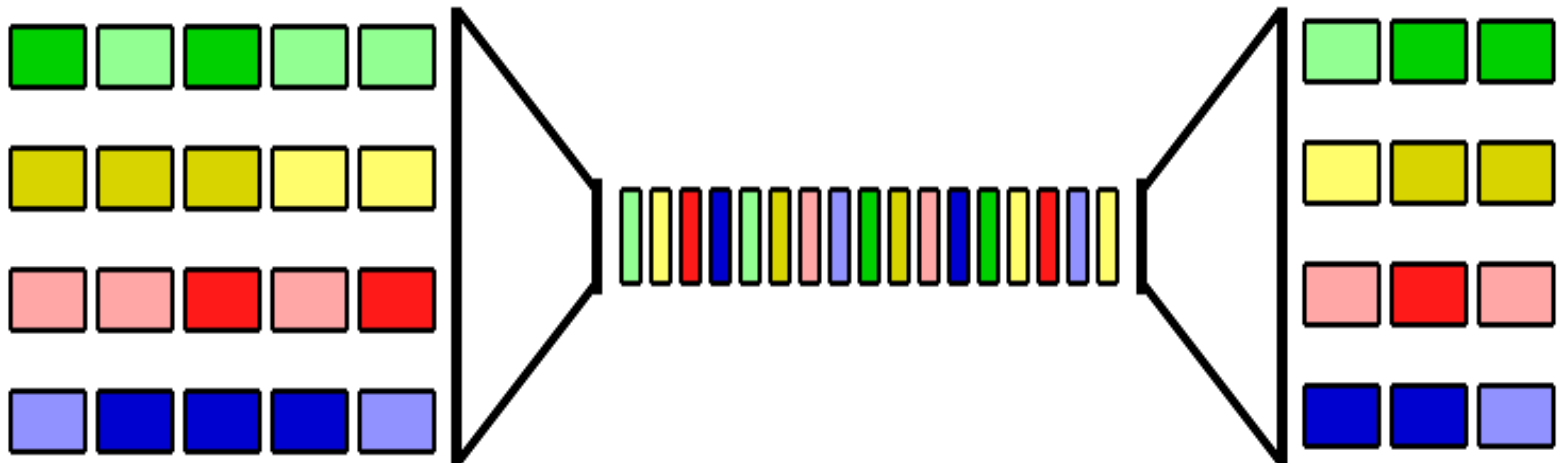
Ghép kênh trong thông tin quang

- ❑ Sử dụng kỹ thuật WDM (Wavelength DM)
- ❑ **Bộ ghép kênh:** kết hợp các tín hiệu ánh sáng từ nhiều thiết bị đầu cuối có bước sóng khác nhau vào trong một sợi quang đơn
- ❑ **Bộ tách kênh:** phân chia tín hiệu chứa nhiều bước sóng thành các tín hiệu đơn có các tần số khác nhau

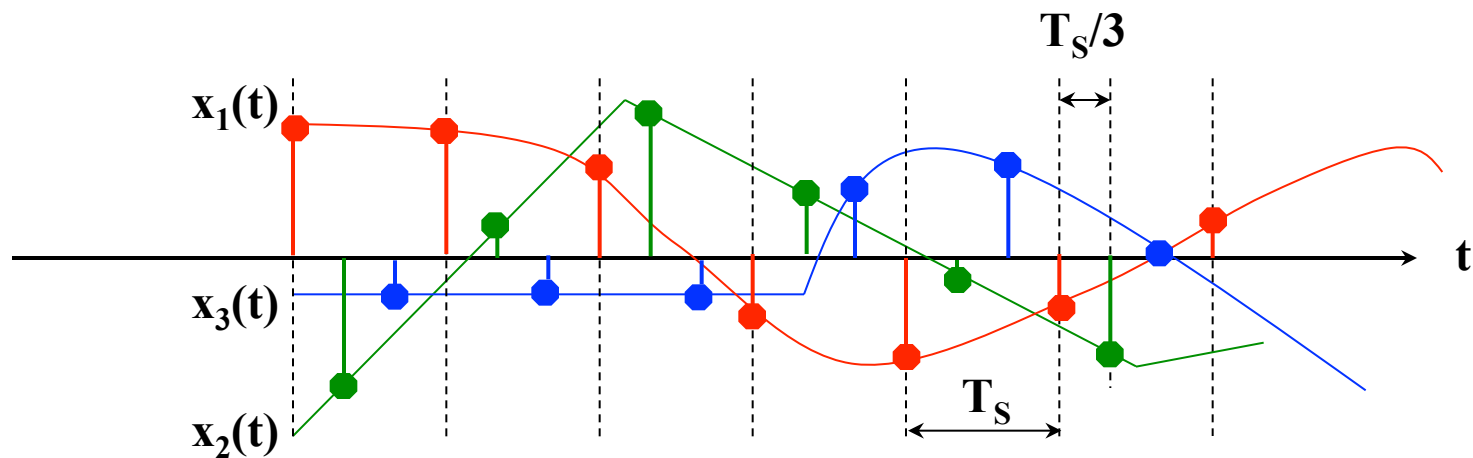
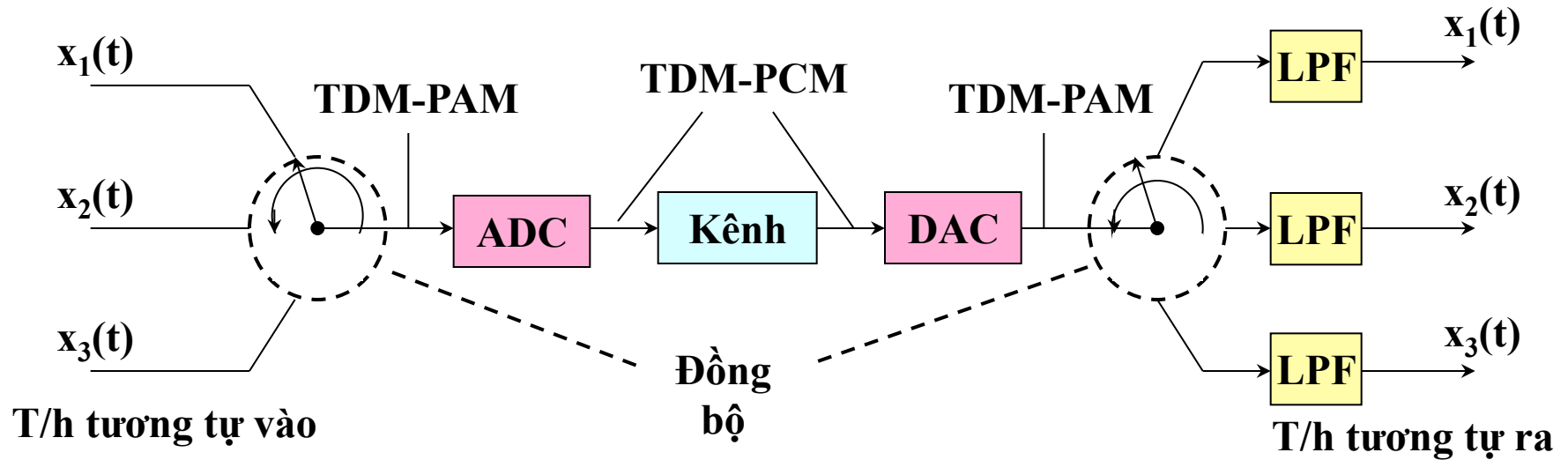


Nguyên lý ghép kênh TDM

- ❑ Truyền các tín hiệu nhánh khác nhau qua cùng một kênh bằng rộng với cùng một dải tần số vào các thời điểm khác nhau
- ❑ Thời gian được phân thành các khe thời gian, mỗi khe được ấn định cho một tín hiệu nhánh khác nhau theo kiểu xoay vòng
- ❑ Phải số hóa tín hiệu tương tự trước khi ghép kênh hoặc kết hợp lấy mẫu với ghép kênh



Ví dụ hệ thống PCM-TDM 3 kênh

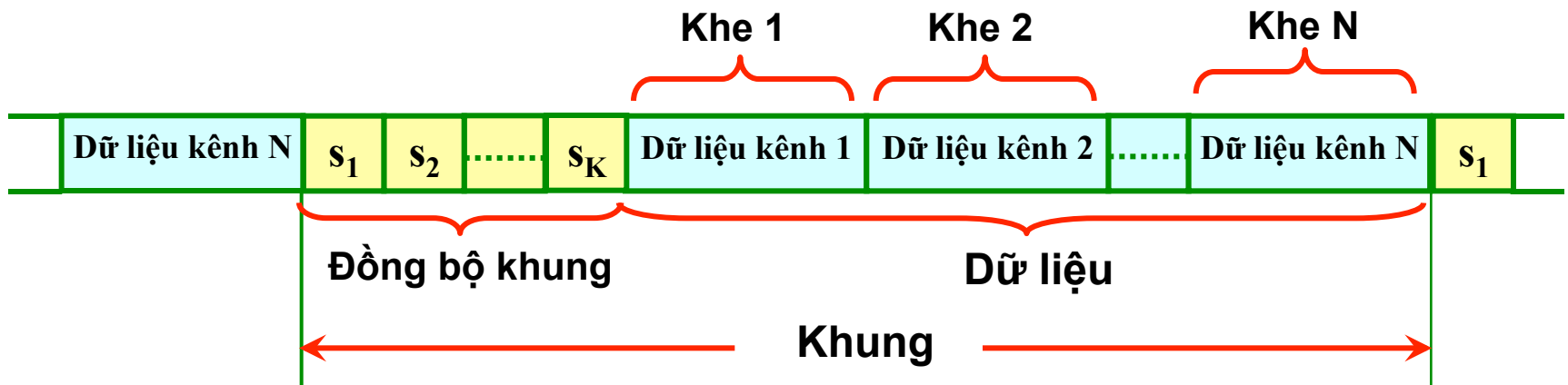


Đồng bộ khung trong hệ thống TDM

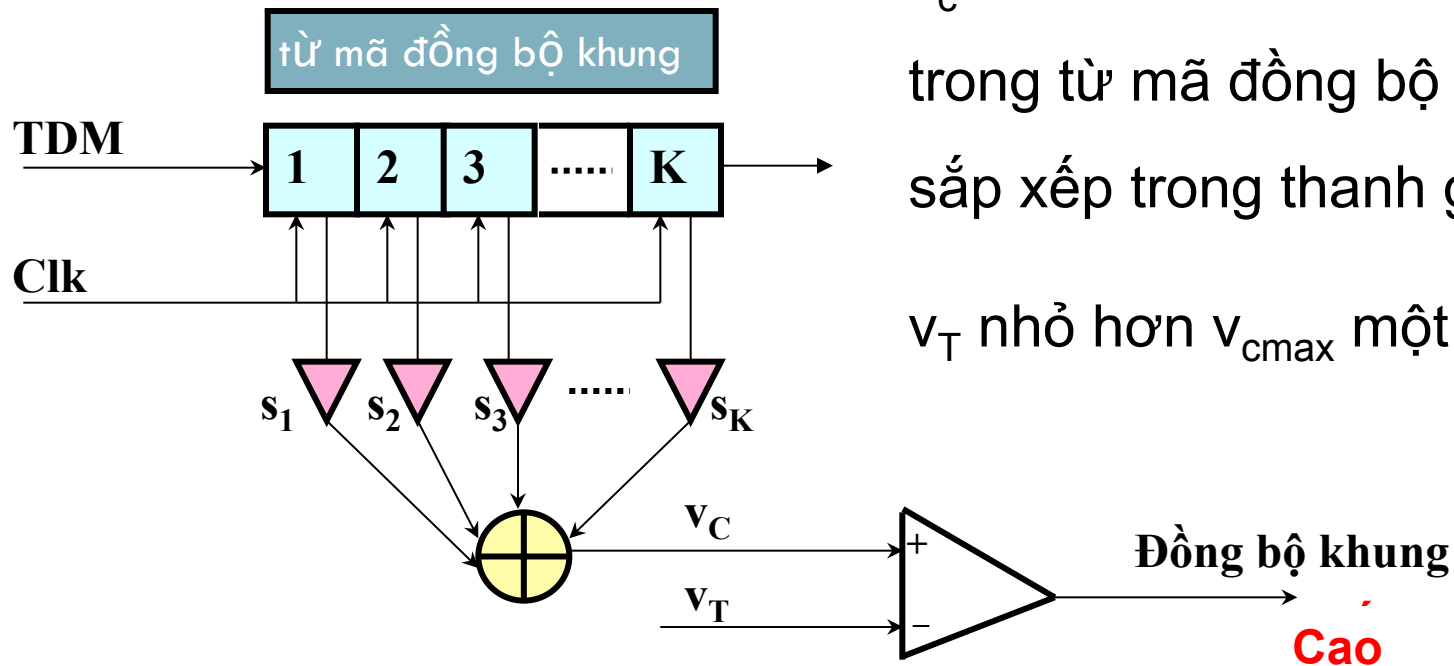
Nhằm đảm bảo bên thu phải phân biệt chính xác dữ liệu trong kênh/khung này với dữ liệu trong kênh/khung khác

1- Gửi tín hiệu đồng bộ khung trên một kênh đồng bộ riêng

2- Nhúng tín hiệu đồng bộ khung vào chính luồng tín hiệu TDM



Mạch đồng bộ khung



v_C lớn nhất khi tất cả các bit trong từ mã đồng bộ khung sắp xếp trong thanh ghi

v_T nhỏ hơn v_{Cmax} một ít

Các phương pháp ghép kênh TDM

Ghép xen ký tự

Ghép xen bit

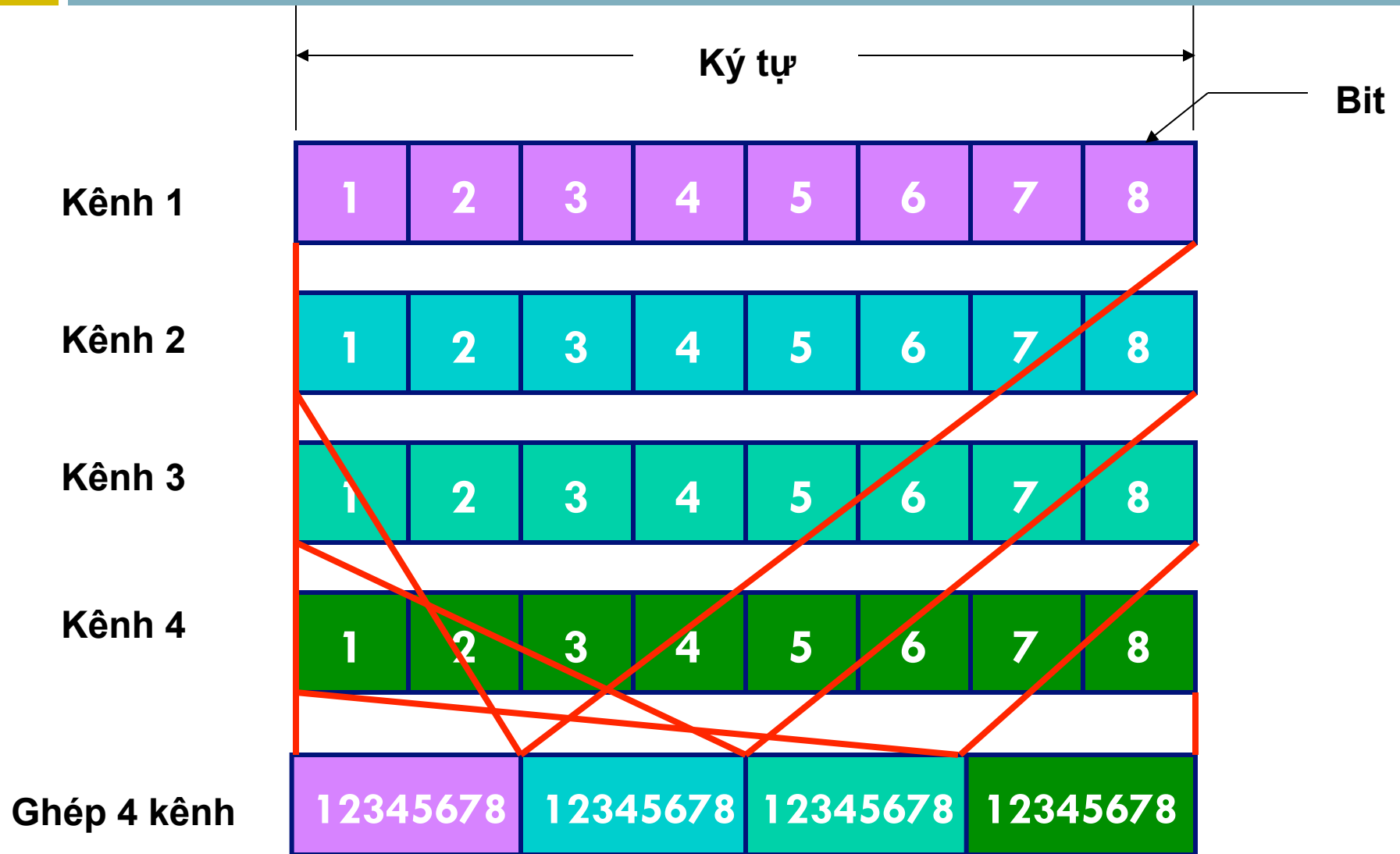
Ghép chèn bit



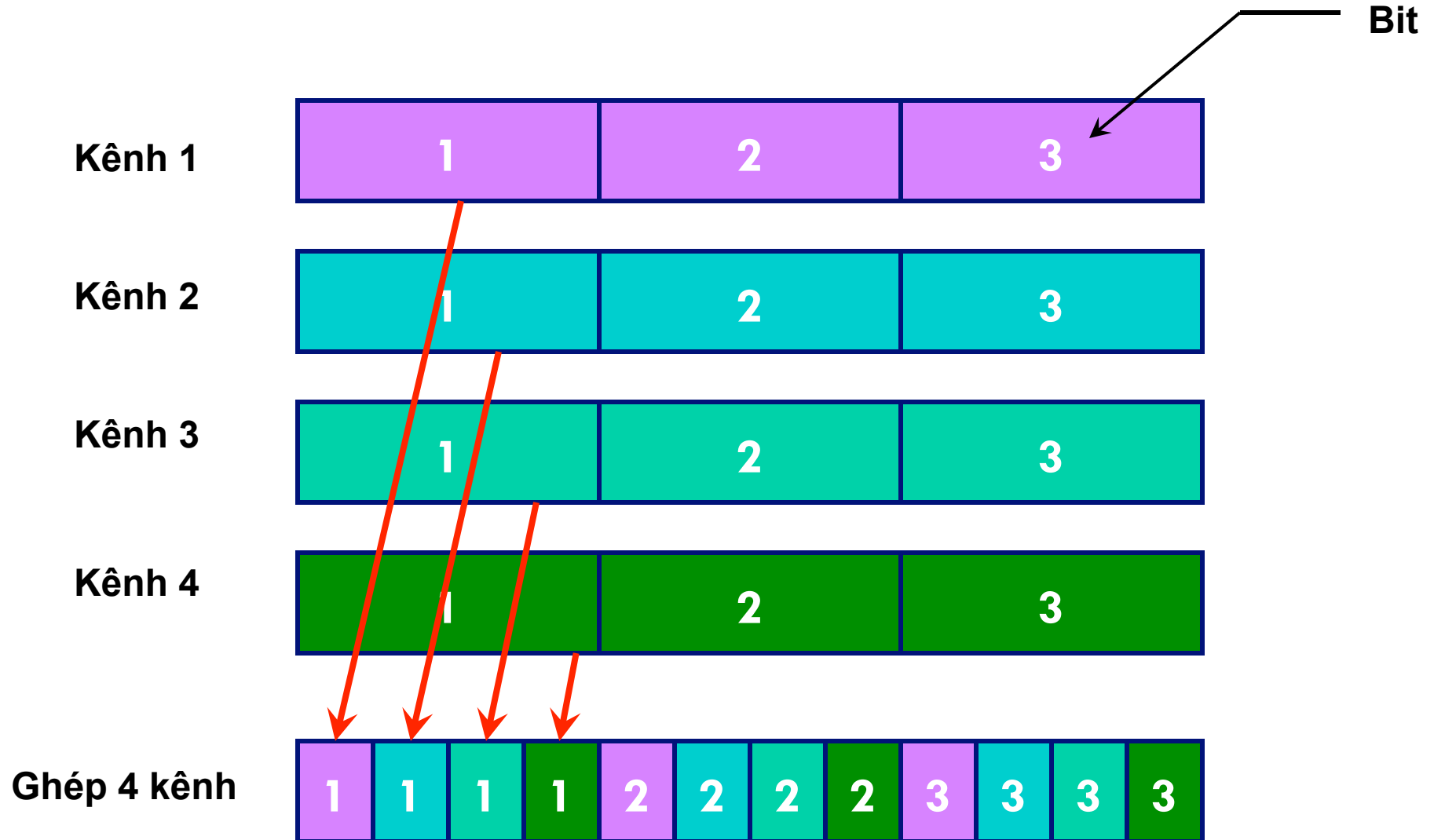
Ghép đồng bộ

Ghép thống kê: **Ghép không đồng bộ**

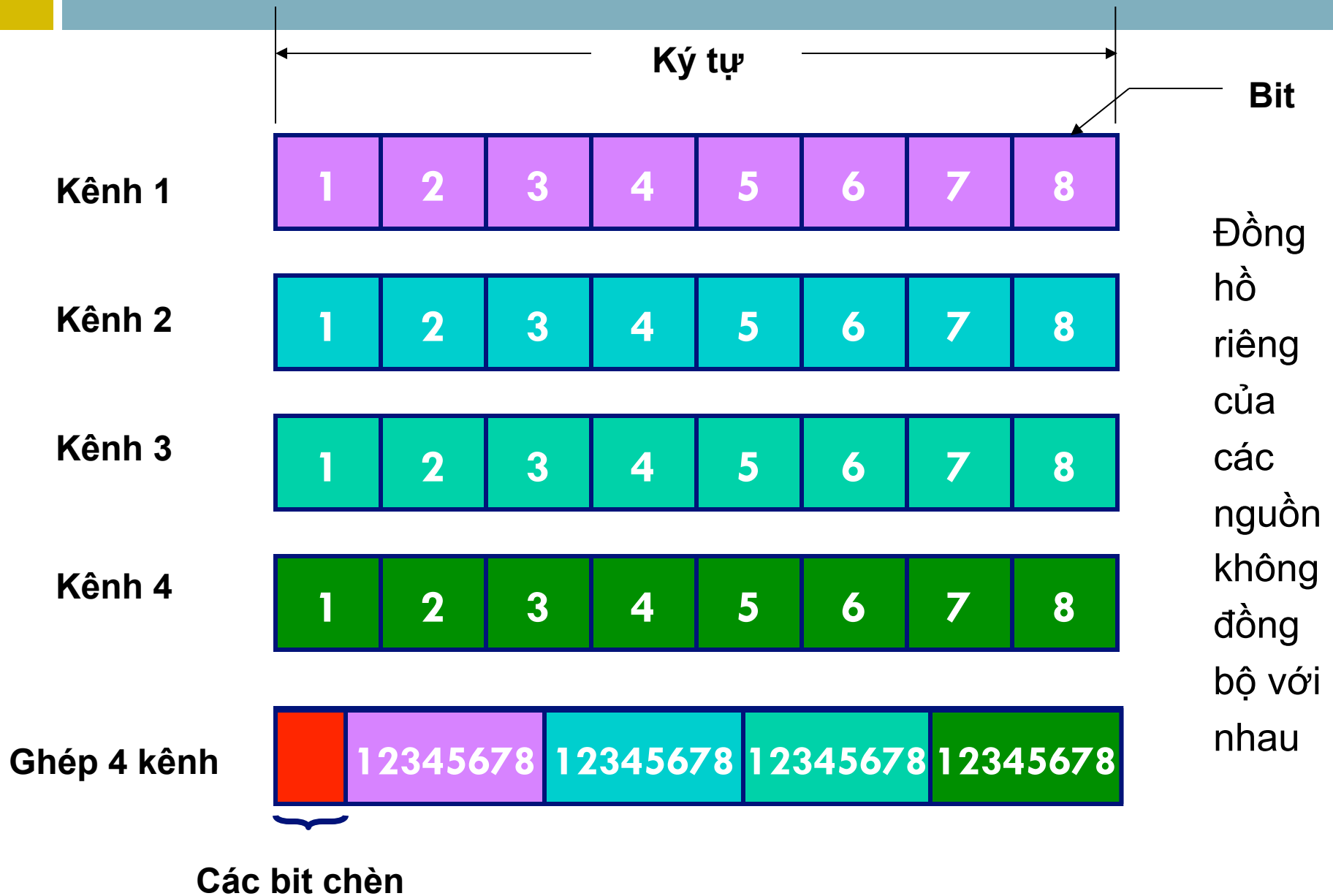
Ghép kênh TDM xen ký tự



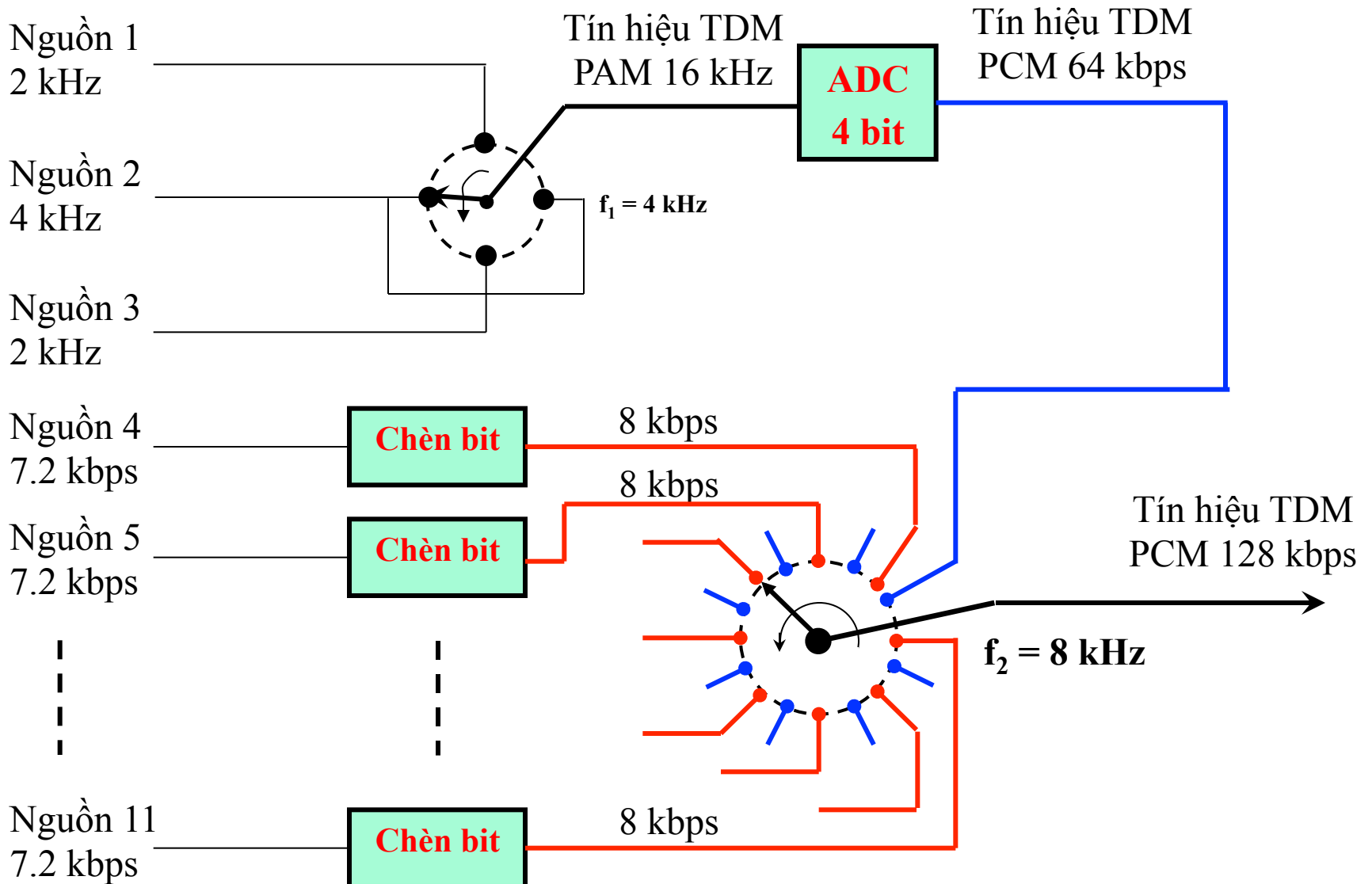
Ghép kênh TDM xen bit



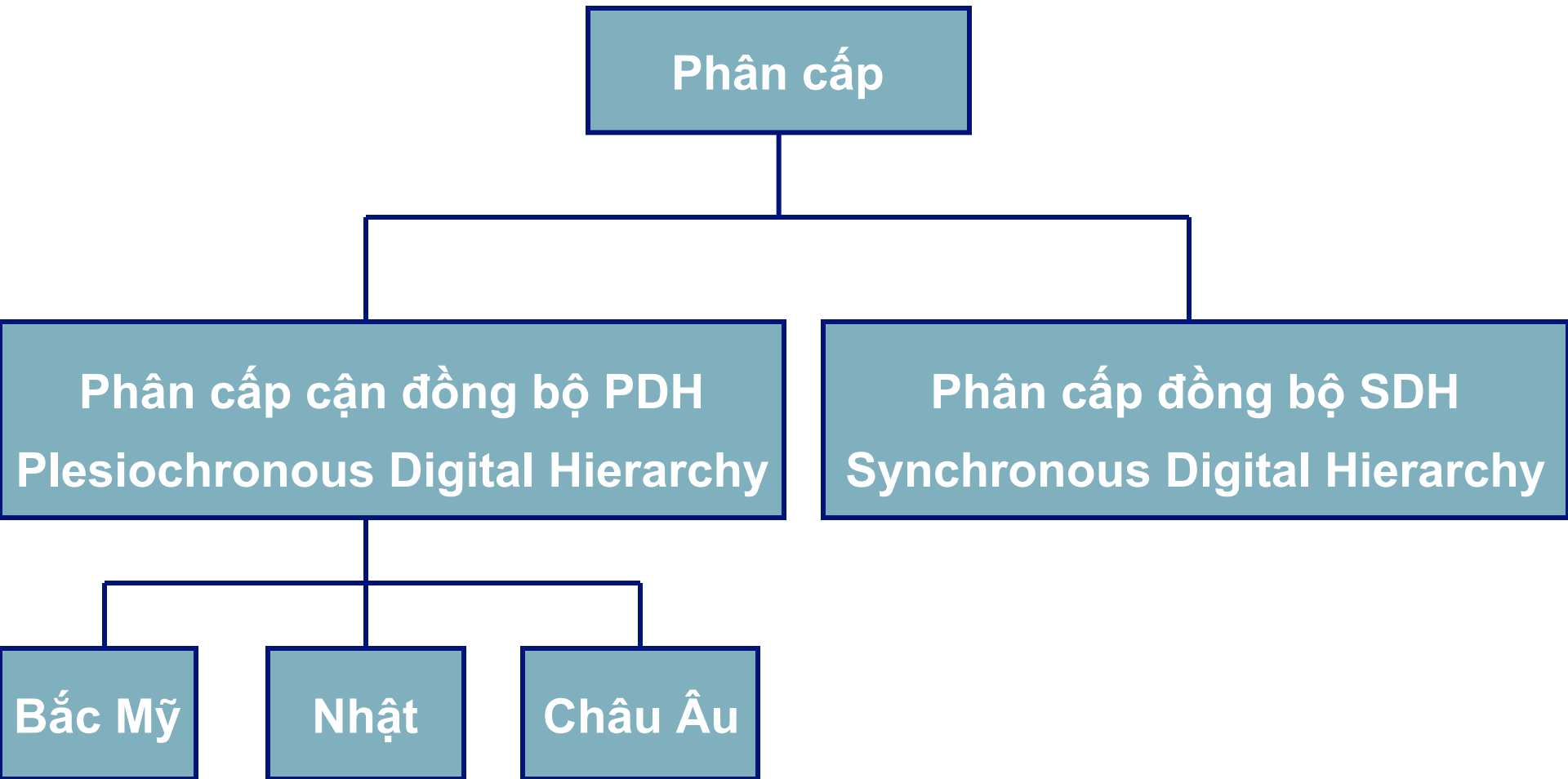
Ghép kênh TDM chèn bit



Thiết kế bộ ghép kênh TDM



Phân cấp hệ thống TDM



Bài tập

1. Design a TDM PCM system that will accommodate four 300 bps (synchronous) digital input and one analog input that has a bandwidth of 500 Hz. Assume that the analog samples will be encoded into 4-bit PCM words. Draw a block diagram for your design, indicating the data rates at the various points on the diagram. Explain how your design works

Nội dung bài 6

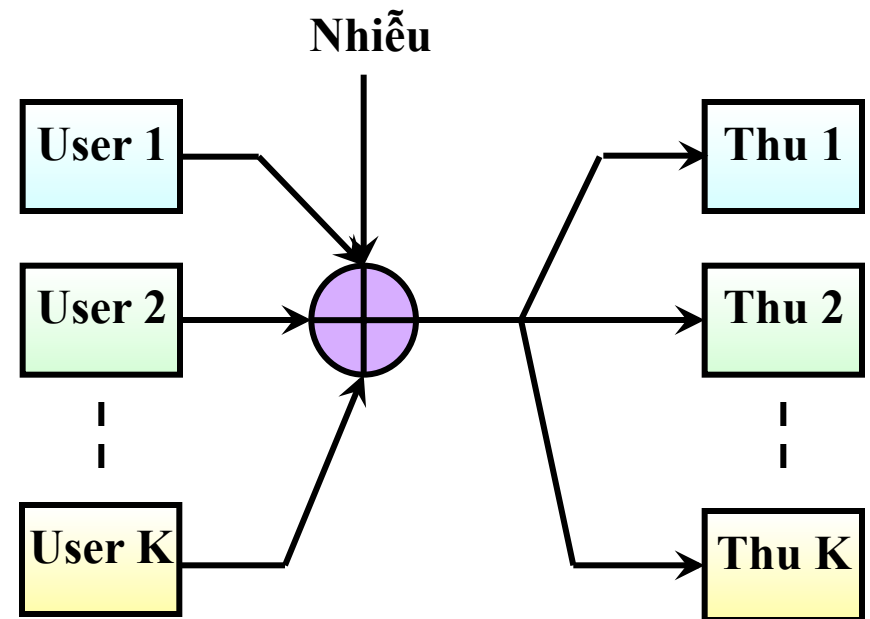
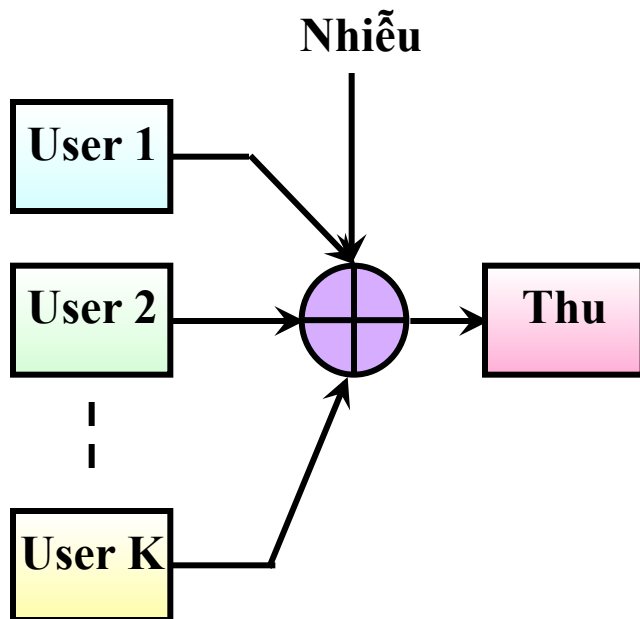
30

1. Giới thiệu kỹ thuật ghép kênh và đa truy cập
2. Kỹ thuật ghép kênh
3. **Kỹ thuật đa truy cập**

Phân loại đa truy cập

- ❑ Đa truy cập phân chia theo không gian (**SDMA**)
- ❑ Đa truy cập phân chia theo tần số (**FDMA**)
- ❑ Đa truy cập phân chia theo thời gian (**TDMA**)
- ❑ Đa truy cập phân chia theo mã (**CDMA**)

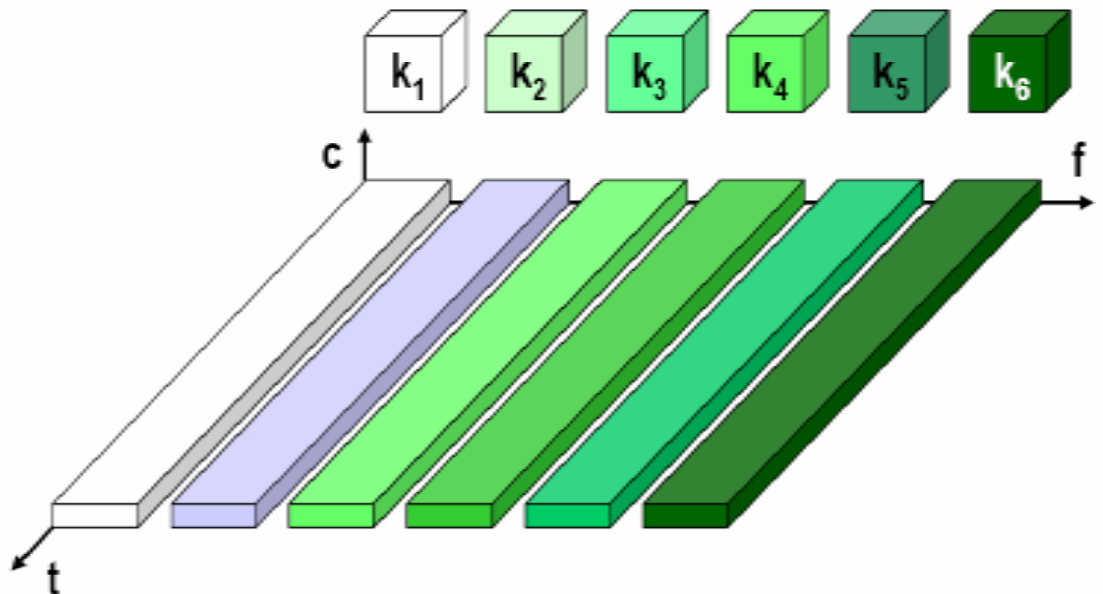
Mô hình hệ thống đa truy cập



Nguyên lý FDMA

Các user phát tín hiệu cùng lúc, mã hóa theo cùng cách, về cùng một hướng nhưng mỗi tín hiệu phát trong một **băng con khác nhau**

Cần đảm bảo khoảng cách đủ lớn giữa các sóng mang để tránh nhiễu giao thoa giữa các kênh lân cận (băng bảo vệ)



Tính toán các thông số cơ bản

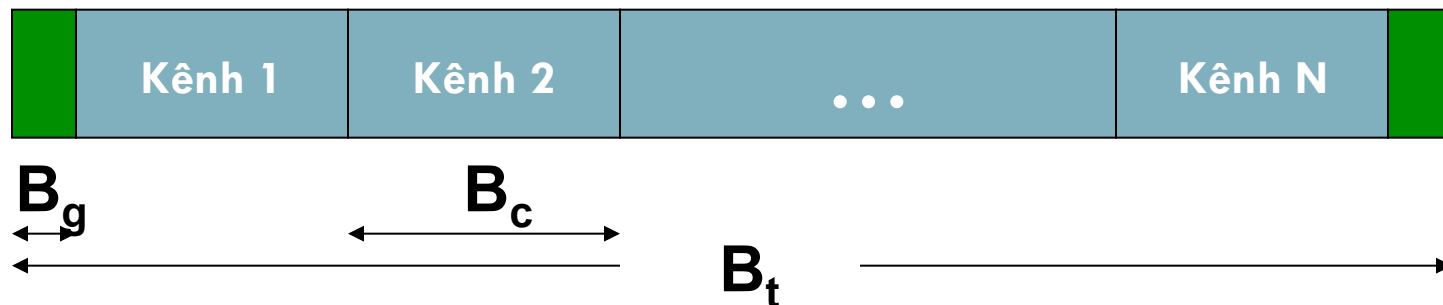
Dung lượng hệ thống FDMA (Số kênh trong hệ thống):

Băng thông tổng

Băng thông bảo vệ ở 2 rìa

$$N_{\text{FDMA}} = \frac{B_t - 2B_{\text{guard}}}{B_c}$$

Băng thông cấp cho mỗi kênh



Tính toán các thông số cơ bản (tt)

Các kênh trong hệ thống FDMA gồm kênh dữ liệu và điều khiển

$$N_{FDMA} = \frac{B_t - 2B_{guard}}{B_c} = N_{ctl} + N_{data}$$

Bảng thông truyền dẫn:

$$B_t = B_c \cdot N_{ctl} + B_c \cdot N_{data} + 2B_{guard}$$

Hiệu suất phổ:

$$\eta_{FDMA} = \frac{B_c \cdot N_{data}}{B_t} < 1$$

Ưu khuyết điểm của FDMA

Ưu điểm:

Thực hiện FDMA đơn giản (do không cần đồng bộ thời gian)

Tín hiệu FDMA ít nhạy cảm với đa đường

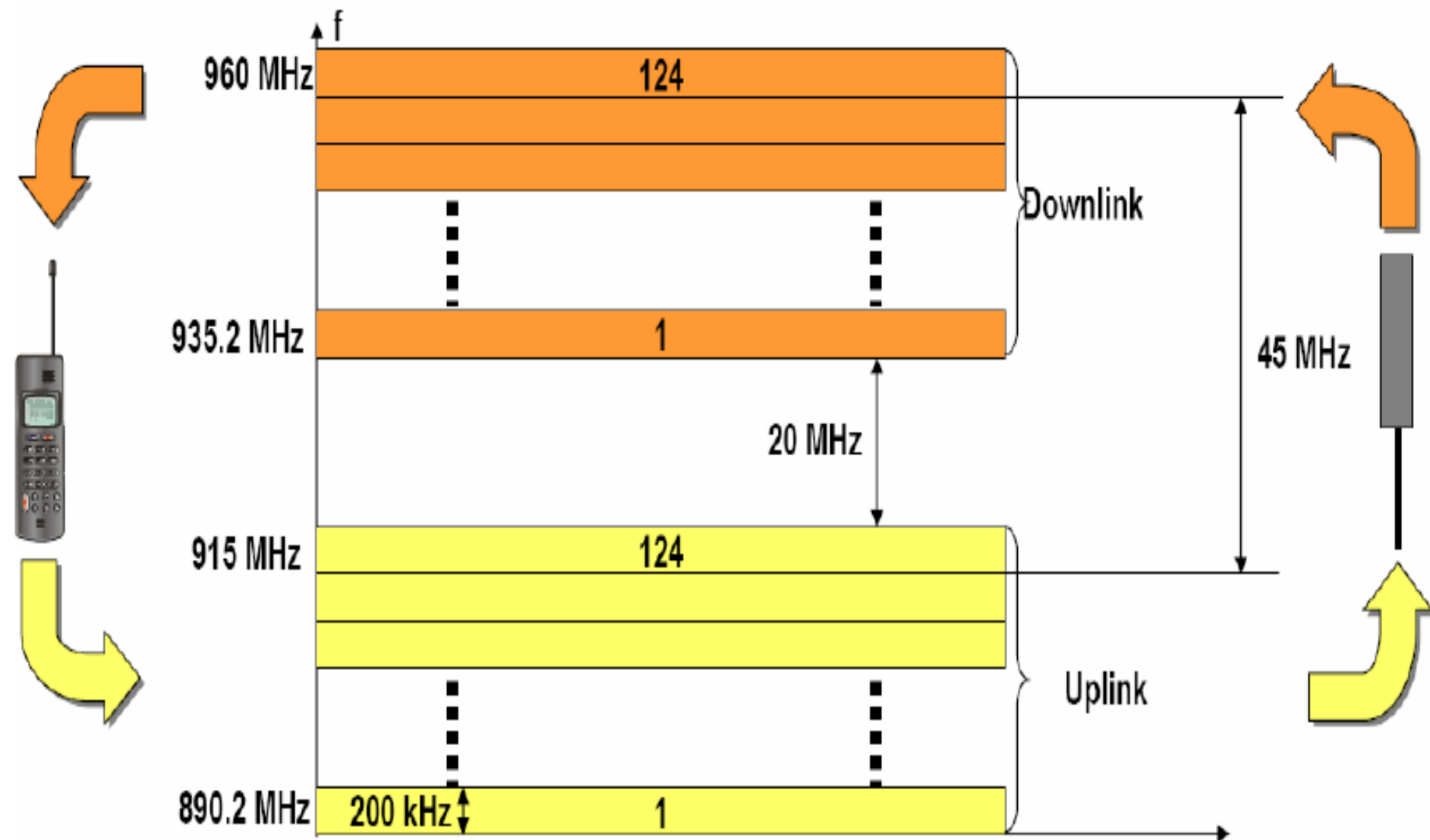
Khuyết điểm:

Phải phân chia & quy hoạch tần số thống nhất

Mỗi sóng mang chỉ truyền được một kênh nên hiệu suất phổ thấp

Tăng hiệu suất phổ bằng kỹ thuật TDD (Time Division Duplex)

Ví dụ hệ thống FDMA (GSM 900)

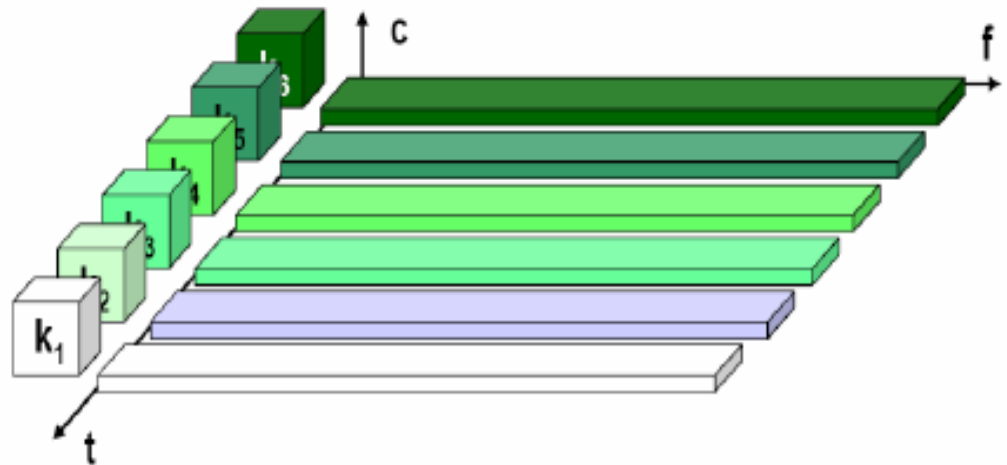


Nguyên lý TDMA

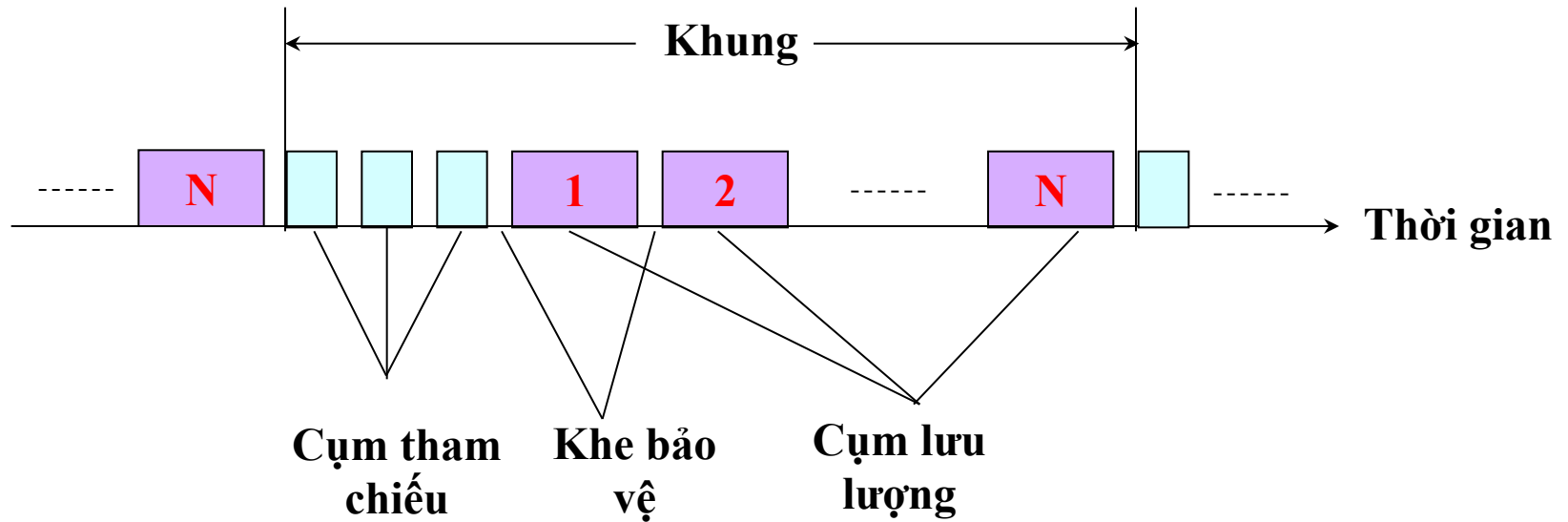
Các user phát tín hiệu trong cùng băng thông, mã hóa cùng cách, về cùng một hướng nhưng vào các **thời điểm khác nhau**

Tín hiệu được phát theo **cụm** rời rạc, mỗi cụm trong một **khe** riêng. Các cụm tuần tự xếp thành một **khung**

Cần đảm bảo khoảng cách thời gian đủ lớn giữa các cụm để các kênh không giao thoa lẫn nhau



Cấu trúc khung TDMA



Cụm tham chiếu ở đầu khung TDMA → Đồng bộ thu - phát

Tính toán các thông số cơ bản

Dung lượng hệ thống TDMA:

Số user tối đa được hỗ trợ trong mỗi băng

$$N_{\text{TDMA}} = \frac{m(B_t - 2B_{\text{guard}})}{B_c}$$

wideband TDMA: $B_c \approx B_t$
narrowband TDMA: $B_c \ll B_t$

Thời gian phòng vệ:

$$t_g \geq t_{\text{ABmax}}$$

(t_{ABmax} = thời gian truyền tín hiệu giữa 2 trạm A và B)

Tính toán các thông số cơ bản (tt)

Hiệu suất phổ: phần trăm thời gian truyền các ký tự mang tin trong mỗi khung

- Đối với hệ thống băng rộng:

The formula for wideband system efficiency is shown in a red box:

$$\eta_{W-TDMA} = \frac{T_f - T_{\text{guard}}}{T_f} \cdot \frac{L_d}{L_s}$$

Labels with arrows pointing to the formula components:

- Thời gian khung (Frame time) points to T_f in the denominator of the first fraction.
- Thời gian phòng vệ (Guard time) points to T_{guard} in the numerator of the first fraction.
- Số ký tự mang tin (Number of data characters) points to L_d in the numerator of the second fraction.
- Số ký tự trong khung (Number of characters in the frame) points to L_s in the denominator of the second fraction.

- Đối với hệ thống băng hẹp:

The formula for narrowband system efficiency is shown in a red box:

$$\eta_{N-TDMA} = \eta_{W-TDMA} \cdot \frac{B_c \cdot N_{\text{data}}}{B_t}$$

Ưu khuyết điểm của TDMA

Ưu điểm:

Công suất tiêu thụ nguồn thấp

Tiết kiệm tần số hơn FDMA

Dung lượng cao hơn FDMA

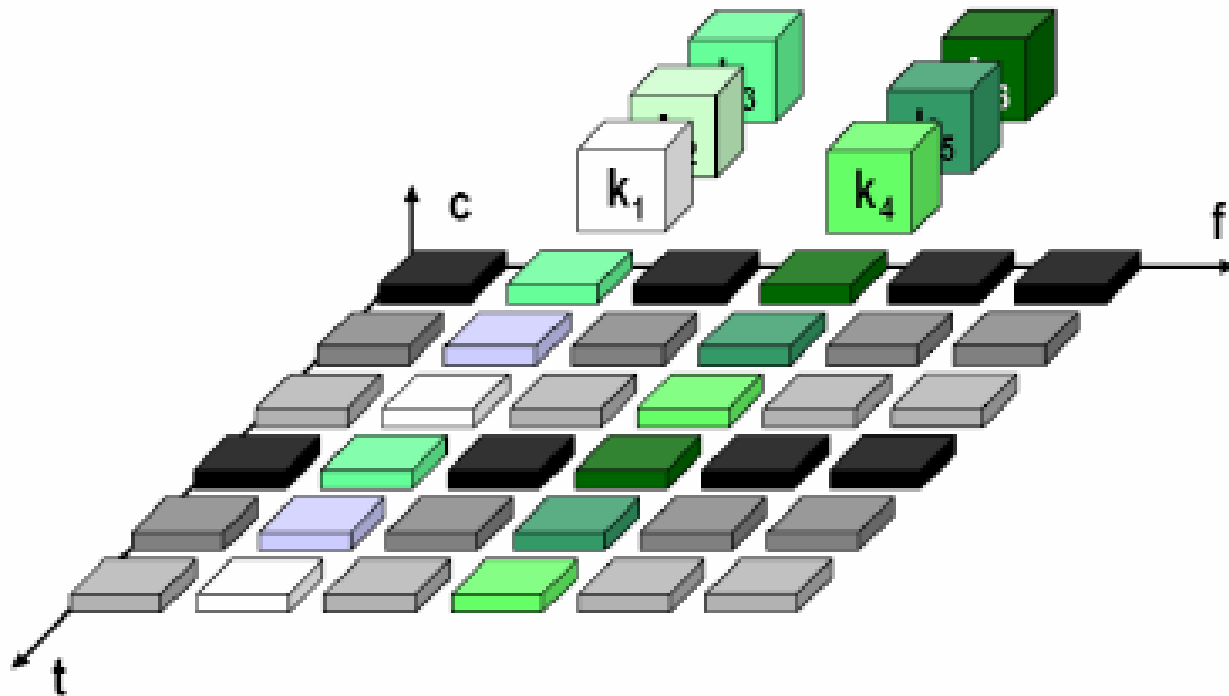
Khuyết điểm:

Đồng bộ phức tạp

Trễ lớn

Đối với hệ thống tốc độ lớn, phải mã hóa thích nghi

Kết hợp FDMA và TDMA



Một user phát tín hiệu trong một băng thông nào đấy trong một khoảng thời gian xác định nào đấy

Ví dụ

- Trong đường truyền GSM, $B_t = 25 \text{ MHz}$, $B_c = 200 \text{ kHz}$, mỗi B_c hỗ trợ 8 kênh thoại. Giả sử $B_{\text{guard}} = 0$, ta có:

$$N = \frac{8(25 \times 10^6)}{200 \times 10^3} = 1000 \text{ voice channels}$$

- Mỗi khe thời gian GSM bao gồm 6 bit mào đầu, 8.25 bit bảo vệ, 26 bit huấn luyện và 2 cụm lưu lượng chứa 58 bit dữ liệu:
- Với mỗi khung thời gian:
 - Số bit điều khiển = $8(6 + 8.25 + 26) = 322 \text{ bit}$
 - Số bit mang tin = $8 \times 2 \times 58 = 928 \text{ bit}$
 - Số bit tổng cộng = $322 + 928 = 1250 \text{ bit}$
- Hiệu suất của đường truyền

$$\eta = \frac{928}{1250} = 74.24\%$$