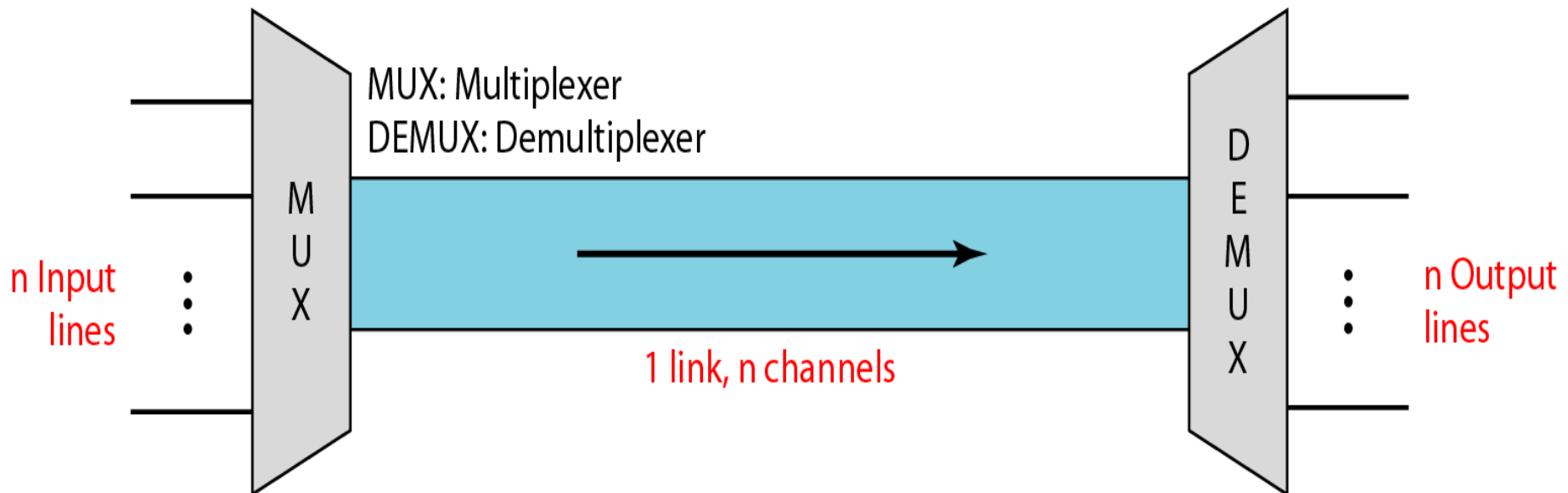

CHƯƠNG 6

GHÉP KÊNH

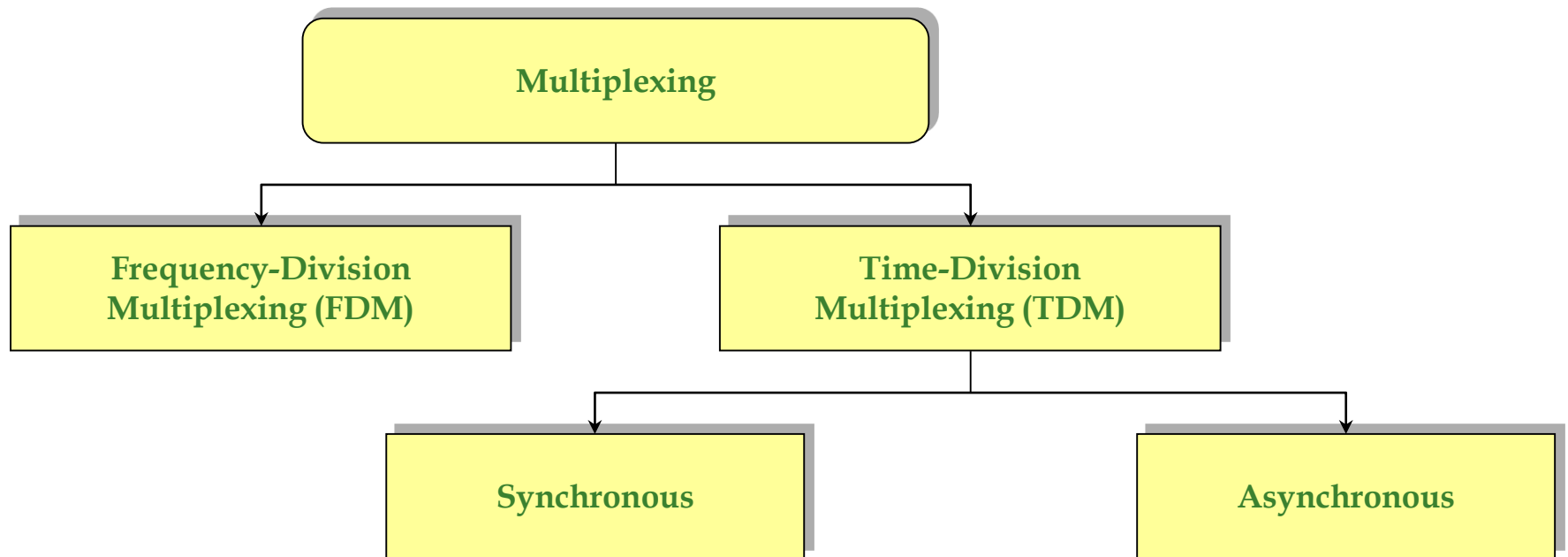
MULTIPLEXING

Ghép kênh - Multiplexing

- Trong trường hợp đơn giản, một môi trường truyền dẫn có thể mang một tín hiệu ở một thời điểm
- Để nhiều tín hiệu có thể chia sẻ một môi trường truyền dẫn, phải có phương cách phân chia theo một cách nào đó để mỗi tín hiệu chiếm một phần của băng thông truyền dẫn



Ghép kênh - Multiplexing

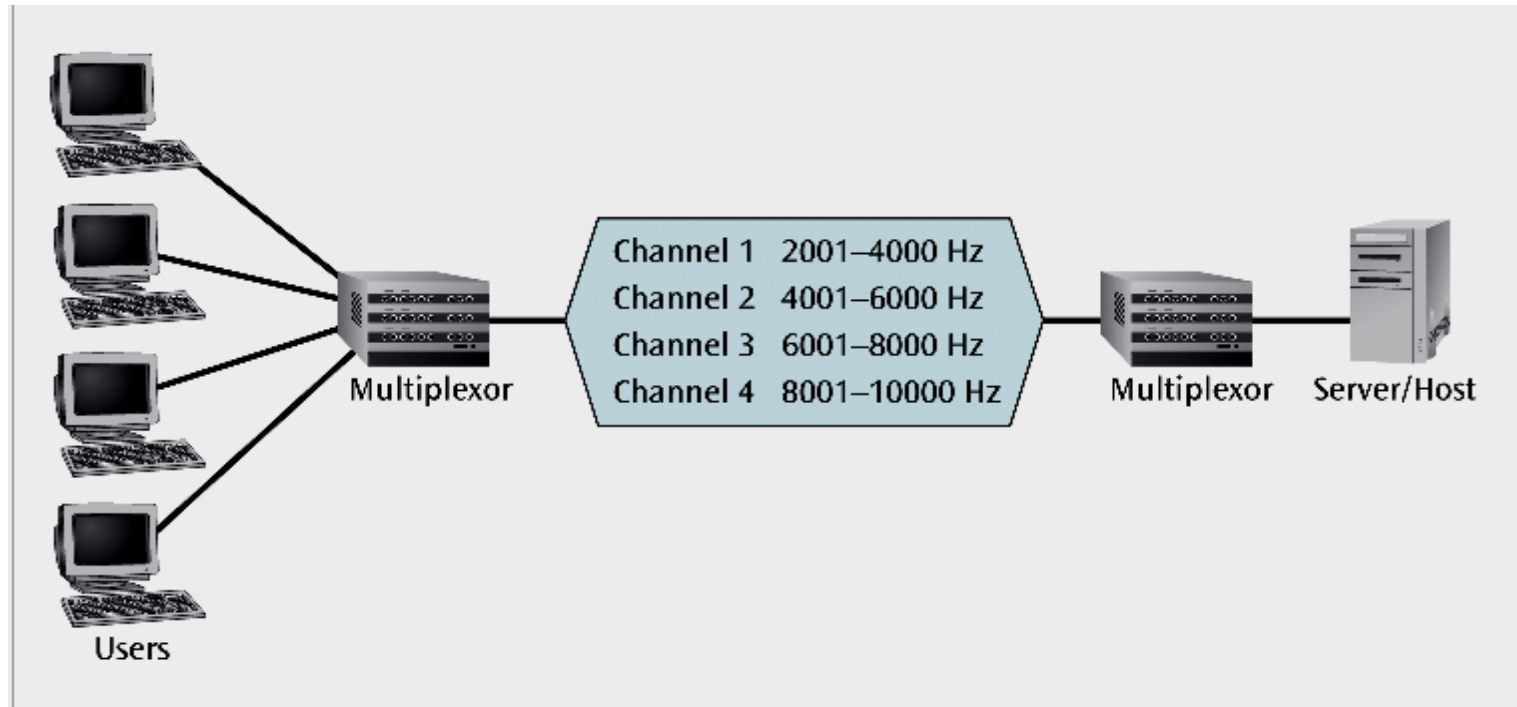


Ghép kênh theo tần số

Frequency Division Multiplexing (FDM)

- FDM
- Phương pháp này chỉ hiện thực được khi băng thông môi trường truyền lớn hơn băng thông mà tín hiệu được truyền yêu cầu
- Gán những dải tần số không chồng lấp (non-overlapping) cho những thuê bao hoặc tín hiệu trên một môi trường truyền dẫn.
- Nhiều tín hiệu có thể được truyền đồng thời nếu mỗi tín hiệu được điều chế trên một tần số sóng mang
- Các tần số sóng mang khác nhau sao cho băng thông của các tín hiệu được điều chế không trùng lấp nhau (guard bands)
- Ví dụ broadcast radio

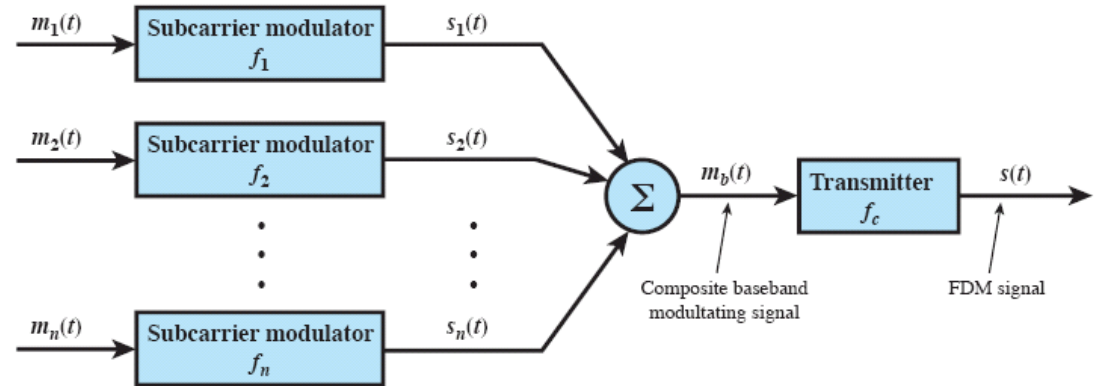
Ghép kênh theo tần số



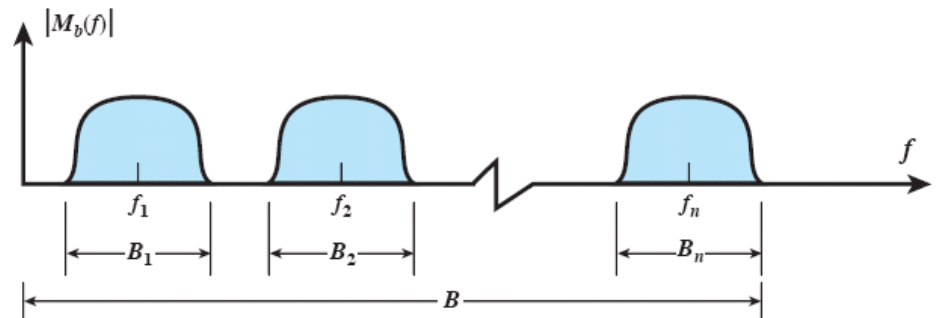
Ghép kênh theo tần số

- Một bộ ghép kênh nhận các đầu vào và gán các tần số cho mỗi thiết bị.
- Một bộ ghép kênh (multiplexor) được gắn với một đường truyền dẫn tốc độ cao.
- Một bộ phân kênh (demultiplexor) ở đầu kia sẽ tách ra các kênh từ đường truyền dẫn tốc độ cao.
- Kênh truyền được cấp phát ngay cả khi không có dữ liệu (cấp phát tĩnh)
- FDM được dùng trong truyền quảng bá vô tuyến và truyền hình, truyền hình cáp (cable television), và các hệ thống điện thoại di động tế bào AMPS

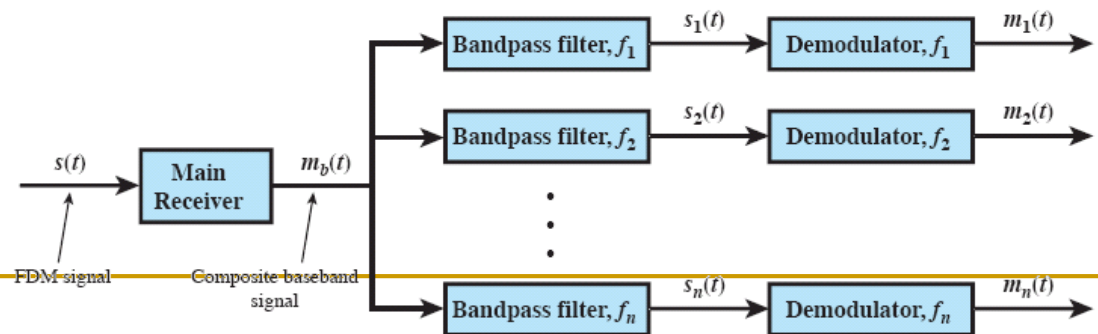
FDM



(a) Transmitter

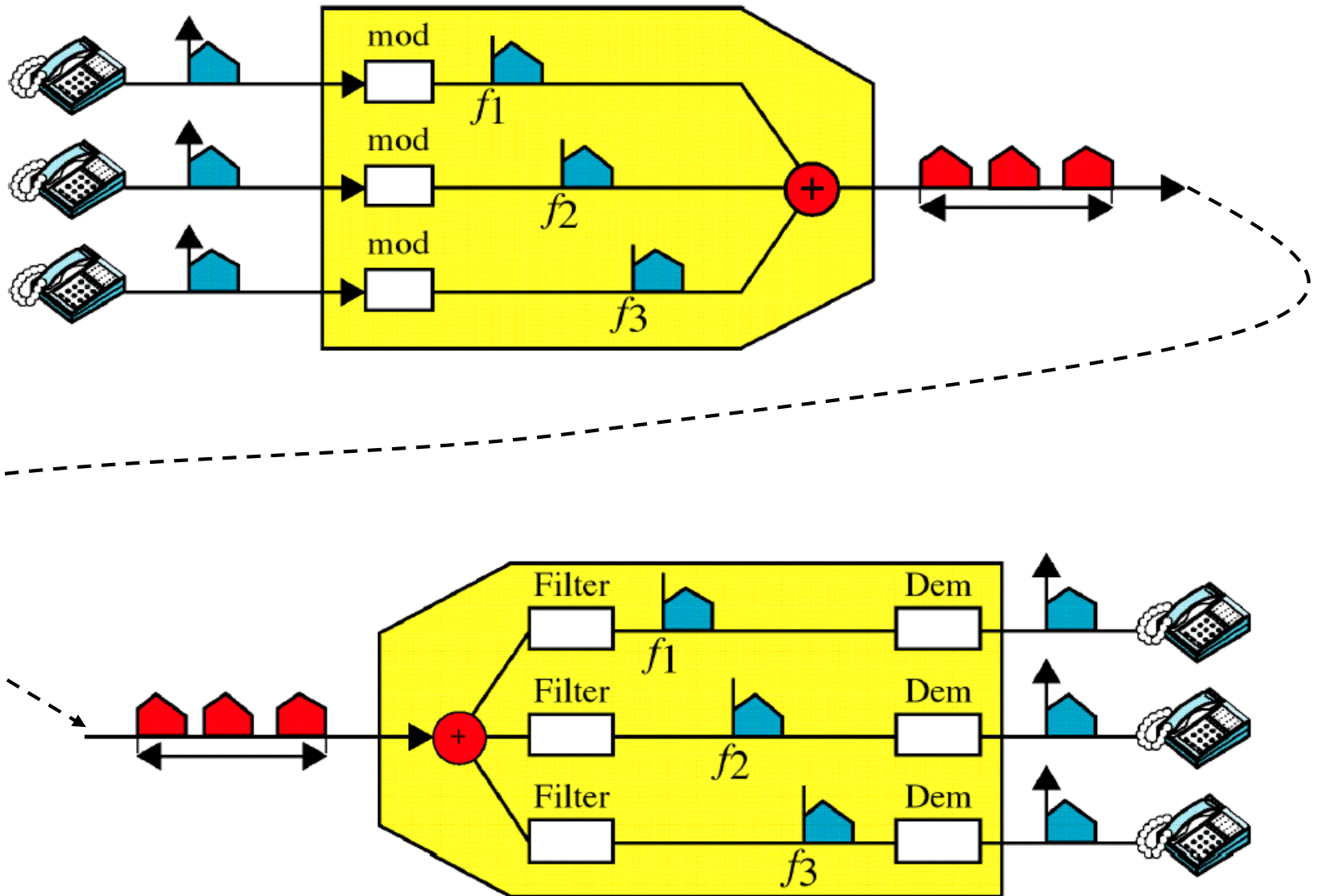


(b) Spectrum of composite baseband modulating signal

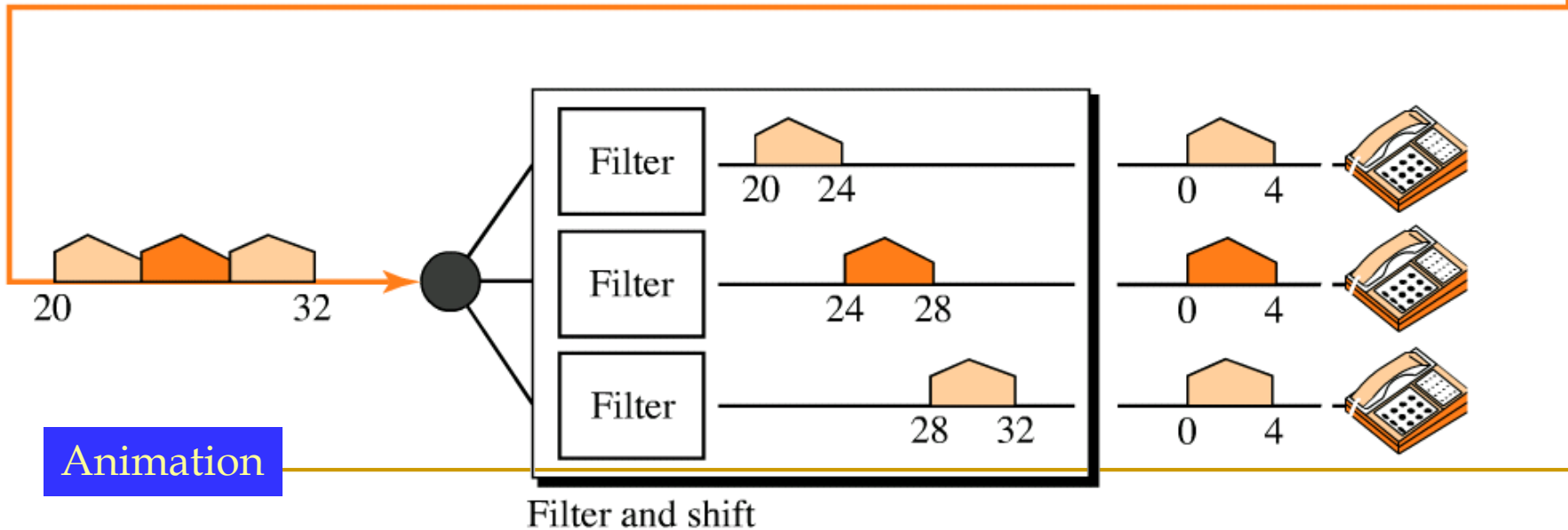
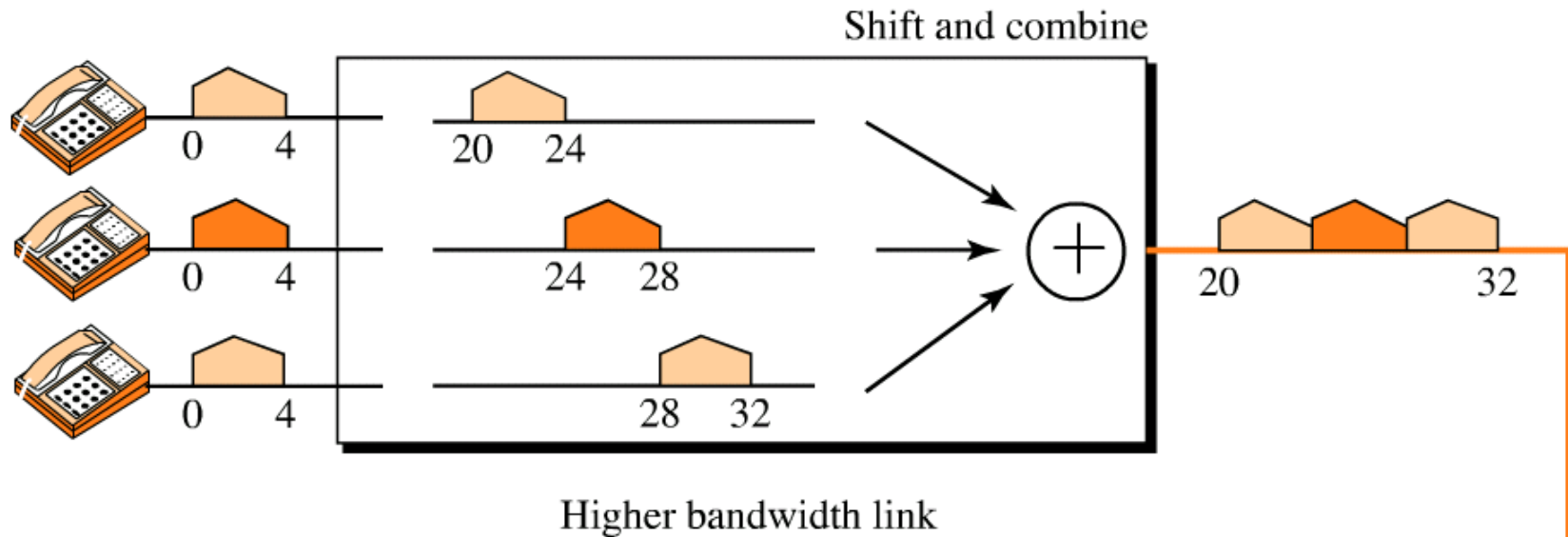


(c) Receiver

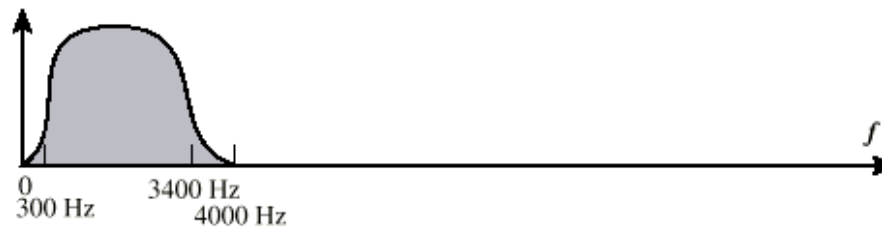
FDM



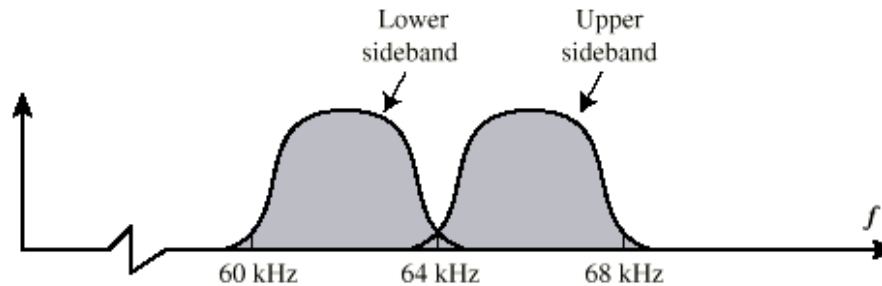
FDM



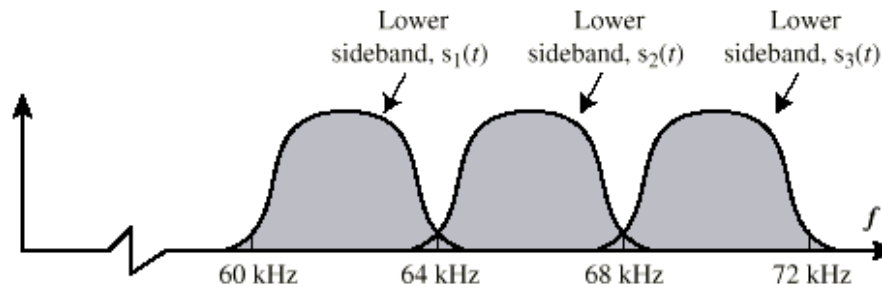
FDM của 3 kênh thoại



(a) Spectrum of $m_1(t)$, positive f

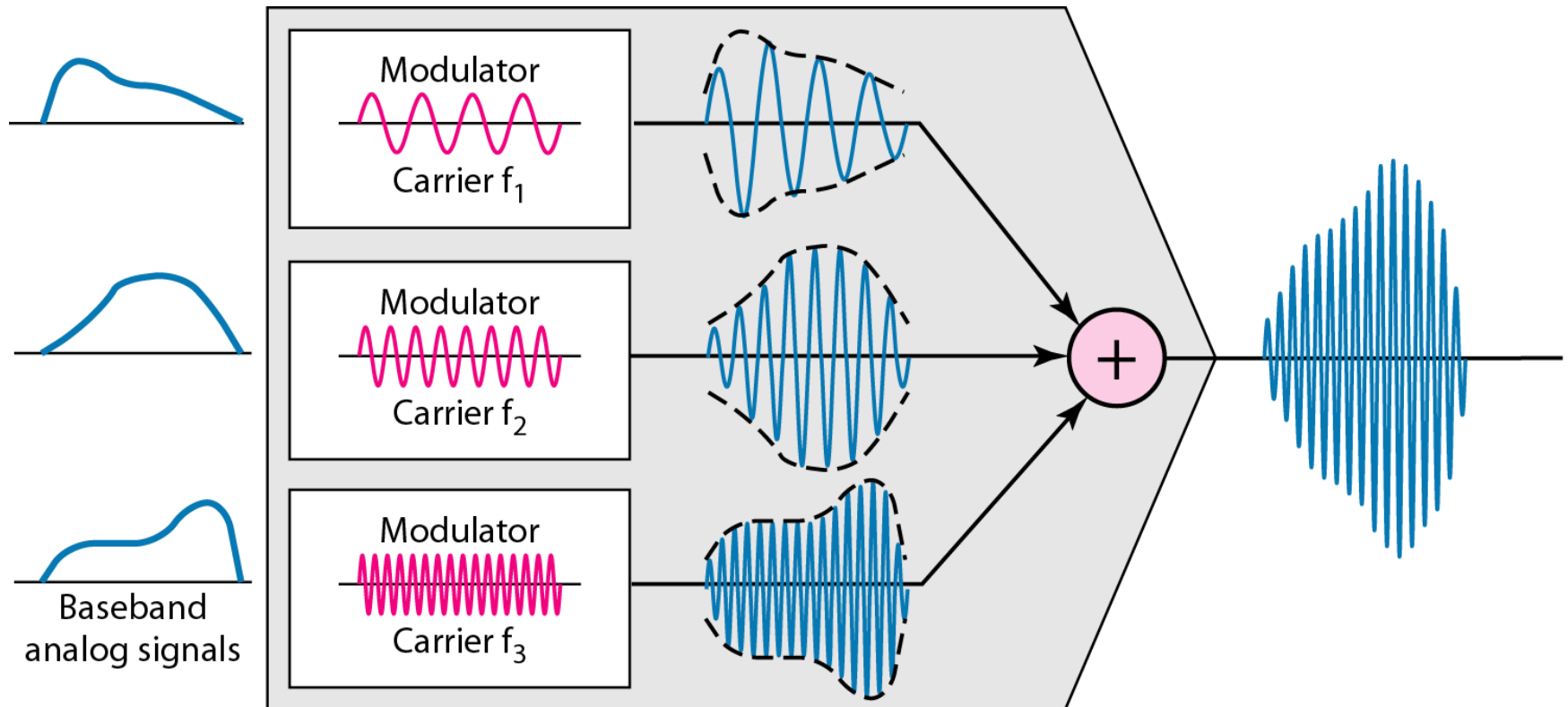


(b) Spectrum of $s_1(t)$ for $f_1 = 64$ kHz

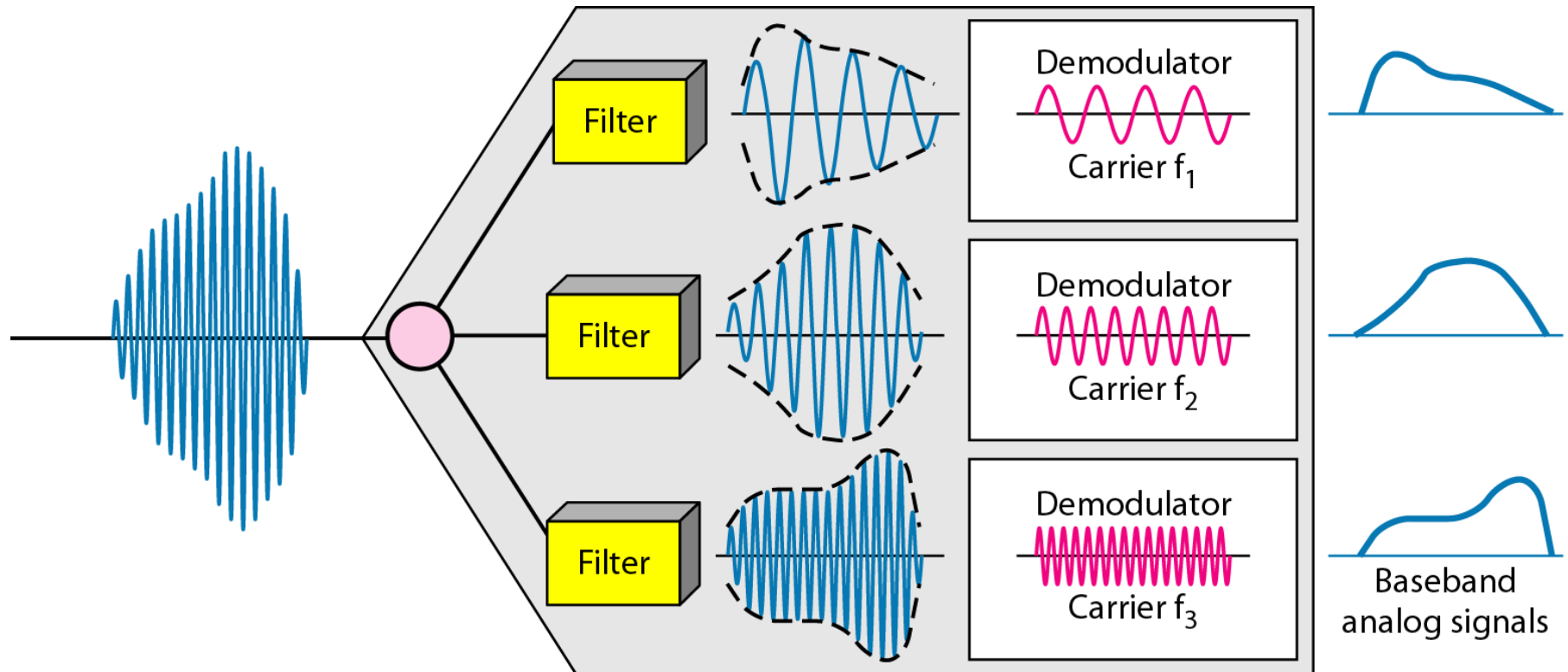


(c) Spectrum of composite signal using subcarriers at 64 kHz, 68 kHz, and 72 kHz

FDM của 3 kênh thoại (tiếp)



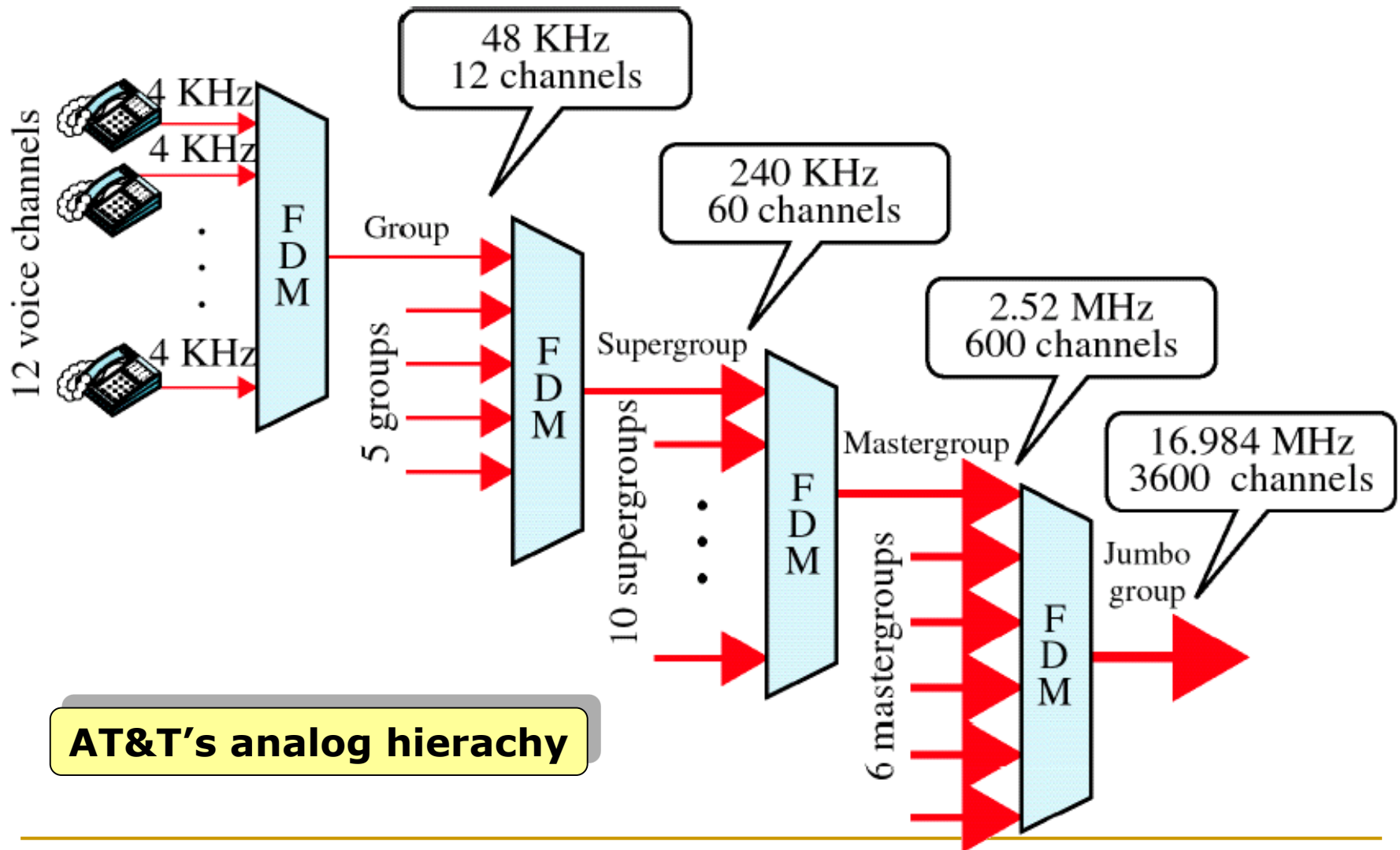
FDM của 3 kênh thoại (tiếp)



Hệ thống truyền tải analog

- Hãng AT&T Mỹ
- Cấu trúc hình cây dùng FDM
- Nhóm kênh
 - 12 kênh thoại (4kHz mỗi kênh) = 48kHz
 - Trong khoảng 60kHz tới 108Khz
- Nhóm cấp cao (Supergroup)
 - 60 kênh
 - Là hợp của 5 nhóm kênh với băng tần 420kHz và 612 kHz
- Nhóm chính (Mastergroup)
 - 10 nhóm cấp cao

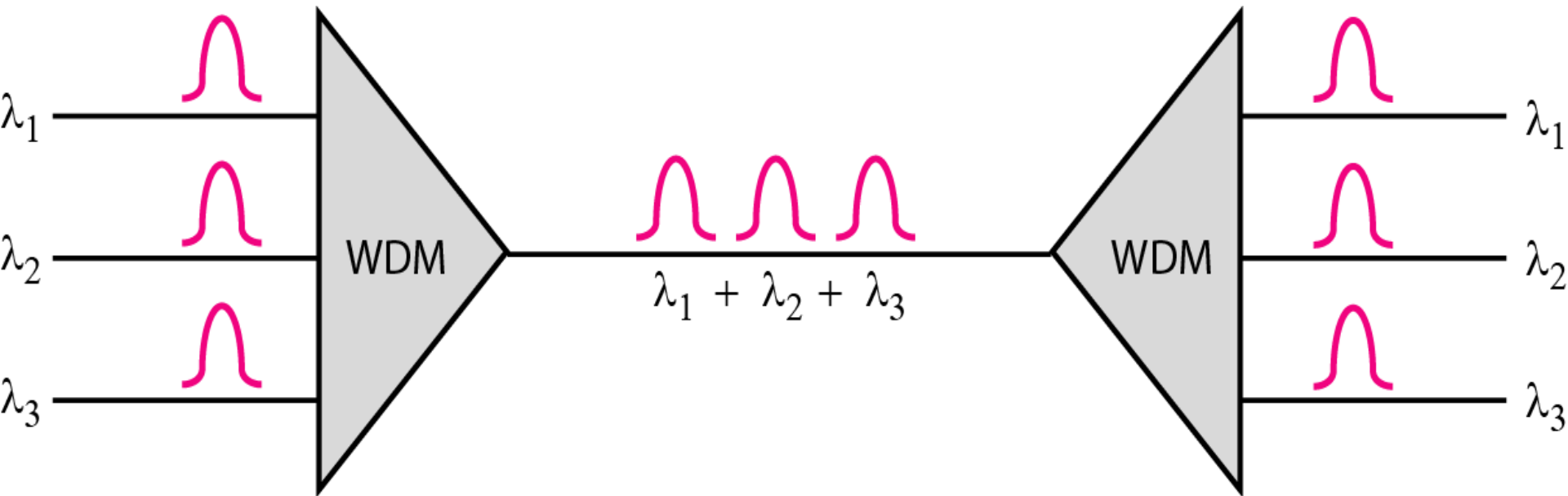
Hệ thống truyền tải AT&T



Wavelength Division Multiplexing

- WDM ghép nhiều chuỗi dữ liệu vào một đường cáp sợi quang đơn, là một dạng của FDM
- Các kênh laser có bước sóng khác nhau truyền các tín hiệu khác nhau, mỗi tín hiệu truyền trong sợi quang có thể truyền dẫn ở bước sóng khác nhau so với các tín hiệu khác
- Mỗi màu ánh sáng (chiều dài sóng khác nhau) được truyền trên kênh dữ liệu riêng biệt

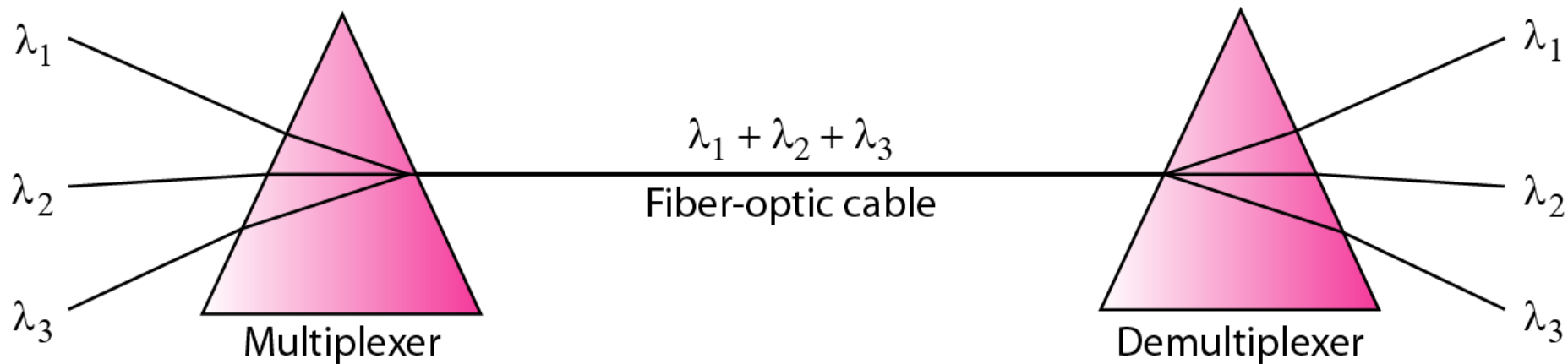
Wavelength Division Multiplexing



Wavelength Division Multiplexing

- WDM mật độ cao kết hợp nhiều bước sóng (30, 40, 50, 60, hoặc hơn?) vào một sợi cáp quang
- WDM mật độ thấp kết hợp chỉ một vài bước sóng.
- Vào 1997 tại Bell Labs có hệ thống
 - 100 chùm ánh sáng
 - Mỗi chùm tốc độ 10 Gbps
 - 1 terabit per second (Tbps)
- Hệ thống thương mại hiện tại có 160 kênh, mỗi kênh 10 Gbps
- Phòng thí nghiệm (Alcatel) có thể có 256 kênh với tốc độ 39.8 Gbps mỗi kênh
 - 10.1 Tbps
 - Trên 100km

Wavelength Division Multiplexing



Hoạt động WDM

- Cùng kiến trúc tổng quát như các phương pháp FDM khác
- Nguồn sáng tạo ra các chùm laser với tần số khác nhau
- Nhiều chùm sáng kết hợp với nhau để lan truyền trên cùng một cáp quang
- Bộ khuếch đại quang học
 - Khuếch đại tất cả chiều dài sóng khác nhau
 - Thông thường khoảng cách $\sim 10\text{km}$
- Phân kênh tại đích đến

Dense Wavelength Division Multiplexing

- DWDM
 - Chưa có định nghĩa chính thức (chưa chuẩn hóa)
 - Các kênh sát nhau hơn WDM
 - 200GHz
-

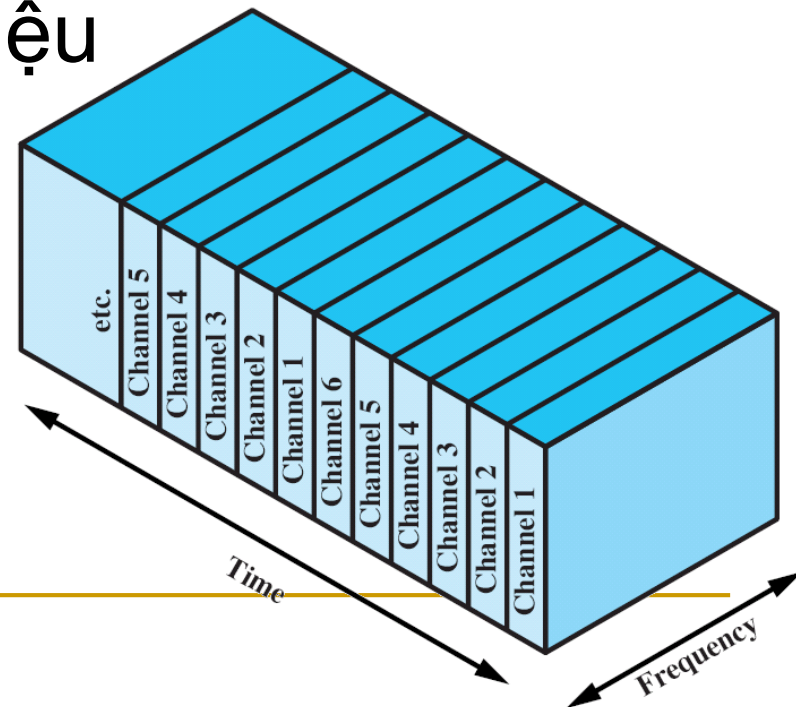
TDM đồng bộ

Synchronous Time Division Multiplexing

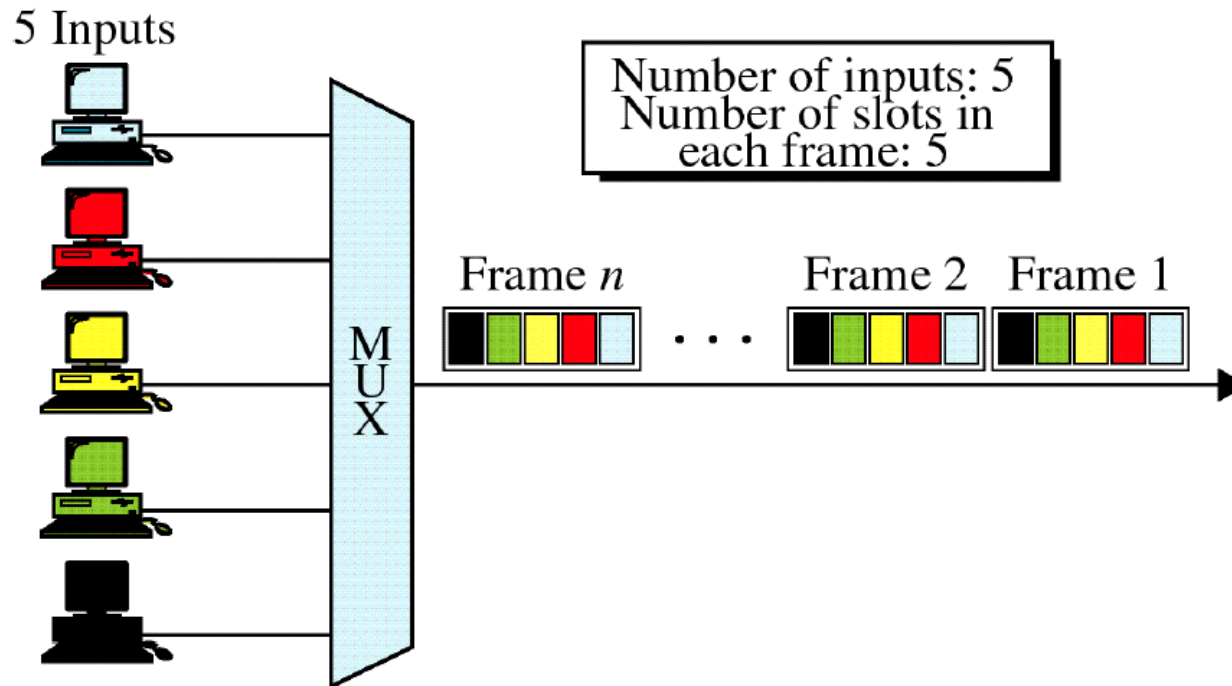
- TDM - Time Division Multiplexing: Ghép kênh phân chia theo thời gian, đây là phương thức TDM đầu tiên
- Phương pháp này hiện thực được khi tốc độ dữ liệu (băng thông,...) môi trường truyền lớn hơn tốc độ dữ liệu mà tín hiệu được truyền yêu cầu
- Nhiều tín hiệu (cả analog và digital) có thể được truyền đồng thời trên cùng một đường truyền bằng cách đan xen các phần của mỗi tín hiệu theo thời gian (time slot)
- Bộ ghép kênh (multiplexor) nhận tín hiệu từ các thiết bị nối tới nó theo phương pháp luân chuyển theo vòng và truyền dữ liệu trong một mẫu không kết thúc

TDM đồng bộ

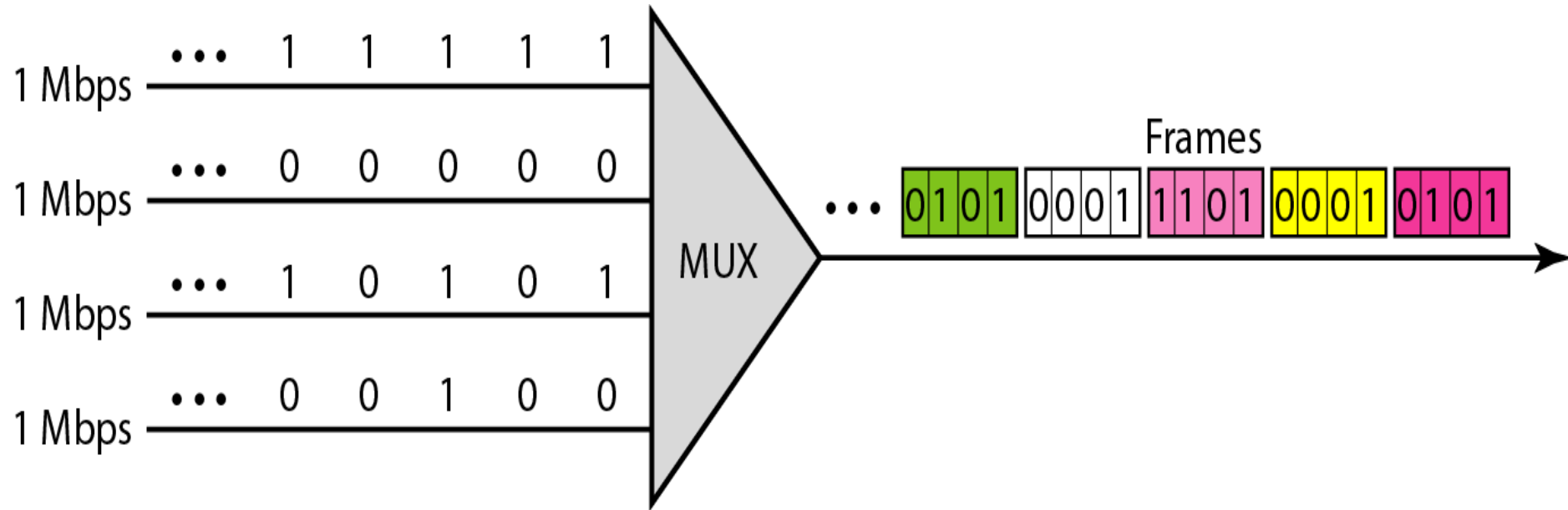
- Time slot được gán trước và tĩnh (time slot được cấp phát ngay cả khi không có dữ liệu để truyền)
- Time slot có thể được gán không đồng đều giữa các nguồn dữ liệu



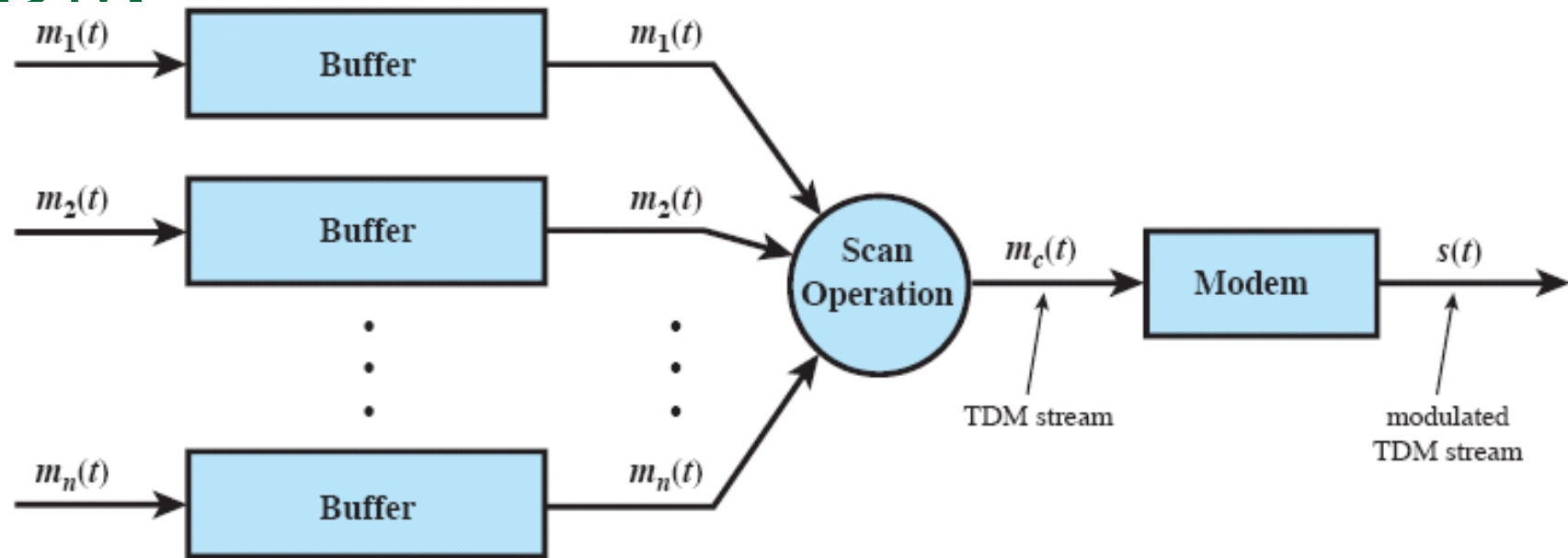
TDM



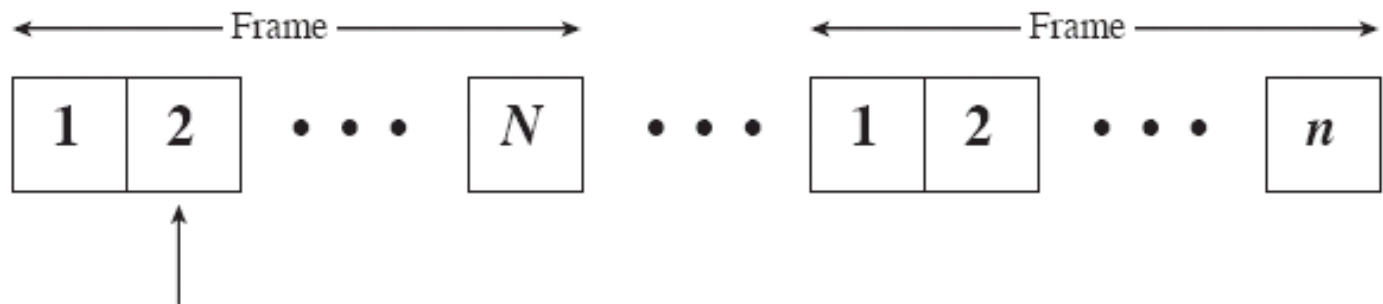
Ví dụ TDM



TDM



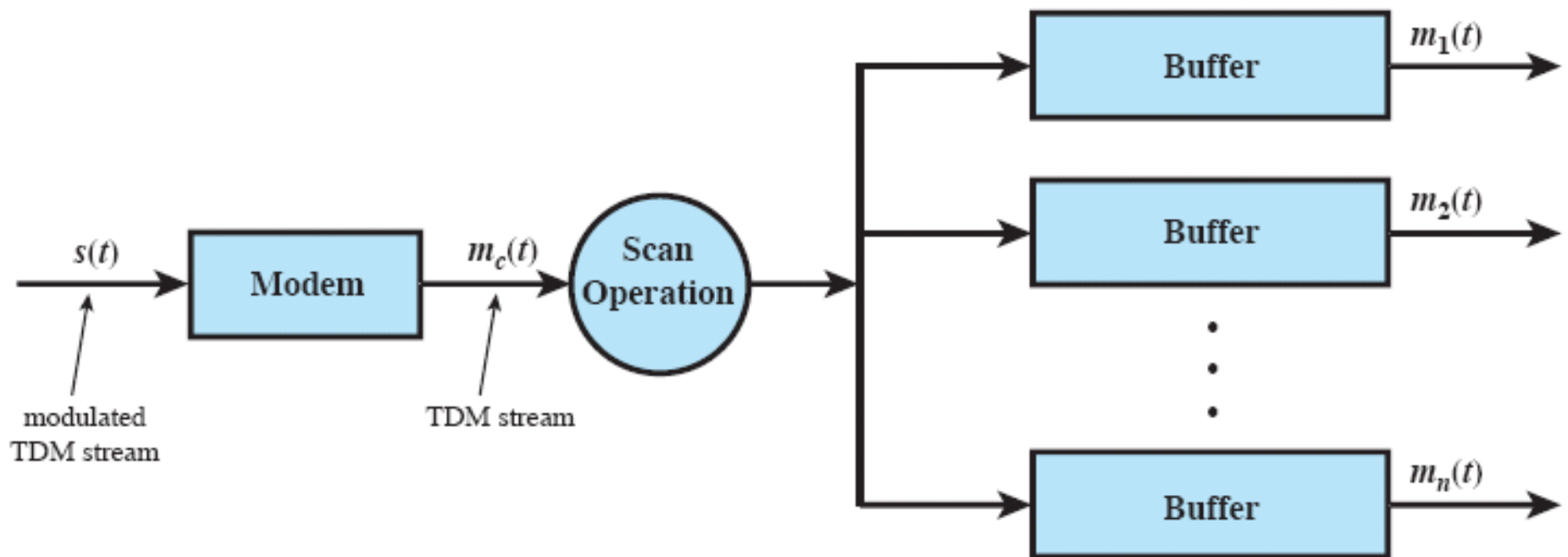
(a) Transmitter



Time slot: may be
empty or occupied

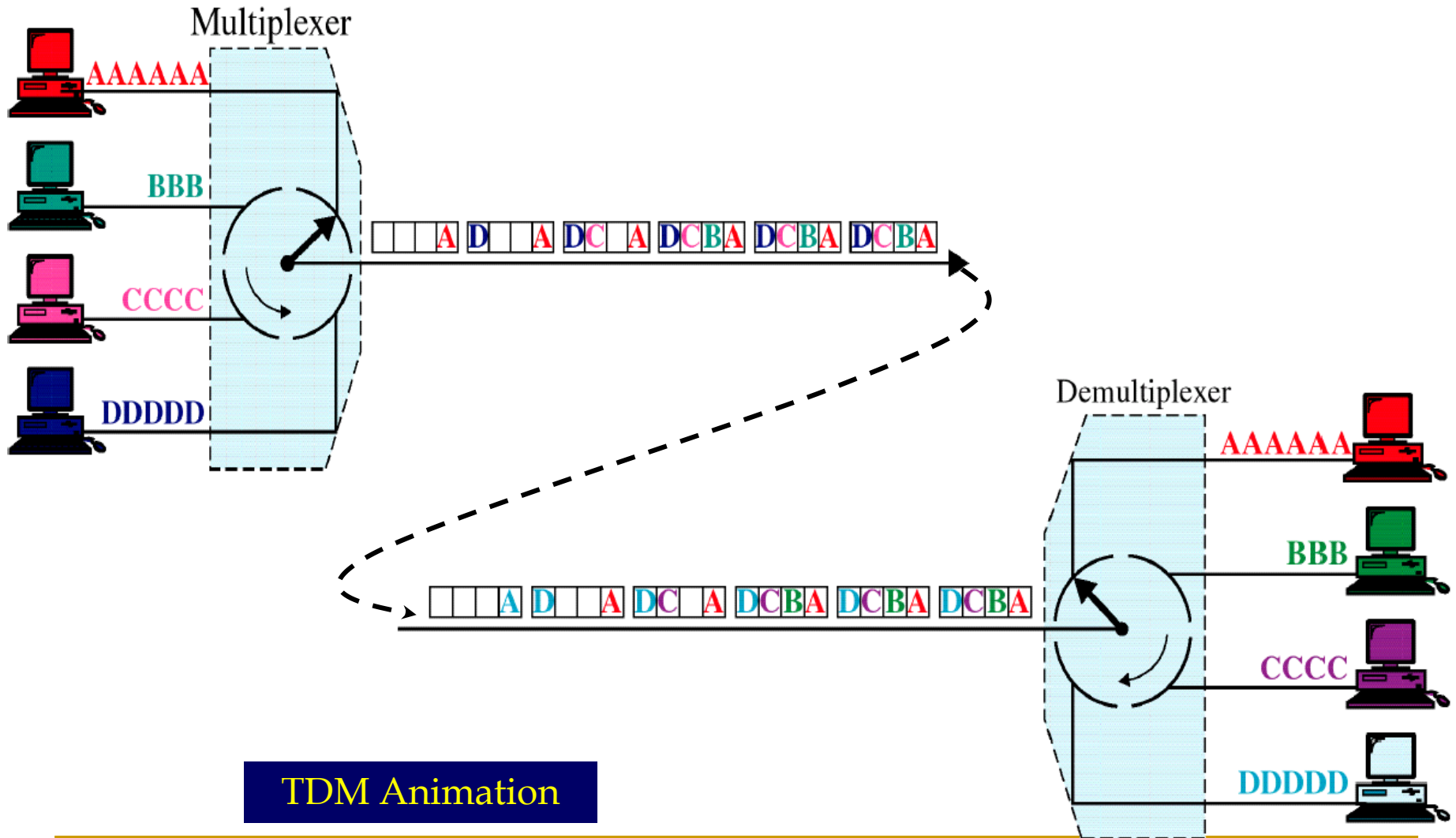
(b) TDM Frames

TDM



(c) Receiver

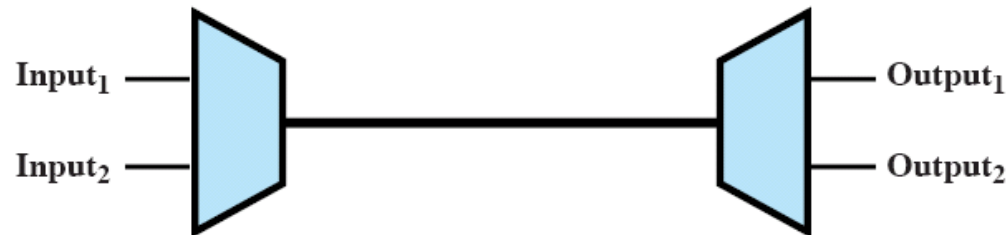
TDM



TDM – Điều khiển liên kết

- Không cần header và tailer
- Không cần các nghi thức điều khiển liên kết dữ liệu (cho toàn bộ đường truyền phân/hợp)
- Điều khiển dòng
 - Tốc độ dữ liệu của đường truyền phân/hợp cố định
 - Nếu có một kênh không thể nhận dữ liệu, các kênh khác vẫn tiếp tục
 - Nguồn phát tương ứng phải ngưng → bỏ kênh trống (empty slot)
- Điều khiển lỗi
 - Lỗi được phát hiện và xử lý bởi từng kênh riêng biệt

TDM – Điều khiển liên kết



(a) Configuration

Input₁..... F₁ f₁ f₁ d₁ d₁ d₁ C₁ A₁ F₁ f₁ f₁ d₁ d₁ d₁ C₁ A₁ F₁
 Input₂... F₂ f₂ f₂ d₂ d₂ d₂ d₂ C₂ A₂ F₂ f₂ f₂ d₂ d₂ d₂ d₂ C₂ A₂ F₂

(b) Input data streams

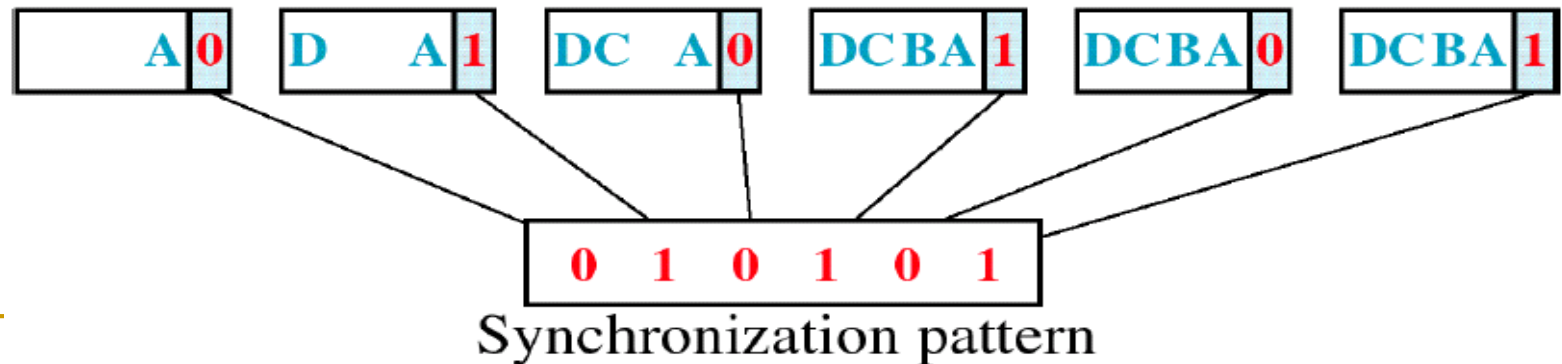
... f₂ F₁ d₂ f₁ d₂ f₁ d₂ d₁ d₂ d₁ C₂ d₁ A₂ C₁ F₂ A₁ f₂ F₁ f₂ f₁ d₂ f₁ d₂ d₁ d₂ d₁ d₂ d₁ C₂ C₁ A₂ A₁ F₂ F₁

(c) Multiplexed data stream

Legend: F = flag field d = one octet of data field
 A = address field f = one octet of FCS field
 C = control field

TDM – Framing

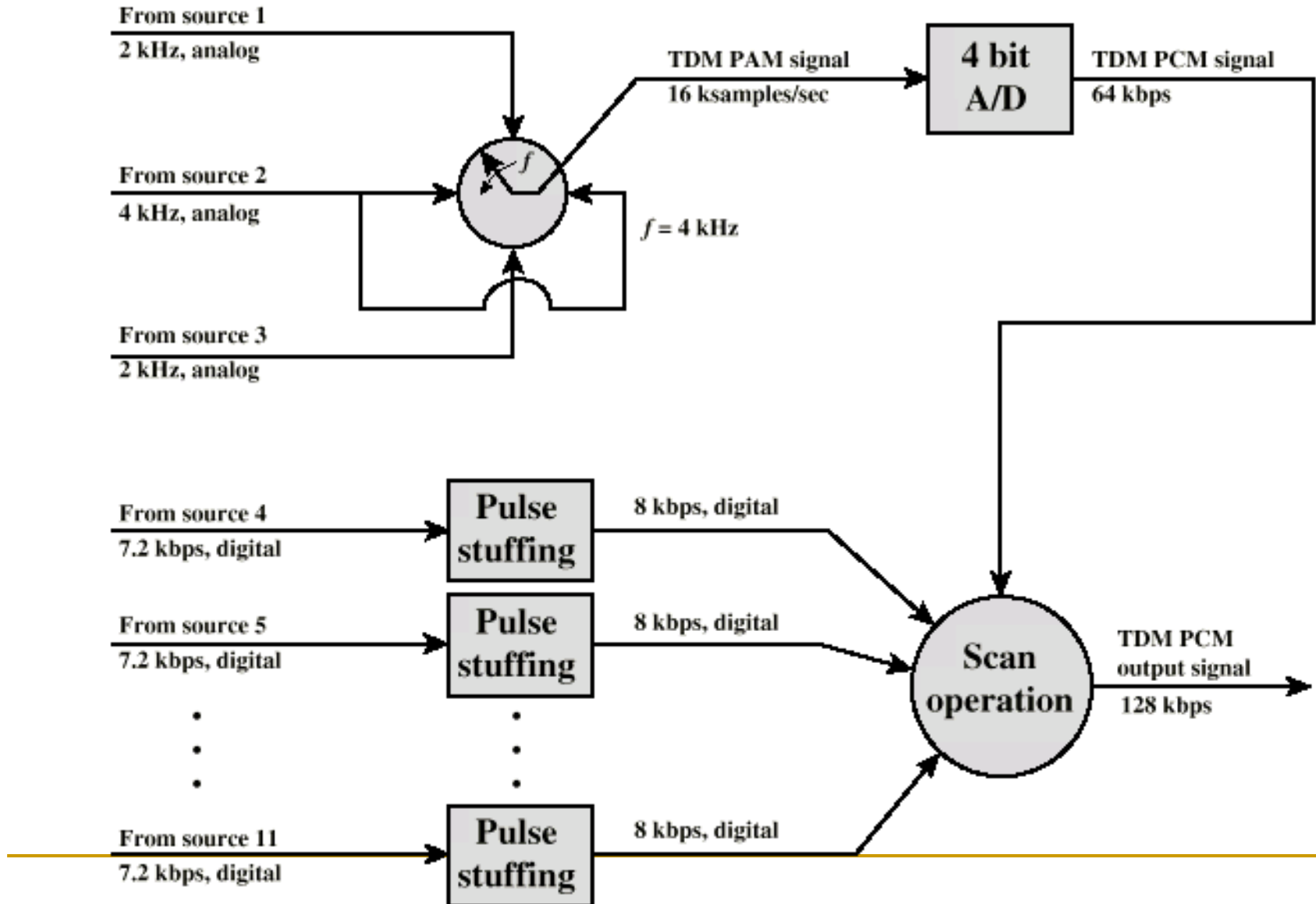
- Không có cờ (flag) hoặc các ký tự SYNC để đóng khung các bó TDM
- Phải có cơ chế đồng bộ
- Cơ chế đóng khung số
 - Một bit điều khiển được thêm vào mỗi bó TDM
 - Các bit điều khiển này tạo thành một kênh khác – “kênh điều khiển”
 - Dùng mẫu bit định dạng trên kênh điều khiển
 - Ví dụ mẫu 01010101, khác với kênh dữ liệu
 - So sánh mẫu bit đến trên từng kênh với mẫu bit mẫu bit đồng bộ



TDM – pulse stuffing

- Vấn đề: đồng bộ các nguồn dữ liệu khác nhau
 - Tín hiệu clock trên các nguồn dữ liệu khác nhau bị “trôi” (drift)
 - Tốc độ dữ liệu của các nguồn dữ liệu khác nhau không quan hệ theo một tỉ lệ đơn giản
- Giải pháp – Pulse Stuffing
 - Tốc độ dữ liệu đầu ra (không tính các bit khung) cao hơn tổng các tốc độ đầu vào
 - Chèn thêm các bit/xung không có ý nghĩa vào mỗi tín hiệu đầu vào cho đến khi nó bằng với clock cục bộ
 - Các bit/xung được thêm vào tại những vị trí cố định (biết trước) trong khung và nó sẽ bị loại bỏ khi đến bộ phân kênh

TDM – nguồn Analog và nguồn digital



Hệ thống truyền tải digital

- Phân cấp TDM
- USA/Canada/Japan dùng một hệ thống
- ITU-T (châu Âu) dùng một hệ thống khác (nhưng tương tự)
- Hệ thống Mỹ xây dựng dựa trên định dạng DS-1
- 24 kênh được hợp lại
- Mỗi frame có 8 bit/kênh và 1 bit khung
- 193 bit/frame

Hệ thống truyền tải digital (tiếp)

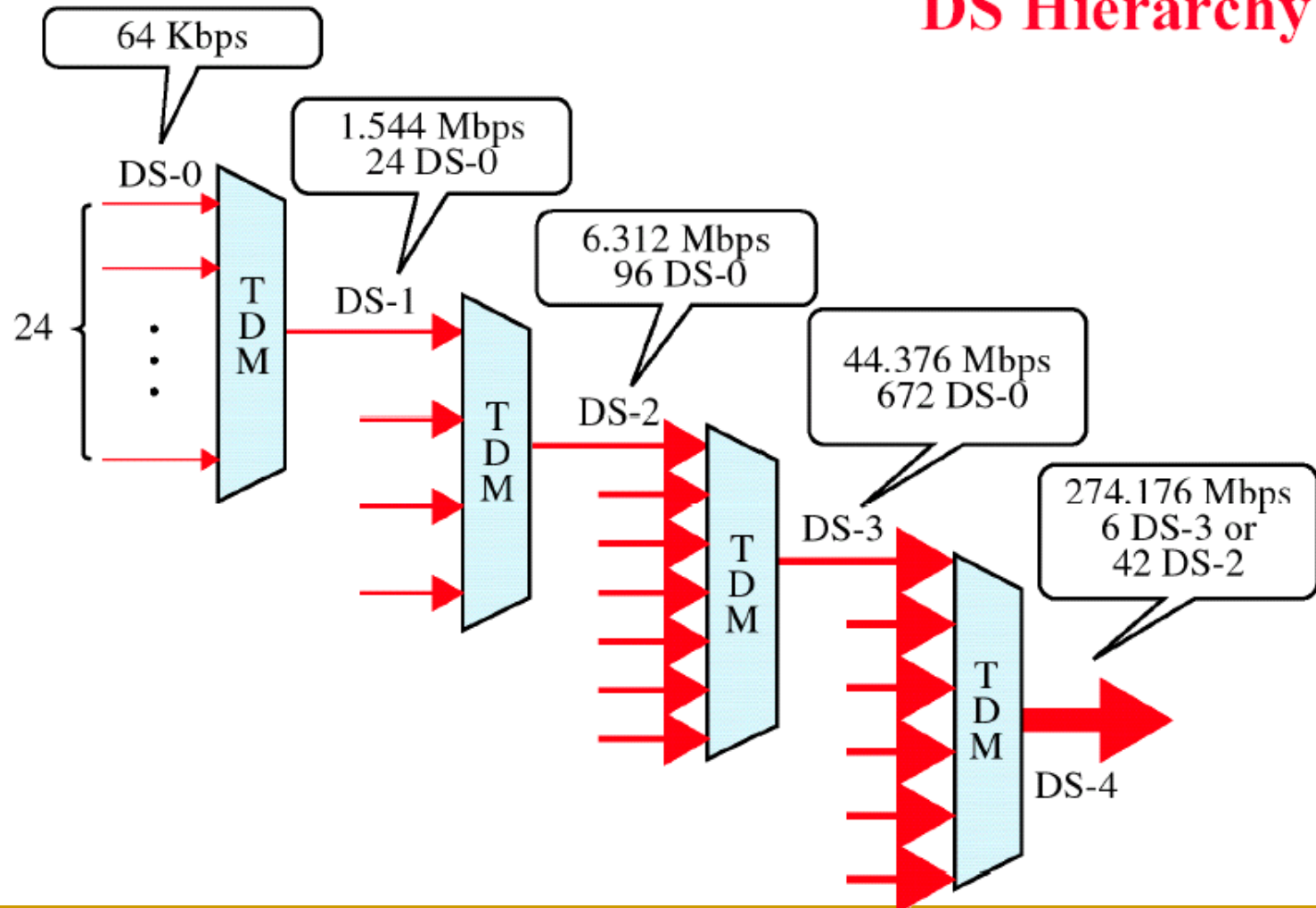
- Đối với truyền Voice, mỗi kênh chứa một từ của dữ liệu được số hóa (PCM, 8000 mẫu/giây)
 - Tốc độ dữ liệu $8000 \times 193 = 1.544\text{Mbps}$
 - 5 trong số 6 frame có các mẫu PCM 8 bit
 - Frame thứ 6 chứa một từ PCM 7 bit và một bit tín hiệu
 - Các bit tín hiệu tạo thành một dòng (stream) cho mỗi kênh để điều khiển và chứa thông tin tìm đường
- Định dạng tương tự cho dữ liệu số
 - 23 kênh dữ liệu (7 bit/frame và 1 bit chỉ thị cho dữ liệu hoặc điều khiển hệ thống)
 - Kênh thứ 24 dùng để đồng bộ

Dữ liệu hỗn hợp

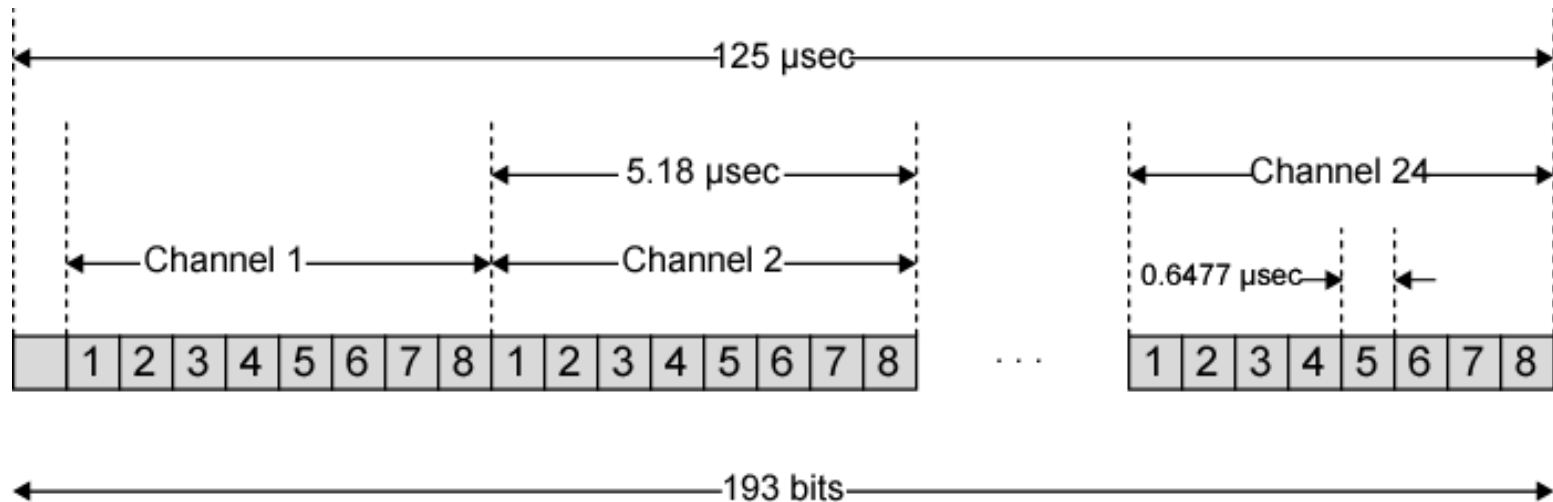
- DS-1 có thể dùng hỗn hợp Voice và dữ liệu
- Sử dụng 24 kênh
- Không có ký tự đồng bộ
- Có thể tổ hợp các kênh DS-1
 - Kênh DS-2 là 4 kênh DS-1 với 6312Mbps

TDM

DS Hierarchy



Định dạng truyền của DS-1



Notes:

1. The first bit is a framing bit, used for synchronization.
2. Voice channels:
 - 8-bit PCM used on five of six frames.
 - 7-bit PCM used on every sixth frame; bit 8 of each channel is a signaling bit.
3. Data channels:
 - Channel 24 is used for signaling only in some schemes.
 - Bits 1-7 used for 56 kbps service
 - Bits 2-7 used for 9.6, 4.8, and 2.4 kbps service.

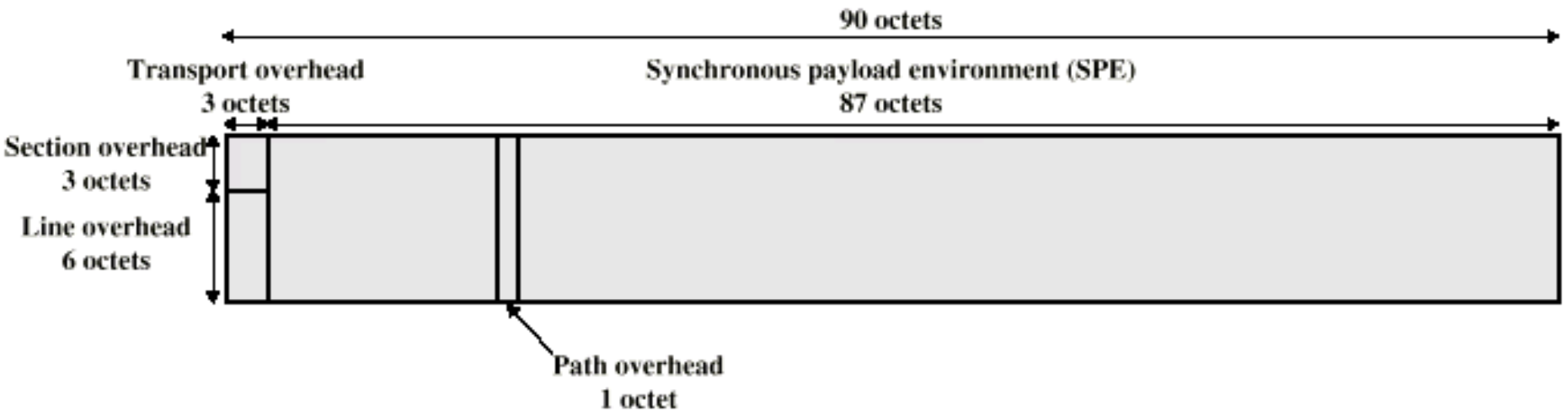
SONET/SDH

- Synchronous Optical Network (SONET), do viện tiêu chuẩn quốc gia Hoa Kỳ phát triển và được ứng dụng ở Bắc Mỹ.
- Synchronous Digital Hierarchy (SDH), được định nghĩa bởi Viện tiêu chuẩn viễn thông Châu Âu (ETSI), được sử dụng ở rất nhiều nước trên thế giới.
- Trong mạng truyền thông đồng bộ, tất cả các đồng hồ đều tham chiếu đến một đồng hồ chuẩn cơ sở PRC. Độ chính xác của PRC là 10^{-12} - 10^{-11} và được lấy từ đồng hồ nguyên tử Cesium.
- Trong hệ thống đồng bộ SONET/SDH, tần số trung bình của các đồng hồ trong hệ thống là giống nhau (đồng bộ) hoặc gần giống nhau (cận đồng bộ). Mỗi đồng hồ có thể truy ngược đến nguồn đồng hồ độ chính xác cao.

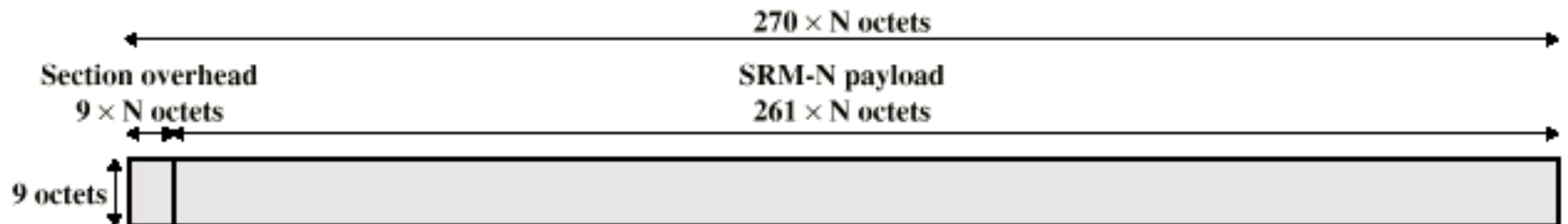
SONET/SDH

- Sử dụng các kênh Synchronous Transport Signal level 1 (STS-1) hay Optical Carrier level 1 (OC-1)
- Các kênh STS-1 dễ dàng ghép với nhau thành các kênh tốc độ cao hơn mà không cần bit chèn. Vì thế, ta có thể truy nhập ngay đến tốc độ STS-1 cũng như các tốc độ cao hơn STS-N.
- Kênh tiêu chuẩn STS-1, OC-1 có tốc độ 51.84Mbps
- Nhiều STS-1 tổ hợp trong kênh STS-N signal
- Tốc độ thấp nhất theo quy định của ITU-T là 155.52Mbps (STM-1)

Cấu trúc Frame của SONET



(a) STS-1 frame format



(b) STM-N frame format

Các bytes đầu của SONET STS-1

Section Overhead	Framing A1	Framing A2	STS-ID C1
	BIP-8 B1	Orderwire E1	User F1
	DataCom D1	DataCom D2	DataCom D3
Line Overhead	Pointer H1	Pointer H2	Pointer Action H3
	BIP-8 B2	APS K1	APS K2
	DataCom D4	DataCom D5	DataCom D6
	DataCom D7	DataCom D8	DataCom D9
	DataCom D10	DataCom D11	DataCom D12
	Growth Z1	Growth Z2	Orderwire E2

(a) Transport Overhead

Trace J1
BIP-8 B3
Signal Label C2
Path Status G1
User F2
Multiframe H4
Growth Z3
Growth Z4
Growth Z5

(b) Path Overhead

TDM không đồng bộ

Asynchronous TDM hay Statistical TDM

- Trong TDM đồng bộ, nhiều slot có thể bị bỏ trống
- TDM không đồng bộ cấp phát time slot động tùy theo nhu cầu
- Bộ ghép kênh không đồng bộ chỉ truyền các dữ liệu từ các máy trạm đang hoạt động (active workstations)
- Nếu một máy trạm nào đó không hoạt động, sẽ không có không gian nào bị lãng phí trong chuỗi đã được phân kênh.
- Bộ phân kênh không đồng bộ nhận các chuỗi dữ liệu tới và tạo ra một khung chỉ bao gồm các dữ liệu đã được phát đi thực sự.

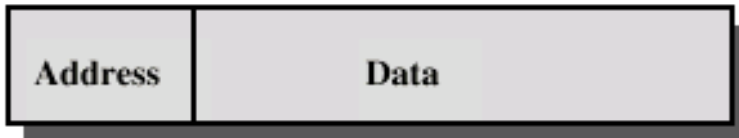
TDM không đồng bộ

- Bộ Ghép kênh quét các đường nhập và tập hợp dữ liệu cho đến khi đầy khung
- Tốc độ dữ liệu ra thấp hơn tốc độ các đường nhập gộp lại

TDM không đồng bộ - định dạng Frame



Overall frame



Subframe with one source per frame

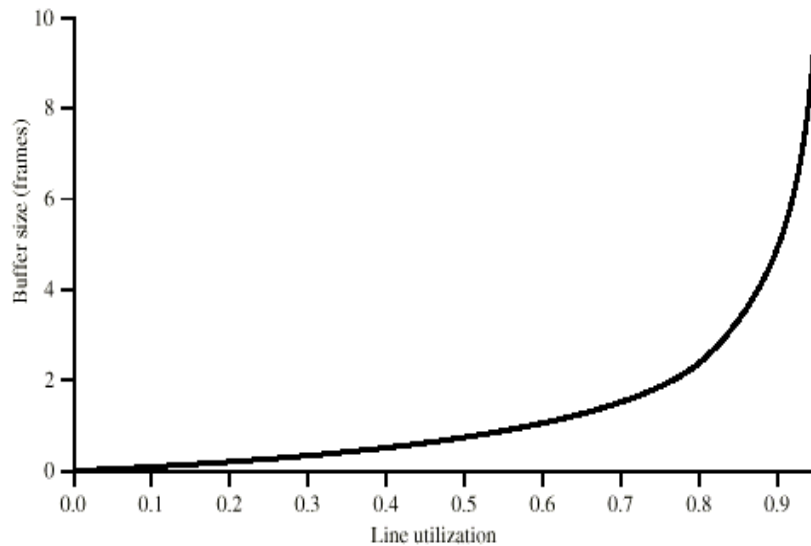


Subframe with multiple source per frame

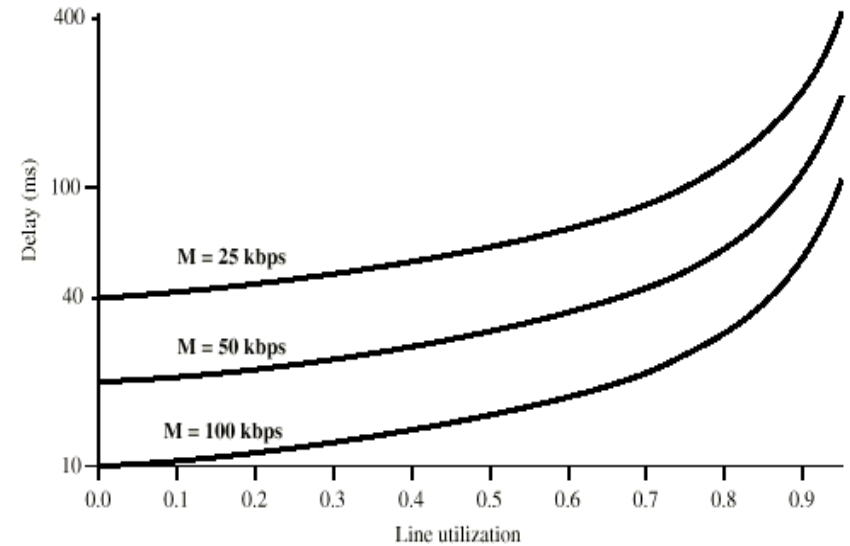
Hiệu suất

- Tốc độ dữ liệu ra thấp hơn tốc độ các đường nhập gộp lại
- Có thể gây vấn đề trong thời gian cao điểm
 - Đệm các đường nhập
 - Giữ kích thước bộ đệm tối thiểu để giảm thời gian trễ

Kích thước bộ đệm và thời gian trễ



(a) Mean buffer size versus utilization



(a) Mean delay versus utilization

Đại cương về Cable Modem

- Hai kênh từ nhà cung cấp dành cho chuyên dữ liệu
 - Mỗi kênh truyền một hướng
- Mỗi kênh được chia sẻ bởi nhiều người thuê bao
 - Cần có sắp xếp để phân phối băng thông
 - Dùng TDM không đồng bộ

Hoạt động của Cable Modem

■ Downstream

- ❑ Cable đều đặn gửi thông tin trong các gói nhỏ
- ❑ Nếu có nhiều hơn 1 thuê bao đang hoạt động, mỗi thuê bao sẽ sử dụng một phần kênh

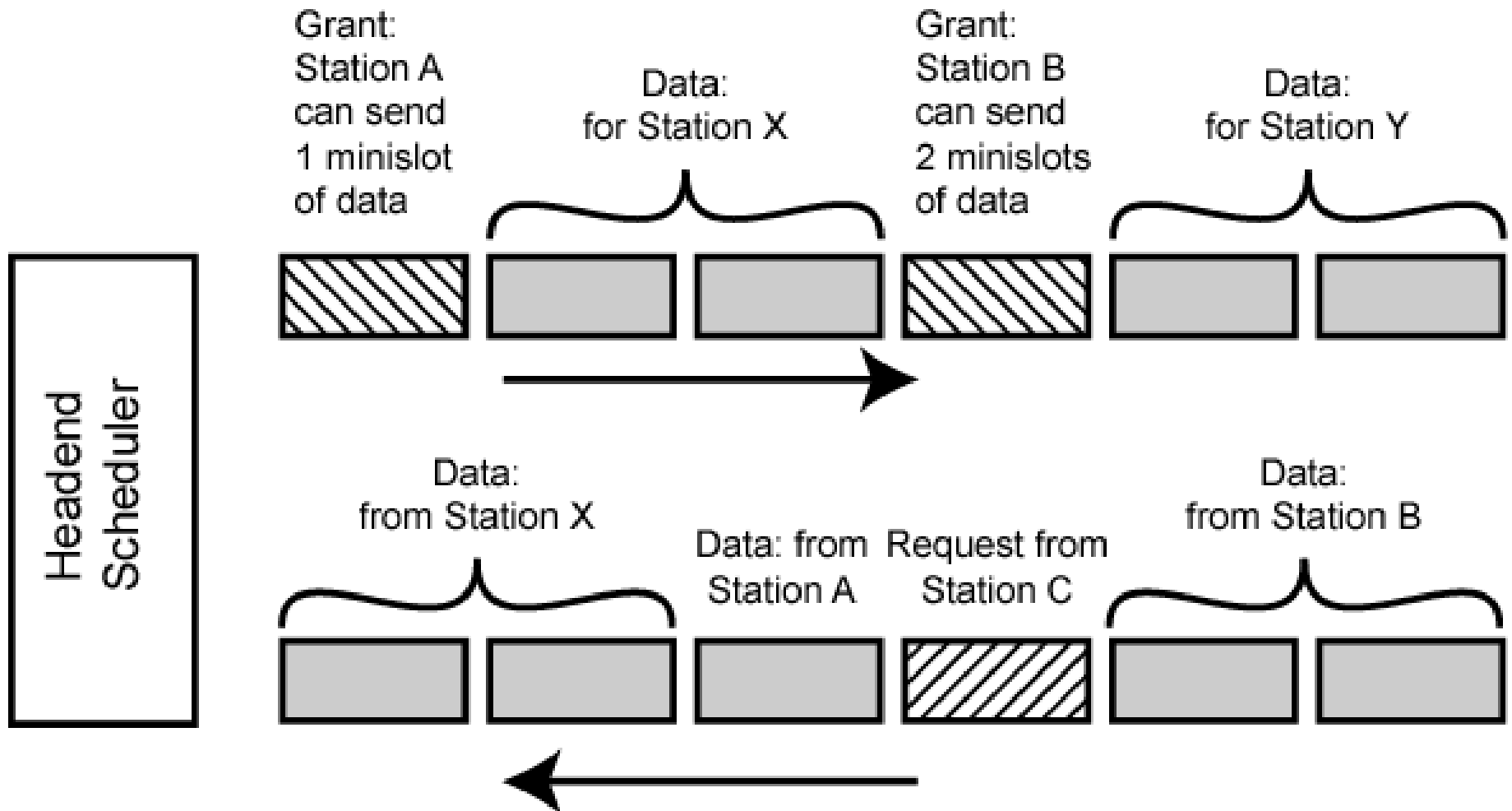
Downstream:

- có thể nhận từ 500kbs đến 1.5 Mbps

■ Upstream

- ❑ Người dùng đòi hỏi các timeslots trong kênh upstream chung: Có các slot dành riêng
- ❑ Scheduler sẽ gửi các tham số về timeslots tiếp theo cho thuê bao.

Cable Modem



DSL

- Digital Subscriber Line: cung cấp tốc độ cao bằng thông rộng Internet trên đường dây điện thoại.
- Công nghệ DSL ban đầu được bắt đầu như là một phần của Dịch vụ tích hợp mạng kỹ thuật số (ISDN) cho truyền dẫn kỹ thuật số của thoại và dữ liệu qua mạng điện thoại dây đồng tiêu chuẩn với tốc độ và chất lượng tốt hơn so với các hệ thống analog cũ.
- Các nhà cung cấp dịch vụ Internet, hay ISP, đã bắt đầu cung cấp dịch vụ DSL trong những năm 1990

Một số ưu điểm của DSL

- Có thể kết nối Internet và sử dụng điện thoại đồng thời trên cùng một đường dây.
- Khả năng truyền tải dữ liệu về mặt tốc độ cao hơn modem tương tự rất nhiều (nhanh hơn 100 lần)
- Có kết nối dành riêng cho mỗi thuê bao DSL nên hạn chế tình trạng nghẽn mạch.
- DSL được sử dụng rộng rãi để cung cấp các dịch vụ thoại, truyền dữ liệu, hình ảnh, âm thanh, truy cập Internet, hội nghị truyền hình, trò chơi trực tuyến (Games online), xem phim theo yêu cầu (Video on Demand) và các loại dịch vụ băng thông rộng khác.

xDSL - x diễn tả các loại DSL khác nhau

- High Data Rate Digital Subscriber Line (HDSL), chuẩn DSL ra đời đầu tiên cho phép nhận và gửi dữ liệu cùng một tốc độ, nhưng nó đòi hỏi hai đường dây riêng, không chung với đường dây điện thoại với tốc độ cao từ 64kbit/s đến 2048 kbit/s.
- Symmetric Digital Subscriber Line (SDSL), một phiên bản tiêu chuẩn của HDSL, DSL đối xứng có thể cung cấp nhiều mức tốc độ do nhà cung cấp dịch vụ quy định.
- Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL), được gọi là “bất đối xứng” vì tốc độ tải xuống lớn hơn tốc độ tải lên. Đa phần người sử dụng internet đều xem và tải xuống dữ liệu nhiều hơn là gửi hay tải lên.

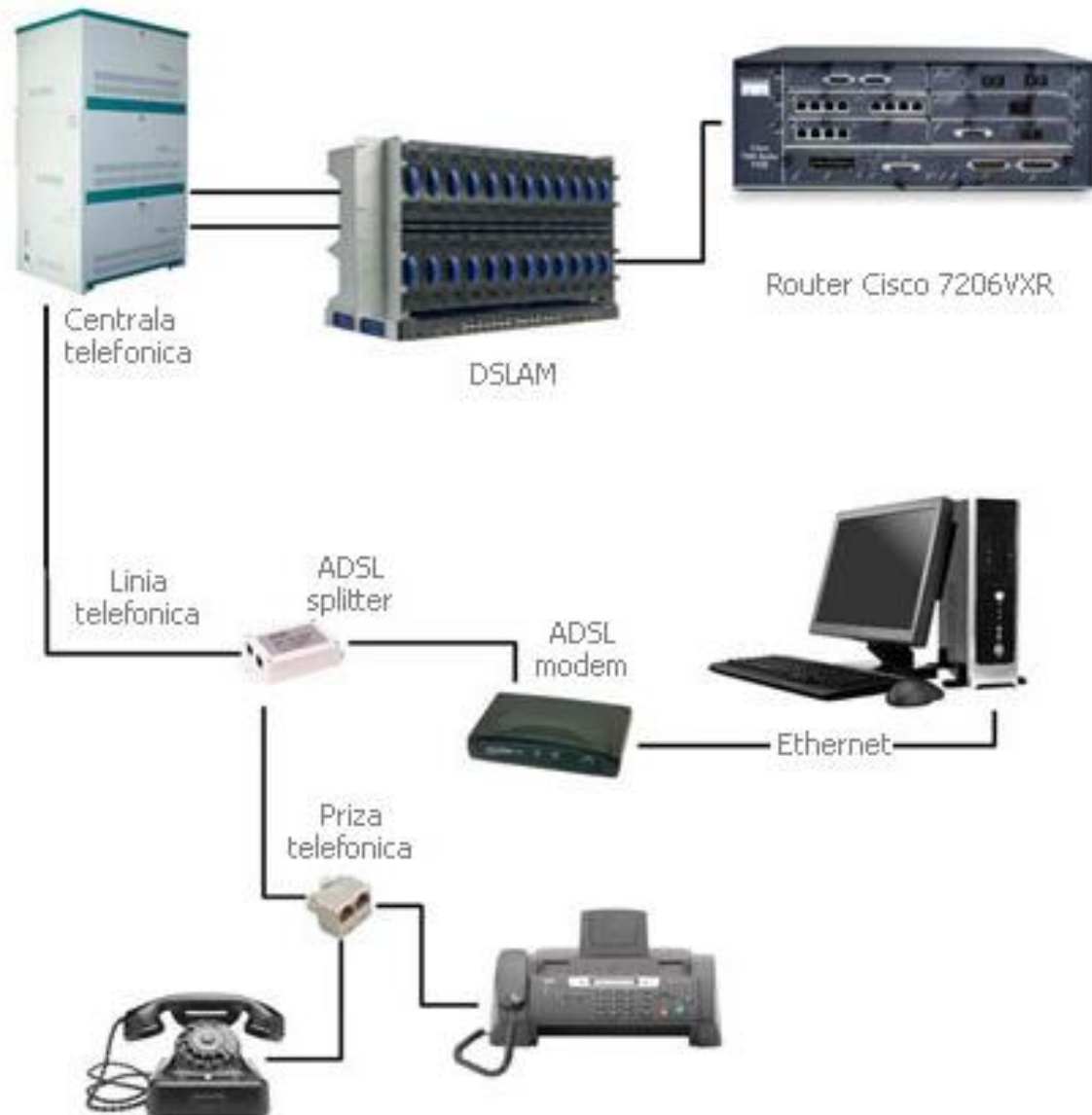
xDSL

- Very High Data Rate Digital Subscriber Line (VDSL), một cải tiến trên HDSL cùng tốc độ truyền dẫn nhanh hơn, có thể đem đến cho người dùng băng thông lên đến 52Mb/s.
 - VDSL là một giải pháp cho kết nối mạng nội bộ với băng thông rộng sử dụng đường cáp điện thoại nội bộ
 - Với VDSL Switch , VDSL Modem ... có khả năng tạo nên một kết nối mạng nội bộ hoàn chỉnh từ điểm - điểm (point to point) hay điểm - đa điểm (point to multipoint) với khoảng cách giữa hai điểm truyền - nhận lên đến 1,2 km
- Very High Data Rate Digital Subscriber Line 2 (VDSL2), một phiên bản cải tiến của VDSL Symmetric High-speed Digital Subscriber Line (G. SHDSL), một tiêu chuẩn thay thế cho SDSL

Asymmetrical Digital Subscriber Line

- ADSL – đường thuê bao kỹ thuật số truyền không đối xứng
- Cho phép truyền nhiều thông tin thông qua đường cáp đồng thuê bao điện thoại truyền thống.
- Liên kết giữa thuê bao và mạng
 - Đường thuê bao
- Hiện tại dùng cáp twisted pair
 - Có thể có băng thông lớn hơn
 - 1 MHz hoặc lớn hơn

Ví dụ ADSL



Cấu trúc ADSL

- Với ADSL, thông tin dữ liệu được truyền ở tần số cao hơn so với tín hiệu âm thanh của điện thoại.
 - Tần số từ 0-4kHz được dùng cho điện thoại PSTN
 - Tần số từ 10-1104kHz thì được dùng cho ADSL
 - Bất đối xứng
 - Tốc độ dòng dữ liệu xuống (downstream) lớn hơn tốc độ dòng dữ liệu lên (upstream)
- FDM
 - 25kHz thấp nhất cho thoại
 - Plain old telephone service (POTS)
 - Dùng kỹ thuật loại bỏ echo (echo cancellation) hoặc FDM để cho 2 băng tần
 - Dùng FDM trong các băng tần
- Phạm vi 5.5km

ADSL vs SHDSL

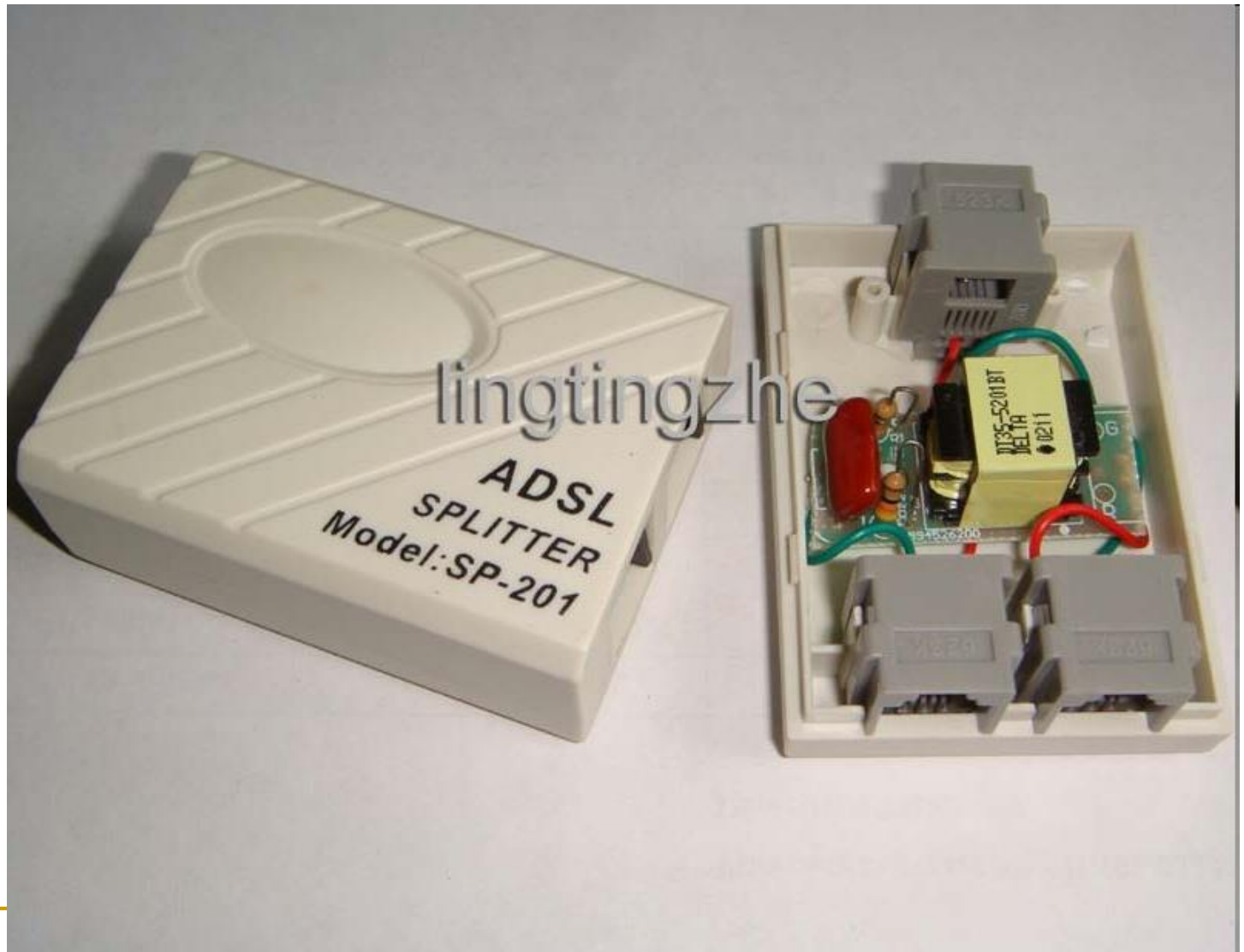
- SHDSL (Symmetric High bit Digital Subscriber Line) có đường tải dữ liệu lên (upload) và đường tải dữ liệu xuống (download) đối xứng - cùng tốc độ, trong khi đường tải dữ liệu lên/xuống của ADSL là bất đối xứng, đường tải dữ liệu lên có tốc độ thấp hơn.
- SHDSL thích hợp cho nhu cầu kết nối mạng LAN/WAN của các tổ chức lớn, tổ chức kinh doanh trên mạng. Giá SHDSL cao hơn. Người sử dụng cá nhân, các doanh nghiệp và tổ chức có qui mô mạng vừa phải chỉ cần kết nối ADSL.

Bộ chia ADSL – ADSL splitter

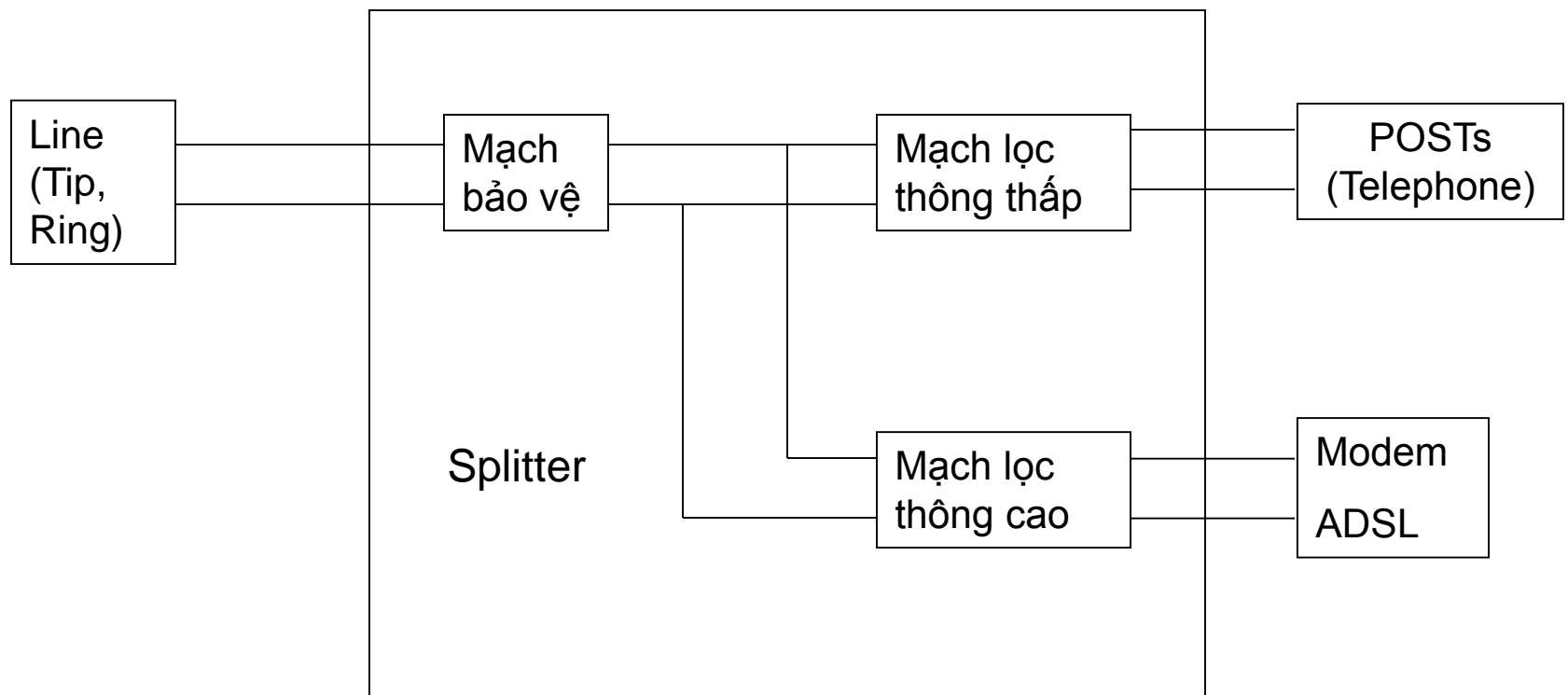
- Thiết bị chia tách tín hiệu điện thoại và dữ liệu.
- Việc tách ghép tín hiệu thực hiện bằng bộ bộ chia ADSL có chức năng lọc thông thấp phía máy điện thoại



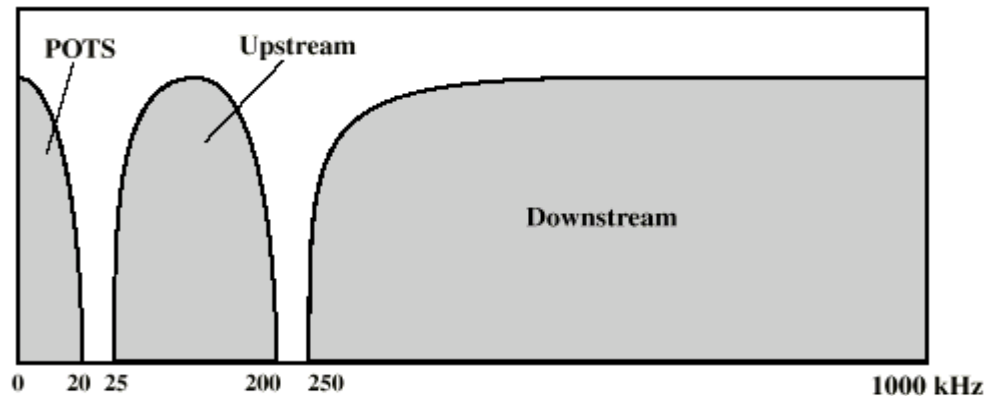
Bên trong bộ chia ADSL



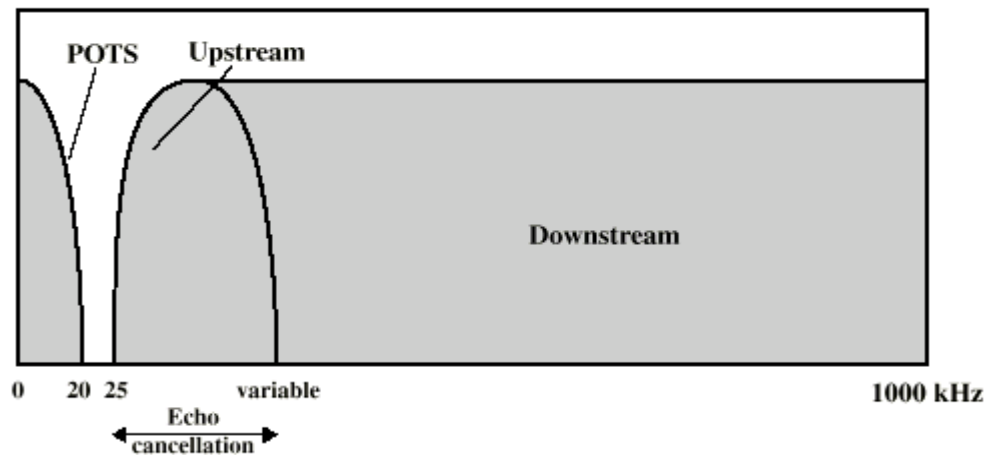
Cấu trúc bộ chia ADSL



Cấu hình kênh truyền ADSL

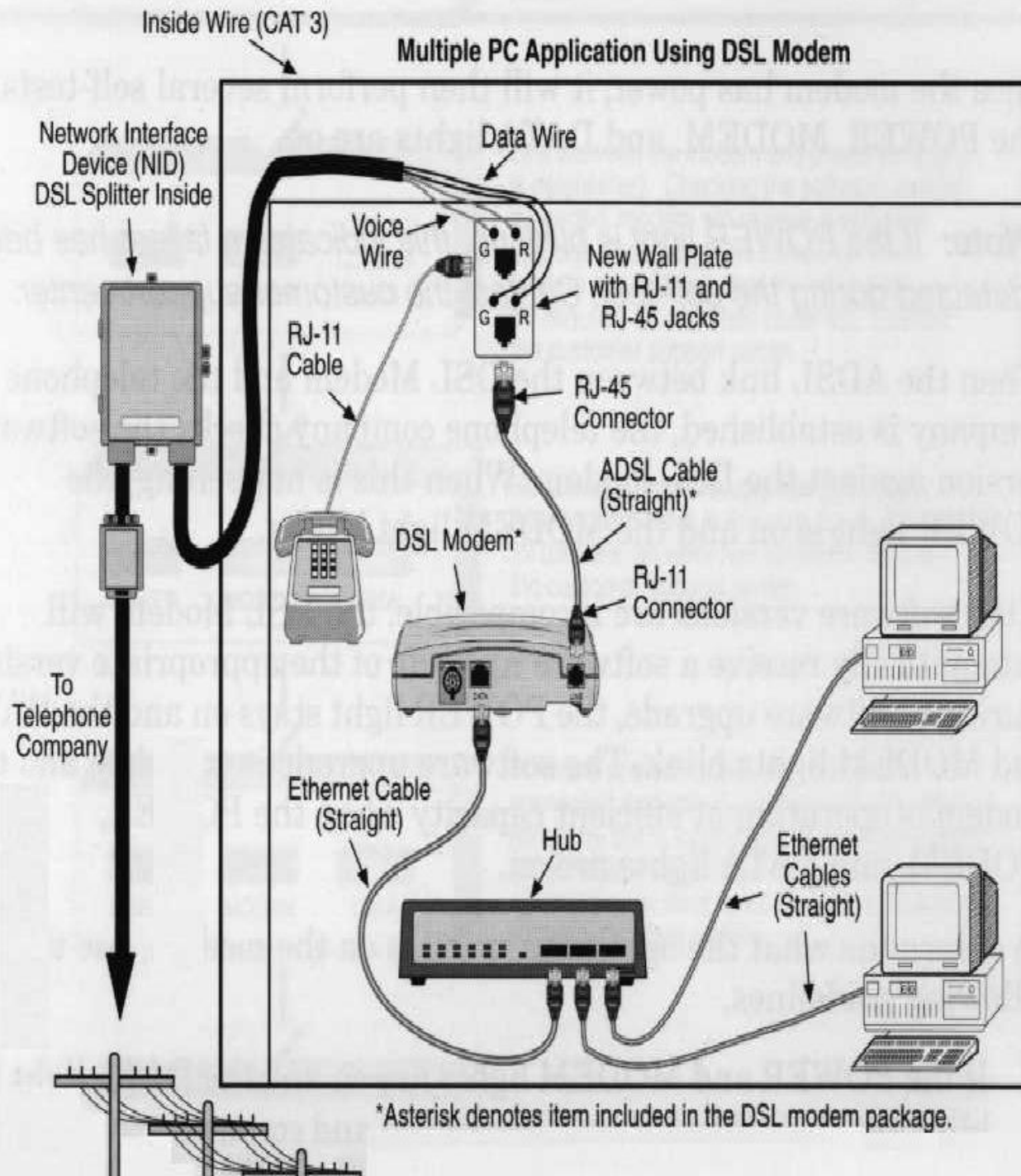


(a) Frequency-division multiplexing

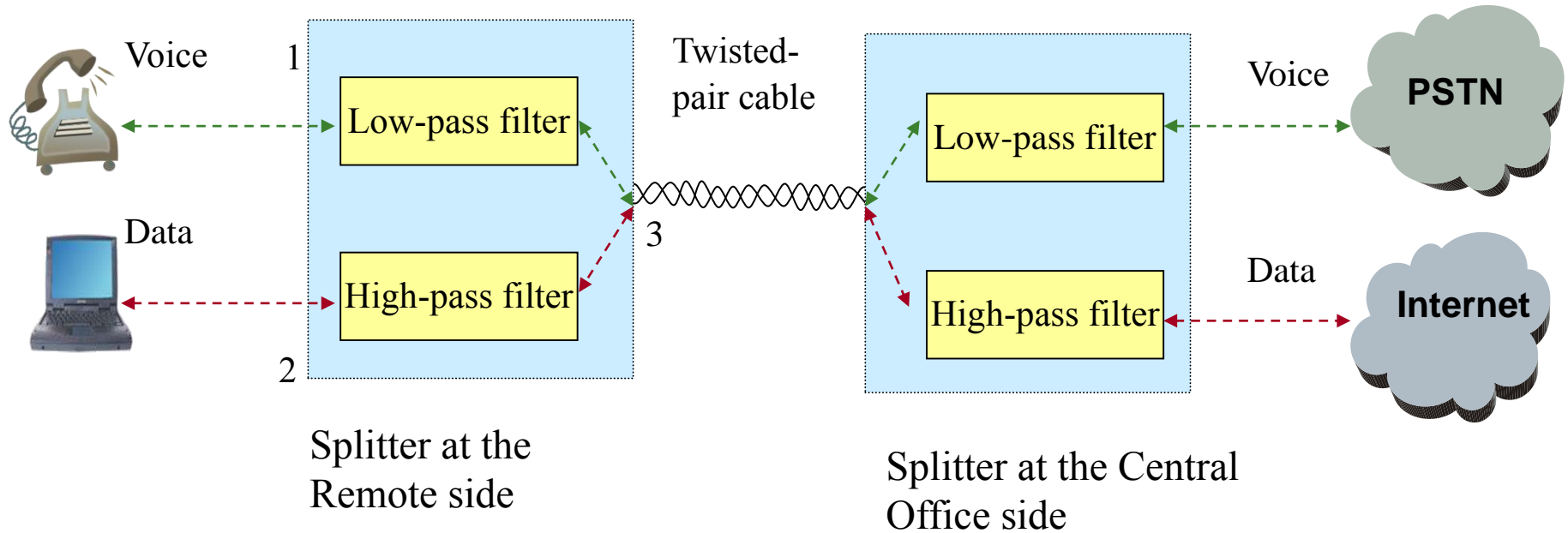


(b) Echo cancellation

Kết nối ADSL

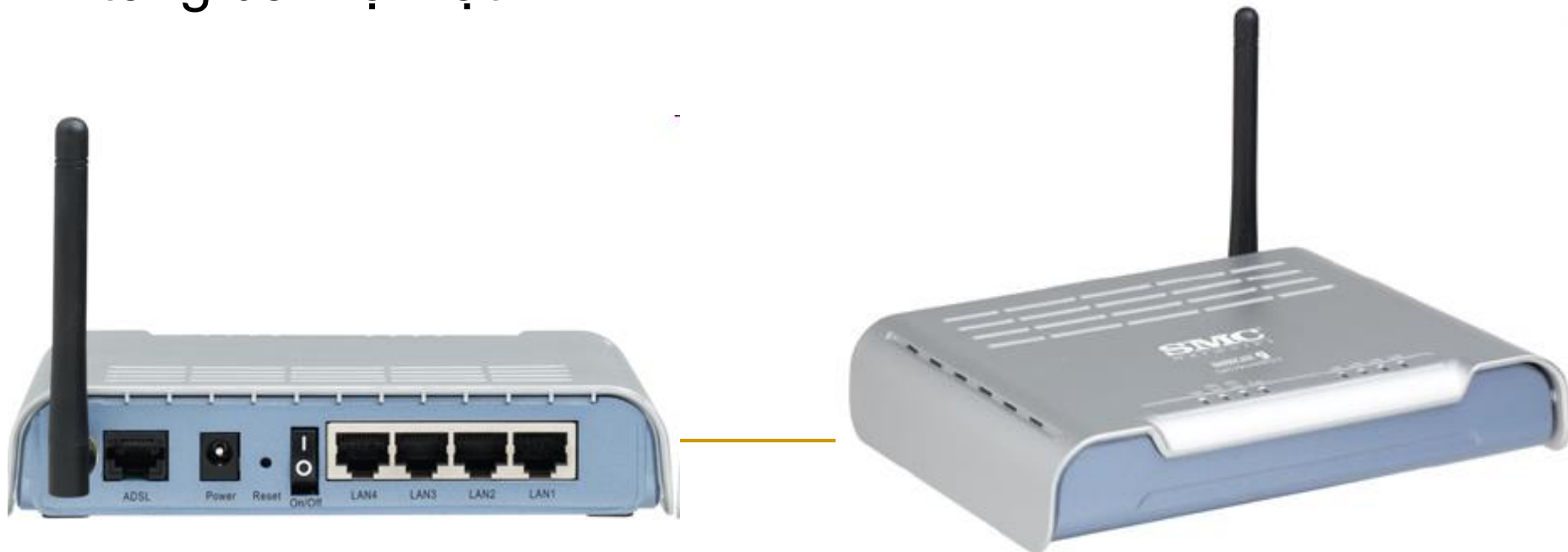


Kết nối ADSL



ADSL Modem

- Thuê bao được lắp đặt Modem thu phát DSL. Thiết bị này còn có thể dùng trong nhiều dịch vụ khác tên gọi đúng là “bộ thu phát ADSL từ xa” (ATU-R – ADSL Transceiver Unit)
- Modem ADSL kết nối vào đường dây điện thoại (còn gọi là local loop) và đường dây này nối tới thiết bị tổng đài nội hạt.



Modem ADSL

- Modem ADSL sử dụng kết hợp một loạt các kỹ thuật xử lý tín hiệu tiên tiến nhằm đạt được tốc độ băng thông cần thiết trên đường dây điện thoại.
- ADSL sử dụng rất nhiều modem riêng lẻ hoạt động song song để khai thác băng thông tối đa và cung cấp một tốc độ cao.
- Các modem hoạt động tại các tần số hoàn toàn khác nhau. Trên thực tế có thể tới 255 modem hoạt động trên một đường ADSL.
- ADSL có khoảng cách truyền tải tối đa khoảng 5460m - nếu khoảng cách truyền dẫn lớn hơn giới hạn này thì người sử dụng phải chấp nhận tốc độ thấp hơn rất nhiều so với bình thường

DSLAM

- DSL Access Multiplexer: Bộ ghép kênh truy nhập đường dây thuê bao số tập trung có nhiệm vụ đảm bảo các dịch vụ DSL (như ADSL, VDSL...)
- DSLAM là thiết bị đặt ở phía tổng đài, là điểm cuối của kết nối ADSL. Nó chứa vô số các modem ADSL bố trí về một phía hướng tới các thuê bao và phía kia là kết nối cáp quang.
- DSLAM có thể tập hợp nhiều kết nối thuê bao ADSL (có thể tới hàng trăm thuê bao) - và tụ lại trên một kết nối cáp quang.
- Nhìn chung, các DSLAM đều đáng tin cậy và có khả năng hỗ trợ nhiều loại DSL, cũng như cung cấp thêm các chức năng khác như router, cấp số IP động.

DSLAM đề ngoài trời



Bên trong tủ DSLAM



Kỹ thuật truyền tín hiệu ADSL

- Carrierless amplitude modulation/phase modulation (CAP), dùng một kênh riêng để upload và một kênh khác để download.
- Discrete Multitone Modulation (DMT), chia băng tần của đường dây 1 MHz thành nhiều kênh nhỏ, mỗi kênh có độ rộng là 4kHz.
- Consumer/Mass-Market DMT (G.lite), chuẩn ITU mới tạo nên nền tảng của Universal ADSL, hỗ trợ 1.5Mbps tải xuống và 384Kbps tải lên.

Kỹ thuật CAP

- Kỹ thuật CAP lại dùng một kênh riêng để upload và một kênh khác để download.
- CAP chia thành ba dải tần:
 - Tín hiệu voice sử dụng dải tần từ 0khz tới 4khz
 - UpStream sử dụng dải tần từ 25khz tới 160khz.
 - DownStream sử dụng dải tần từ 240KHz tới 1Mhz
- Với 3 kênh truyền khác nhau như vậy sẽ làm hạn chế nhiều tín hiệu giữa các kênh

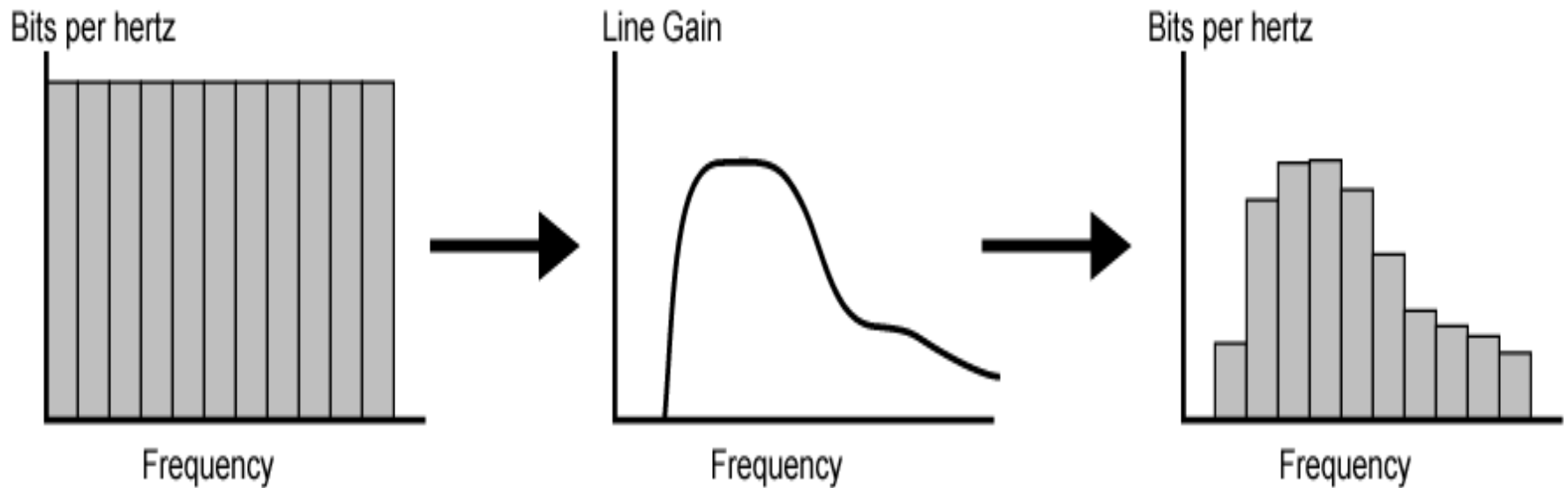
Discrete Multitone - DMT

- Đây là kỹ thuật ghép kênh thường dùng trong các hệ thống đường thuê bao số (Digital Subscriber Line - DSL)
- Kỹ thuật DMT chia băng tần của đường dây 1 MHz thành nhiều kênh nhỏ, mỗi kênh có độ rộng là 4kHz. Chức năng mỗi kênh được nhà cung cấp thiết bị quy định.
- Mỗi kênh con (subchannel) được điều chế biên độ cầu phương (QAM) (8 góc pha, 4 biên độ kép)

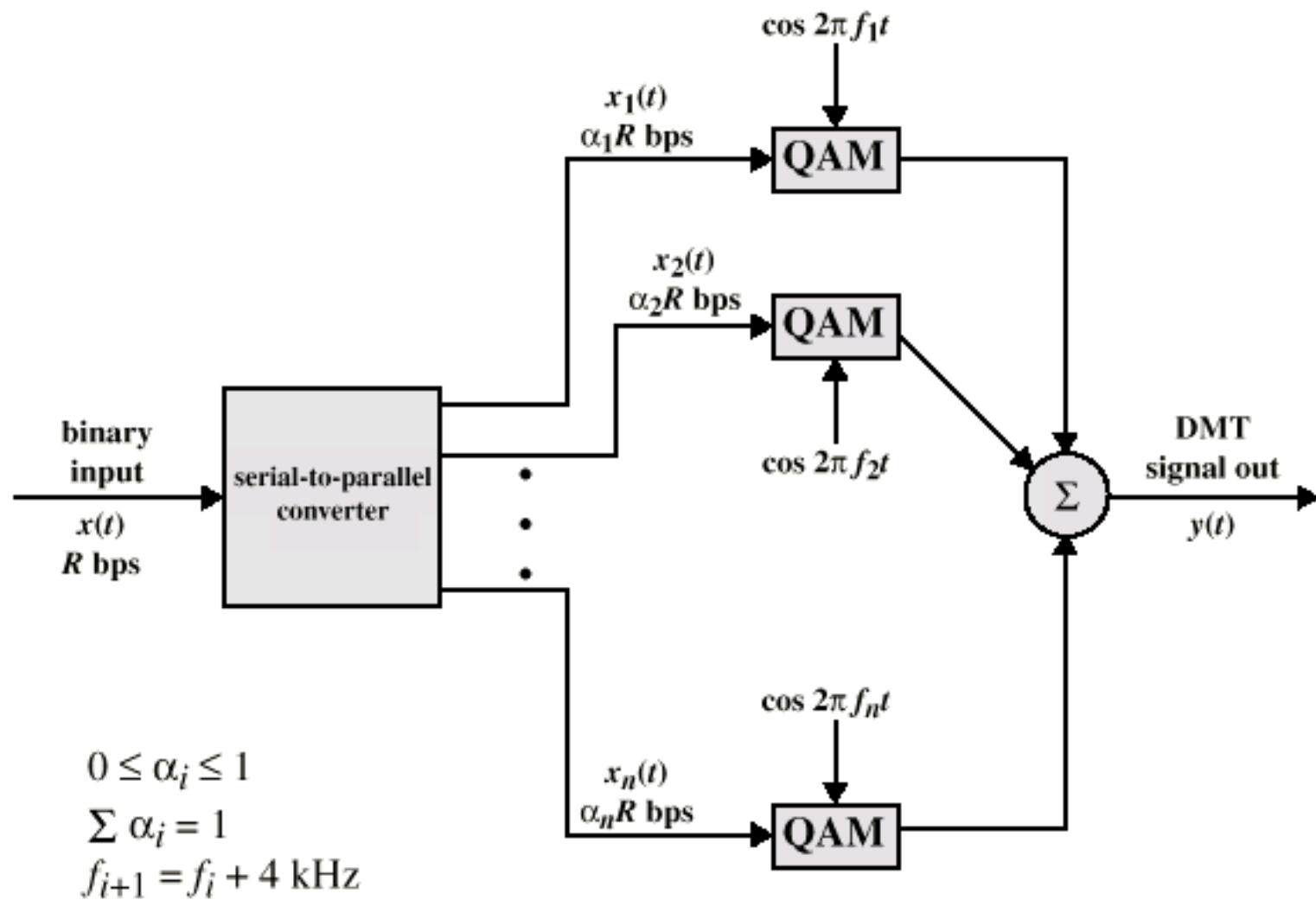
Discrete Multitone

- Chia một số bit trên mỗi kênh con 4kHz
- DMT chia băng tần thành những kênh khác nhau, nhưng DMT chia thành 250 kênh riêng biệt, mỗi kênh có tốc độ truyền 60 kbps. Nếu tín hiệu bị nhiễu, lập tức nó sẽ được chuyển sang kênh khác.
- Theo lý thuyết DMT sẽ cho tốc độ 15.36 Mbps. Tuy nhiên, do tạp âm nên tốc độ lý thuyết này không thể đạt được do suy hao giảm xuống 1.5Mbps ~ 9Mbps

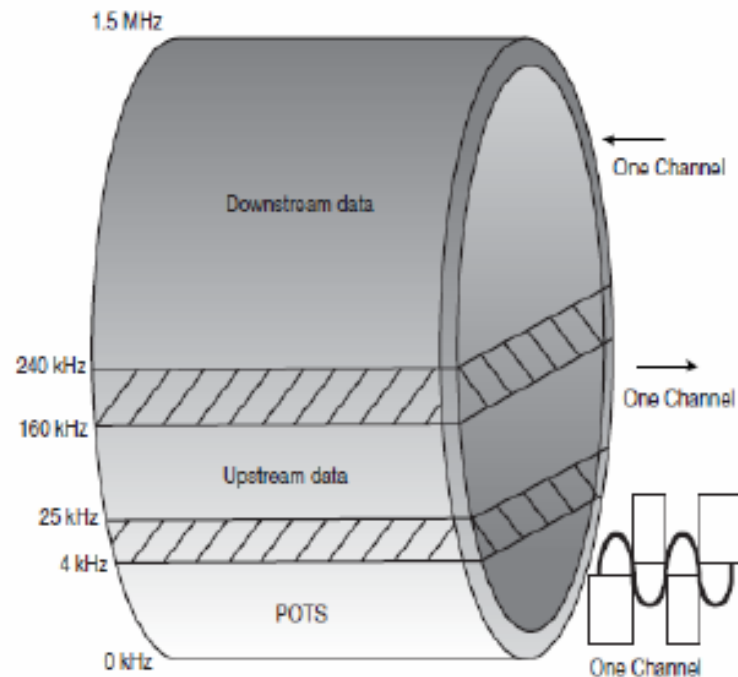
DTM Bits phân cho các kênh



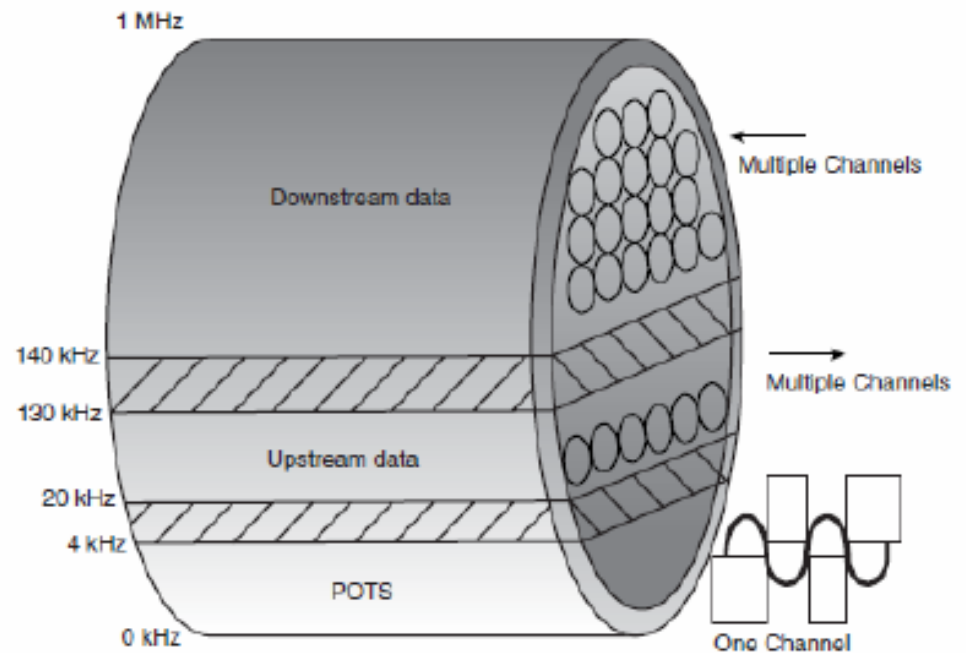
DMT Transmitter



So sánh kỹ thuật CAP và DMT



CAP



DMT

Kỹ thuật G.Lite

- G.Lite là phiên bản của DMT nhưng ít phức tạp hơn. G.Lite còn được biết là Half-Rate DMT.
 - G.Lite có số kênh chỉ bằng phân nửa DMT nên chỉ hỗ trợ tốc độ download khoảng 1.5 Mbps, upload khoảng 640Kbps.
-

Ưu điểm của ADSL

- ADSL- liên tục/ always-on tức kết nối trực tiếp trên đường dây điện thoại
- Có nhiều cấp dịch vụ, thích ứng tốc độ, và bảo mật tốt
- ADSL không tính cước nội hạt, dùng bao nhiêu, trả tiền bấy nhiêu. Cấu trúc cước theo lưu lượng sử dụng (Hoặc theo thời gian sử dụng).
- Không hạn chế số người sử dụng khi chia sẻ kết nối Internet trong mạng
- Dùng song song với PSTN, luôn dùng được thoại kể cả khi mất kết nối ADSL

Hạn Chế Của ADSL

- Tốc độ đường truyền DSL tỉ lệ nghịch với khoảng cách giữa khách hàng và nhà cung cấp
- ADSL chỉ chuyển tải dữ liệu tới Internet, kết nối tới một ISP định trước
- Không dùng được cho tất cả mọi thuê bao
- Không có độ ổn định cao (dễ bị ảnh hưởng bởi môi trường)
- Yêu cầu chất lượng dây cáp đồng cao.

HẾT CHƯƠNG 6
