

# Ôn tập NT402

Thi cuối kỳ môn NT402. như sau:

- Thi trắc nghiệm 6đ ( 35 câu) + tự luận 4đ ( 3 câu).

- Thời gian thi 90 phút.

- Đề đóng ( không được xem tài liệu)

- Nội dung :

+ phần trắc nghiệm nội dung chủ yếu nằm ở chương 3, 4, 5 ( 85%) , chương 1,2 (15%)

+ Phần tự luận : các chương 1, 2, 3: là các dạng bài tập đã cho trong slide các chương 1, 3 ( hoặc có thay đổi 1 chút ) và vận dụng lý thuyết để giải thích , minh chứng cho câu hỏi.

## Chương 1: Cơ sở lý thuyết viễn thông

### Viễn thông - Telecommunications

Là những vấn đề liên quan đến việc truyền thông tin (trao đổi hay quảng bá thông tin) giữa các đối tượng qua một khoảng cách

Bao gồm bất kỳ hoạt động liên quan tới việc phát/nhận tin tức (âm thanh, hình ảnh, chữ viết, dữ liệu, ...) qua các phương tiện truyền thông

Phân loại

- Đơn hướng: truyền hình, truyền thanh
- Song hướng: điện báo, telex, điện thoại cố định, điện thoại di động, truyền dữ liệu, thư điện tử,...

### Thông tin, bản tin và nguồn tin

Thông tin

- Các tính chất xác định của vật chất được tiếp nhận bởi nhà quan sát từ thế giới vật chất xung quanh
- Tin tức: sự hiểu biết hay tri thức, có khả năng được biểu diễn dưới những dạng thích hợp cho quá trình trao đổi, truyền đưa, lưu giữ hay xử lý
- Các dạng cơ bản: Âm thanh, Hình ảnh, Dữ liệu.. (chứa ý tưởng trong hoạt động tư duy của con người.) VD: Tiếng nói, âm nhạc, ảnh tĩnh, ảnh động, đồ họa, chữ viết, ký tự, con số,...

Bản tin

- Thông tin được thể hiện ở một dạng thức nhất định được gọi là bản tin
- Dạng thể hiện có thể là : Văn bản, Bản nhạc, Hình vẽ, Đoạn thoại...
- Một bản tin chứa đựng một lượng thông tin cụ thể, có nguồn và đích xác định cần được chuyển một cách chính xác, đúng đích và kịp thời

Nguồn tin

- Nguồn tin là nơi sản sinh hay chứa các bản tin cần truyền
- Nguồn tin có thể là:
  - Con người
  - Các thiết bị thu phát âm thanh, hình ảnh
  - Các thiết bị lưu trữ và thu nhận thông tin

## Tín hiệu, mã hoá, điều chế và giải điều chế

### Tín hiệu

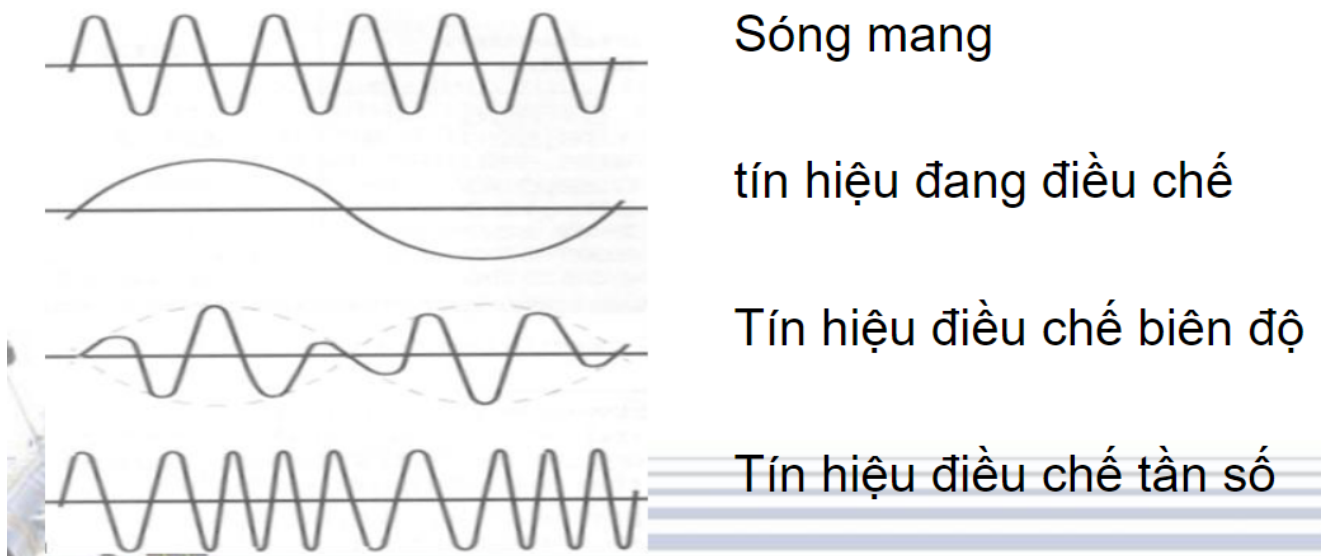
- Là đại lượng vật lý trung gian do thông tin biến đổi thành
- Trong viễn thông: một dạng năng lượng mang theo thông tin tách ra được và truyền từ nơi phát đến nơi nhận
- Phân loại
  - Theo đặc tính hàm số: tín hiệu tương tự/tín hiệu số
  - Theo thông tin (nguồn tin): tín hiệu âm thanh (Tín hiệu thoại, tín hiệu ca nhạc ...); tín hiệu hình ảnh (hình ảnh tĩnh, hình ảnh động ...); tín hiệu dữ liệu
  - Theo năng lượng mang: Tín hiệu điện, tín hiệu quang
  - Theo vùng tần số: Tín hiệu âm tần, tín hiệu cao tần, tín hiệu siêu cao tần

### Mã hoá

- Mã hóa nguồn (source coding): nén nguồn thông tin
  - Phương thức mã hóa tín hiệu thành các bit thông tin để truyền, đồng thời làm tối đa dung lượng kênh truyền
  - Phân theo các loại nguồn thông tin khác nhau: thoại, số liệu hoặc hình ảnh
  - Phổ biến: PCM, DPCM, ADPCM
- Mã hóa kênh (channel coding): bảo vệ bản tin khi truyền trên kênh
  - Bổ sung thêm các bit vào bản tin truyền đi nhằm mục đích phát hiện và/hoặc sửa lỗi

### Điều chế

- Thông tin cần truyền được trộn lẫn với sóng mang nhờ điều chế
- Cần quá trình điều chế: vì tin tức của tín hiệu, như tiếng nói chẳng hạn, thường có tần số thấp, khó phát đi xa



- Có 2 kiểu điều chế được sử dụng rộng rãi: Điều biên (AM), điều tần (FM)
- Các hình thức khác: QAM, PM, và PCM
- Sử dụng kết hợp các kỹ thuật điều chế:
  - Phát thanh FM stereo: kết hợp cả AM và FM
  - Hệ thống vô tuyến số : biến đổi tín hiệu tiếng nói thành xung mã, sau đó sử dụng QAM/ PM để chuyển dòng xung theo tín hiệu vô tuyến
- Các hình thức điều chế số: ASK, PSK, FSK

*Note: hệ số m được nhân với hệ số biên (ASK), hệ số pha (PSK), và hệ số tần số (FSK)*

## Điều chế ASK:

- Biểu thức tín hiệu:

- Sóng mang:  $E_s(t) = A_S \cdot \cos(w_0 t + j_0)$
- Tín hiệu điều chế:  $x = x(t)$
- Tín hiệu ASK:  $E_{ASK}(t) = m \cdot x(t) \cdot A_S \cdot \cos(w_0 t + j_0)$

Với:

$A_S$ : Biên độ cực đại tín hiệu ;  $j_0$ : Pha ban đầu của tín hiệu;

$W_0$ : là tần số tín hiệu ;  $m$ : là hệ số điều chế

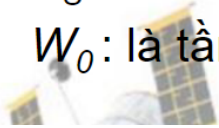
## Điều chế FSK:

- Biểu thức tín hiệu:

- Sóng mang :  $E_s(t) = A_S \cdot \cos(w_0 t + j_0)$
- Tín hiệu điều chế :  $x = x(t)$
- Tín hiệu FSK:  $E_{FSK}(t) = A_S \cdot \cos(m \cdot x(t) \cdot w_0 t + j_0)$

Với:

$A_S$ : Biên độ cực đại tín hiệu ;  $j_0$ : Pha ban đầu của tín hiệu;  
 $W_0$ : là tần số tín hiệu ;  $m$ : là hệ số điều chế



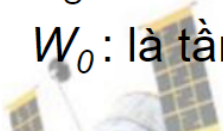
## Điều chế PSK:

- Biểu thức tín hiệu:

- Sóng mang :  $E_s(t) = A_S \cdot \cos(w_0 t + j_0)$
- Tín hiệu điều chế:  $x = x(t)$
- Tín hiệu PSK:  $E_{PSK}(t) = A_S \cdot \cos(w_0 t + m \cdot x(t) \cdot j_0)$

Với:

$A_S$ : Biên độ cực đại tín hiệu ;  $j_0$ : Pha ban đầu của tín hiệu;  
 $W_0$ : là tần số tín hiệu ;  $m$ : là hệ số điều chế



## (Bài tập) Điều chế số

1. Vẽ dạng sóng tín hiệu tại các đầu vào và ra bộ điều chế ASK với tín hiệu đầu vào bộ điều chế là tín hiệu số ứng với dãy bit 101010101, sóng mang  $E = E_0 \sin(2\pi f_0 t + \pi/2)$ .  
Hệ số điều chế  $m=1$

- Tóm tắt

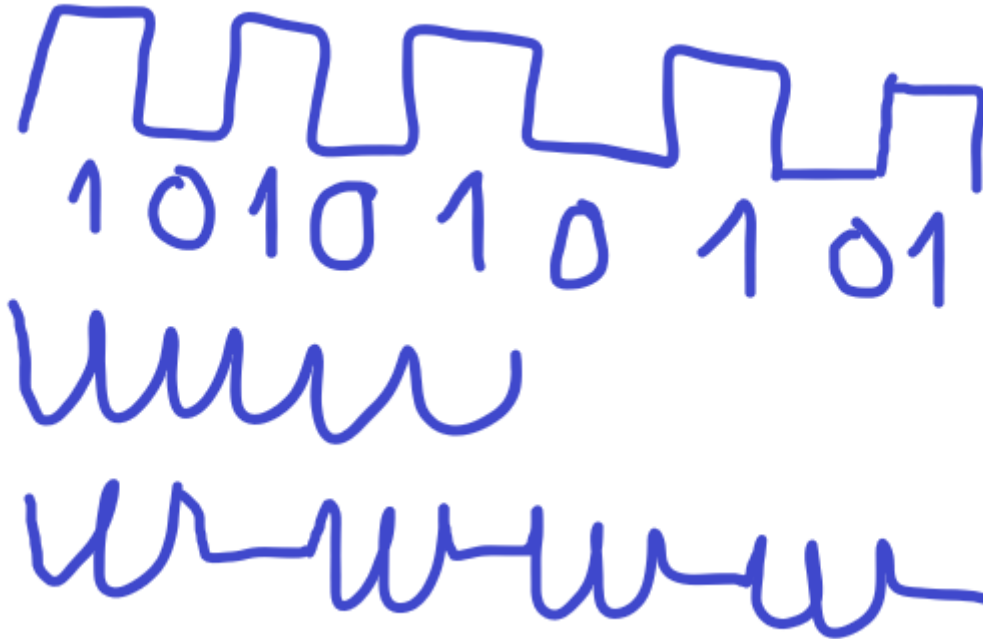
- Dãy bit: 101010101
- $A = 1$  (biên độ là  $E_0$ )
- $w = 2\pi$  (tần số tín hiệu là  $2\pi f_0$ )
- $j = \frac{\pi}{2}$  (pha ban đầu là  $\pi/2$ )
- $m = 1$  (hệ số điều chế  $m = 1$ )
- Điều biên

Chu kỳ  $T = \frac{1}{w} = \frac{1}{2\pi}$ , tức là trong 1 mức tín hiệu sẽ có 2 chu kỳ sinh ra  
Pha ban đầu là  $\frac{\pi}{2}$ , tức điểm bắt đầu là  $90^\circ$

Biên độ sau điều chế  $A' = mA = A$

Mức tín hiệu sau điều chế:

- Bit 0:  $A = 0$
- Bit 1:  $A = 1$



2. Vẽ dạng sóng tín hiệu tại các đầu vào và ra bộ điều chế FSK với tín hiệu đầu vào bộ điều chế là tín hiệu số ứng với dãy bit 101100101, song mang  $E = E_0 \sin(2\pi f_0 t + \pi/2)$ .  
Hệ số điều chế  $m=3$

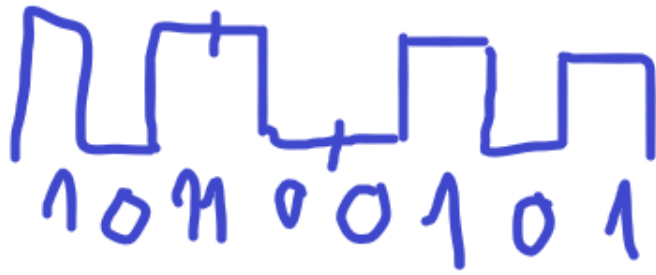
- Tóm tắt
  - Dãy bit: 101100101
  - $A = 1$  (biên độ là  $E_0$ )
  - $w = 2\pi$  (tần số tín hiệu là  $2\pi f_0$ )
  - $j = \frac{\pi}{2}$  (pha ban đầu là  $\pi/2$ )
  - $m = 3$  (hệ số điều chế  $m = 3$ )
  - Điều tần số

Pha ban đầu là  $\frac{\pi}{2}$ , tức điểm bắt đầu là  $90^\circ$

Tần số sau điều chế  $w' = m \times w = 6\pi$

Mức tín hiệu sau điều chế

- Bit 0:  $\pi/2 = T/2$
- Bit 1:  $6.5\pi = 6.5T$



3. Vẽ dạng sóng tín hiệu tại các đầu vào và ra bộ điều chế PSK với tín hiệu đầu vào bộ điều chế là tín hiệu số ứng với dãy bit 101010101, song mang  $E = E_0 \sin(2\pi f_0 t + \pi/2)$ . Hệ số điều chế  $m=1$

- Tóm tắt
  - Dãy bit: 101010101
  - $A = 1$  (biên độ là  $E_0$ )
  - $\omega = 2\pi$  (tần số tín hiệu là  $2\pi f_0$ )
  - $j = \frac{\pi}{2}$  (pha ban đầu là  $\pi/2$ )
  - $m = 1$  (hệ số điều chế  $m = 1$ )
  - Điều pha

Pha ban đầu là  $\frac{\pi}{2}$ , tức điểm bắt đầu là  $90^\circ$

Pha sau điều chế  $j' = m \times j = \pi/2$

Mức tín hiệu sau điều chế

- Bit 0: 0
- Bit 1:  $\pi/2$

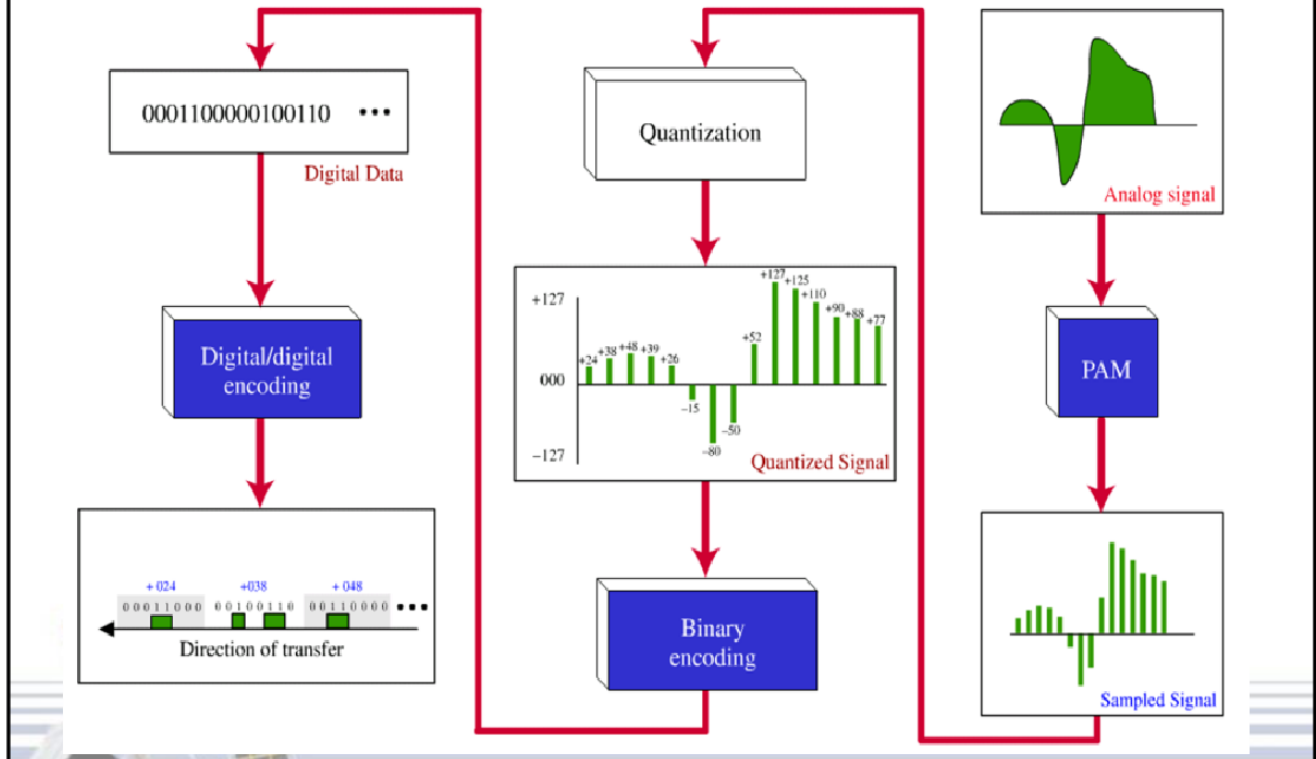


## Điều xung mã PCM

### Lượng tử hóa

- Xác định giá trị của điểm được lấy mẫu, rơi vào khoảng nào thì lấy giá trị khoảng đó
- Tùy thuộc vào các mức lượng tử
- Số mức lượng tử hóa  $\leq 2^n$  ( $n$  là số bit cần thiết để số hóa 1 xung)
- Lượng tử hóa đều: Chia biên độ xung lấy mẫu thành các khoảng đều nhau, mỗi khoảng là một bước lượng tử đều  $\Delta$
- Lượng tử hoá không đều : Chia biên độ xung lấy mẫu thành các khoảng không đều nhau theo nguyên tắc khi biên độ xung lấy mẫu càng lớn thì độ dài bước lượng tử càng lớn

# Mô hình điều chế PCM



PCM cho kênh thoại

- Sử dụng kỹ thuật TDM
- Tần số tín hiệu thoại trong lên đến 4 KHz
- Tần số lấy mẫu tín hiệu thoại là 8 KHz ( $T_s = 125 \mu sec$ )
- Mã hóa 8 bits / mẫu
- Tốc độ luồng dữ liệu số:  $8000 \times 8 = 64 \text{ Kbps}$

## (Bài tập) Mã hoá nguồn PCM

1. Tính tốc độ luồng bit dữ liệu sau mã hoá trong trường hợp tín hiệu có dải tần là 0-7800Hz, dùng 256 bước lượng tử để lượng tử hoá tín hiệu này. Trong quá trình mã hoá dự phòng thêm 4 bit
- Tóm tắt:
    - $f = (0, 7800) \text{ Hz}$
    - $M = 256$
    - Dự phòng thêm 4 bit

Băng thông  $B = 7800 - 0 = 7800 \text{ Hz}$

Áp dụng định lý Nyquist cho trường hợp không lỗi, dự phòng thêm 4 bits:

$$C = 2 \times B \times (\log_2(M) + 4) = 187200 \text{ bps}$$



2. Tính tốc độ luồng bit dữ liệu sau mã hoá trong trường hợp tín hiệu có dải tần là 300 - 3400Hz, dùng 2048 bước lượng tử để lượng tử hoá

- Tóm tắt:
  - $f = (300, 3400)$  Hz
  - $M = 2048$

Băng thông  $B = 3400 - 300 = 3100$  Hz

Áp dụng định lý Nyquist cho trường hợp không lỗi:  $C = 2 \times B \times \log_2(M) = 68200$  bps

3. Tính tốc độ luồng bit dữ liệu sau mã hoá trong trường hợp tín hiệu có dải tần là 0-1.000.000Hz, dùng 1000 bước lượng tử để lượng tử hoá tín hiệu này và thêm 24 bước lượng tử để dự phòng trong tương lai. Trong quá trình mã hoá dự phòng thêm 1 bit

- Tóm tắt:
  - $f = (0, 1M)$  Hz
  - $M = 1000 + 24$
  - Dự phòng thêm 1 bit

Băng thông  $B = 1M - 0 = 1M$  Hz

Áp dụng định lý Nyquist cho trường hợp không lỗi, dự phòng thêm 1 bits:

$$C = 2 \times B \times (\log_2(M) + 1) = 22M \text{ bps}$$

## Mạng viễn thông

Mạng viễn thông: Hệ thống thiết bị, cơ cấu và thủ tục giúp các thiết bị người dùng kết nối tới mạng có thể trao đổi thông tin có ý nghĩa

Hệ thống viễn thông: xử lý và phân phối thông tin từ một vị trí này sang vị trí khác. Đôi khi gọi là hệ thống thông tin (information system). Một hệ thống thông tin bao gồm các thành phần: Bộ mã hóa, bộ phát, môi trường truyền dẫn, bộ thu, bộ giải mã

## Truyền dẫn

Độ rộng băng tần (bandwidth-còn gọi là băng thông): độ rộng tần số có thể sử dụng cho một kết nối

Đối với điện thoại, các kết nối có thể xử lý tần số trong khoảng 300 đến 3400 Hz, nghĩa là độ rộng băng là 3,1kHz.

Thông thường, tai người có thể nhận biết âm thanh có tần số trong khoảng 15Hz đến (xấp xỉ) 15000Hz

Mã đường truyền: Để tái tạo những tín hiệu số thì các bộ tái tạo phải nhận được thông tin định thời sao cho những tín hiệu đến có thể được đọc tại các khoảng thời gian chính xác.

Bởi vậy mà các mã đường truyền đặc biệt được sử dụng để ngăn cản các chuỗi bit “0” (không có tín hiệu định thời)

Ghép kênh: Để giảm chi phí có thể truyền nhiều cuộc gọi trên cùng một kết nối vật lý (chẳng hạn như các đôi dây). Kỹ thuật này được sử dụng trong cả mạng tương tự và số cho hệ thống đa kênh được gọi là ghép kênh

Phân loại

- Truyền đơn công: Tín hiệu truyền dẫn theo một chiều. VD: vô tuyến truyền thanh, truyền hình, các dịch vụ nhắn tin
- Truyền bán song công: Tín hiệu truyền dẫn theo một chiều không liên tiếp nhau. VD: Hệ thống vô tuyến (điện đàm trong quân đội hoặc trong hàng hải) và một số hệ thống truyền dẫn dữ liệu
- Truyền song công: Tín hiệu truyền dẫn theo hai chiều tại cùng một thời điểm. VD: Hệ thống thông tin di động và các hệ thống truyền dữ liệu hiện đại

## Môi trường truyền dẫn

Ba môi trường quan trọng nhất hay được sử dụng trong truyền dẫn là

- Cáp đồng
- Cáp quang
- Cáp vô tuyến

Về nguyên tắc, tất cả các môi trường truyền dẫn được sử dụng cho thông tin điểm-điểm, nhưng chỉ công nghệ vô tuyến có thể truyền thông với các đầu cuối di động.

Ghép kênh (Multiplexing)

- “Ghép kênh”: là quá trình kết hợp nhiều tín hiệu lối vào (tốc độ thấp) tạo nên một tín hiệu lối ra (tốc độ cao hơn)
- Điều kiện đơn kênh: Tại một thời điểm, môi trường truyền dẫn chỉ cho phép một kênh truyền/tín hiệu truyền qua
- Trường hợp nhiều kênh truyền cùng chia sẻ một môi trường truyền dẫn: khi đó tài nguyên của môi trường truyền phải chia nhỏ, mỗi kênh truyền được chia một phần tài nguyên đó
- Tài nguyên của môi trường truyền dẫn: thời gian, tần số (bước sóng), mã, không gian
- Mục tiêu: Tăng hiệu suất sử dụng môi trường truyền dẫn, tăng dung lượng truyền dẫn của hệ thống

Đa truy cập (Multi access)

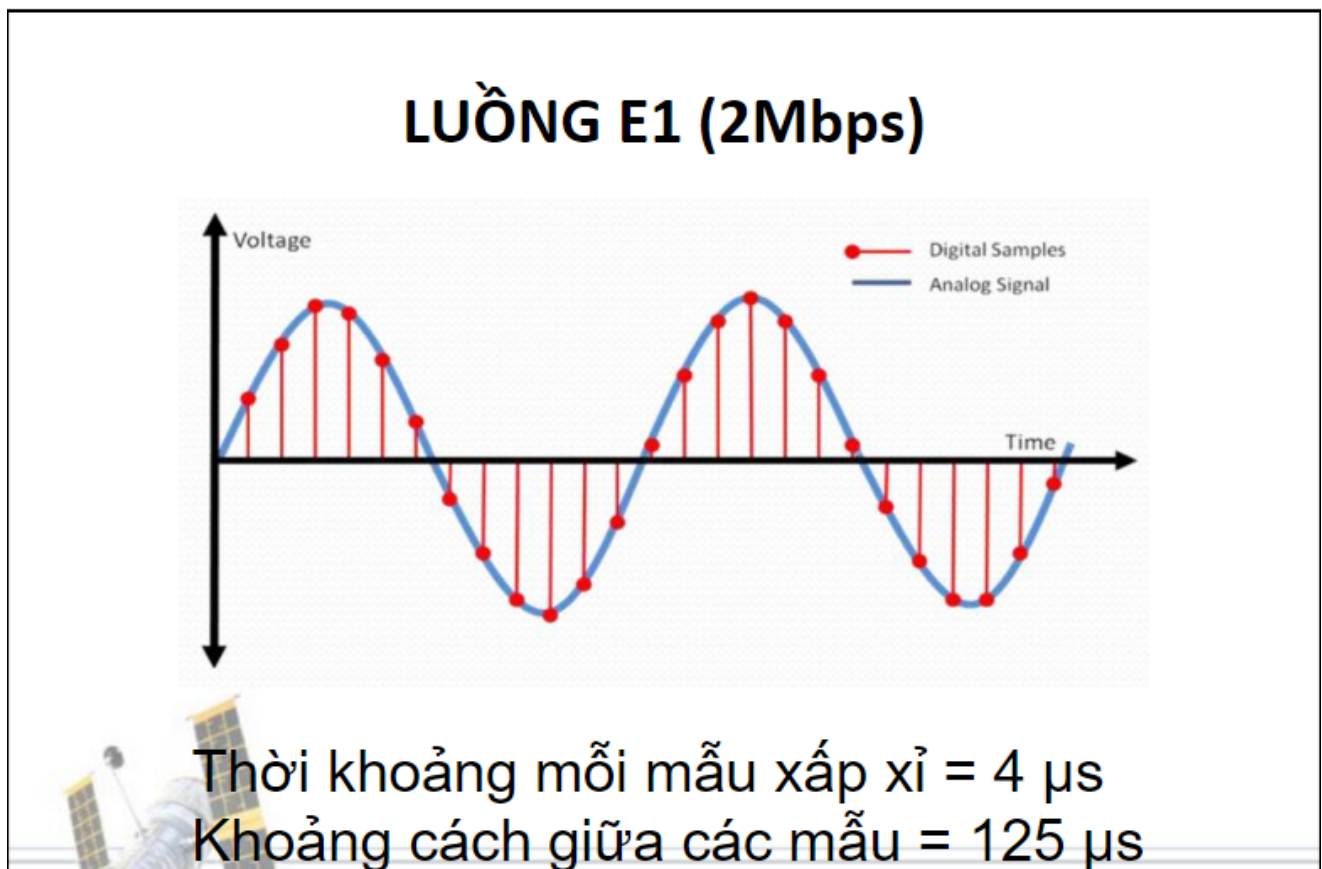
- Thuật ngữ “đa truy nhập”: chỉ quá trình cho phép nhiều cặp thu – phát (người dùng) có thể chia sẻ tài nguyên mạng bằng cách sử dụng các kỹ thuật ghép kênh khác nhau

- Mục tiêu: Tăng hiệu suất sử dụng kênh truyền, tăng tần suất sử dụng của môi trường truyền dẫn

## Ghép kênh PDH và SDH

### Plesiochronous Digital Hierarchy (PDH)

- Chuẩn châu Âu:  $E1 = 2M$ ,  $E2 = 8M(E2=4E1)$ ,  $E3 = 34M(E3=4E2)$ ,  $E4 = 140M(4E3)$ ,  $E5 = 565M(4E4)$



- Chuẩn Bắc Mỹ:  $T1 = 1.5M$ ,  $T2 = 6M$ ,  $T3 = 45M$ ,  $T4 = 274M$ ,  $T5 = 560M$
- Chuẩn Nhật Bản:  $M1 = 1.5M$ ,  $M2 = 6M$ ,  $M3 = 32M$ ,  $M4 = 98M$ ,  $M5 = 400M$

### Synchronous Digital Hierarchy (SDH)

- Khả năng ghép các luồng PDH của nhiều chuẩn khác nhau vào một luồng STM (Synchronous Transport Module)
- Thông tin phải được truyền dẫn trên cáp quang để đảm bảo tốc độ cao và xác suất lỗi thấp nhất
- SDH cho ta khả năng đồng bộ về tốc độ truyền, dung lượng kênh giữa các hệ thống có chuẩn khác nhau
- Hỗ trợ các giao tiếp chuẩn hóa cho phép ghép và tách các luồng PDH khác nhau vào/ra luồng STM một cách dễ dàng

## Chuyển mạch

## Chuyển mạch kênh

- Chuyển mạch kênh tín hiệu số là quá trình kết nối, trao đổi thông tin các khe thời gian
- Có hai cơ chế thực hiện quá trình chuyển mạch kênh tín hiệu số
  - Chuyển mạch thời gian (Time switching)
    - S-MEM (Speech Memory - bộ nhớ tín hiệu thoại): Nhớ tạm thời các tín hiệu PCM chứa trong mỗi khe thời gian phía đầu vào
    - C-MEM (Control Memory -bộ nhớ điều khiển): có chức năng điều khiển quá trình đọc thông tin đã lưu đệm tại S-Mem
  - Chuyển mạch không gian (Space switching)

## Báo hiệu

Trong mạng viễn thông báo hiệu được coi là một phương tiện để chuyển thông tin và các lệnh từ điểm này đến điểm khác, các thông tin và các lệnh này có liên quan đến thiết lập, điều khiển kết nối (cho hội thoại, truyền dữ liệu ...) hoặc để quản lý mạng

### Chức năng chính

- Chức năng giám sát: giám sát đường thuê bao, đường trung kế
- Chức năng tìm chọn: chức năng điều khiển và chuyển thông tin địa chỉ
- Chức năng khai thác và vận hành mạng: phục vụ cho việc khai thác mạng một cách tối ưu nhất

### Báo hiệu in-band

- Gửi các bản tin điều khiển trong cùng một kênh truyền thông được sử dụng cho thoại hoặc dữ liệu.
- Gồm: DP, DTMF, MF

### Báo hiệu sub-band

- Gửi thông tin bằng cách sử dụng băng tần nằm trong kênh truyền thông nhưng nằm ngoài băng thông tín hiệu truyền thông bình thường

### Báo hiệu out-band

- Gửi các bản tin điều khiển đi theo một đường khác với kênh truyền sử dụng cho thoại hoặc dữ liệu
- Gồm: CCS, SS7

### Báo hiệu liên tổng đài

- Gồm: MF, SS7

### Báo hiệu kết hợp kênh CAS

- Là báo hiệu liên tổng đài mà tín hiệu báo hiệu được truyền cùng với trung kế tiếng/Data
- Đặc trưng
  - Tín hiệu báo hiệu có thể được chuyển giao trên kênh thoại (báo hiệu In-band)
  - Tín hiệu báo hiệu cũng có thể được chuyển giao trong một kênh báo hiệu riêng biệt (như trong khe thời gian TS16 của PCM30)
- Tín hiệu báo hiệu cũng có thể được chuyển giao trong một kênh báo hiệu riêng biệt (như trong khe thời gian TS16 của PCM30)
- Các tín hiệu hướng đi và về đánh số theo 1.2.3...15 và tín hiệu đa tần hướng đi có tần số cao hơn tín hiệu đa tần hướng về

### Báo hiệu đa tầng liên đài MF

- Các tín hiệu thanh ghi (Register Signals) được sử dụng trong thời gian thiết lập cuộc gọi để chuyển giao địa chỉ và thông tin thuê bao
- Các tín hiệu báo đường dây (Line Signals): được sử dụng trong toàn bộ thời gian cuộc gọi để giám sát trạng thái của đường dây.

### Báo hiệu kênh chung CCS

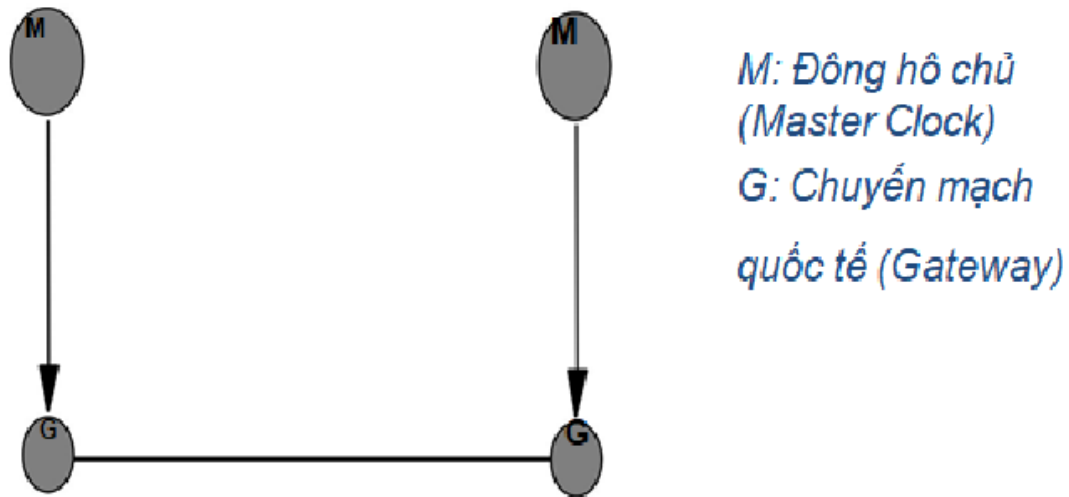
- Là báo hiệu liên tổng đài mà tín hiệu báo hiệu được truyền trên một đường số liệu tốc độ cao độc lập với trung kế tiếng. Báo hiệu được thực hiện ở cả 2 hướng đi và về với một kênh báo hiệu cho mỗi hướng
- Thông tin báo hiệu cần gửi đi được nhóm thành những gói dữ liệu. Bên cạnh những thông tin dành cho việc báo hiệu còn có thêm một số thông tin nhận dạng kênh thoại mà nó báo hiệu cho, thông tin địa chỉ (nhãn) và thông tin để điều chỉnh lỗi

## Đồng bộ

Đồng bộ có ảnh hưởng lớn đến độ ổn định và chất lượng dịch vụ của mạng thông tin. Việc mất đồng bộ hay kém đồng bộ gây nên rung pha, trôi pha, trượt... làm suy giảm chất lượng dịch vụ

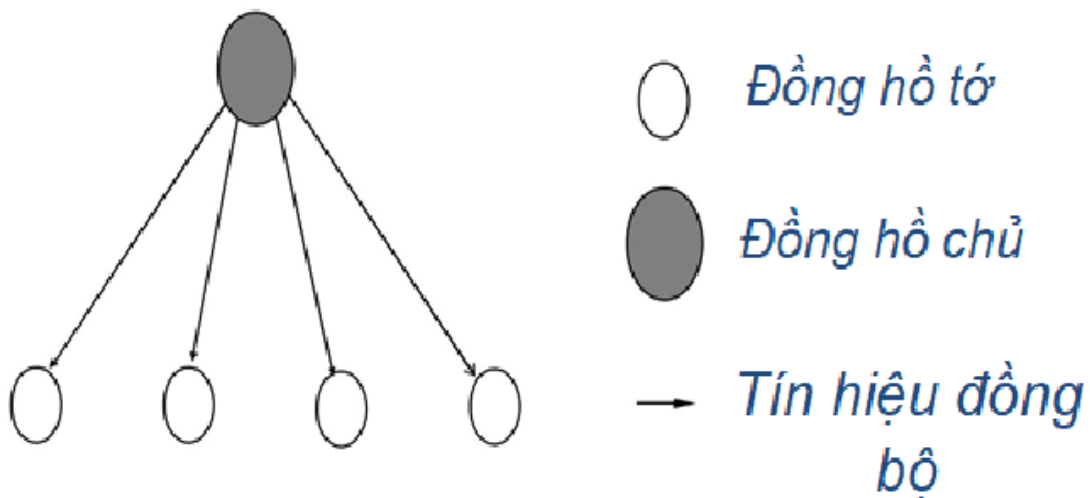
Để các thiết bị trong cùng mạng lưới hoạt động đồng bộ với nhau và cùng theo một thời gian chuẩn, đòi hỏi tín hiệu đồng bộ phải có độ tin cậy cao và phương pháp thực hiện đồng bộ tối ưu

## CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐỒNG BỘ



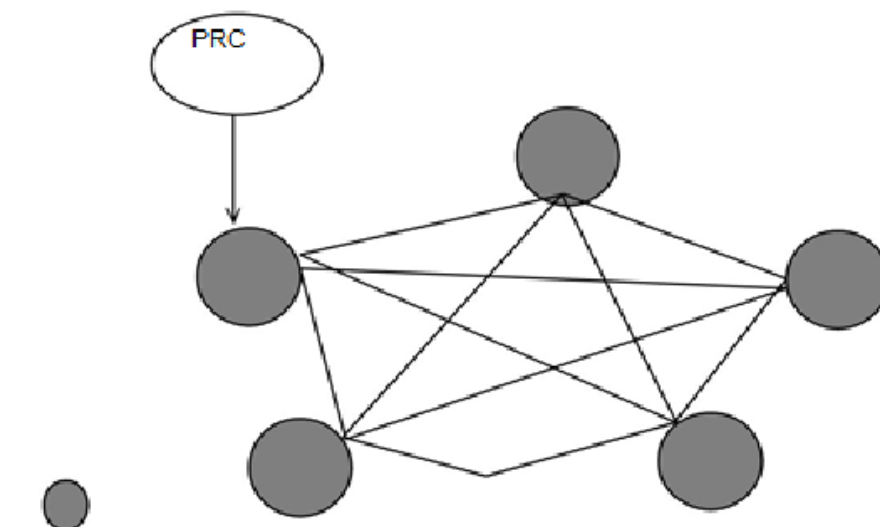
*Phương pháp cận đồng bộ*

## CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐỒNG BỘ



*Phương pháp đồng bộ chủ - tớ*

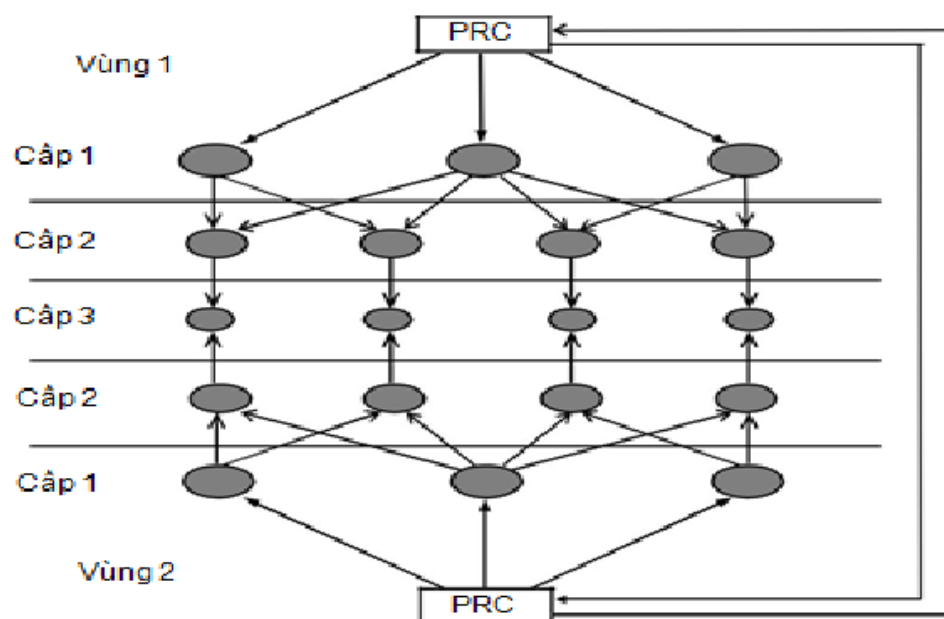
# CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐỒNG BỘ



Nút mạng

*Đồng bộ tương hỗ có nguồn chủ*

# CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐỒNG BỘ



*Đồng bộ kết hợp*

## Chương 2: Thông tin di động

## GSM - Global System for Mobile Communications

The Network Switching Subsystem (NSS)

- MSC (Mobile Services Switching Center): là thành phần chính trong hệ thống NSS, nó đóng vai trò điều khiển các hệ thống BSC khác, đồng thời định tuyến các cuộc gọi vào/ra
- HLR (Home Location Register): là một cơ sở dữ liệu chứa các dữ liệu thuê bao quan trọng như: hồ sơ dịch vụ thuê bao, thông tin vị trí, trạng thái kích hoạt
- VLR (Visistor Location Register): là cơ sở dữ liệu chứa thông tin tạm thời về thuê bao để cung cấp cho MSC. VLR luôn được tích hợp với MSC
- AuC (Authentication Center): là cơ sở dữ liệu lưu giữ khóa nhận dạng của các thuê bao và tạo ra bộ 3 tham số xác thực (RAND, SRES, Kc) khi HLR yêu cầu để tiến hành quá trình xác thực thuê bao
- The Short Messaging Service Center (SMSC)

The Base Station Subsystem (BSS):

- Trạm thu phát sóng (BTS)
- Bộ điều khiển trạm gốc (BSC)

The Mobile Station (MS)

- SIM (Subscriber Identification Modules ): cắm vào điện thoại di động GSM. Các SIM chứa tất cả các thông tin liên quan đến một thuê bao

## Downlink và Uplink

- Downlink trễ hơn Uplink 3 Timeslot
- Downlink and Uplink sử dụng cùng số Timeslot
- Downlink and Uplink sử dụng giống nhau Số kênh (ARFCN)
- Downlink and Uplink sử dụng khác nhau các băng tần (cách nhau 45 MHz cho GSM900)

## Phương thức truy cập

- FDMA: chia tần số của tổng băng thông 25 MHz thành 125 sóng mang có băng thông 200 kHz.
- TDMA: mỗi tần số này được chia thành tám khe thời gian sử dụng sơ đồ TDMA. Mỗi khe này được sử dụng cho cả truyền cũng như tiếp nhận dữ liệu. Các khe này được phân tách theo thời gian để một thiết bị di động không truyền tải và nhận dữ liệu cùng một lúc

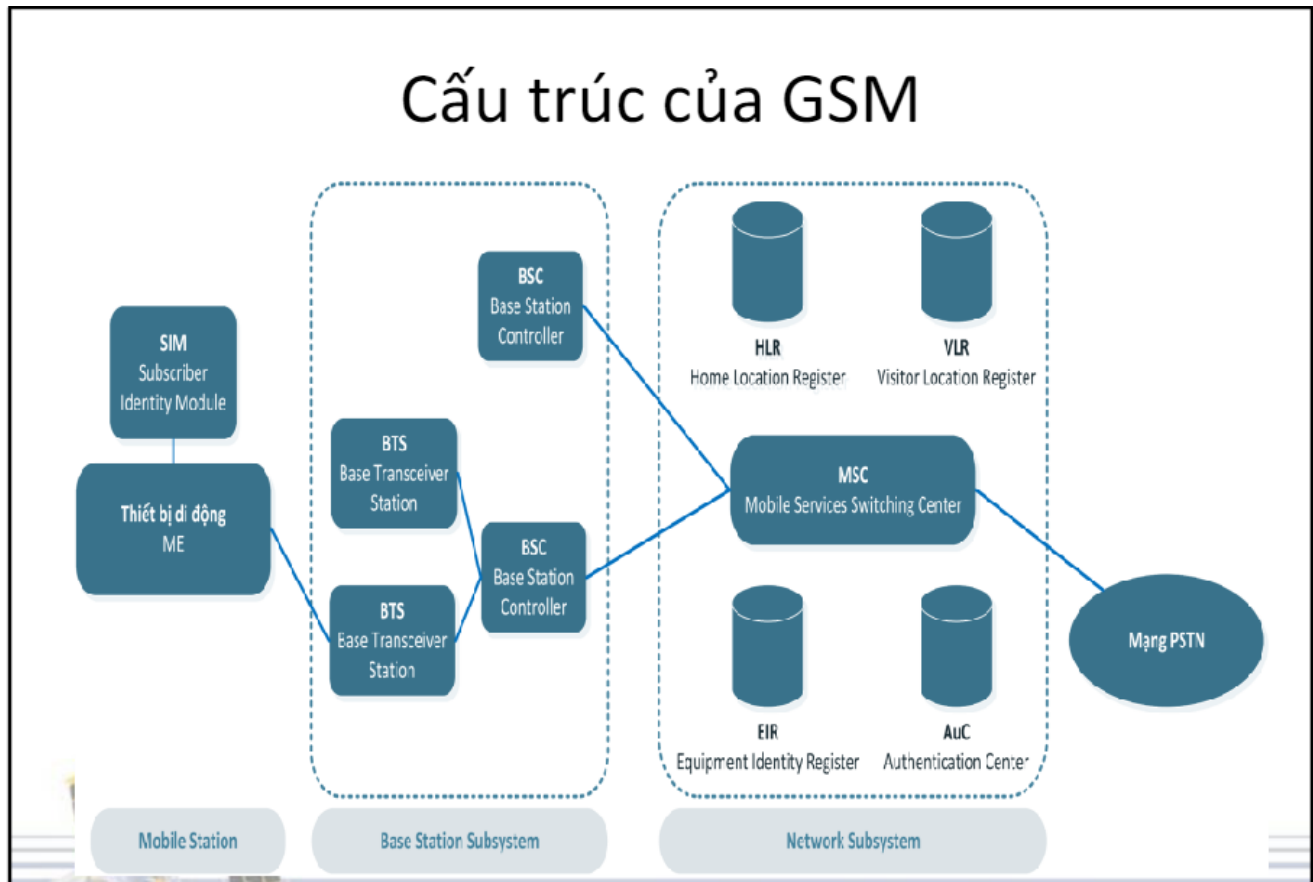
## Giao thức báo hiệu

- Kiến trúc GSM là một mô hình lớp được thiết kế để cho phép liên lạc giữa hai hệ thống khác nhau
- Các lớp thấp hơn đảm bảo các dịch vụ của các giao thức lớp trên



- Mỗi lớp chuyển các thông báo phù hợp để đảm bảo dữ liệu truyền đã được định dạng, truyền và nhận chính xác

## Quy trình vận hành của GSM



### Khi thuê bao di động gọi đến PSTN

1. MSC / VLR nhận được thông báo yêu cầu cuộc gọi (MSC nhận thông báo)
2. MSC / VLR kiểm tra xem thuê bao di động có được phép truy cập mạng không (MSC kiểm tra thuê bao)
3. MSC / VLR phân tích số và bắt đầu thiết lập cuộc gọi với PSTN (MSC phân tích và thiết lập)
4. MSC / VLR yêu cầu BSC tương ứng phân bổ kênh (radio và timeslot) (MSC yêu cầu BSC)
5. BSC phân bổ kênh và chuyển thông tin đến thuê bao di động (MSC chuyển thông tin đến thuê bao)
6. Bên được gọi trả lời cuộc gọi và cuộc trò chuyện diễn ra (Cuộc gọi diễn ra)
7. Thuê bao di động tiếp tục thực hiện các phép đo của các kênh radio trong cell hiện tại và các cell lân cận và chuyển thông tin đến BSC (Thuê bao đo và chuyển thông tin đến BSC)

### Khi thuê bao PSTN gọi một thuê bao di động

1. MSC Gateway nhận cuộc gọi và truy vấn HLR để biết thông tin cần thiết để định tuyến

- cuộc gọi tới MSC / VLR phụ trách (Gateway nhận cuộc gọi, truy vấn HRL)
2. GMSC định tuyến cuộc gọi đến MSC / VLR (GMSC định tuyến)
  3. MSC kiểm tra VLR cho khu vực vị trí của thuê bao di động (MSC kiểm tra VLR)
  4. MSC liên lạc với thuê bao di động thông qua BSC bằng tin nhắn quảng bá (MSC liên lạc thông qua BSC)
  5. Thuê bao di động đáp ứng yêu cầu của tin nhắn (Thuê bao đáp ứng)
  6. BSC phân bổ một kênh lưu lượng và gửi tin nhắn đến thuê bao di động để cấp kênh (tune). Thuê bao di động đổ chuông và sau khi thuê bao , kết nối được thành lập (BSC phân bổ kênh, gửi tin nhắn đến thuê bao)
  7. Việc chuyển giao cell diễn ra, nếu được yêu cầu (Chuyển giao diễn ra)

#### Điều chế

- GSM sử dụng điều chế Gaussian Minimum Shift Keying (GMSK)
- GMSK là một dạng của điều chế FSK có pha liên tục

#### Mã hoá thoại

- GSM sử dụng Linear Predictive Coding (LPC)
- Tốc độ tiếng nói sau mã hoá: 13 kbps

## **GPRS (General Packet Radio Service)**

- GPRS : ghép thêm chức năng chuyển mạch gói vào mạng GSM
- GPRS cho phép cung cấp internet trên các thiết bị di động được kết nối trên mạng GSM
- GPRS cung cấp tốc độ dữ liệu max 115 Kbps so với GSM có tốc độ dữ liệu 9,6 kbps
- Nhà mạng hỗ trợ GPRS và kích hoạt các dịch vụ sử dụng GPRS cho người dùng
- Trong GSM, thuê bao di động được phân bổ một khe thời gian

#### PCU

- PCU là bộ phận phân tách lưu lượng giữa GSM (Voice) và GPRS ( Data)
- Trong GPRS: PCU có hai con đường
  - PCU-MSC-GMSC-PSTN
  - PCU-SGSN-GGSN-Internet (mạng dữ liệu gói)

#### Serving GPRS Support Node (SGSN)

- Nén dữ liệu giúp giảm thiểu kích thước dữ liệu được truyền
- Xác thực thuê bao GPRS
- Định tuyến dữ liệu đến GGSN tương ứng khi cần kết nối với mạng bên ngoài
- Quản lý di động khi người đăng ký di chuyển từ một khu vực PLMN sang một PLMN khác, và có thể là một SGSN sang một SGSN khác

- Traffic statistics collections

### Gateway GPRS Support Node (GGSN)

- Cổng đến các mạng ngoài như PDN (packet Data Network) hoặc mạng IP
- Chức năng
  - Định tuyến các gói đến từ mạng IP bên ngoài vào các SGSN tương ứng trong mạng GPRS
  - Định tuyến các gói từ các thuê bao di động trong mạng GPRS đến mạng IP bên ngoài

### Border Gateway(BG)

- Đây là bộ định tuyến giao tiếp với các mạng GPRS khác
- Kết nối giữa hai BG được gọi là đường hầm GPRS
- An toàn hơn thay vì qua Internet công cộng
- Hai nhà khai thác cần phải đồng ý các điều khoản cung cấp kết nối bao gồm cả các điều khoản tính phí

### Phân loại điện thoại GPRS

- Lớp A: Loại này chứa hai bộ thu phát. Do đó có thể gửi và nhận dữ liệu và thoại cùng lúc
- Lớp B: Loại này có thể gửi / nhận dữ liệu hoặc thoại, nhưng không phải cả hai cùng một lúc
- Lớp C: Loại này chỉ cho phép một loại kết nối thoại hoặc dữ liệu được sử dụng

## (Bài tập) Các công thức tính

### Băng thông Nyquist

- Nếu băng thông là B thì tốc độ tín hiệu cao nhất là 2B với 2 mức điện áp
- $C = 2 \times B \times \log_2(M)$  với
  - C: tốc độ truyền tín hiệu cực đại (bps) khi kênh truyền không có nhiễu
  - B: băng thông của kênh truyền (Hz)
  - M : số mức thay đổi tín hiệu trên đường truyền
- Trường hợp sử dụng: khi đường truyền không có lỗi

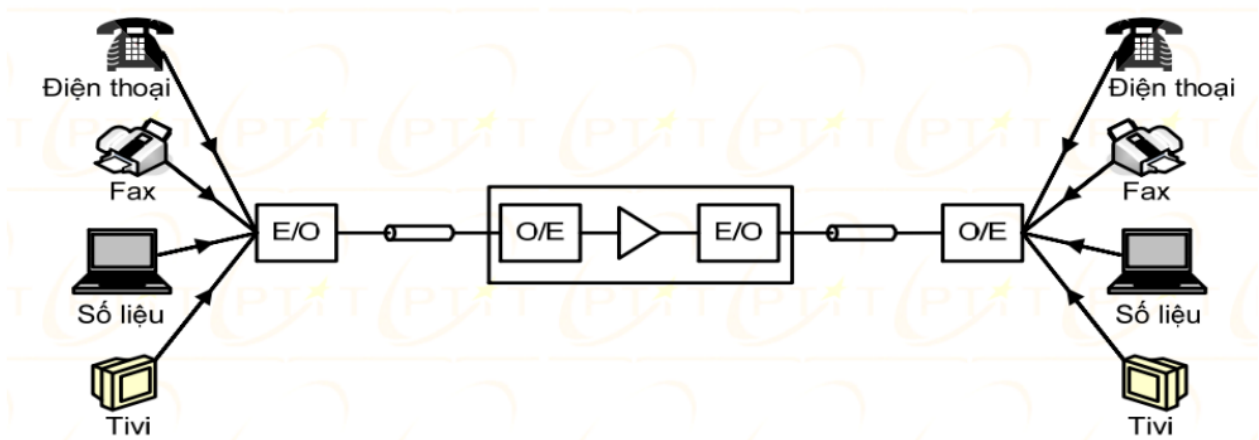
### Công thức năng suất Shannon

- Xét tốc độ truyền, nhiễu và tỷ lệ lỗi
- Tốc độ càng cao dẫn đến thời gian cho một bit ngắn đi và một xuất hiện của nhiễu sẽ tác động đến nhiều bits. Với một mức nhiễu thì tốc độ truyền càng cao dẫn đến tỷ lệ lỗi càng nhiều
- Signal to Noise ratio

- $SNR_{db} = 10 \times \log_{10}(S/N)(dB)$
- $SNR = S/N$
- S: công suất tín hiệu, N: công suất nhiễu
- Năng suất Shannon:  $C = B \times \log_2(1 + SNR)(bps)$  với
  - C: tốc độ truyền t/h cực đại khi kênh truyền không lỗi
- Trường hợp sử dụng
  - Khi đường trường có lỗi
  - SNR là tỉ lệ

## Chương 3: Thông tin quang

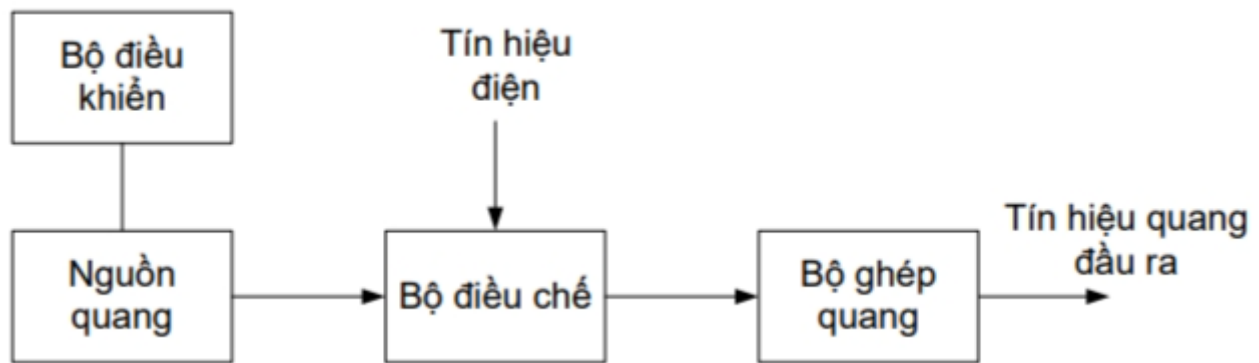
### Mô hình chung của hệ thống Thông tin quang



- **Khối E/O (Electric to Optic):** điều chế tín hiệu điện thành tín hiệu quang
- **Khối O/E (Optic to Electric):** tách tín hiệu quang thành tín hiệu điện

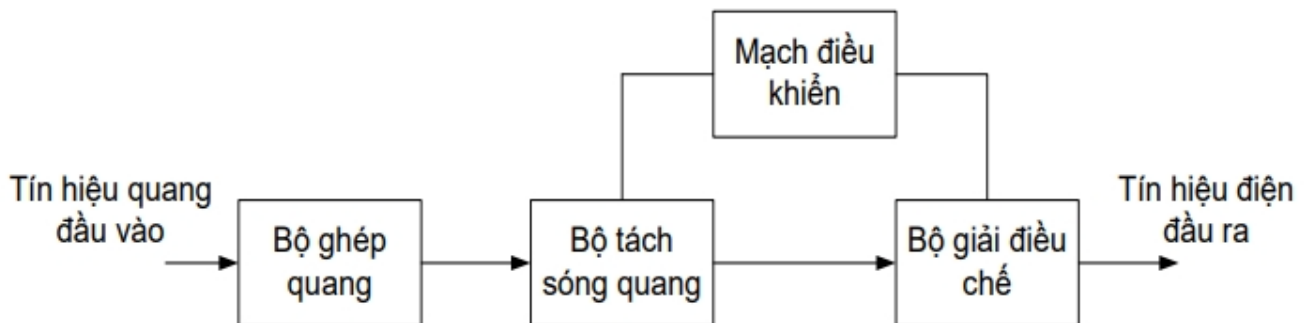
Các thành phần cơ bản:

- **Sợi quang:** Kênh truyền dẫn
  - Suy hao  $\sim 0.2$  dB/km
  - Tán sắc gây dẫn xung quang khi lan truyền
- **Bộ phát quang E/O**
  - Nguồn quang (LASER/LED): Tạo ra sóng mang quang
  - Tín hiệu truyền có tần số trong miền quang
  - Bộ điều chế quang tạo luồng bit quang



- **Bộ thu quang O/E**

- Bộ tách quang (PIN/APD): biến đổi nguồn quang thành điện
- Bộ giải điều chế: chế tạo lại nguồn bit điện
- Trong quá trình có nhiễu -> máy thu có lỗi:  $BER < 10^{-9}$
- Để hoạt động được: tất cả các máy thu cần tối thiểu một mức công suất nào đó (Độ nhạy thu)



- **Khởi E/O - O/E:**

- Khuếch đại tín hiệu bị suy yếu do suy hao trên sợi quang
- Trạm lặp làm việc theo nguyên lý: quang - điện - quang (o-e-o)
- Ngoài ra có thể dùng bộ khuếch đại quang (Optical Amplifier) để khuếch đại tín hiệu quang. Bộ khuếch đại làm việc trong miền quang

Ưu điểm:

- Suy hao thấp
- Độ rộng băng tần lớn
- Trọng lượng nhẹ
- Không bị ảnh hưởng bởi điện từ bên ngoài
- Không gây xuyên âm
- Tính bảo mật cao
- Chi phí tiết kiệm

Nhược điểm:

- Khó khăn trong việc ghép nối
- Không sử dụng được tại vùng bị chiếu xạ

## Một số vấn đề cơ bản

### Cơ sở quang vật lý

- Ánh sáng vừa có bản chất hạt vừa có bản chất sóng
- Năng lượng của 1 photon :  $E = hf$  hay  $E = \frac{1.2406}{\lambda} (\mu m)$ . Trong đó:
  - $h$  : hằng số Planck
  - $f$  : tần số ánh sáng  $f = \frac{c}{\lambda_0}$
  - $\lambda_0$  : bước sóng ánh sáng trong chân không
- Ánh sáng truyền trong môi trường chiết suất  $n$  với vận tốc  $v = \frac{c}{n}$
- Trong môi trường đồng nhất, ánh sáng truyền thẳng
- Khi gặp vấn đề mặt phân cách giữa hai môi trường: một phần phản xạ, một phần khúc xạ

Ánh sáng thấy được chiếu ở dải phổ: **380nm (tím) - 780nm (đỏ)**

Ánh sáng dùng trong thông tin quang nằm trong vùng cận hồng ngoại (near-infrared), không thấy được: **800nm - 1600nm**

3 vùng bước sóng (cửa sổ bước sóng) dùng trong thông tin quang: **850nm, 1300nm, 1550nm**

Suy hao là hàm của bước sóng

### Đơn vị công suất

- Thang đo tuyến tính với đơn vị:  $W$  hoặc  $mW$
- Thang đo logarithm với đơn vị:  $dB$
- Quan hệ giữa 2 mức công suất theo thang đo:  $P(dBm) = 10 \log_{10}(\frac{P(mW)}{1 mW})$
- dBm: được coi là thang đo decibel cho mức giá trị công suất tuyệt đối
- Quy tắc quan trọng: **0 dBm = 1 mW**
- Công suất theo dBm:
  - Nếu dương là lớn hơn 1 mW
  - Nếu âm là nhỏ hơn 1 mW

## Một số định luật quang cơ bản

- Chiết suất của môi trường:  $n = \frac{C}{v}$ . Trong đó:
  - $C = 3 \times 10^8 m/s$  : vận tốc ánh sáng trong chân không
  - $v$  : vận tốc ánh sáng trong môi trường đang xét
- Chiết suất của một vài môi trường thông dụng:

- Không khí:  $n = 1.00029 \approx 1$
- Nước:  $n = \frac{4}{3} \approx 1.33$
- Thủy tinh:  $n = 1.48$
- Định luật phản xạ ánh sáng:
  - Tia phản xạ nằm trong cùng mặt phẳng với tia tới
  - Góc phản xạ bằng góc tới ( $\theta_1' = \theta_1$ )
- Định luật khúc xạ ánh sáng:
  - Tia khúc xạ nằm trong cùng mặt phẳng với tia tới
  - Góc khúc xạ và góc tới theo công thức Snell:  $n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2)$
- Phản xạ toàn phần:
  - Toàn bộ tia tới quay trở lại môi trường tới
  - Điều kiện:
    - $n_1 > n_2$  và  $\theta_1 > \theta_2$
    - $\theta_c$  là góc tới hạn,  $\sin(\theta_c) = \frac{n_2}{n_1}$
  - Khi xảy ra phản xạ toàn phần, năng lượng ánh sáng được bảo toàn theo hướng truyền

## Các tiêu chuẩn cho hệ thống thông tin quang

- Các tiêu chuẩn sơ cấp
  - Suy hao, độ rộng băng tần và các đặc tính hoạt động của sợi quang, các mức công suất quang và độ rộng của phổ
- Các tiêu chuẩn kiểm tra thành phần thiết bị
  - Các phép đo thử hiệu năng thành phần sợi quang và các thủ tục hiệu chỉnh thiết bị.
  - Các tổ chức chính: TIA, EIA, ITU-T
- Các tiêu chuẩn hệ thống
  - Các phương pháp đo kiểm tuyến và mạng truyền dẫn
  - Các tổ chức chính: ANS, IEEE, ITU-T

## Sợi quang

Cấu trúc bao gồm

- Lõi - Core: Sợi thủy tinh nhỏ ở trung tâm để ánh sáng đi qua
- Tấm ốp - Cladding: Vật liệu quang bên ngoài bao quanh lõi, phản xạ ánh sáng trở lại vào lõi
- Lớp phủ - Coating: Lớp phủ nhựa bảo vệ khỏi hư hại và ẩm
- Jacket: Nhiều sợi quang được đặt trong bó gọi là cáp quang. Những bó này được bảo vệ bởi lớp phủ bên ngoài gọi là jacket

Phân loại

- Theo vật liệu chế tạo:
  - Thủy tinh
  - Nhựa
  - Thủy tinh bọc nhựa
- Theo Mode lan truyền:
  - Đơn mode: G.652 - SMF SMF
    - Lõi nhỏ: đường kính 8 - 10 micron
    - Ánh sáng laser: bước sóng 1200 nm - 1600 nm
    - Diot laser (LD)
  - Đa mode: G.651 - MMF
    - Lõi lớn: đường kính 50 - 62.5 micron
    - Ánh sáng hồng ngoại: bước sóng 850 nm - 1300 nm
    - Diot phát sáng (LED)
- Theo chiết suất khúc xạ:
  - Chiết suất bậc SI (Step Index)
    - Lõi lớn
    - Các tia sáng có thể đi theo nhiều hướng khác nhau trong lõi
    - Tại điểm đến nhận các chùm riêng lẻ, vì vậy xung dễ méo dạng
  - Chiết suất biến đổi đều GI (Graded Index)
    - Lõi có các chỉ số khúc xạ giảm dần từ trong ra ngoài cladding
    - Các tia gần trục truyền chậm hơn các tia gần cladding
    - Các tia đi theo đường cong
    - Các chùm tia tại điểm hội tụ, vì vậy xung ít bị méo dạng

Suy hao trong sợi quang:

- Quá trình hấp thụ (Absorption): Sự hấp thụ chuyển đổi năng lượng photon thành năng lượng nhiệt dẫn đến suy hao
- Quá trình tán xạ (Scattering): Sự tán xạ chuyển hướng truyền ánh sáng hoặc thay đổi bước sóng ánh sáng dẫn đến suy hao
- Do uốn cong (Bending): Uốn cong làm bức xạ ánh sáng đi ra ngoài lõi, dẫn đến suy hao

Tán sắc trong sợi quang

- Là sự thay đổi hình dạng trong miền thời gian của tín hiệu mà không làm thay đổi công suất
- Tán sắc mode (Mode Dispersion): Do sự chênh lệch thời gian lan truyền giữa các thành phần khác modee
- Tán sắc màu hay tán sắc vận tốc nhóm (GVD): Các thành phần phổ khác nhau lan truyền với vận tốc nhóm khác nhau gây tán sắc vận tốc nhóm



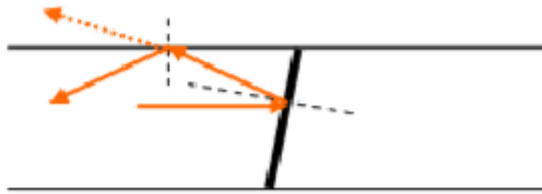
- Tán sắc vật liệu (Material Dispersion): Do sự chênh lệch thời gian lan truyền giữa các thành phần cùng mode nhưng khác bước sóng
- Tán sắc dẫn sóng (Waveguide Dispersion): Do sự chênh lệch thời gian giữa những thành phần cùng mode, cùng bước sóng nhưng khác chiết suất

## Các đầu nối quang

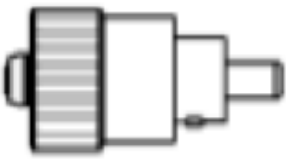





- Các đầu nối có suy hao hơn hẳn mối hàn
- Các dạng tiếp xúc vật lý của đầu nối
  - SPC - Straight Polished Connector: lots of back reflection, big return loss



- APC - Angle Polished Connector: some back reflections, small return loss



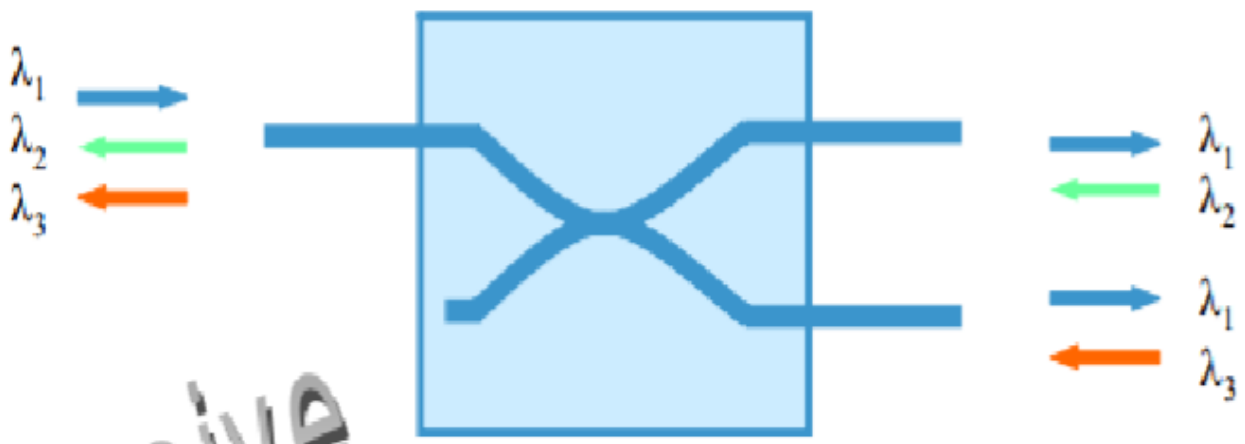
- UPC - ?
- Đặc tính
  - Đồng tâm / Đứng hướng
  - Sử dụng ở đầu/cuối cáp quang
  - Luôn có suy hao (khoảng 0.3 dB)
- Loại đầu nối
  - Số lần rút cắm
  - LC, FC, SC,...

		
FC Connector	LC Connector	MT-RJ Connector
		
SC Connector	SC Duplex	ST Connector

- Mã màu
  - APC - Green
  - PC - Blue

## Bộ chia công suất quang (Optical Power Splitters)

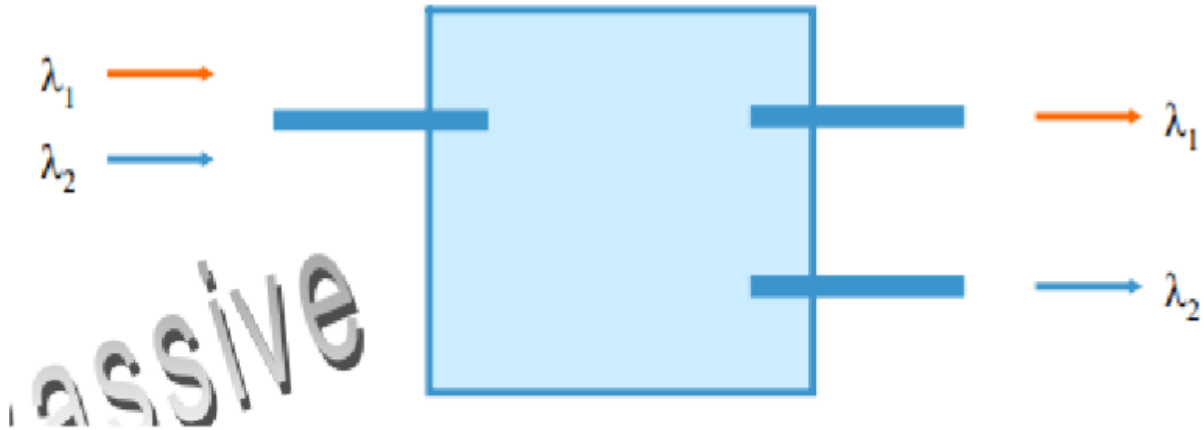
- Chia tín hiệu quang đầu vào thành nhiều tín hiệu quang đầu ra
- Suy hao phụ thuộc vào tỷ lệ phân tách và khoảng 3dB cho bộ chia 1x2, và tăng thêm 3dB mỗi lần số lượng đầu ra được nhân đôi
- Ví dụ: Bộ chia 1x32 ( $2^5$ ) có tổn thất bộ chia là  $5 \times 3 = 15dB$



## Bộ chia bước sóng quang (Optical Wavelength Splitters)

- Cho phép kết hợp nhiều bước sóng vào một sợi quang
- Tùy vào thiết kế, có suy hao vừa phải đối với tín hiệu truyền qua nó (khoảng 0.3 dB suy hao chèn - Insertion Loss)

- Nó còn được gọi là bộ WDM



## Bộ phát quang (Optical Transmitter)

- Là bộ chuyển đổi điện sang quang (E/O)
- Có các loại

- Diode phát sáng – LED
- Diode Laser - LD (FP, DFB)

	LED	LD
Tốc độ data	Thấp	cao
Mode	multimode	Multimode hoặc Single mode
Khoảng cách	Ngắn	dài
Giá thành	Thấp	Cao

- Về tuổi thọ
  - LED: từ  $10^7$  đến  $10^8$  giờ
  - LD: từ  $10^6$  giờ (ở nhiệt độ phòng)
  - Thực tế, LED và LD sẽ tồn tại lâu hơn ở nguồn điện và cụm bảng mạch phức tạp
  - LD sử dụng các bộ làm mát để giữ ở nhiệt độ không đổi nên đáng tin cậy hơn
- Công nghệ LASER cho liên lạc Single Mode
  - Laser Fabry-Perot (FD): Giá thành thấp, công suất thấp, độ ổn định bước sóng kém
  - Laser Distributed-Feedback (DFB): Giá thành cao, công suất cao, ổn định bước sóng và nhiệt độ tốt

## Bộ thu quang (Photodetector)

- Chuyển đổi quang sang điện (O/E)
- Có các loại
  - APD - Avalanche Photo Diode
  - PIN - Positive Intrinsic Negative photodiode
- Cách hoạt động: Tạo ra xung điện khi bị ánh sáng chiếu vào
- Vấn đề thường xảy ra
  - Nhiều nhiệt: một xung ánh sáng phải mang đủ năng lượng được nhận diện (detected)
  - Cách giải quyết: Làm cho công suất xung đủ lớn, tỷ lệ lỗi có thể được giảm thiểu

## Bộ thu phát quang (Transceiver)

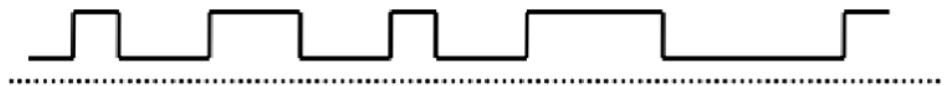
- Trong cùng 1 thiết bị có thể vừa phát vừa thu
- Bộ thu phát thường là SFP - Small-Form-factor Pluggable unit

## Điều chế sóng ánh sáng

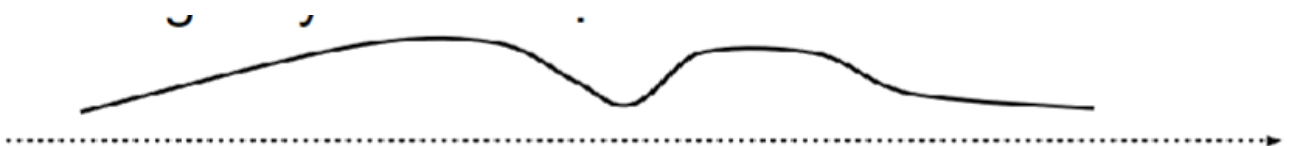
- Digital
  - Cường độ ánh sáng thay đổi theo kiểu ON/OFF
  - Sử dụng phương pháp NRZ (Non Return to Zero)

0 - tín hiệu quang yếu

1 - tín hiệu quang mạnh



- Analog
  - Cường độ ánh sáng thay đổi liên tục

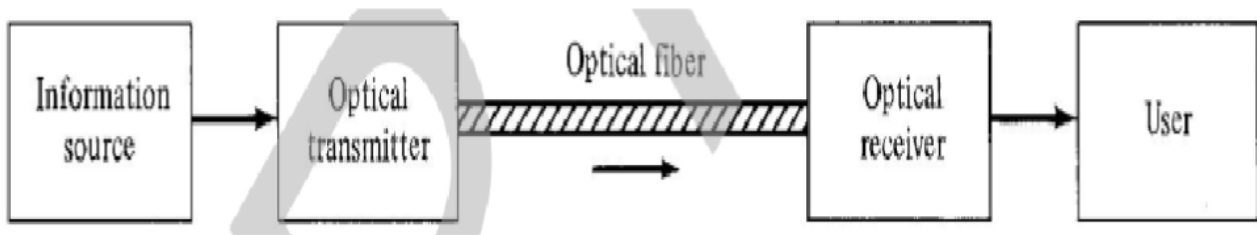


- Điều chế Digital phổ biến hơn Analog, vì nó cho phép khoảng cách truyền lớn hơn với cùng công suất so với điều chế Analog

## Hệ thống thông tin quang sợi

- Đường truyền quang Poin-to-poin (điểm - điểm)
  - Làm cơ sở cho hệ thống phức tạp hơn
  - Yêu cầu cơ bản
    - Khoảng cách truyền dẫn có thể

- Tốc độ hoặc độ rộng băng tần (Bandwidth)
- Tỷ số lỗi (BER) hoặc SNR yêu cầu



- Hệ thống truyền dẫn quang đường dài: Long-haul
- Hệ thống truyền dẫn quang nội thị: Metro
- Hệ thống truy cập quang: Access network
- Poin-to-point
  - Điều chế cường độ
    - NRZ: cao là bit 1, thấp là bit 0
    - RZ: bit 1 có nửa chu kỳ cường độ cao, nửa chu kỳ cường độ thấp. bit 0 là cường độ thấp
    - Giải điều chế: Trực tiếp dùng bộ thu quang (Photodiode)
    - Tốc độ bit cho 1 bước sóng: 10 Gbps
  - Điều chế vi sai (Differential phase-shift keying - DPSK)
    - Tăng tốc độ bit đáng kể nhờ giảm được ảnh hưởng của tán sắc lên tín hiệu
    - Phương pháp: NRZ-DPSK, RZ-DPSK
    - Giải điều chế: Giải điều chế kết hợp (Coherent)
    - Tốc độ bit cho 1 bước sóng: 40 Gbps
  - Điều chế IQ - In-phase (I) and Quadrature (Q)
    - Phương pháp: BPSK (Binary Phase-shift keying) lưỡng cực, QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) lưỡng cực, nQAM (n-times Quadrature Amplitude Modulation) lưỡng cực
    - Giải điều chế: Tách phân cực và giải điều chế kết hợp từng phân cực
    - Tốc độ cho 1 bước sóng: trên 100 Gbps
  - Một số phương pháp nâng cao chất lượng đường truyền:
    - Bù tán sắc: DCF (Distributed Coordination Function), CFBG (Chirped Fiber Bragg Grating), DSP (Digital Signal Processing)
    - Bù suy hao: EDFA (Erbium-Doped Fiber Amplifier), Raman Amplifier, Semiconductor Optical Amplifier

## Mạng thông tin quang (sợi)

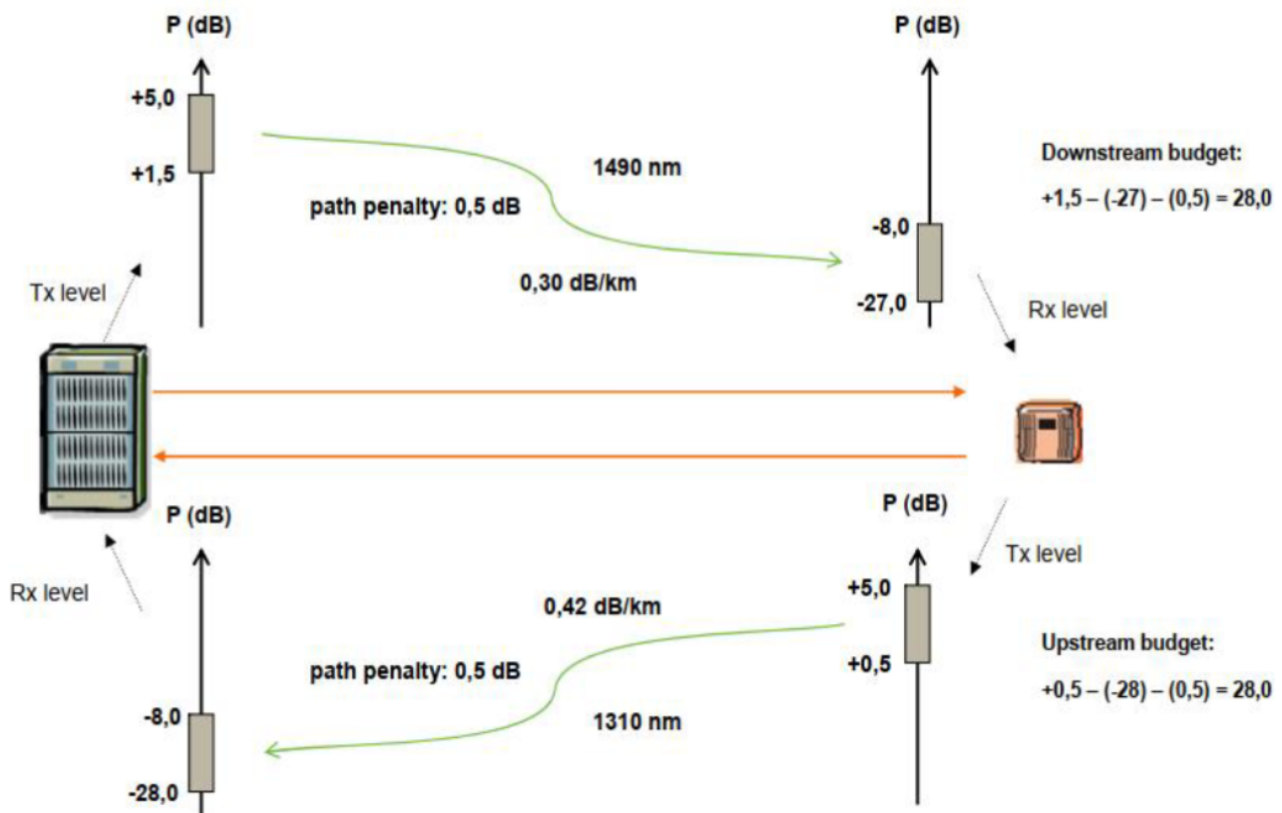
- Có thể chia thành 3 mạng lớn:
  - Mạng cáp quang đường dài (Long-haul): liên tỉnh hoặc quốc tế
  - Mạng cáp quang nội tỉnh (Metro): kết nối các trạm trong cùng 1 tỉnh

- Mạng truy cập (Access): kết nối các trạm từ nhà cung cấp đến khách hàng
  - Mạng quang thụ động (Passive Optical Network - PON) được triển khai nhiều nhất
- Mạng PON
  - Các phần tử chủ động
    - OLT (Optical Line Terminal): được đặt tại trung tâm và kiểm soát luồng thông tin hai chiều trên ODN (Optical Distribution Network). Hỗ trợ truyền qua ODN lên tới 20 km. Quản lý tối đa 128 ONT
    - ONT (Optical Network Terminal): Được đặt tại nhà khách hàng. Kết nối quang cho PON và giao tiếp với các thiết bị của khách hàng
    - ONU (Optical Network Unit): Là ONT lắp trong các tủ ngoài trời
  - Dự phòng
    - Loại A: dự phòng sợi
    - Loại B: dự phòng bộ chia
    - Loại C: dự phòng toàn bộ đường truyền
  - Lợi ích
    - Chi phí duy trì cấp, tin cậy cao
    - Cần ít sợi quang, ít cổng hơn tại trung tâm
    - Băng thông và khoảng cách lớn hơn nhiều hơn so với mạng đồng
    - Băng thông của mạng quang có thể tăng khi dùng WDM hoặc nâng cấp thiết bị
    - Cung cấp đa dịch vụ trên một sợi quang: giọng nói/dữ liệu/video...

## **Hiệu suất quang (Optical Performance)**

- Suy hao cho phép giữa máy phát và máy thu ở cự ly truyền: 10 km và 20 km
- Quỹ công suất có 3 loại
  - Lớp A: 5 tới 20 dB
  - Lớp B: 10 tới 25 dB
  - Lớp C: 15 tới 30 dB

## **(Bài tập) Quỹ công suất quang - Dữ liệu**



- Tóm tắt
  - Downstream - Đường xuống (nửa trên):
    - Bước sóng: 1490 nm
    - Công suất phát:  $P_{\text{phát}} = (1,5, 5) \text{ dB}$
    - Công suất thu:  $P_{\text{thu}} = (-27, -8) \text{ dB}$
    - Suy hao đường truyền theo thời gian: 0.5 dB
    - Suy hao tín hiệu: 0.30 db/km
  - Upstream - Đường lên (nửa dưới):
    - Bước sóng: 1310 nm
    - Công suất phát:  $P_{\text{phát}} = (0,5, 5) \text{ dB}$
    - Công suất thu:  $P_{\text{thu}} = (-28, -8) \text{ dB}$
    - Suy hao đường truyền thời gian: 0.5 dB
    - Suy hao tín hiệu: 0.42 db/km

*Note: phần trên đã có lời giải (theo hình), phần sau đây là một ví dụ khác (không hình) tương tự như ví dụ trên*

- Giả sử
  - Quỹ công suất 28 dB
  - Suy hao bộ chia 1x16 theo lý thuyết, N là số đầu ra:  $10 \log_{10}(N) \approx 12 \text{ dB}$
  - Suy hao bộ chia 1x16 thực tế: 13.8 dB
  - Suy hao kết nối + đầu nối (24 mỗi nối, 2 đầu nối):  
 $\text{số mỗi nối} \times 0,1 + \text{số đầu nối} \times 0,3 = 3 \text{ dB}$

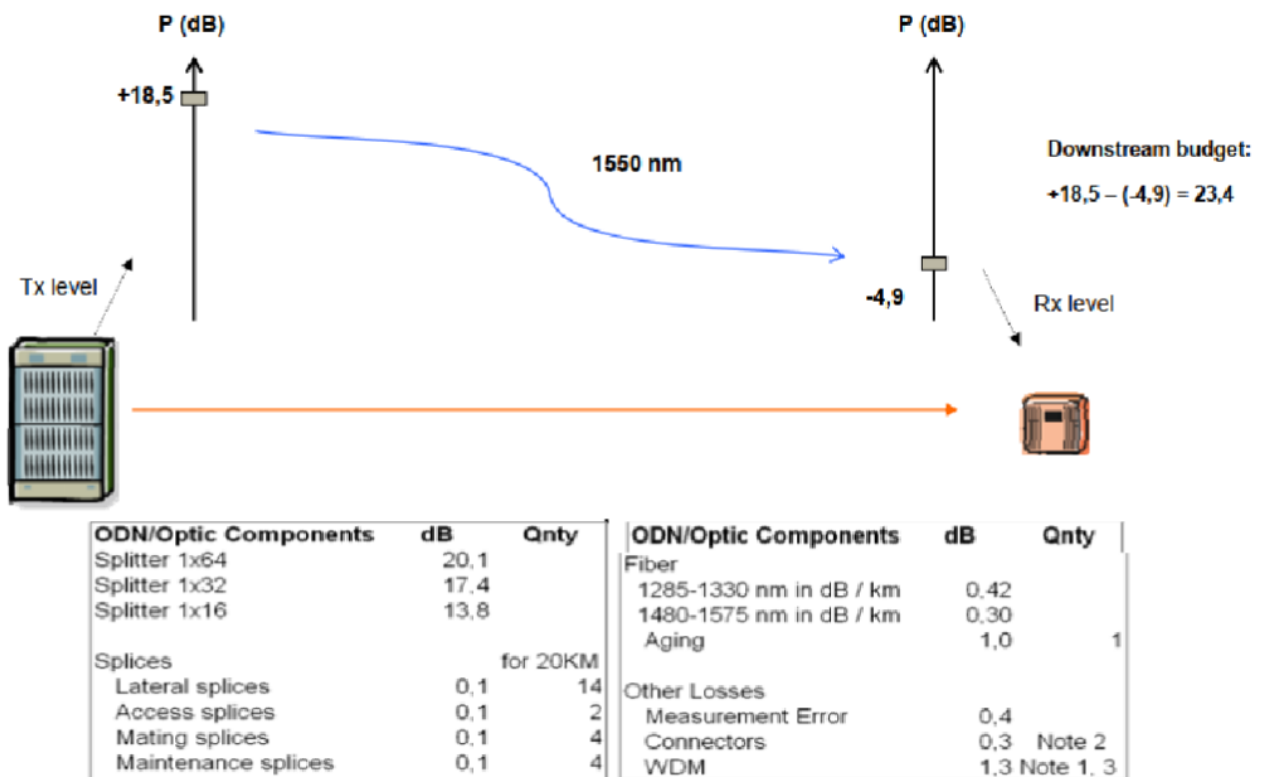


- Suy hao theo thời gian: 1 dB
- Suy hao theo bước sóng cho 1 km sợi quang:
  - Downstream: 0.3 dB/km
  - Upstream: 0.42 dB/km
- Yêu cầu
  - Tính khoảng cách đến ONT?
- Khoảng cách:
 
$$\frac{<\text{Quỹ công suất}> - <\text{suy hao bộ chia (thực tế)}> - <\text{suy hao mỗi nối, đầu nối}> - <\text{suy hao theo thời gian}>}{\text{Suy hao theo km}}$$

*Note: sử dụng khoảng cách ngắn nhất giữa up và down để đảm bảo đường truyền ổn định*

- Áp dụng:
  - Khoảng cách cho Uplink: 34 km
  - Khoảng cách cho Downlink: 24.28 km
- Kết luận: Với tỷ lệ phân chia 1:16, khoảng cách tối đa của ONT là 24.28 km

## (Bài tập) Quỹ công suất mạng - Video



- Tóm tắt
  - Quỹ công suất (Budget): 23.4 dB
  - Suy hao bộ chia 1x16 (Splitter): 13.8 dB (lý thuyết 12 dB)
  - Suy hao kết nối (Splices) + đầu nối (Connectors) (24 mỗi nối, 2 đầu nối):  
 $\text{số mỗi nối} \times 0.1 + \text{số đầu nối} \times 0.3 = 3 \text{ dB}$

- Suy hao theo thời gian (Aging): 1 dB
- Suy hao theo bước sóng cho 1 km sợi quang (đề cho):
  - Downstream: 0.25 dB/km
- Yêu cầu
  - Tính khoảng cách đến ONT
- Khoảng cách:
  - $$\frac{<\text{Quỹ công suất}> - <\text{suy hao bộ chia (thực tế)}> - <\text{suy hao mỗi nối, đầu nối}> - <\text{suy hao theo thời gian}>}{\text{Suy hao theo km}} = 22.4 \text{ km}$$
- Kết luận: Với tỷ lệ phân chia 1:16, khoảng cách tối đa của ONT là 22.4 km

## Chương 4: Thông tin vệ tinh

### Định luật Kepler

- Định luật 1: Quỹ đạo của 1 hành tinh có dạng Elip với mặt trời nằm tại tiêu điểm
- Định luật 2: Bán kính của vector nối hành tinh và mặt trời quét các diện tích bằng nhau trong khoảng thời gian bằng nhau
- Định luật 3: Bình phương chu kỳ quay quanh quỹ đạo của hành tinh tỷ lệ với lập phương bán kính trục lớn Ellip

### Các quỹ đạo vệ tinh

- HEO (Highly Elliptical Orbit): quỹ đạo ellip cao
  - Mặt phẳng quỹ đạo nghiêng so với mặt phẳng xích đạo: 63 độ 26 phút
  - Có viễn điểm = 40.000 Km, cận điểm = 500 Km
  - Cùng chiều quay với Trái Đất: Tây sang Đông
- GSO (Geostationary Orbit) hay GEO (Geostationary Earth Orbit): quỹ đạo địa tĩnh
  - Là quỹ đạo đồng bộ với Trái Đất: bằng chu kỳ quay của Trái Đất quanh trục Bắc/Nam
  - Mặt phẳng quỹ đạo trùng mặt phẳng xích đạo: góc nghiêng bằng 0
  - Cùng chiều quay với Trái Đất: Tây sang Đông
  - Độ cao vệ tinh so với mặt đất: khoảng 36.000 km
  - Vận tốc: khoảng 3.07 km/s
  - Chu kỳ: 24 giờ
- MEO (Medium Earth Orbit): quỹ đạo trung
  - Độ cao: 10.000 Km < h < 20.000 Km
  - Vận tốc góc lớn hơn vận tốc góc của trái đất
  - Cùng chiều quay với Trái Đất: Tây sang Đông
- LEO (Low Earth Orbit): quỹ đạo thấp
  - Độ cao: 500 Km < h < 10.000 Km
  - Vận tốc góc lớn hơn vận tốc góc của trái đất
  - Cùng chiều quay với Trái Đất: Tây sang Đông

# Hệ thống vệ tinh

- Phần không gian gồm
  - Vệ tinh thông tin
    - Phần hệ thông tin (payload)
      - Hệ thống anten thu phát
      - Các thiết bị điện tử hỗ trợ truyền dẫn các sóng mang
    - Các phân hệ phụ trợ
      - Khung vệ tinh
      - Phân hệ cung cấp năng lượng
      - Phân hệ điều khiển nhiệt độ
      - Phân hệ điều khiển quỹ đạo vệ tinh
      - Phân hệ đẩy
      - Thiết bị TT&C
  - Các trạm điều khiển TT&C (Telemetry, Tracking and Command) ở mặt đất
- Phần mặt đất gồm
  - Trạm mặt đất phát
    - Tiếp nhận tín hiệu từ mạng hoặc thiết bị đầu
    - Xử lý tín hiệu, phát tín hiệu này cho vệ tinh
  - Trạm mặt đất thu
    - Thu các sóng mang trên downlink của vệ tinh
    - Xử lý tín hiệu thu, chuyển thành tín hiệu băng gốc, chuyển tới mạng mặt đất hoặc các thiết bị đầu cuối

## Đa truy cập trong hệ thống vệ tinh

- Đa truy cập phân chia theo tần số (FDMA): Các trạm mặt đất sử dụng các tần số sóng mang khác nhau và dùng chung một bộ phát đáp
- Đa truy nhập phân chia theo thời gian (TDMA): Các trạm mặt đất sử dụng cùng một tần số sóng mang, dùng chung 1 bộ phát đáp nhưng dựa trên phân chia theo thời gian
- Đa truy nhập phân chia theo mã (CDMA): Các trạm mặt đất sử dụng cùng một tần số sóng mang, dùng chung 1 bộ phát đáp nhưng dựa trên phân chia theo mã
- Đa truy nhập phân chia theo không gian (SDMA): Do việc phủ sóng các vùng khác nhau trên mặt đất và sử dụng các phân cực sóng khác nhau thì với phổ tần giống nhau có thể tái sử dụng vài lần mà can nhiễu vẫn bị hạn chế giữa các người dùng

## Phân bổ tần số trong vệ tinh

- Dải tần 1GHz→10GHz cũng được sử dụng cho thông tin vi ba trên mặt đất
- Để mở rộng băng thông người ta phải chấp nhận sử dụng dải tần bên ngoài cửa sổ
- Phân bổ tần số thông tin vệ tinh trên thế giới được chia thành 3 vùng:

- Khu vực 1: Châu Âu, châu Phi, Liên Xô cũ và Mông Cổ
- Khu vực 2: Nam Mỹ và bắc Mỹ
- Khu vực 3: Châu Úc, châu Á Thái Bình Dương

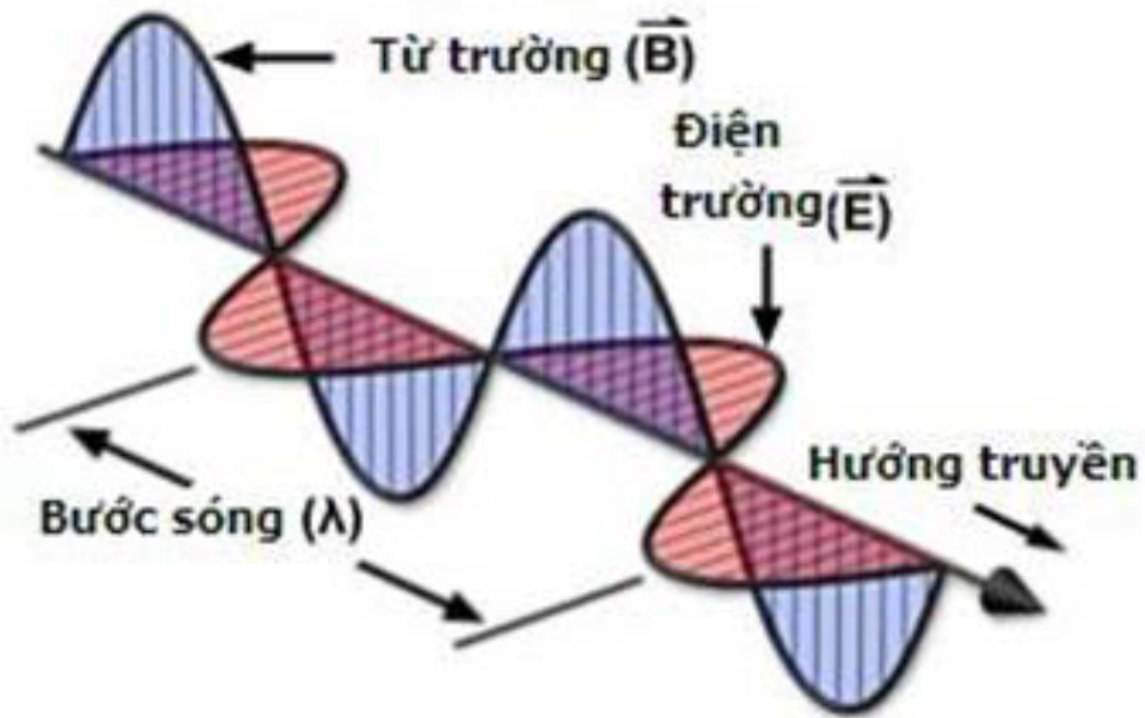
## **Trạm vệ tinh hộ khẩu nhỏ - Very Small Aperture Terminal (VSAT)**

- Có trạm mặt đất kích thước nhỏ, giá thành thấp, anten có đường kính từ 0.9 m đến 1.8 m và công suất phát vài W
- Mạng VSAT gồm
  - Vệ tinh
  - Một trạm chính
- Quỹ đạo vệ tinh: tĩnh, có vùng phủ sóng rộng

## **Hệ thống VINASAT**

- Là hệ thống vệ tinh viễn thông của Việt Nam
- Gồm: VINASAT-1 và VINSAT-2
- Quỹ đạo: 132 độ Đông (VINASAT-1) và 131.8 độ Đông (VINASAT-2)
- Vùng phủ sóng: Châu Á, châu Úc, Hawaii
- Trạm điều khiển TT&C:
  - Trạm chính: Quế Dương (Kinh độ: 105 độ 41 phút Đông, Vĩ độ: 21 độ 05 Bắc)
  - Trạm dự phòng: Bình Dương (Kinh độ: 106 độ 37 phút Đông, Vĩ độ: 11 độ 05 Bắc)

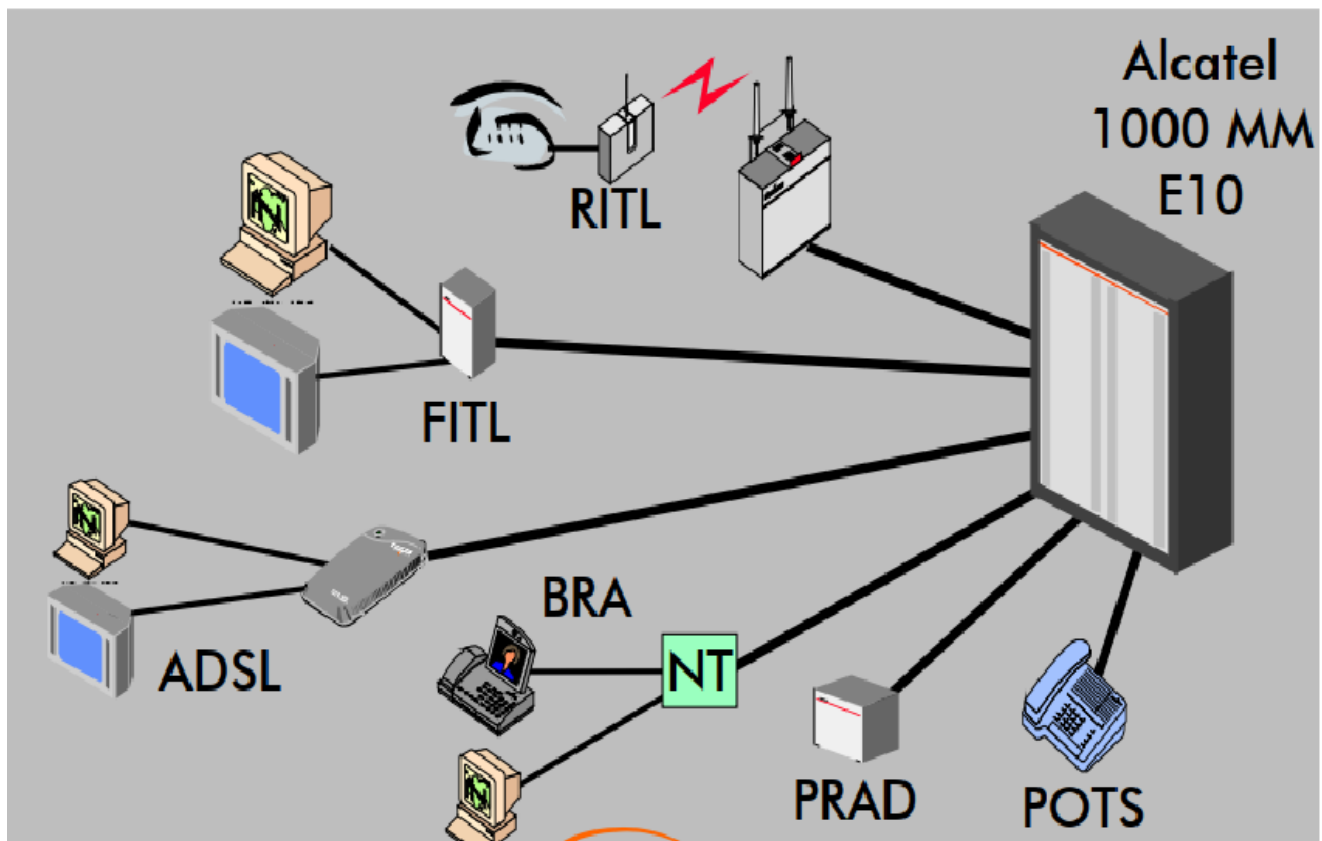
## **Phân cực sóng điện từ**



- Trường phân cực là trường điện từ với các vector  $E$  và  $H$  có thể xác định được hướng tại thời điểm bất kỳ (biến đổi có tính quy luật)
- Trường không phân cực là trường điện từ với các vector  $E$  và  $H$  không thể xác định được hướng tại thời điểm bất kỳ (biến đổi có tính ngẫu nhiên)
- Mặt phẳng phân cực: Là mặt phẳng chứa vector  $E$  và phương truyền sóng (vector  $Z$ )
- Phân loại:
  - Phân cực thẳng: mặt phẳng phân cực cố định khi sóng truyền lan
  - Phân cực quay: mặt phẳng phân cực quay xung quanh trục của phương truyền lan

## Chương 5: Quản lý mạng viễn thông

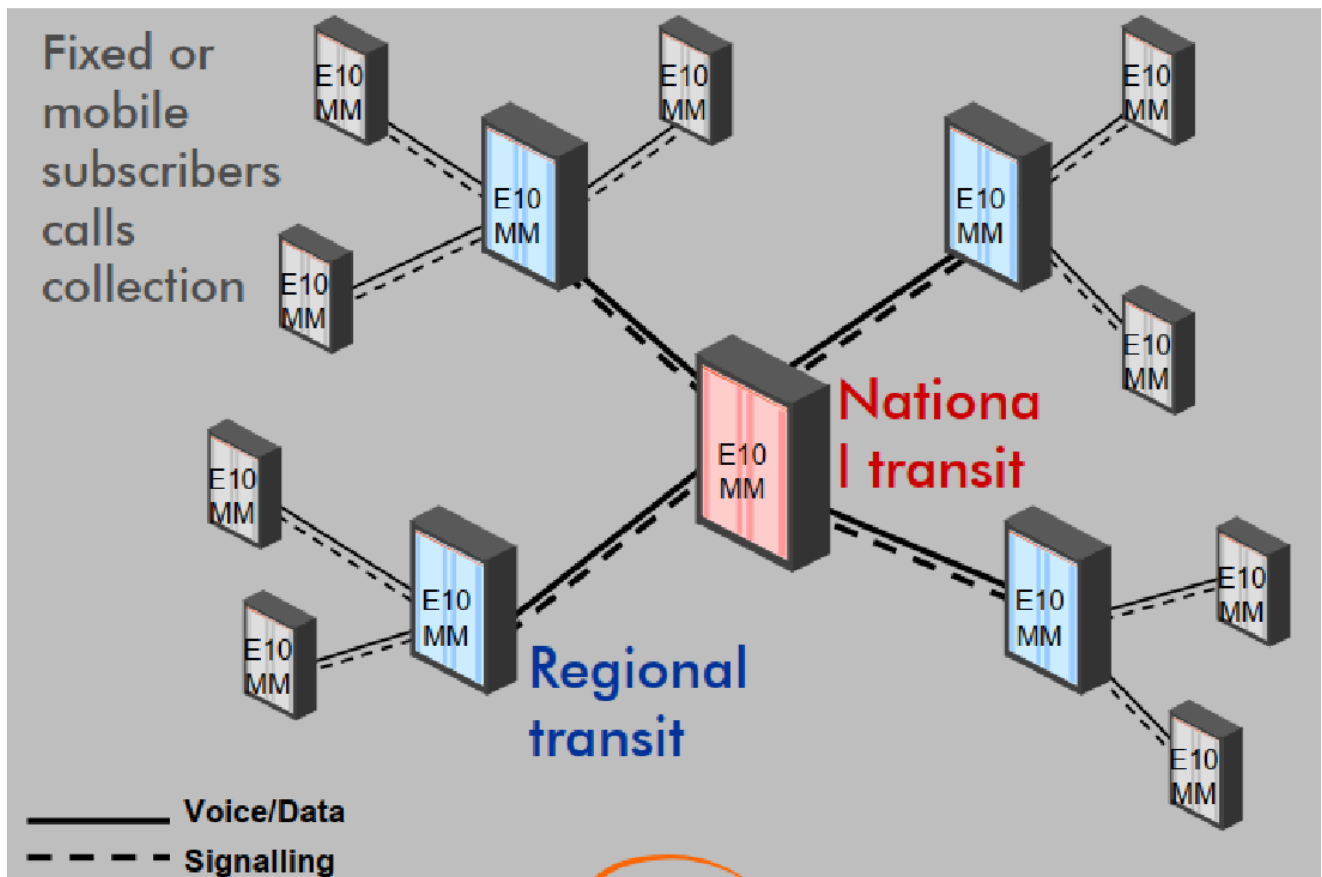
### Tổng đài nội hạt đa dịch vụ



Bao gồm:

- POTS (Plain Old Telephone Service): các dịch vụ di động thoại
- BRA (Basic Rate Access): truy cập tốc độ cơ bản của mạng ISDN (Intergrated Services Digital Network). Tốc độ: 2 kênh B (64 kbits/s) và 1 kênh D (16 kbits/s)
- PRAD (Primary Rate Access Digital): truy cập tốc độ chính của ISDN. Tốc độ: 30 kênh B (64 kbits/s) và 1 kênh D (16 kbits/s)
- ADSL (Asymmetrical Digital Subscriber Line): Đường dây thuê bao số không đối xứng. Tốc độ: 14 Mbit/s downstream và 800 kbit/s upstream.
- FITL (Fibre In The Loop): Hệ thống truy cập từ loop cục bộ trong cáp quang. Bao gồm: Cáp quang đến từng nhà (FFTH - Fibre To The Home) và cáp quang đến góc đường (FFTC - Fibre To The Corner)
- RITL (Radio In The Loop): Hệ thống truy cập từ loop cục bộ trong chế độ truy cập radio

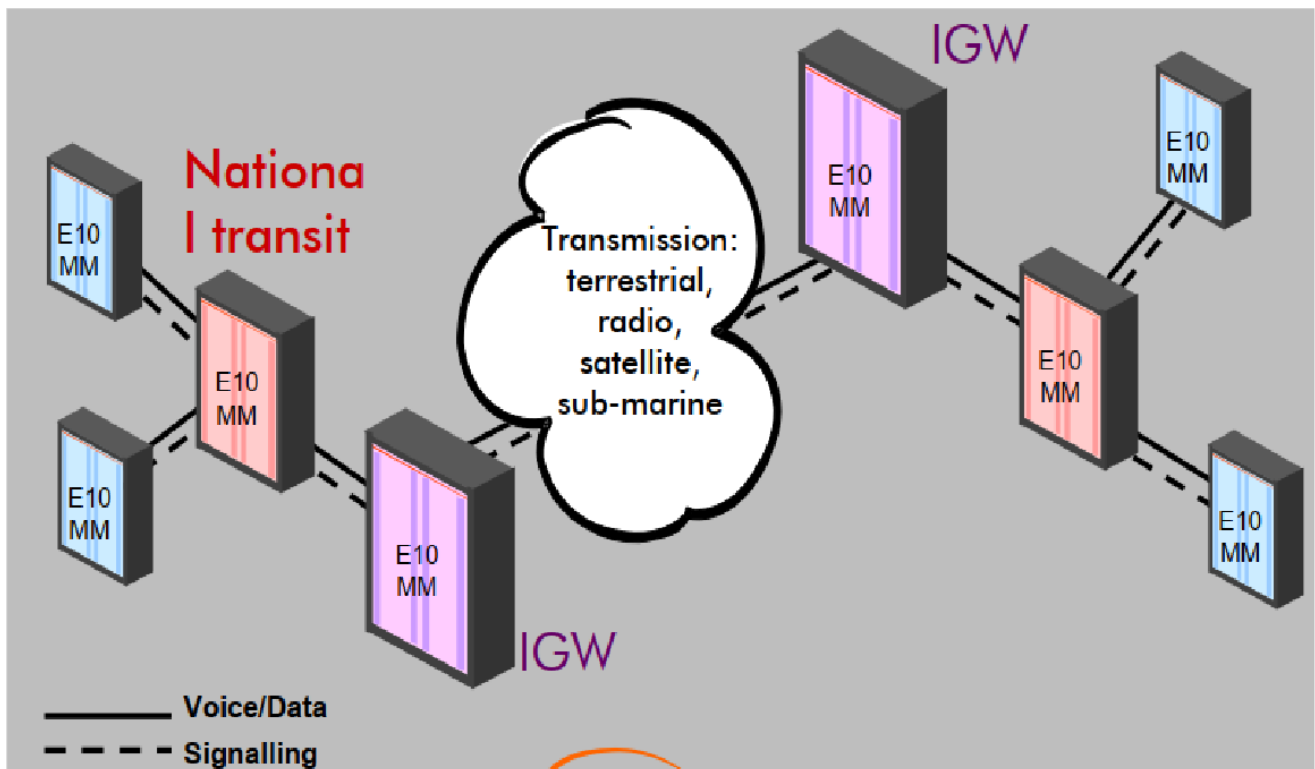
## Tổng đài chuyển tiếp



Bao gồm:

- Chuyển tiếp trong khu vực (Regional transit): Tổng đài này quản lý và chuyển tiếp các cuộc gọi trong một khu vực cụ thể. Nó kết nối với các tổng đài nội hạt (local exchanges) và các tổng đài chuyển tiếp khác
- Chuyển tiếp quốc gia (National transit): Tổng đài này quản lý và chuyển tiếp các cuộc gọi trên phạm vi toàn quốc, kết nối các tổng đài khu vực với nhau
- Các tổng đài E10MM: Tổng đài này thu thập và chuyển tiếp các cuộc gọi từ người dùng cố định hoặc di động

## Tổng đài chuyên tiếp quốc tế



Bao gồm:

- Chuyển tiếp trong khu vực (Regional transit): Tổng đài này quản lý và chuyển tiếp các cuộc gọi trong một khu vực cụ thể. Nó kết nối với các tổng đài nội hạt (local exchanges) và các tổng đài chuyển tiếp khác
- Chuyển tiếp quốc gia (National transit): Tổng đài này quản lý và chuyển tiếp các cuộc gọi trên phạm vi toàn quốc, kết nối các tổng đài khu vực với nhau
- Công chuyển tiếp quốc tế (International Gateway - IGW): Quản lý và chuyển tiếp các cuộc gọi trên phạm vi quốc tế, kết nối các tổng đài quốc gia với nhau
- Các tổng đài E10MM: Tổng đài này thu thập và chuyển tiếp các cuộc gọi từ người dùng cố định hoặc di động

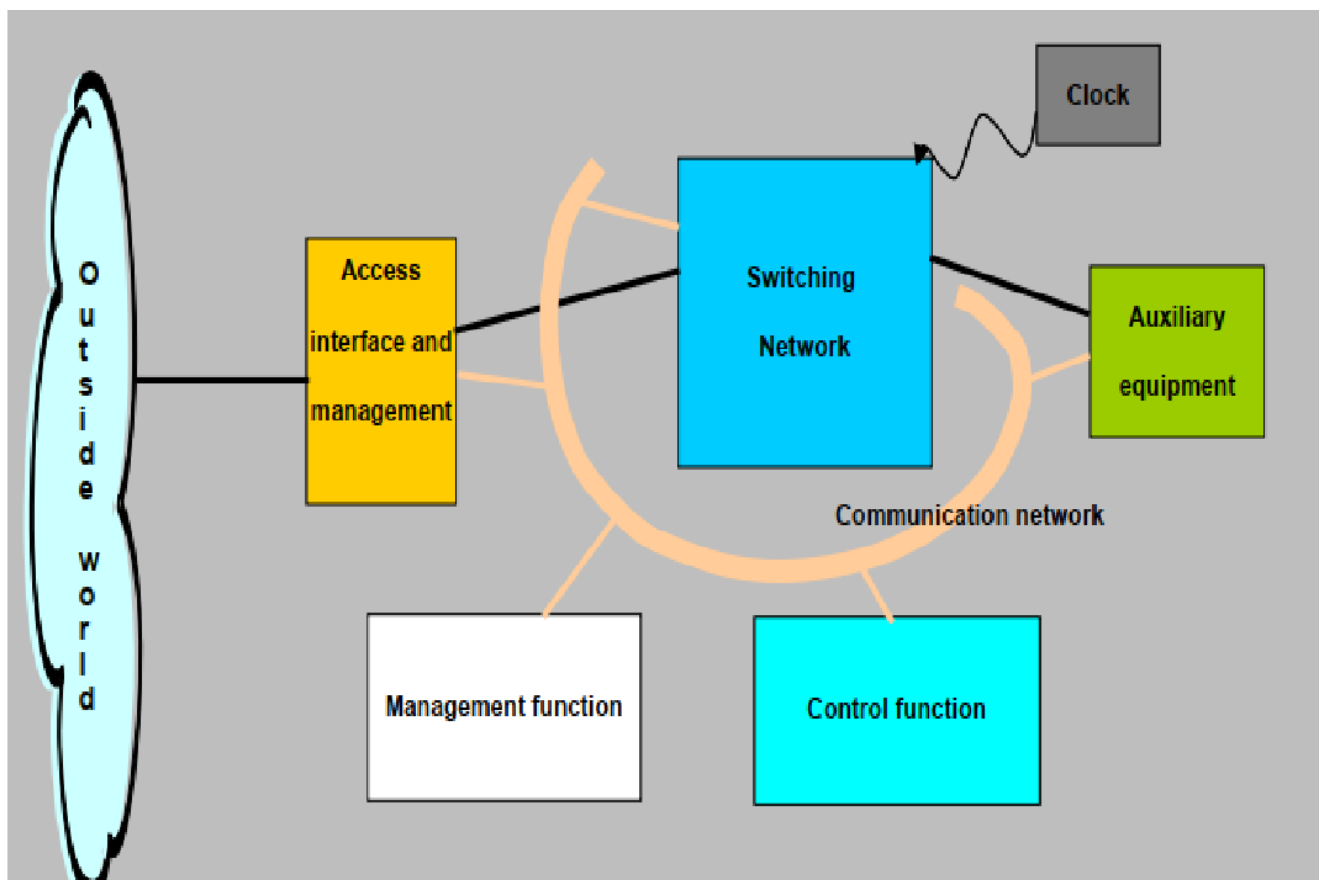
Báo hiệu được sử dụng trong mạng chuyển tiếp quốc tế: international ISUP

Chức năng Trung tâm quá giang quốc tế (ITC): Cung cấp quyền truy cập vào mạng điện thoại thế giới thông qua:

- Cáp biển
- Truyền thông vệ tinh

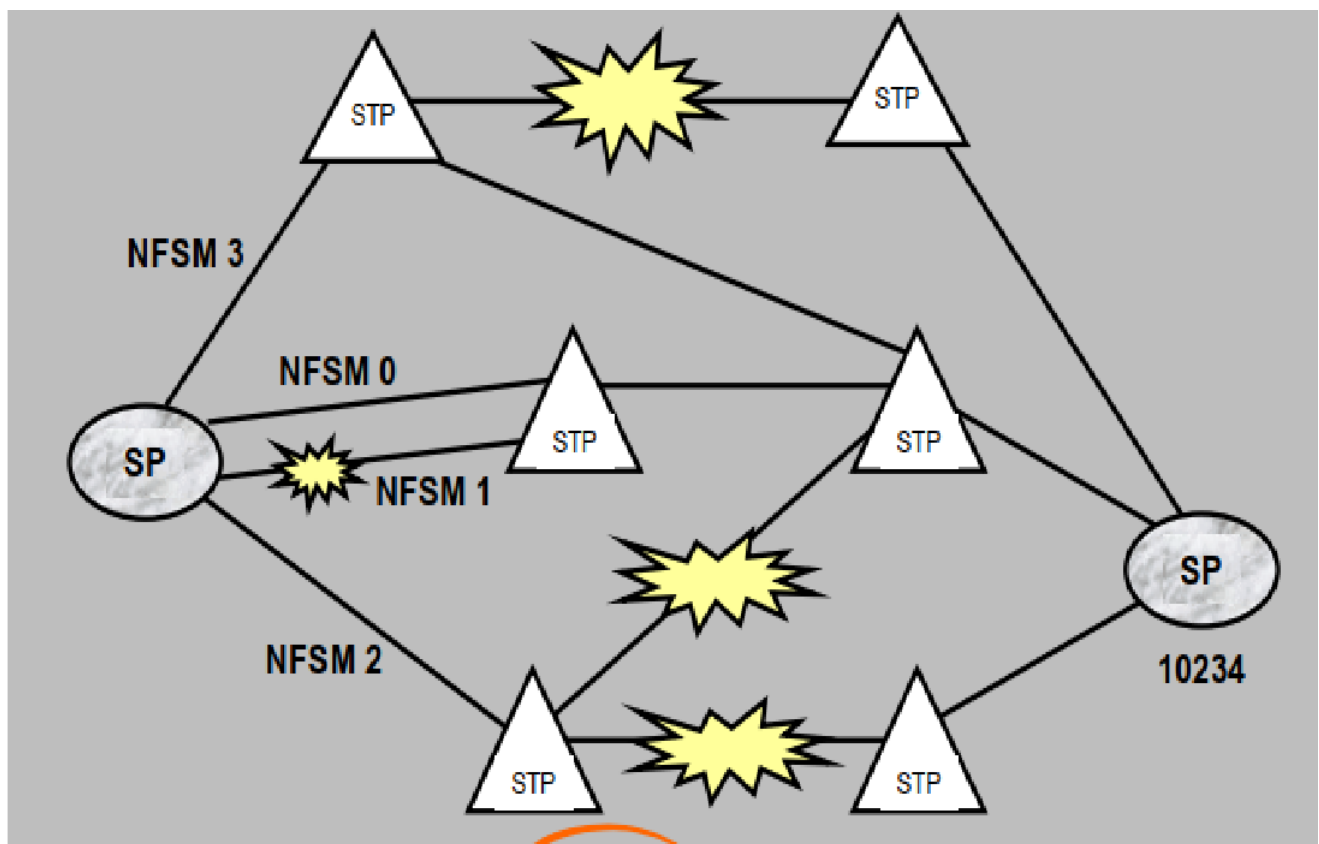
## Cấu trúc tổng đài viễn thông





- Access interfaces and management: quản lý, kết nối các đường PCM và SDH để liên lạc với các hệ thống bên ngoài
- Switching network: Chuyển mạch kênh đến và kênh đi
- Auxiliary equipment: Được sử dụng để xử lý báo hiệu (C7, AN), phát tones, giải mã tín hiệu đa tần, etc
- Control function: Được sử dụng để xử lý cuộc gọi, biên dịch và phân tích số, chuyển mạch các dịch vụ như phát tone, thông báo...
- Management function: Được kết nối qua thiết bị đầu cuối cục bộ hoặc từ xa và được sử dụng để bảo trì và vận hành tổng đài
- Clock: được sử dụng để đồng bộ chuyển mạch kênh

## **Cơ chế chuyển tiếp báo hiệu số 7**



Bao gồm:

- SP (Signal Point): SP là các nút trong mạng SS7 chịu trách nhiệm tạo và gửi thông tin báo hiệu. Mỗi SP được xác định bởi một mã điểm báo hiệu (SPC)
- STP (Signal Transfer Point): STP là các điểm chuyển tiếp báo hiệu. Chúng có nhiệm vụ định tuyến các thông điệp báo hiệu đến đích dự định
- NFSM (Network Functional Subsystem Module): Các đường nối giữa các SP và STP được đánh dấu bằng NFSM, biểu thị các module con chức năng mạng, dùng để truyền tải thông tin báo hiệu

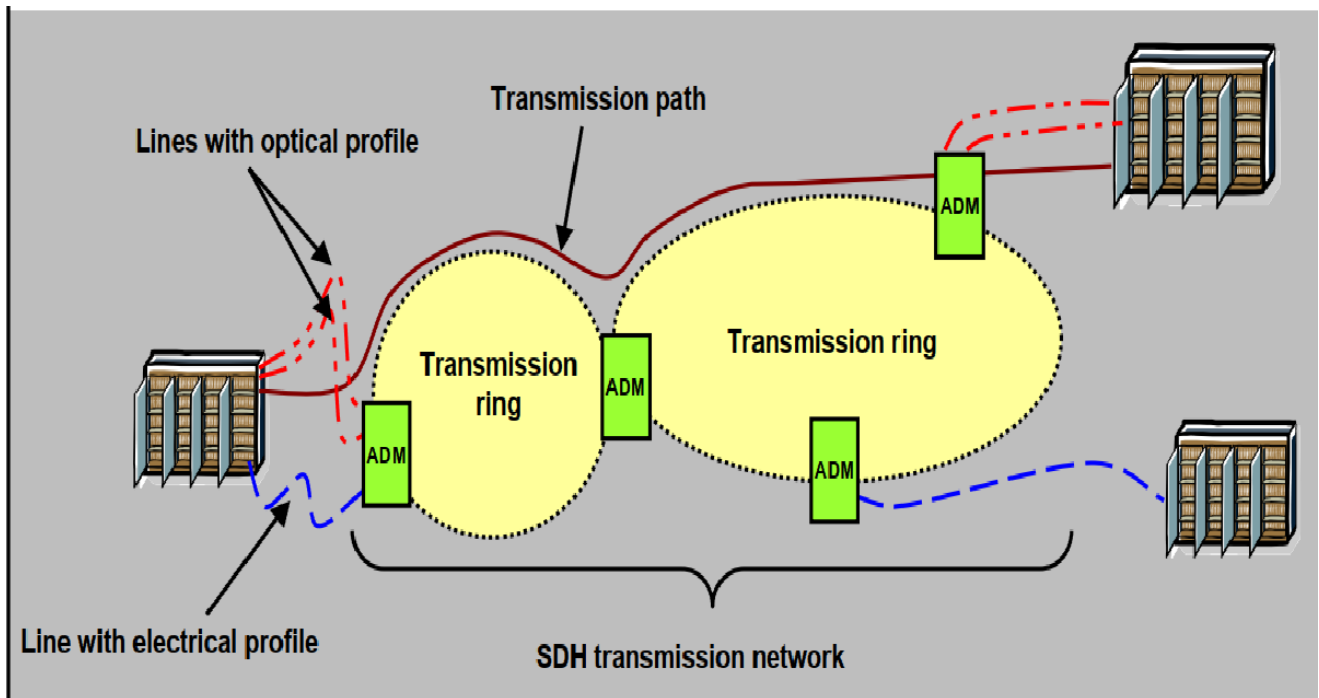
## Tăng độ tin cậy cho mạng viễn thông

- Có 4 loại dự phòng cho các thành phần của hệ thống tổng đài:
  - Load sharing
  - Active/Standby
  - Duplicated
  - N+1
- Một loại khác gọi là dự phòng chức năng
- Điều hoà tải - Giới hạn tải (Load regulation): là tính năng bảo vệ của tổng đài
  - Có khả năng từ chối các cuộc gọi khi được kích hoạt
  - Có khả năng cho phép các loại cuộc gọi:
    - Từ đường dây đặc biệt
    - Từ các nhóm mạch ưu tiên
    - Được khai báo ưu tiên trong báo hiệu

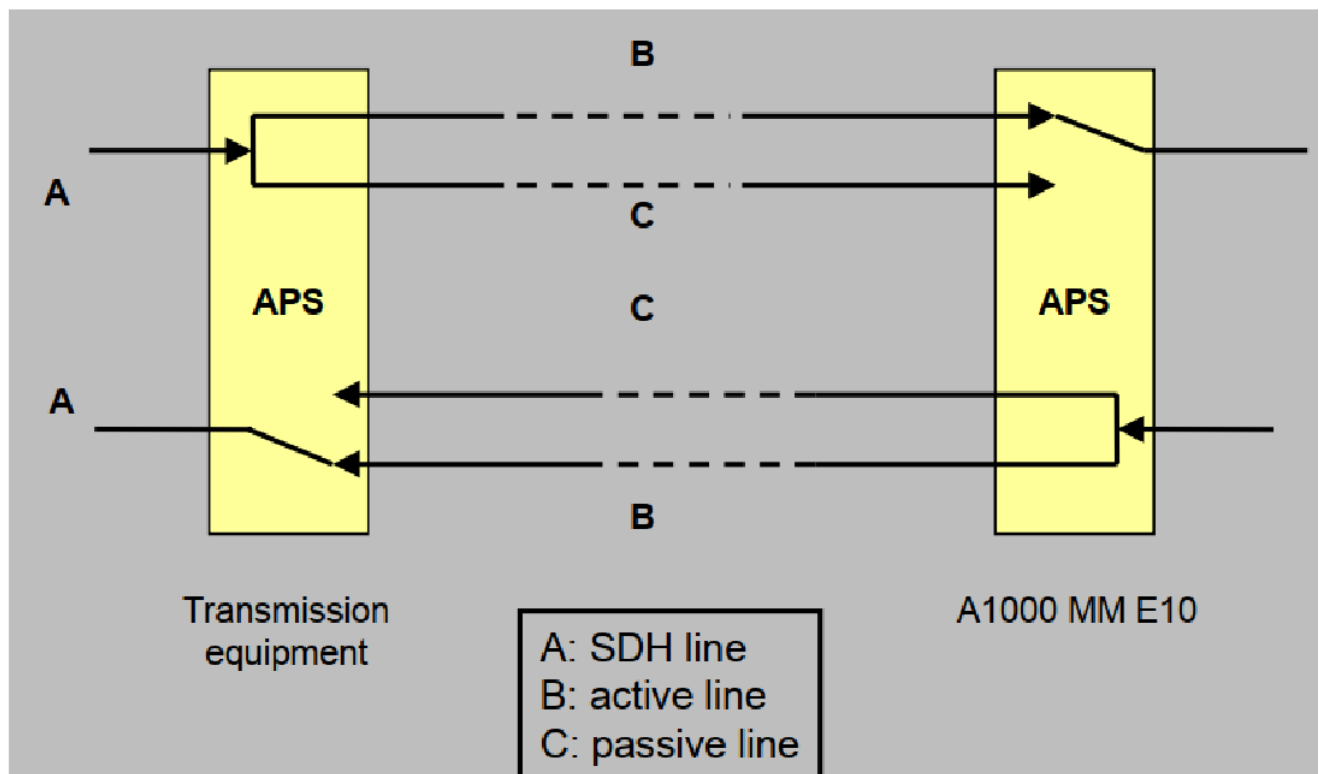
- Số khẩn cấp

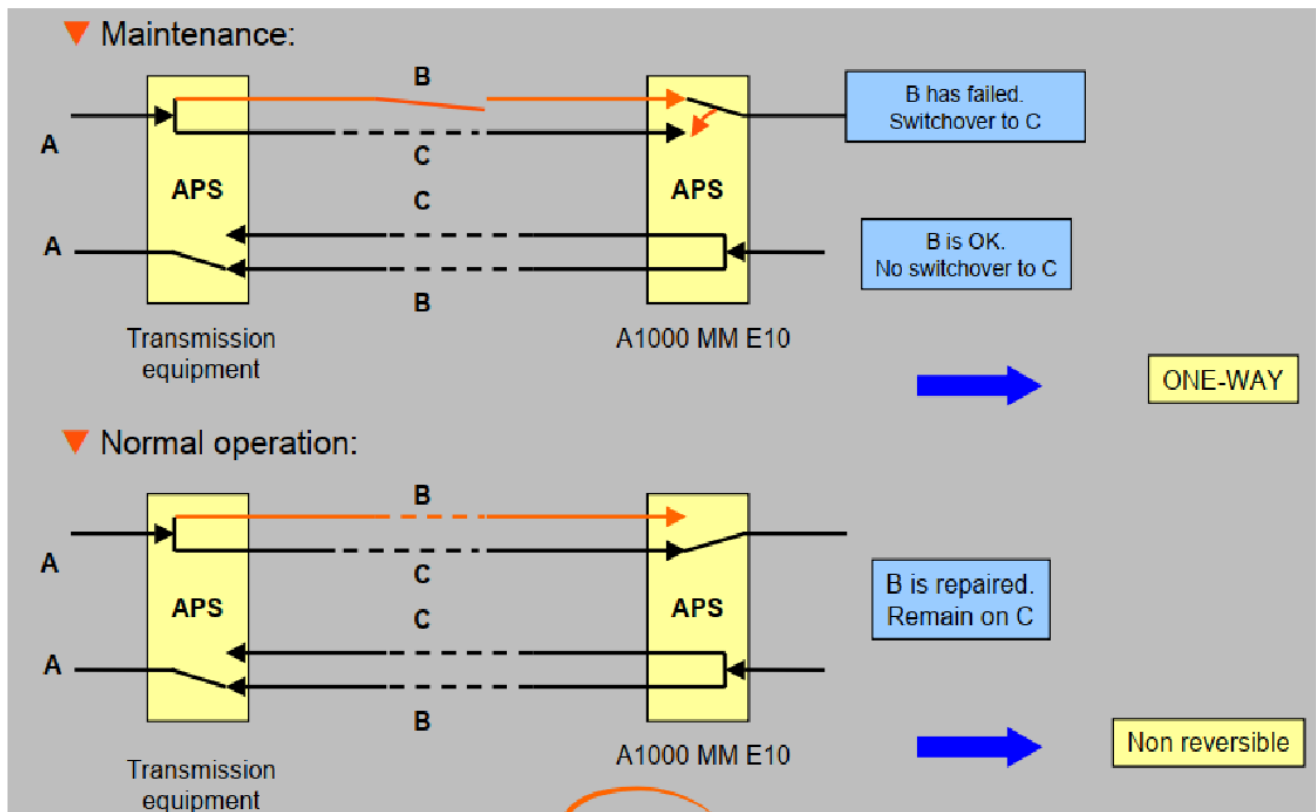
## Dự phòng mạng viễn thông

- Vòng SDH



- Bảo vệ vòng SDH - APS (Automatic Protection Switching)





## Dịch vụ viễn thông

Phân loại theo tin tức

- Dịch vụ thoại: điện thoại cố định, điện thoại di động
- Dịch vụ dữ liệu: Fax, telex
- Dịch vụ hình ảnh: Ảnh tĩnh, ảnh động
- Dịch vụ đa phương tiện

Phân loại theo mạng

- PSTN: mạng điện thoại cố định
- ISDN: mạng đa dịch vụ
- GSM: mạng điện thoại di động
- CDMA: mạng điện thoại di động
- Satellite: mạng vệ tinh
- Internet

Phân loại theo tính chất dịch vụ

- Online, offline
- Cố định, di động
- Đơn phương tiện, đa phương tiện

Phân loại theo phạm vi cung cấp dịch vụ

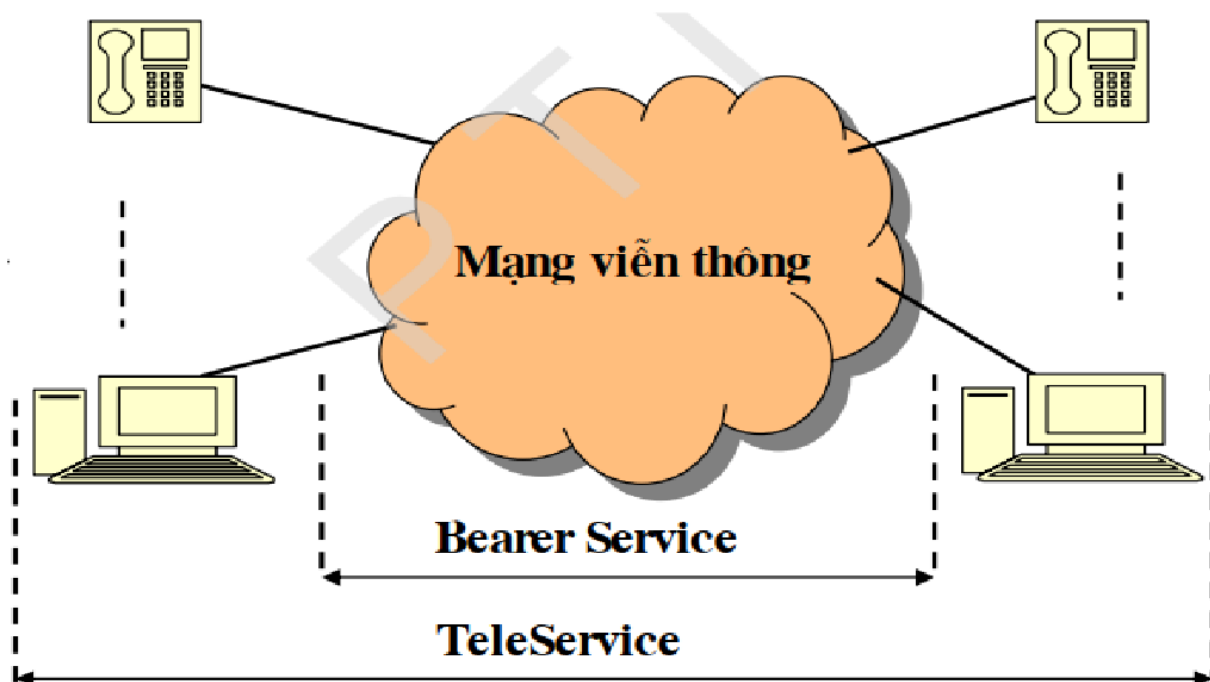
- Dịch vụ nội hạt
- Dịch vụ đường dài trong nước
- Dịch vụ quốc tế

Phân loại theo phương thức thanh toán

- Dịch vụ trả trước
- Dịch vụ trả sau

Phân loại theo nhà cung cấp dịch vụ

- Dịch vụ mạng (Bearer service)
- Dịch vụ xa toàn phần (Teleservice)



## Chất lượng dịch vụ viễn thông - Quality of Server (QoS)

QoS là khả năng của mạng để đảm bảo và duy trì các mức thực hiện nhất định cho mỗi ứng dụng dịch vụ theo như yêu cầu mà người sử dụng đã chỉ ra.

Các yếu tố ảnh hưởng

- QoS phụ thuộc vào chất lượng về: hỗ trợ dịch vụ, khai thác dịch vụ, thực hiện dịch vụ và an toàn
- Những tham số QoS: những thông số tương đối theo đánh giá của khách hàng. Để đánh giá được bằng con số cụ thể, cần xét các tham số có thể đo đạc được.

Các tham số

- Độ khả dụng: tỉ lệ thời gian mạng hoạt động
- Băng thông: tốc độ truyền thông tin (Kbps, Mbps...)

- Trễ: thời gian truyền trung bình của dịch vụ từ điểm vào đến điểm ra khỏi mạng
- Biến động trễ: (trong mạng gói) là sự khác biệt về trễ của các gói khác nhau cùng trong một dòng lưu lượng
- Tổn thất: bit hoặc gói, có ảnh hưởng tới các dịch vụ, đặc biệt là dịch vụ thời gian thực
- Độ bảo mật (security): liên quan tới tính riêng tư, sự tin cậy và xác nhận khách và chủ