



HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG



BÀI GIẢNG MÔN

# THÔNG TIN DI ĐỘNG

Giảng viên:

Lê Tùng Hoa

Bộ môn:

Vô tuyến – Khoa Viễn thông 1

Hà Nội

# Nội dung học phần:

Chương 1: Tổng quan thông tin di động

Chương 2: Các sơ đồ xử lý tín hiệu đa phương tiện và dịch vụ trong di động

Chương 3: Hệ thống thông tin di động GSM/ GPRS

Chương 4: Giao diện vô tuyến của WCDMA UMTS

Chương 5: Miền chuyển mạch gói của UMTS

Chương 6: Giao diện vô tuyến của cdma2000 1x và 1xEVDO

Chương 7: Miền chuyển mạch gói của cdma2000 1x

Chương 8: Giao diện vô tuyến 3G+ HSPA

Chương 9: Giao diện vô tuyến LTE

Chương 10: LTE Advanced

Chương 11: Kiến trúc mạng và các giao thức của 4G LTE

Chương 12: Hệ thống khai thác và bảo dưỡng



Tự đọc

## CHƯƠNG 3

# HỆ THỐNG THÔNG TIN DI ĐỘNG GSM/GPRS

# **NỘI DUNG (13)**

---

**3.1. Giới thiệu chung**

**3.2. Mở đầu**

**3.3. Các kênh vật lý của GSM**

**3.4. Các kênh logic của GSM**

**3.5. Giao diện vô tuyến của GPRS**

**3.6. Điều khiển tài nguyên vô tuyến**

**3.7. Truyền dẫn trong GSM**

**3.8. Truy nhập mạng số liệu từ GSM**

**3.9. Các sơ đồ truyền số liệu qua GSM**

**3.10. Các sơ đồ truyền số liệu qua GRRS**

**3.11. Một số trường hợp định tuyến lưu lượng**

**3.12. Mô hình an ninh GSM**

**3.13. Các kiến trúc giao thức của GSM và GPRS**

# NỘI DUNG (13)

---

## 3.1. Giới thiệu chung

## 3.2. Mở đầu

## 3.3. Các kênh vật lý của GSM

## 3.4. Các kênh logic của GSM

## 3.5. Giao diện vô tuyến của GPRS

## 3.6. Điều khiển tài nguyên vô tuyến

## 3.7. Truyền dẫn trong GSM

## 3.8. Truy nhập mạng số liệu từ GSM

## 3.9. Các sơ đồ truyền số liệu qua GSM

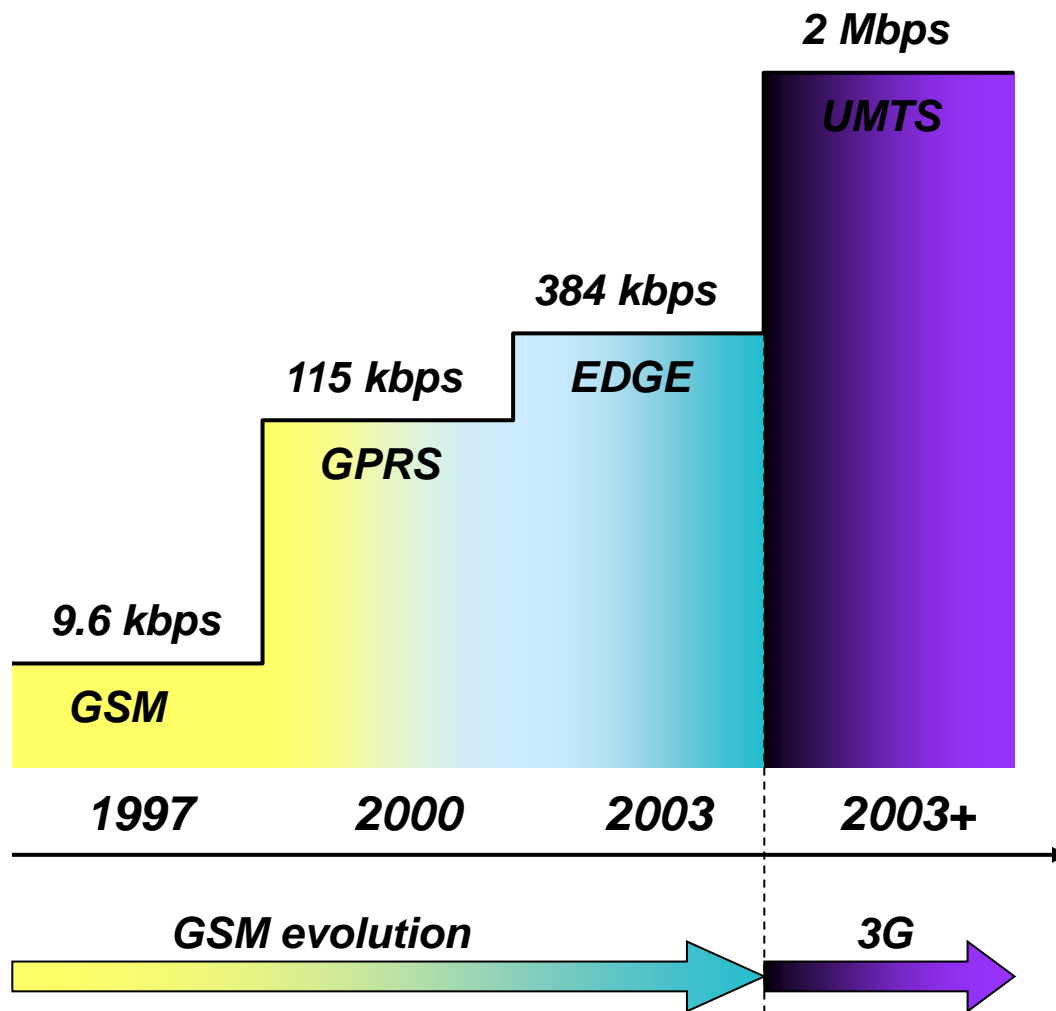
## 3.10. Các sơ đồ truyền số liệu qua GRRS

## 3.11. Một số trường hợp định tuyến lưu lượng

## 3.12. Mô hình an ninh GSM

## 3.13. Các kiến trúc giao thức của GSM và GPRS

## 3.1. Giới thiệu chung

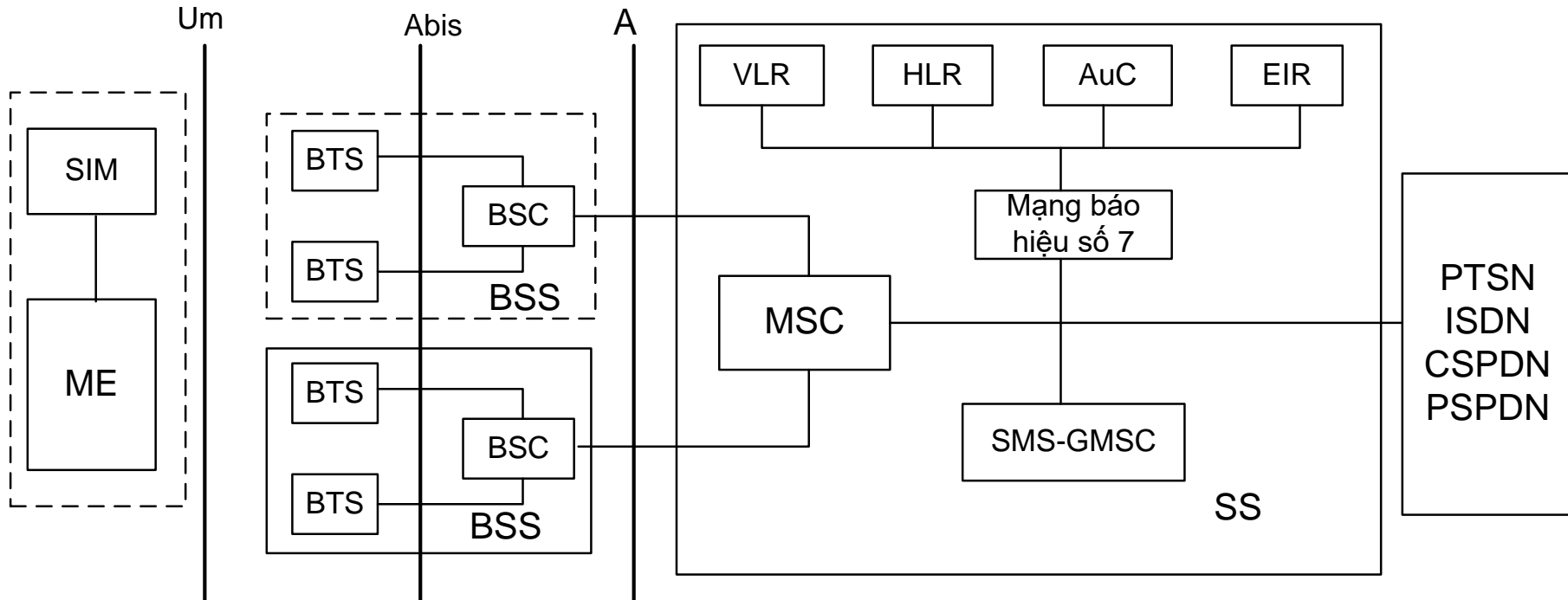


# 3.1. Giới thiệu chung

Trạm di động  
(MS)

Hệ thống con trạm gốc  
(BSS)

Hệ thống con chuyển mạch  
(SS)

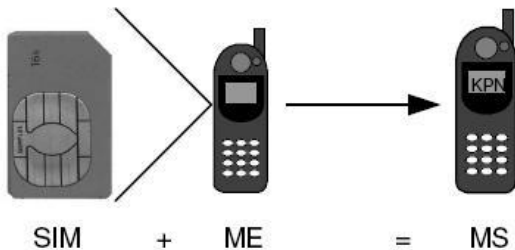
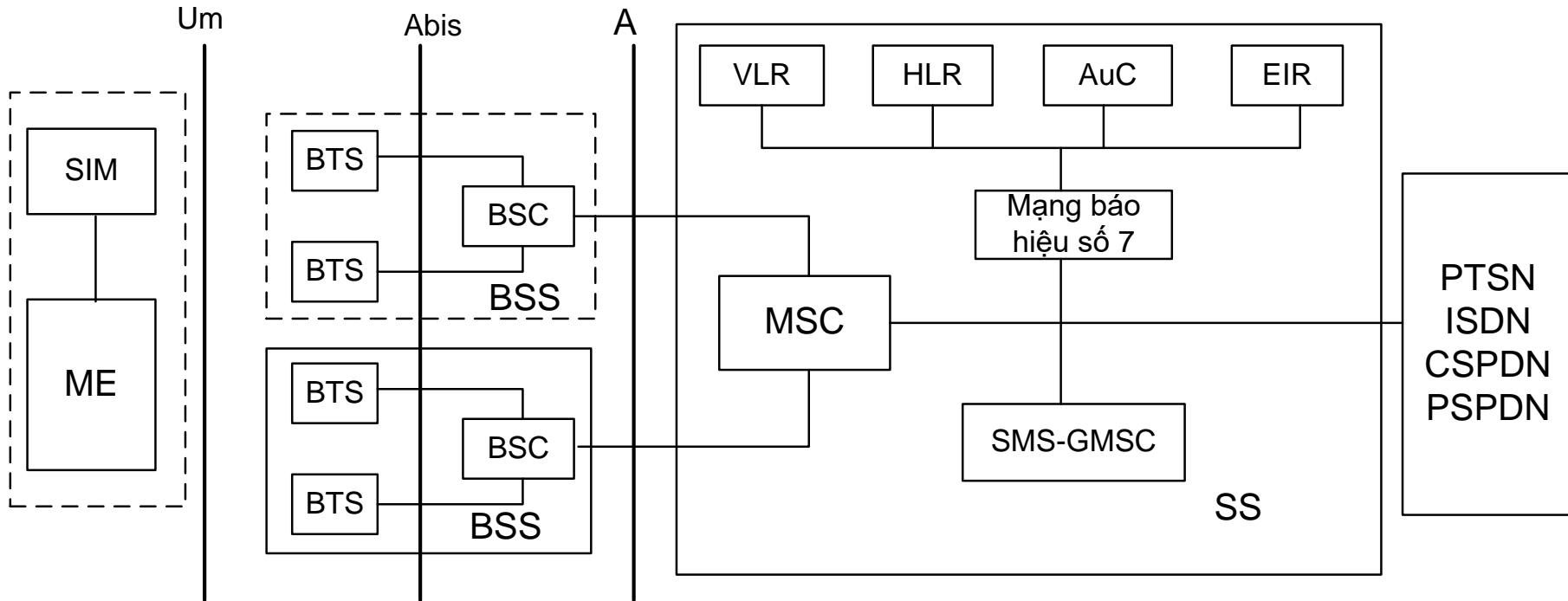


# 3.1. Giới thiệu chung

Trạm di động  
(MS)

Hệ thống con trạm gốc  
(BSS)

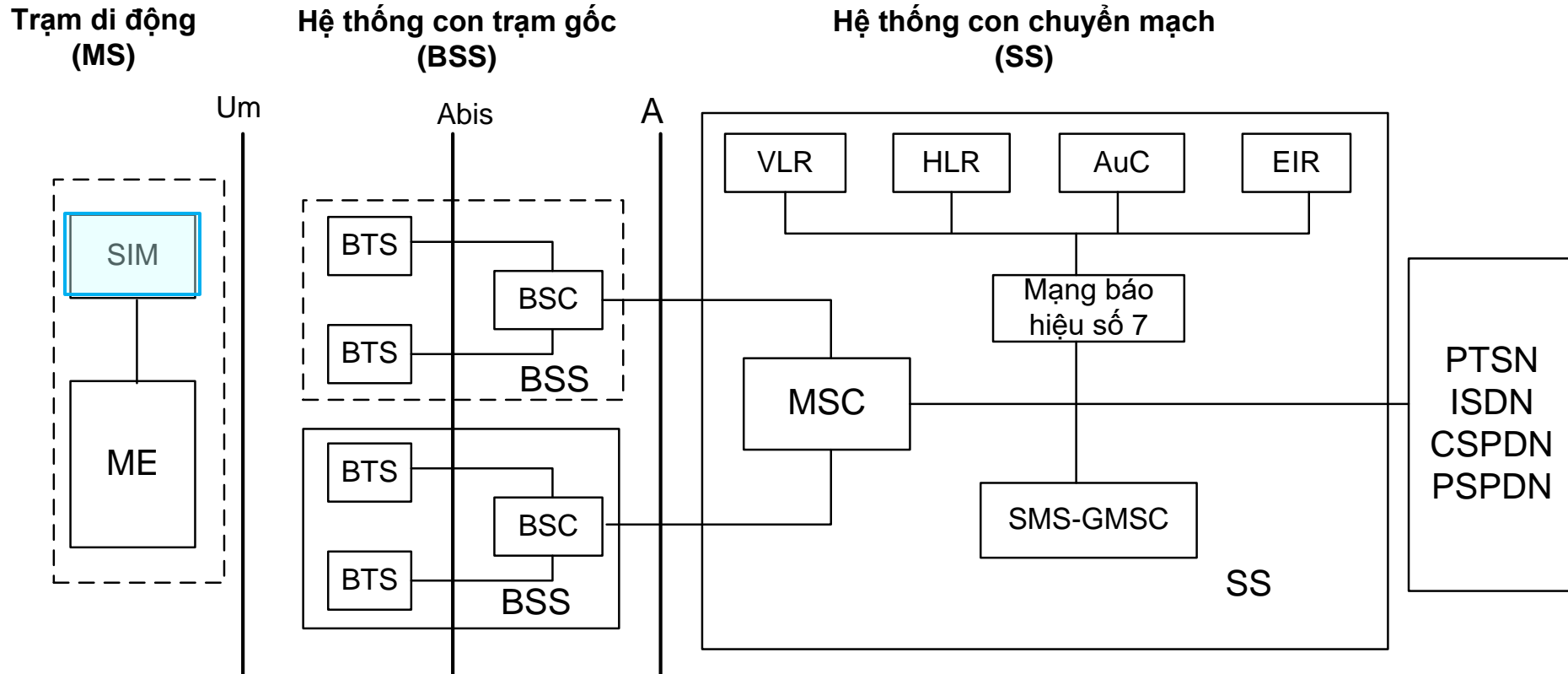
Hệ thống con chuyển mạch  
(SS)



Components of the mobile station



# 3.1. Giới thiệu chung



**SIM là một thiết bị an ninh chứa tất cả các thông tin cần thiết và các giải thuật để nhận thực thuê bao cho mạng. SIM chứa một máy vi tính gồm CPU và ba kiểu nhớ.**

- **ROM** được lập trình chứa hệ điều hành, chương trình cho ứng dụng GSM và các giải thuật an ninh A3 và A8.
- **RAM** được sử dụng để thực hiện các giải thuật và nhớ đệm cho truyền dẫn số liệu.
- **EEPROM** (bộ nhớ ROM xóa được bằng điện) chứa các số liệu nhạy cảm như Ki (khóa bí mật), IMSI (international mobile station identity: số nhận dạng thuê bao di động), các số để quay, các bản tin ngắn, thông tin về mạng và về thuê bao như TMSI (temporary mobile station identity: số nhận dạng thuê bao tạm thời), LAI (location area identity: nhận dạng vùng định vị).

# NỘI DUNG (13)

---

3.1. Giới thiệu chung

3.2. Mở đầu

**3.3. Các kênh vật lý của GSM**

3.4. Các kênh logic của GSM

3.5. Giao diện vô tuyến của GPRS

3.6. Điều khiển tài nguyên vô tuyến

3.7. Truyền dẫn trong GSM

3.8. Truy nhập mạng số liệu từ GSM

3.9. Các sơ đồ truyền số liệu qua GSM

3.10. Các sơ đồ truyền số liệu qua GRRS

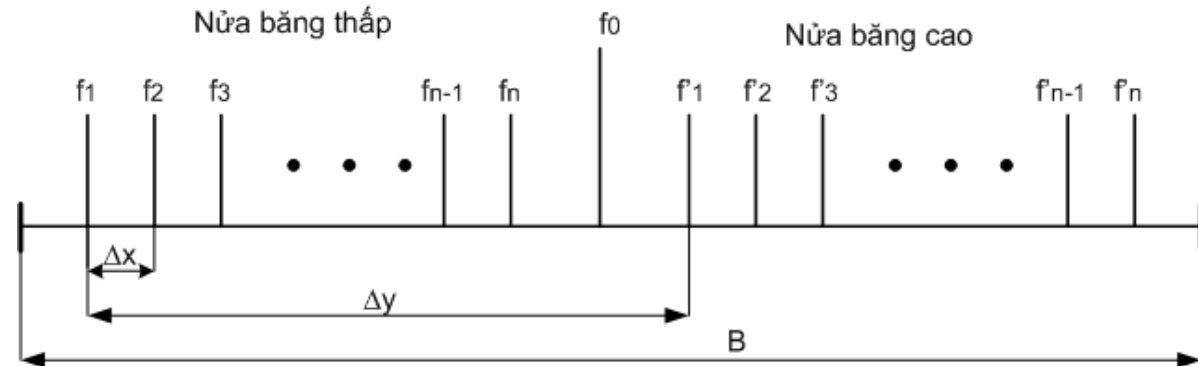
3.11. Một số trường hợp định tuyến lưu lượng

3.12. Mô hình an ninh GSM

3.13. Các kiến trúc giao thức của GSM và GPRS

Kênh vật lý được xây dựng trên công nghệ đa truy nhập TDMA kết hợp với FDMA/FDD và được đặc trưng bởi **một cặp tần số và một khe thời gian**.

## Kênh tần số



### ■ GSM -900: 890-960 MHz chứa **124** kênh

- $f_n = 890\text{MHz} + (0,2\text{MHz}) \times n$ ,  $n = 0, 1, 2, \dots, 124$
- $f'_n = f_n + 45 \text{ MHz}$

Khoảng bảo vệ

### ■ GSM mở rộng (E-GSM) chứa **174** kênh

- $f_n = 890\text{MHz} + (0,2\text{MHz}) \times n$ ,  $0 \leq n \leq 124$
- $f_n = 890\text{MHz} + (0,2\text{MHz})(n-1024)$ ,  $974 \leq n \leq 1023$
- $f'_n = f_n + 45\text{MHz}$

### ■ DCS-1800: 1710-1880 MHz chứa **374** kênh

- $f_n = 1.710\text{MHz} + (0,2\text{MHz}) \times (n-511)$ ,  $512 \leq n \leq 885$
- $f'_n = f_n + 95 \text{ MHz}$

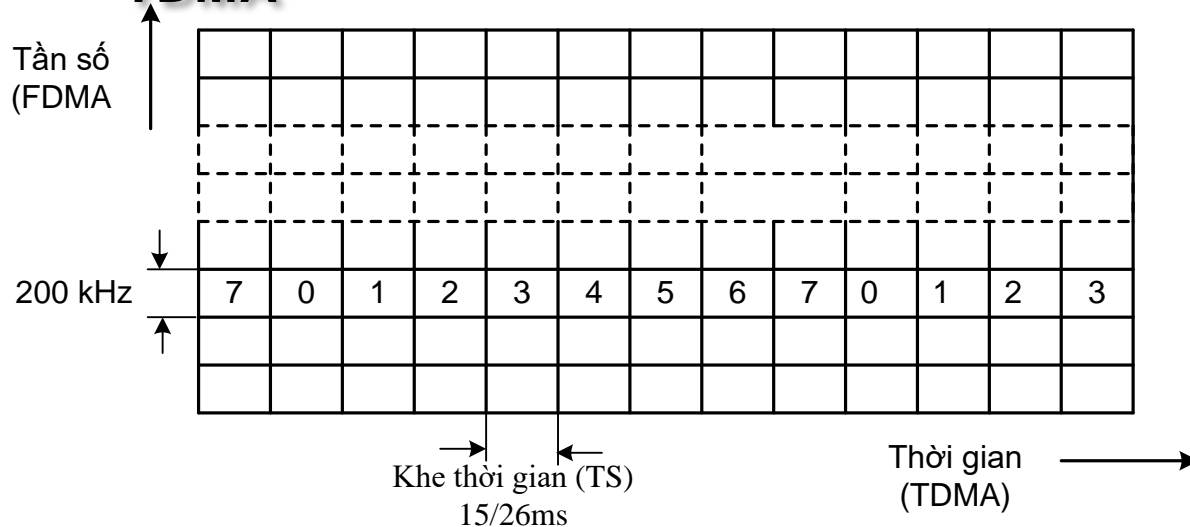
➤ Tổn hao truyền sóng trong **không gian tự do**:

$$L_s = \frac{(4\pi d)^2}{\lambda^2}$$

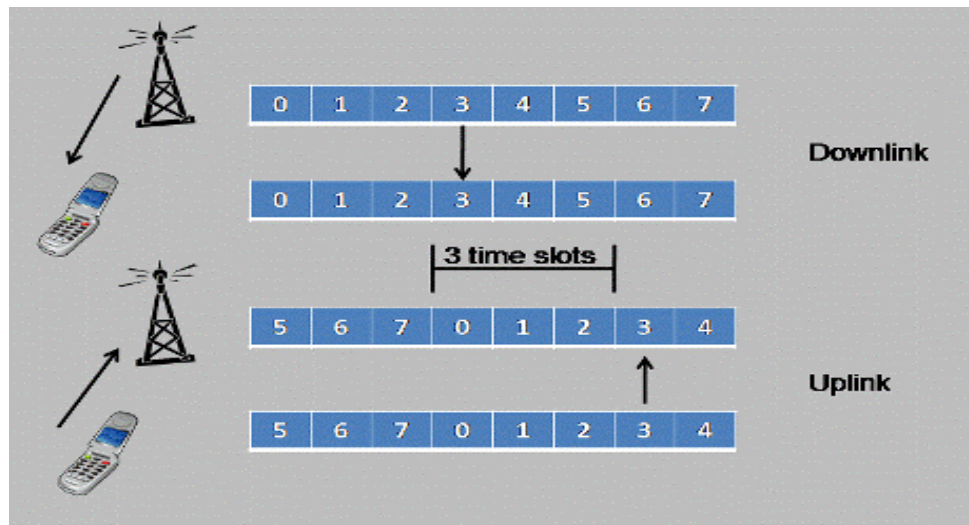
$L_s$  là tổn hao trong không gian tự do;  
 $d$  là khoảng cách giữa Anten phát và Anten thu;  
 $\lambda$  là bước sóng.

## 3.3. Các kênh vật lý của GSM

### Tổ chức đa truy nhập kết hợp FDMA và TDMA



- Truyền dẫn vô tuyến ở GSM được chia thành các cụm (BURST) chứa hàng trăm bit đã được điều chế.
- Mỗi cụm được phát đi trong một khe thời gian có độ rộng là  $15/26$  ms ( $0,577$  ms) ở một trong kênh tần số có độ rộng 200 kHz



Khởi đầu của khung TDMA đường lên trễ một khoảng thời gian cố định 3 khe.

→ MS sử dụng cùng một khe thời gian ở cả đường lên lẫn đường xuống mà không phải thu phát đồng thời.

# 3.3. Các kênh vật lý của GSM

## Tổ chức đa khung, siêu khung, siêu siêu khung

### Siêu siêu khung

1 Siêu u si<sup>a</sup> u khung = 2048 si<sup>a</sup> u khung = 2715648 khung TDMA (3 h 28 m 53 s 760ms)



### Siêu khung

1 si<sup>a</sup> u khung = 1326 khung TDMA (6,12 s)



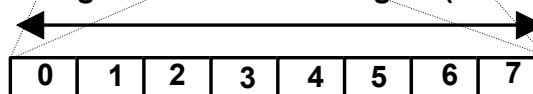
### Đa khung

1 @a khung (51 khung) = 51 khung TDMA (3060/13ms)



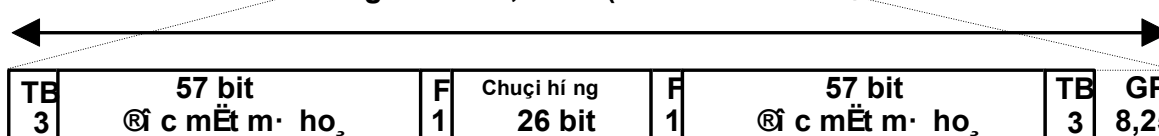
### Khung

1 khung TDMA = 8 khe thời gian (120/26 ≈ 4.615ms)



### Khe thời gian

1 khe thời gian = 156,25 bit (15/26 ≈ 0,577ms)

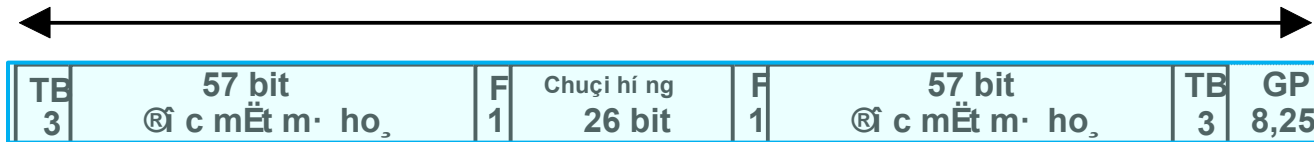


Côm bính thông (cê F chđ-ng òng ví i TCH)

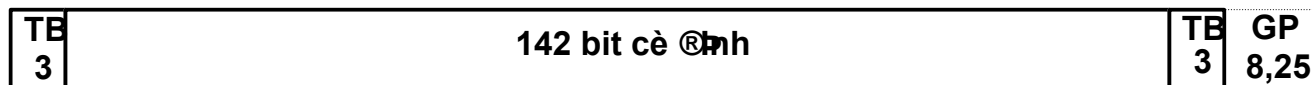
# 3.3. Các kênh vật lý của GSM

## Cấu trúc cụm

1 khe thời gian = 156,25 bit (15/260,577ms)



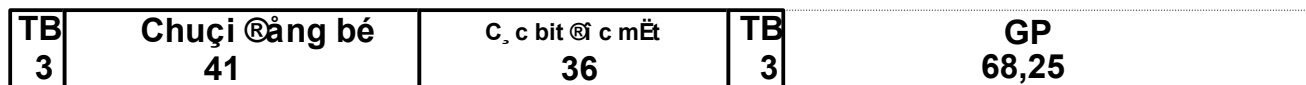
Côm bình thường (cê F chố-ng ợng ví i TCH)



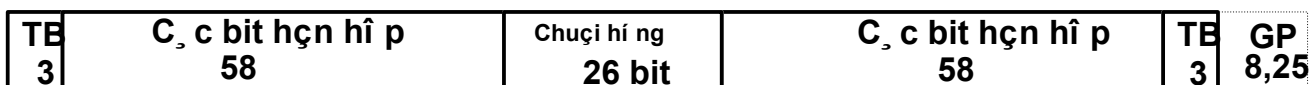
Côm hiều chốh tợn sè (FC)



Côm @ng bé (SB)



Côm truy nhỄp (AB)



Côm giỄ (DB)

Ký hiều:

TB: Bit @u«i; F: cê lỄy trém; GP: § o¹ n bỄo vỒ

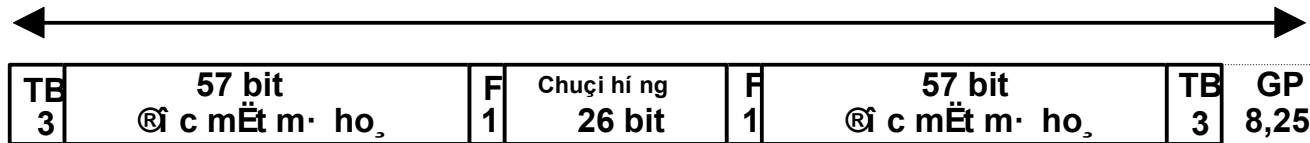
### Normal Burst (NB)

- mang các thông tin về các kênh lưu lượng và các kênh kiểm tra.
- sử dụng cho TCH và các kênh điều khiển trừ RACH, SCH và FCCH.

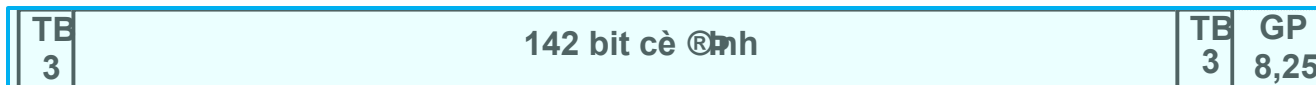
## 3.3. Các kênh vật lý của GSM

### Cấu trúc cụm

1 khe thời gian = 156,25 bit (15/260,577ms)



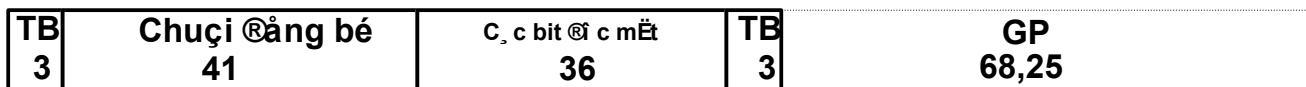
Công kênh thường (còn gọi là kênh chung cho tất cả các thuê bao)



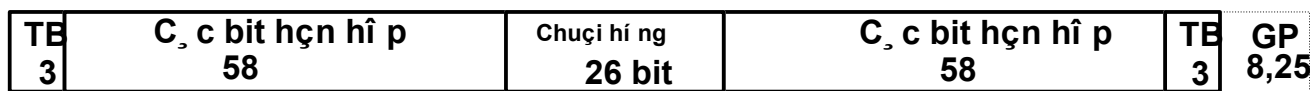
Công hiệu chỉnh tần số (FC)



Công mã hóa chậm (SB)



Công truyền nhúng (AB)



Công ghi (DB)

Ký hiệu:

TB: Bit đầu; F: mã hiệu chỉnh; GP: Số lượng bit trống

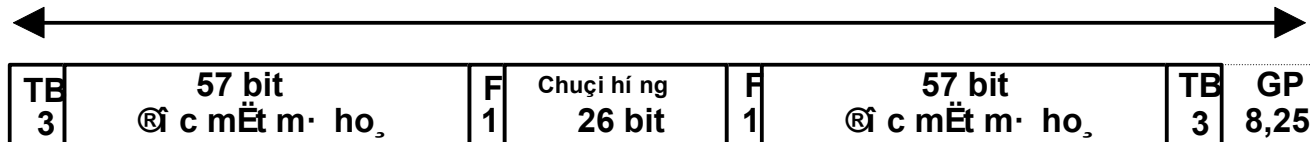
#### Frequency Correction Burst (FCB)

- sử dụng để đồng bộ tần số cho trạm di động.
- sử dụng cho FCCH

## 3.3. Các kênh vật lý của GSM

### Cấu trúc cụm

1 khe thời gian = 156,25 bit (15/260,577ms)



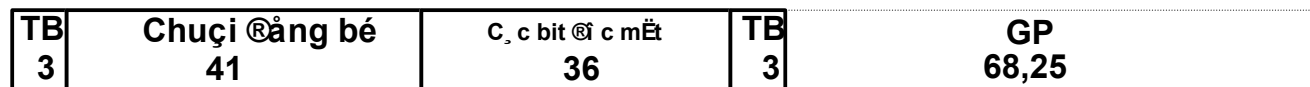
Công thức thường (cơ F chức năng ví i TCH)



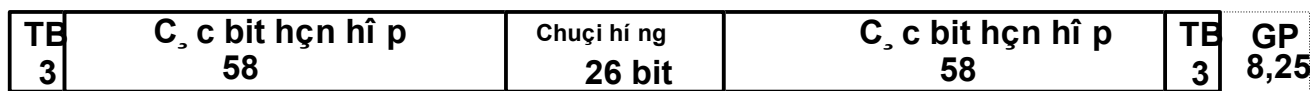
Công thức cho tốc độ (FC)



Công thức (SB)



Công thức nhúng (AB)



Công thức (DB)

Ký hiệu:

TB: Bit đầu; F: các bit trống; GP: số bit cuối

#### Synchronization Burst (SB)

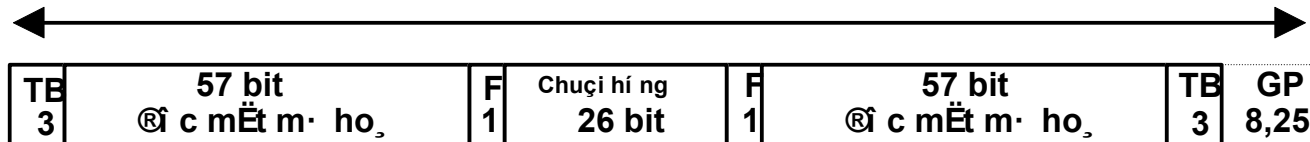
- sử dụng để đồng bộ thời gian cho trạm di động.
- sử dụng cho SCH



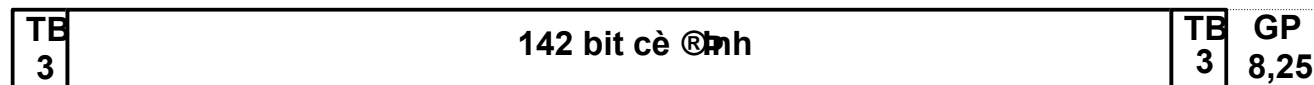
## 3.3. Các kênh vật lý của GSM

### Cấu trúc cụm

1 khe thời gian = 156,25 bit (15/260,577ms)



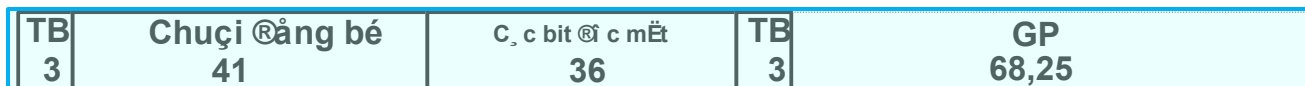
Công thức thường (còn F chỉ dùng ví dụ TCH)



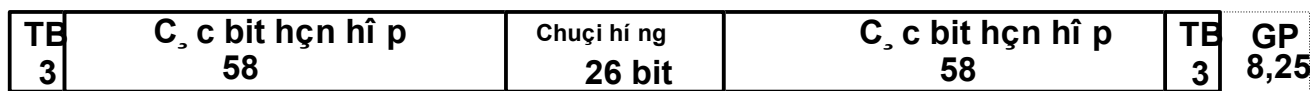
Công thức chuẩn (FC)



Công thức (SB)



Công thức truy nhập (AB)



Công thức (DB)

Ký hiệu:

TB: Bit đầu; F: mã hiệu; GP: số bit trống

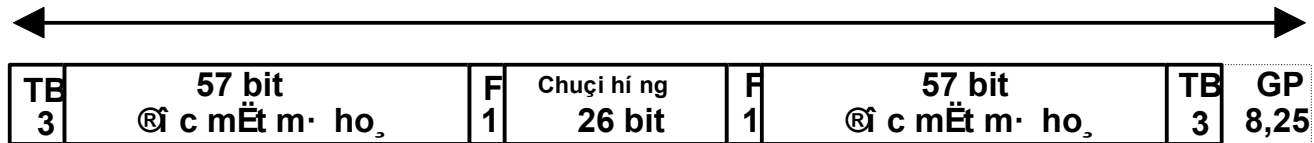
#### Access Burst (AB)

- sử dụng để truy cập ngẫu nhiên và chuyển giao
- sử dụng cho RACH và TCH

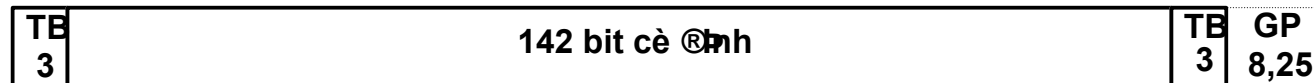
## 3.3. Các kênh vật lý của GSM

### Cấu trúc cụm

1 khe thời gian = 156,25 bit (15/260,577ms)



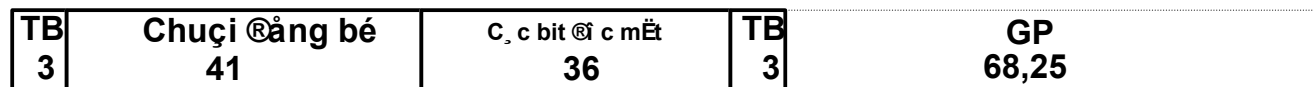
Côm bình thường (cê F chố-ng ợng ví i TCH)



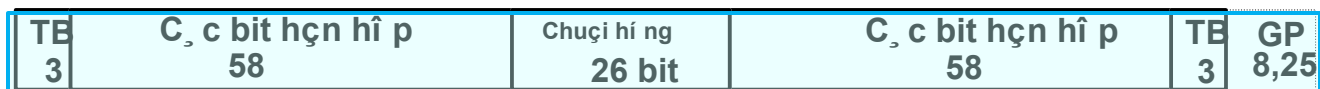
Côm hiƯu chốh tỢn sè (FC)



Côm @ng bé (SB)



Côm truy nhỄp (AB)



Côm giẢ (DB)

Ký hiƯu:

TB: Bit @u«i; F: cê lỄy trém; GP: § o¹ n b¶lo vỒ

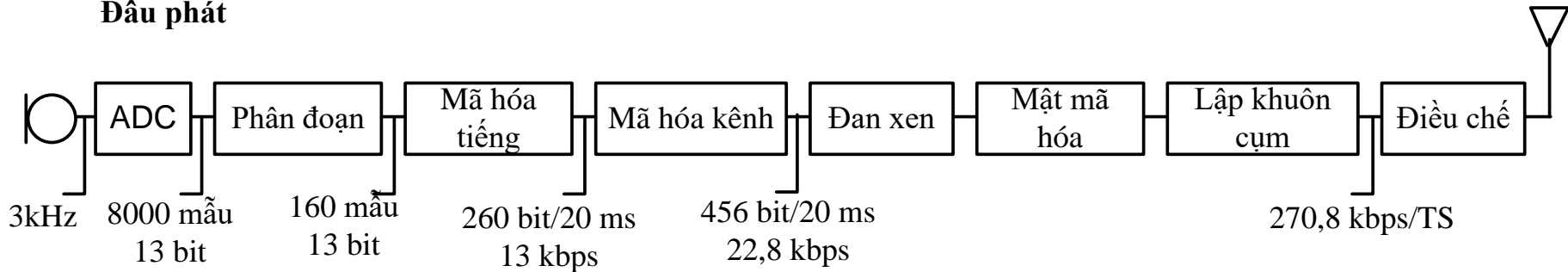
#### Dummy Burst (DB)

Cụm giả được phát đi từ BTS, không mang thông tin và cấu trúc giống như NB.

## 3.3. Các kênh vật lý của GSM

### Sơ đồ kênh vật lý

Đầu phát



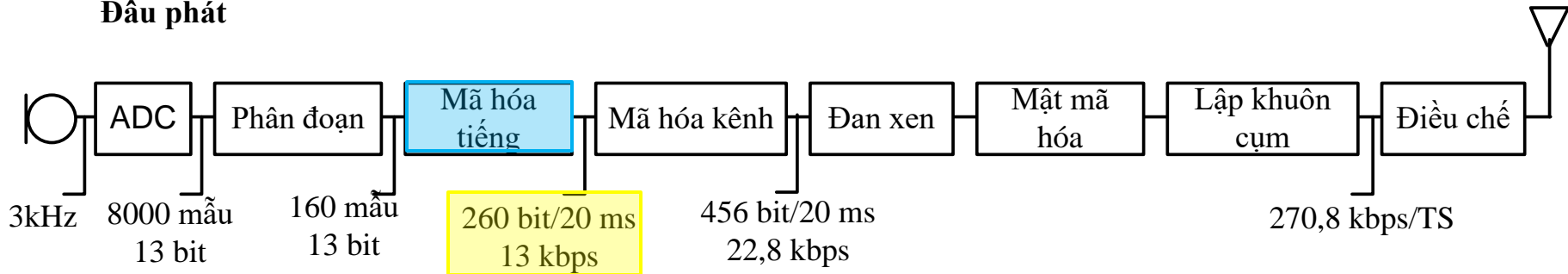
Đầu thu



## 3.3. Các kênh vật lý của GSM

### Sơ đồ kênh vật lý

Đầu phát



Đầu thu



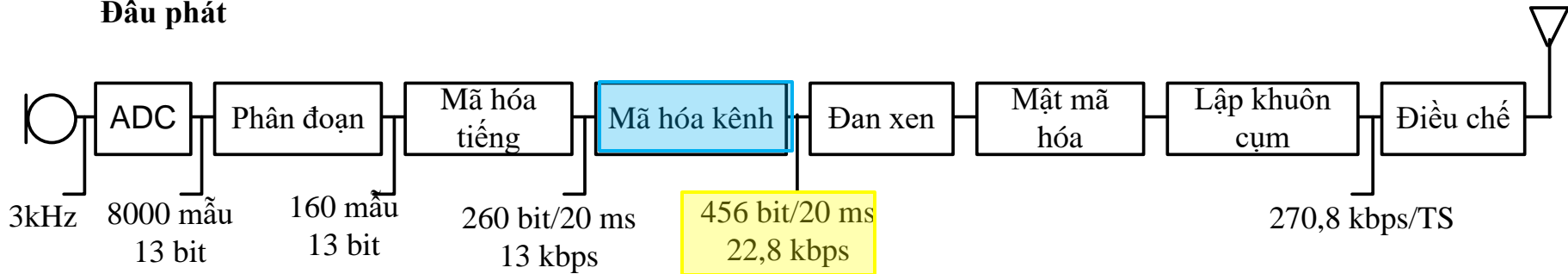
#### Mã hóa/ giải mã tiếng

Quá trình mã hóa và giải mã tiếng được thực hiện trên nguyên lý RPE-LTP. Tiếng trong GSM được truyền theo hai tốc độ 13kbps (FR toàn tốc) và 6,5kbps (HR bán tốc).

## 3.3. Các kênh vật lý của GSM

### Sơ đồ kênh vật lý

Đầu phát



Đầu thu



#### Mã hóa kênh

- Mã khối tuyến tính được sử dụng để phát hiện lỗi
- Mã hóa xoắn được sử dụng để sửa lỗi.

# 3.3. Các kênh vật lý của GSM

## Mã hóa kênh

- Mã khối tuyến tính được sử dụng để phát hiện lỗi
- Mã xoắn được sử dụng để sửa lỗi.

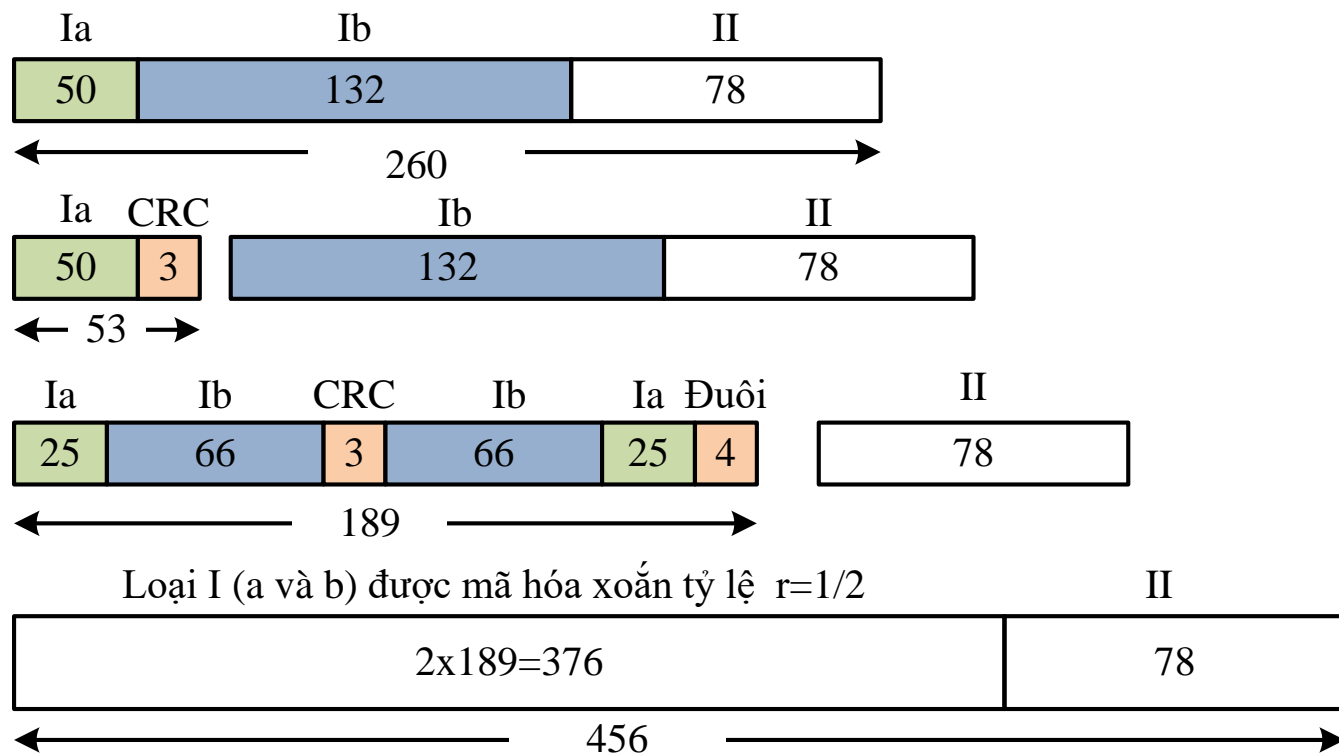
Ia: loại quan trọng nhất  
Ib: loại quan trọng vừa  
II: loại không quan trọng.

## Mã khối tuyến tính

$$g(x) = x^3 \oplus x \oplus 1$$

## Mã xoắn

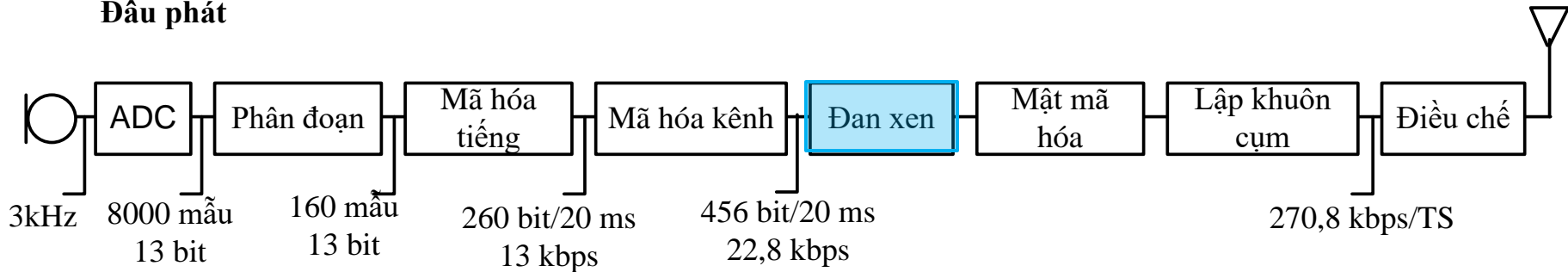
$$r = 1/2$$



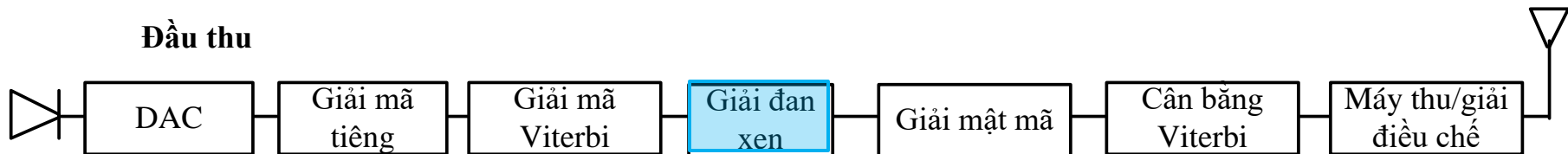
## 3.3. Các kênh vật lý của GSM

### Sơ đồ kênh vật lý

Đầu phát



Đầu thu



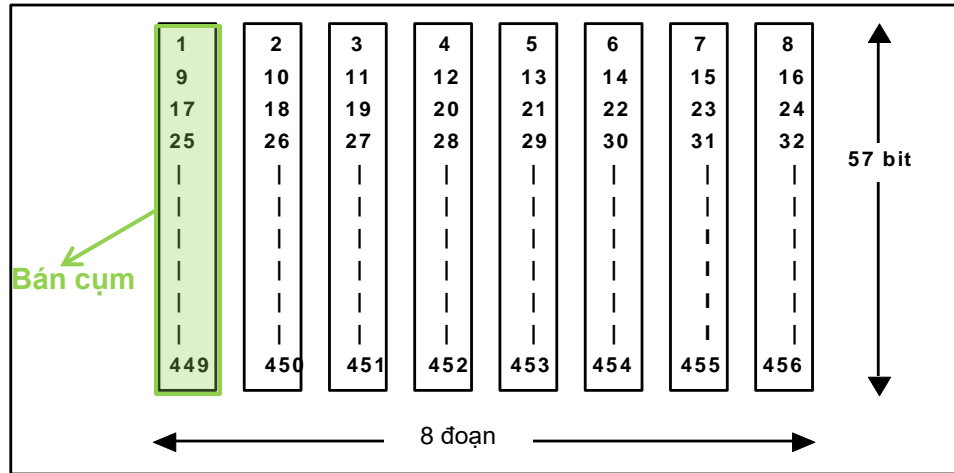
#### Đan xen

Tổ chức lại vị trí của các bit → tránh lỗi cụm

# 3.3. Các kênh vật lý của GSM

## Đan xen

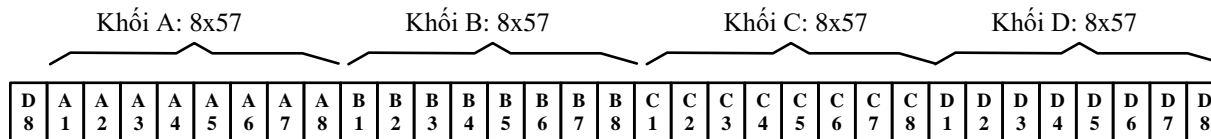
Tổ chức lại vị trí của các bit → tránh lỗi cụm



## Mức thứ nhất

Chuỗi 456 bit đầu ra mã hóa kênh được viết vào mảng nhớ 8 x 57 theo hàng và được đọc ra theo cột

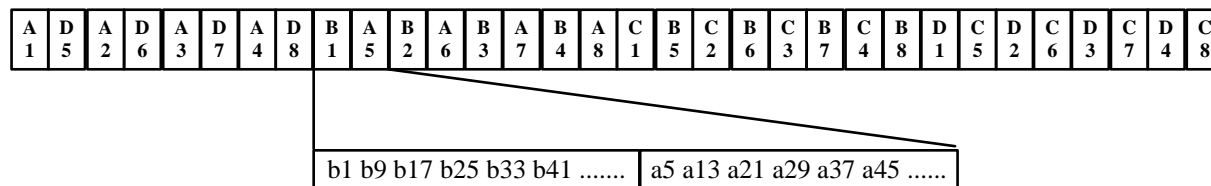
Chia thành các đoạn 4 khối A, B, C, D



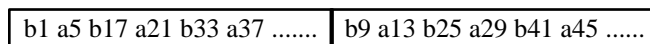
## Mức thứ hai

- Mỗi khung tiếng bao gồm 8 bán cụm được đánh chỉ số từ 1 đến 8. Các khối bốn khung tiếng với ký hiệu tương ứng là A, B, C, D.
- Các bán cụm được đan xen với nhau.
- Các bit trong từng cặp bán cụm lại được đan xen.

Đan xen bán cụm



Đan xen các bit trong cặp bán cụm

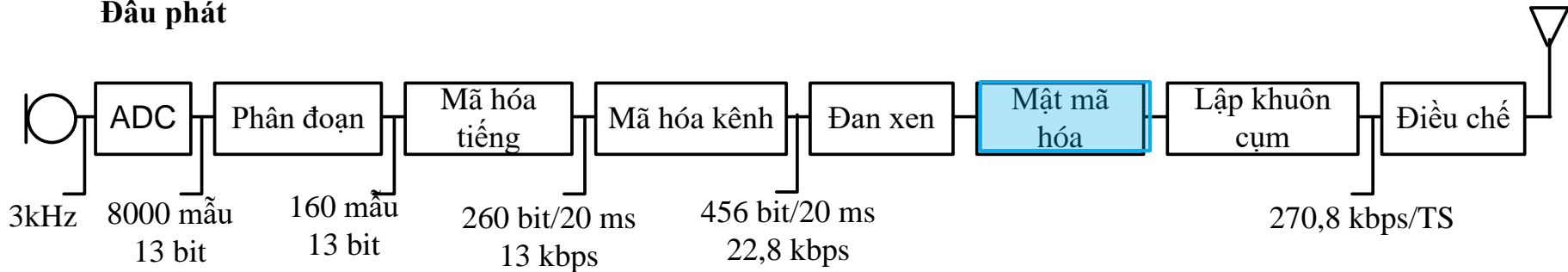




## 3.3. Các kênh vật lý của GSM

### Sơ đồ kênh vật lý

Đầu phát



Đầu thu



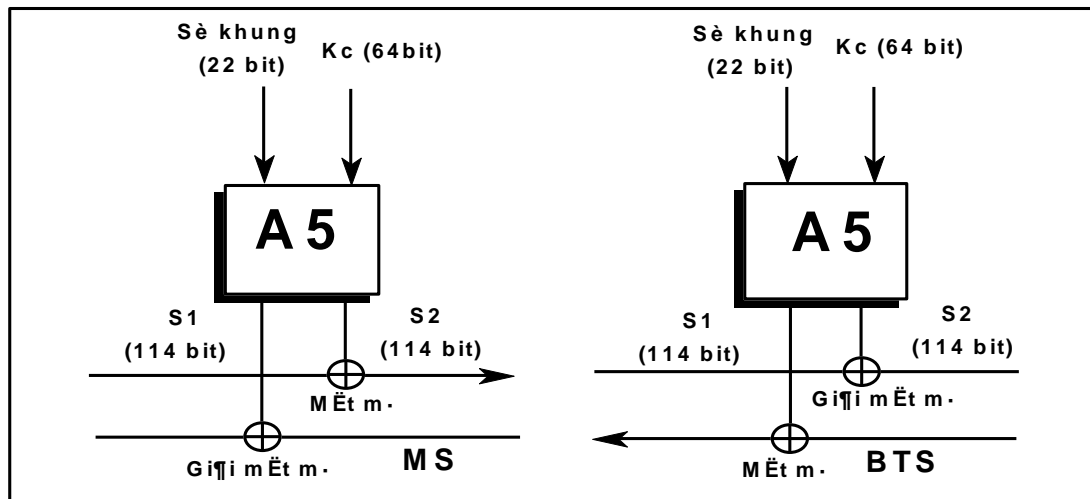
#### Mật mã hóa/ Giải mật mã

- bảo vệ tín hiệu này khỏi sự can thiệp của người thứ ba không được phép
- chỉ áp dụng cho các cụm bình thường.

## 3.3. Các kênh vật lý của GSM

### Mật mã hóa/ Giải mật mã

- bảo vệ tín hiệu này khỏi sự can thiệp của người thứ ba không được phép
- chỉ áp dụng cho các cụm bình thường.



Chuỗi mật mã được tạo ra từ số khung và khóa mật mã  $K_c$  theo thuật toán  $A_5$ .

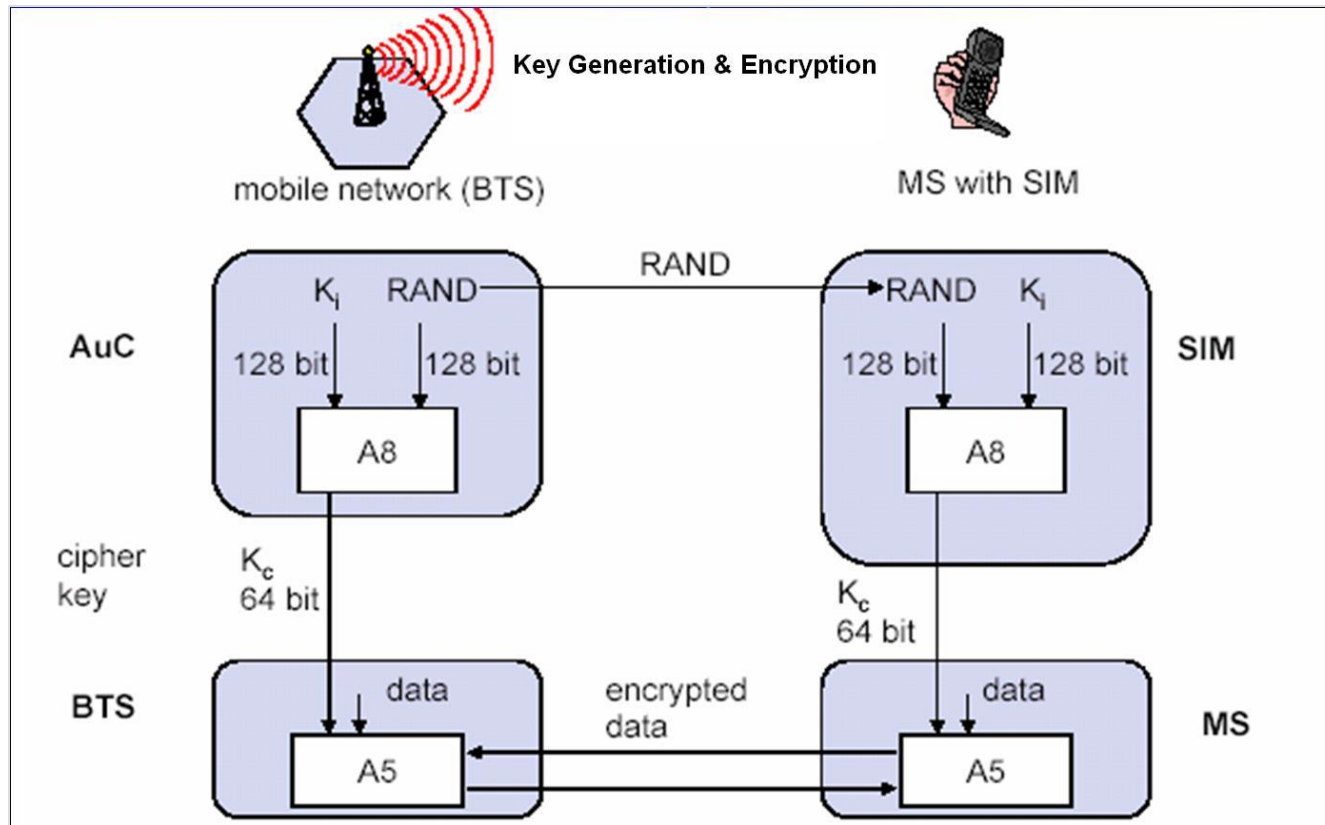
Khóa mật mã  $K_c$  giống nhau giữa thu và phát, số khung thay đổi từ cụm này đến cụm khác  $\rightarrow$  mỗi cụm của một cuộc thông tin trong một hướng (đường lên hoặc đường xuống) sẽ sử dụng chuỗi mật mã khác nhau.

Tín hiệu số	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	.	.
Chuỗi mật mã	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	.	.
Tín hiệu đã mật mã hóa	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	.	.

## 3.3. Các kênh vật lý của GSM

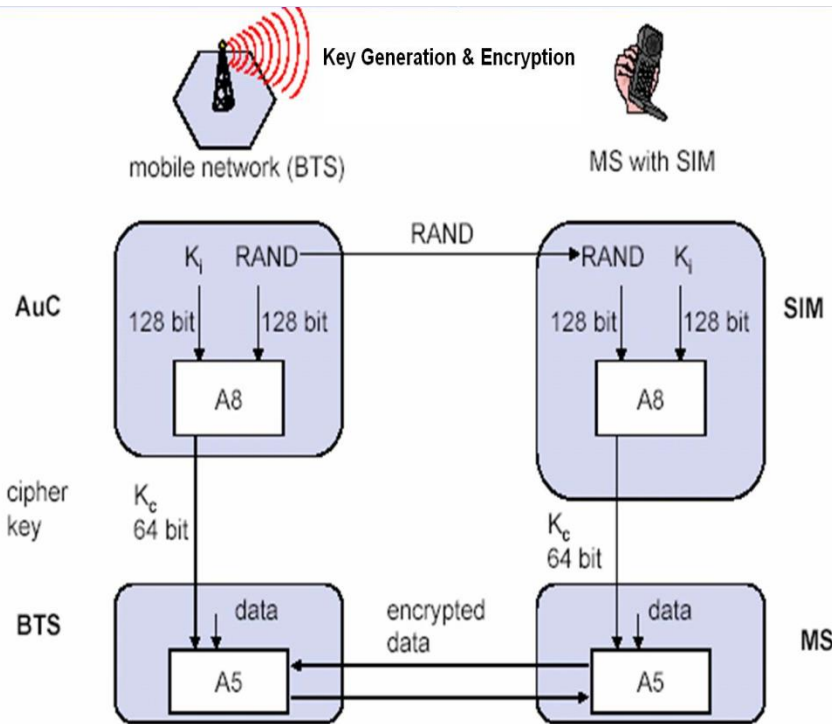
### Mật mã hóa/ Giải mật mã

- bảo vệ tín hiệu này khỏi sự can thiệp của người thứ ba không được phép
- chỉ áp dụng cho các cụm bình thường.

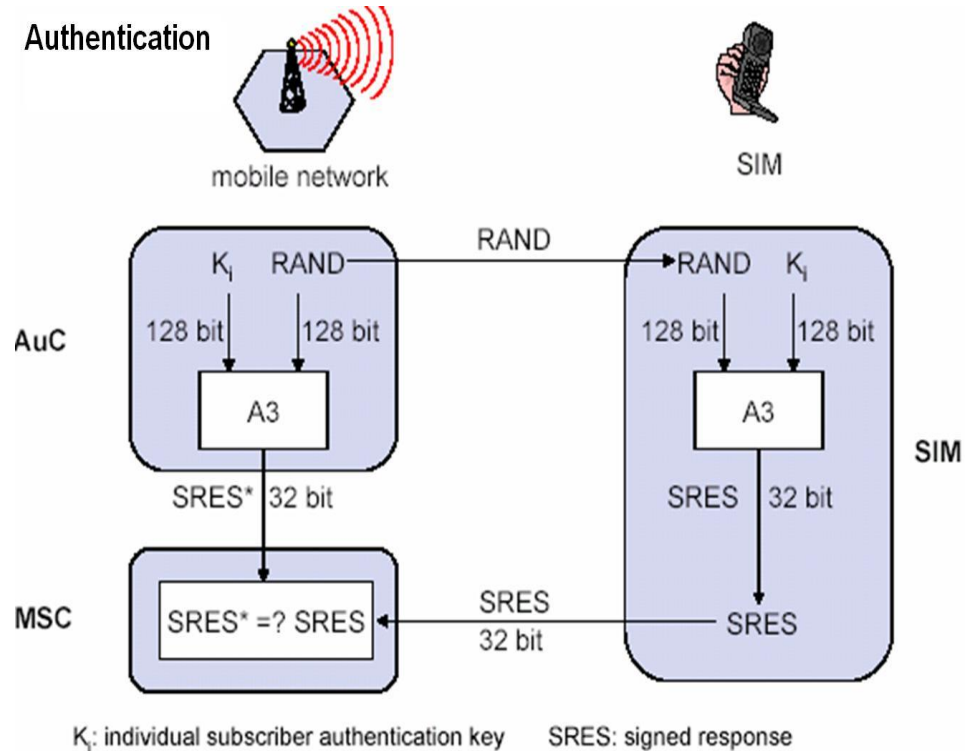


## 3.3. Các kênh vật lý của GSM

### Mật mã hóa



### Nhận thực



**SIM:**  $K_i + A8 \rightarrow$  mật mã hóa

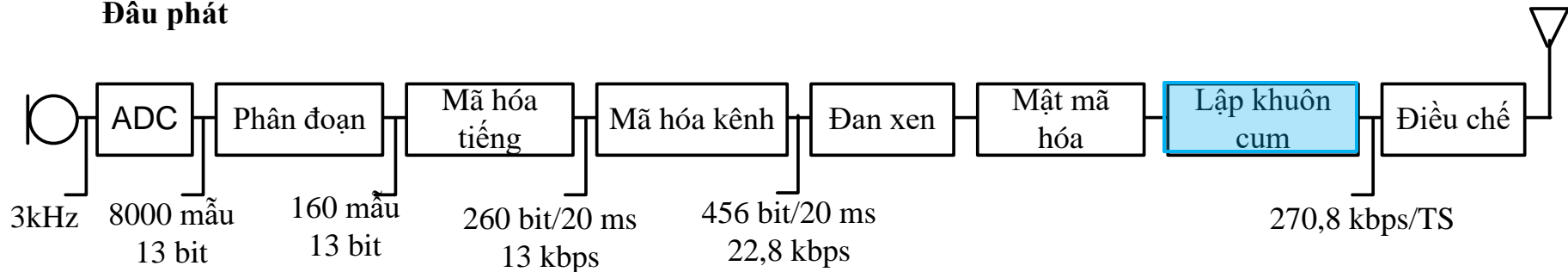
$K_i + A3 \rightarrow$  nhận thực

**MS:**  $A5 \rightarrow$  mật mã hóa

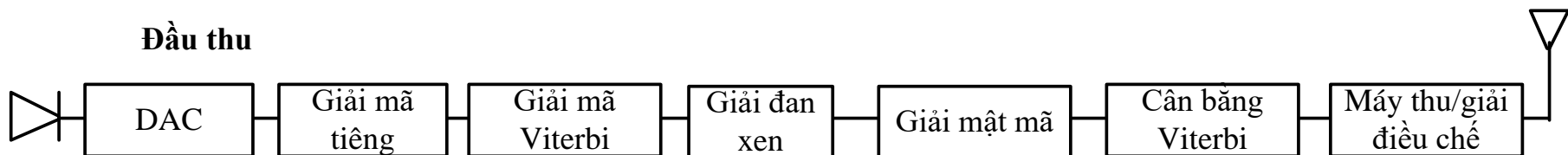
## 3.3. Các kênh vật lý của GSM

### Sơ đồ kênh vật lý

Đầu phát



Đầu thu

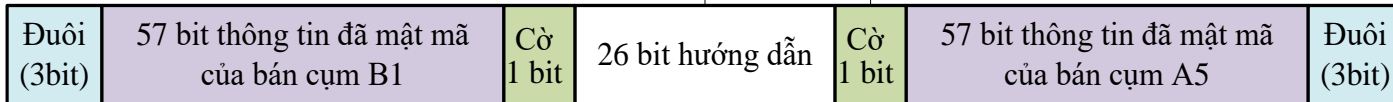


Lập khuôn cum

## 3.3. Các kênh vật lý của GSM

### Lập khuôn cụm

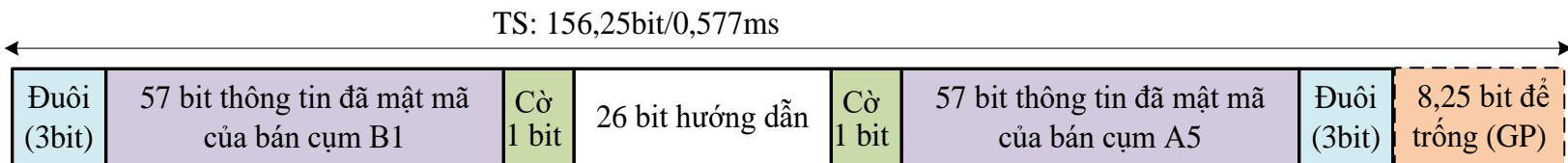
#### Khuôn dạng cụm bình thường dành cho kênh TCH.



- hai nửa bán cụm được đặt vào cụm
- Hai đầu bán cụm được giới hạn mỗi đầu là 3 bit đuôi..
- 26 bit hướng dẫn để hướng dẫn cho bộ cân bằng Viterbi tại máy thu làm việc .
- Hai bit cờ để báo hiệu cụm là kênh lưu lượng TCH (Traffic Channel) hay kênh báo hiệu lấy cấp từ kênh lưu lượng FACCH (Fast Associated Control Channel: kênh điều khiển liên kết nhanh).

→ Toàn bộ cụm sẽ có 148 bit

#### Khe thời gian TS của cụm bình thường dành cho TCH.



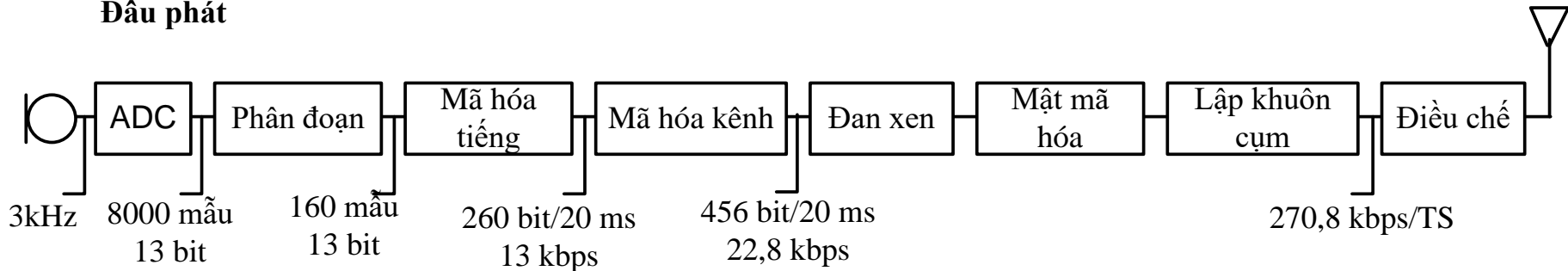
GP: Guard Period: khoảng bảo vệ

Cụm được đặt vào khe thời gian TS với khoảng bảo vệ có độ dài 8,25 bit vì thế độ rộng của TS là 156,25 bit/0,577ms

## 3.3. Các kênh vật lý của GSM

### Sơ đồ kênh vật lý

Đầu phát



Đầu thu



#### Cân bằng Viterbi

**Mục đích:** Giảm hiện tượng giao thoa giữa các ký hiệu ISI gây ra lỗi bit.

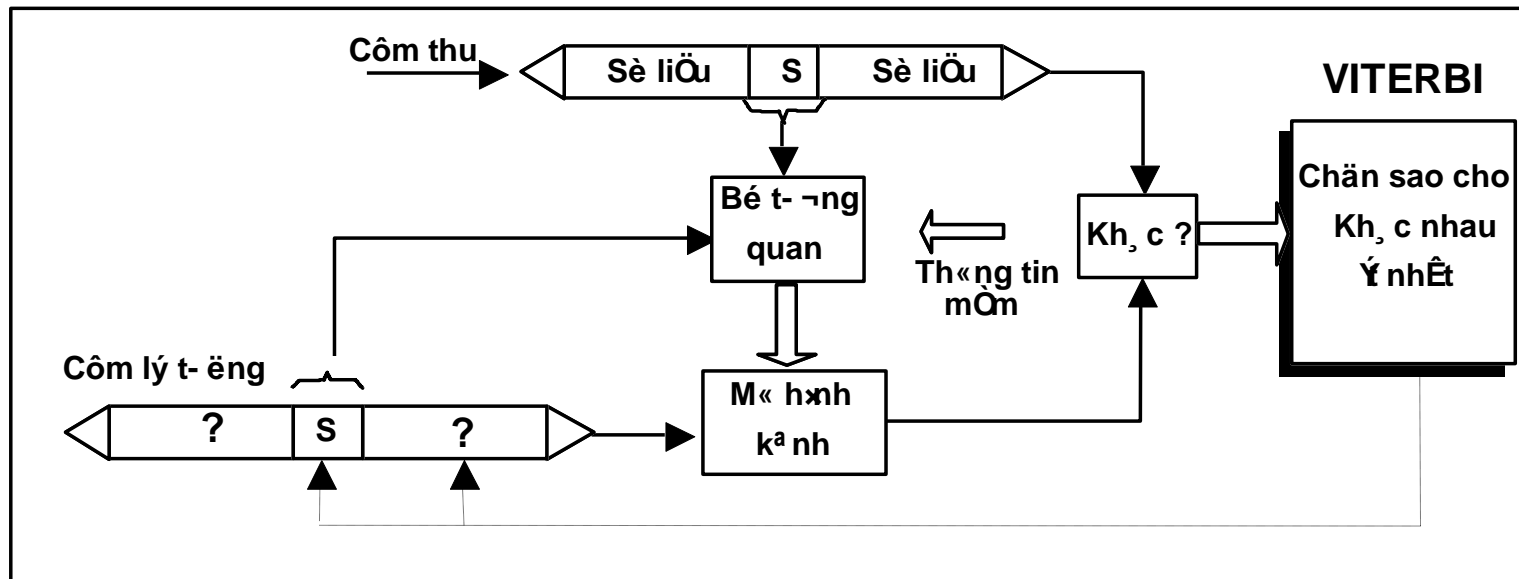
**Thực hiện:** xây dựng được mô hình kênh truyền sóng ở mọi thời điểm.

## 3.3. Các kênh vật lý của GSM

### Cân bằng Viterbi

**Mục đích:** Giảm hiện tượng giao thoa giữa các ký hiệu ISI gây ra lỗi bit.

**Thực hiện:** xây dựng được mô hình kênh truyền sóng ở mọi thời điểm.



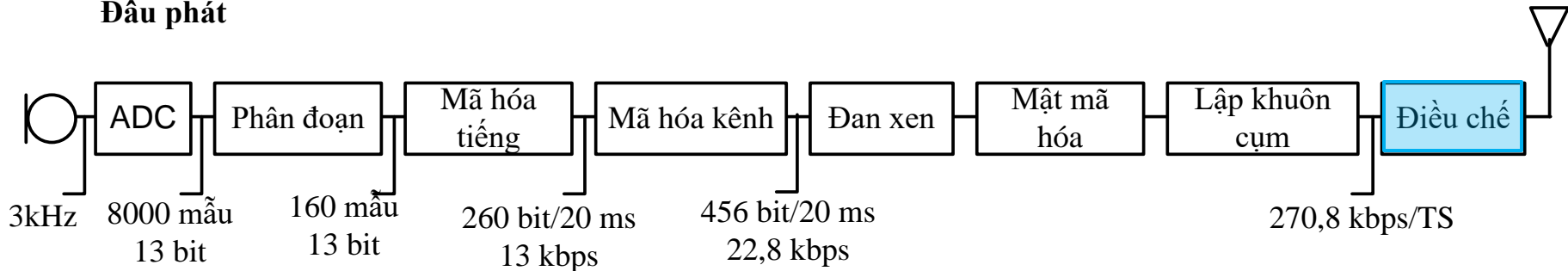
- Chuỗi bit hướng dẫn ( $S = 26$ ) được phát đi ở giữa cụm, chuỗi này được máy thu biết trước nên dựa trên sự sai lệch của chuỗi này máy thu có thể xây dựng được mô hình kênh ở thời điểm đang xét.
- Sau đó máy thu sẽ cho các tổ hợp bit khác nhau có thể có qua mô hình kênh và chọn tổ hợp nào cho đầu ra mô hình kênh giống tổ hợp thu được nhất.



## 3.3. Các kênh vật lý của GSM

### Sơ đồ kênh vật lý

Đầu phát



Đầu thu



### Điều chế/Giải điều chế

Điều chế khóa chuyển pha cực tiểu Gauss GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying)

PSK → QPSK → OQPSK → MSK → GMSK

# NỘI DUNG (13)

---

**3.1. Giới thiệu chung**

**3.2. Mở đầu**

**3.3. Các kênh vật lý của GSM**

**3.4. Các kênh logic của GSM**

**3.5. Giao diện vô tuyến của GPRS**

**3.6. Điều khiển tài nguyên vô tuyến**

**3.7. Truyền dẫn trong GSM**

**3.8. Truy nhập mạng số liệu từ GSM**

**3.9. Các sơ đồ truyền số liệu qua GSM**

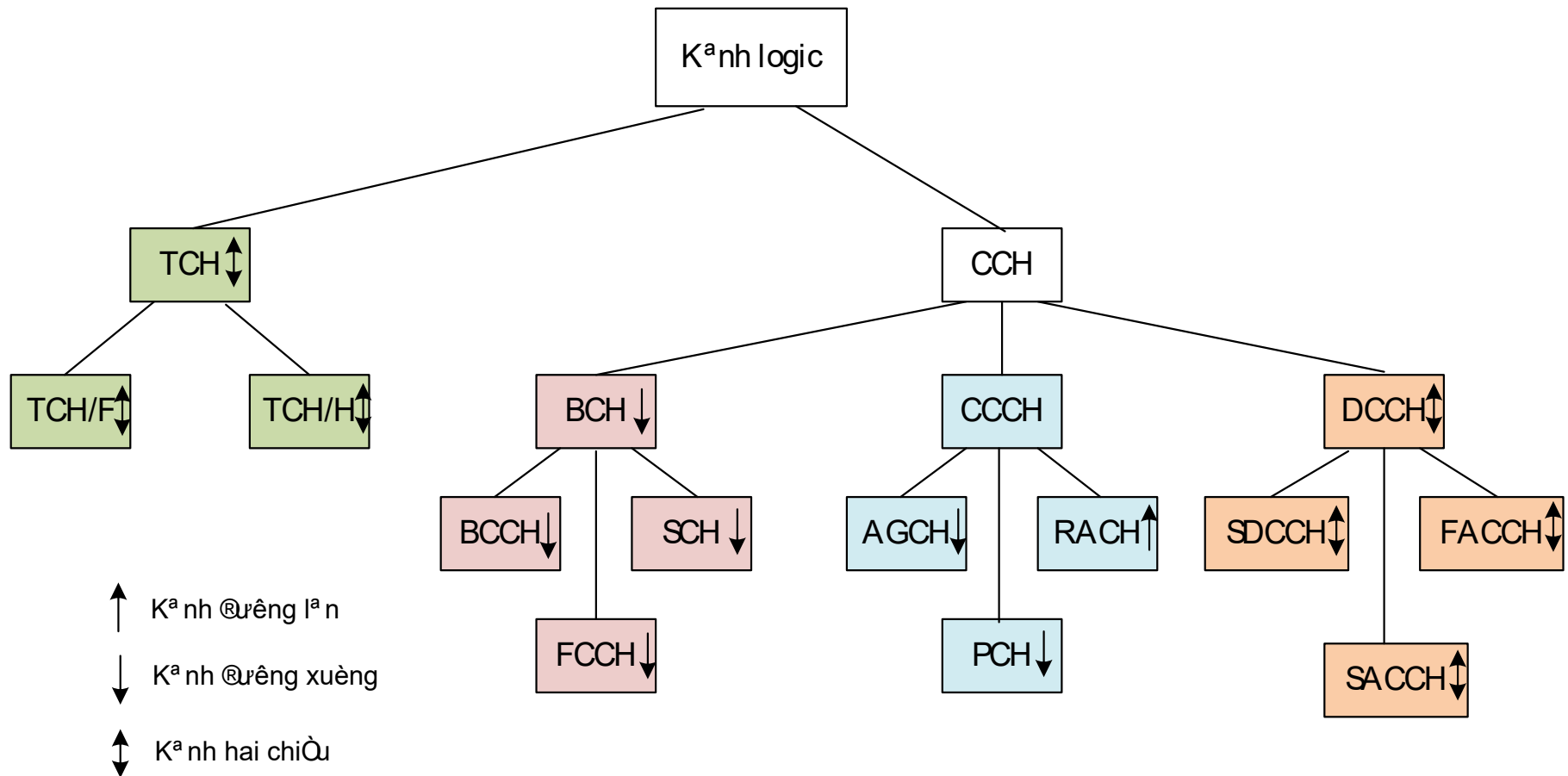
**3.10. Các sơ đồ truyền số liệu qua GRRS**

**3.11. Một số trường hợp định tuyến lưu lượng**

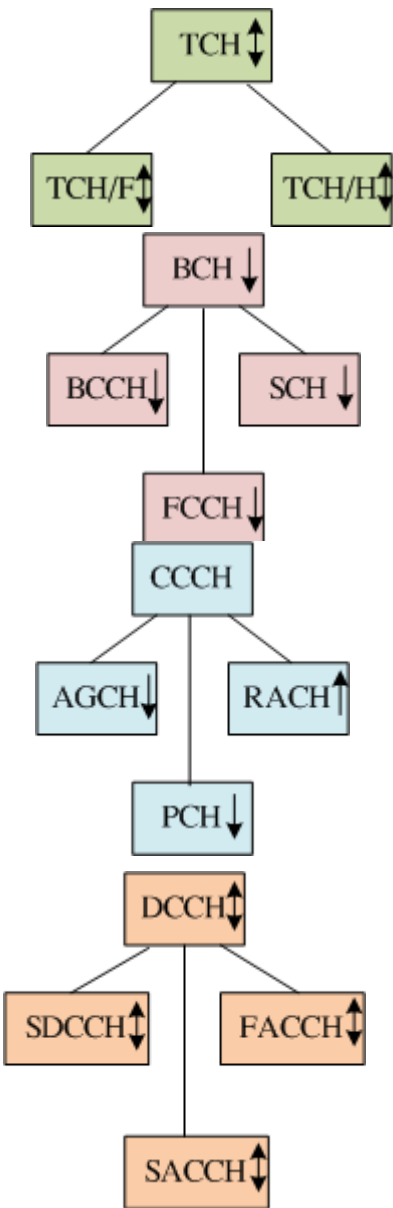
**3.12. Mô hình an ninh GSM**

**3.13. Các kiến trúc giao thức của GSM và GPRS**

Kênh logic được đặc trưng bởi thông tin truyền giữa BTS và MS. Kênh logic được hình thành trên cơ sở đóng gói các thông tin từ lớp cao trước khi sắp xếp vào kênh vật lý.



## 3.4. Các kênh logic của GSM



- TCH toàn tốc (TCH/F), kênh này mang thông tin tiếng hoặc số liệu ở tốc độ 13 kbit/s;
- TCH bán tốc (TCH/H), kênh này mang thông tin ở tốc độ vào khoảng 6,5 kbit/s.

### Kênh quảng bá (BCH)

- Các kênh hiệu chỉnh tần số (FCCH: Frequency Correction Channel): các kênh này mang thông tin hiệu chỉnh tần số cho các trạm MS.
- Kênh đồng bộ (SCH: Synchronization Channel): kênh này mang thông tin để đồng bộ khung cho trạm di động MS và nhận dạng BTS.
- Kênh điều khiển quảng bá (BCCH: Broadcasting Control Channel): kênh này phát quảng bá các thông tin chung về ô, thông tin về vùng định vị (LA: Lâcatin Area). Các bản tin này được gọi là thông tin hệ thống.

### Các kênh điều khiển chung (CCCH: Common Control Channel)

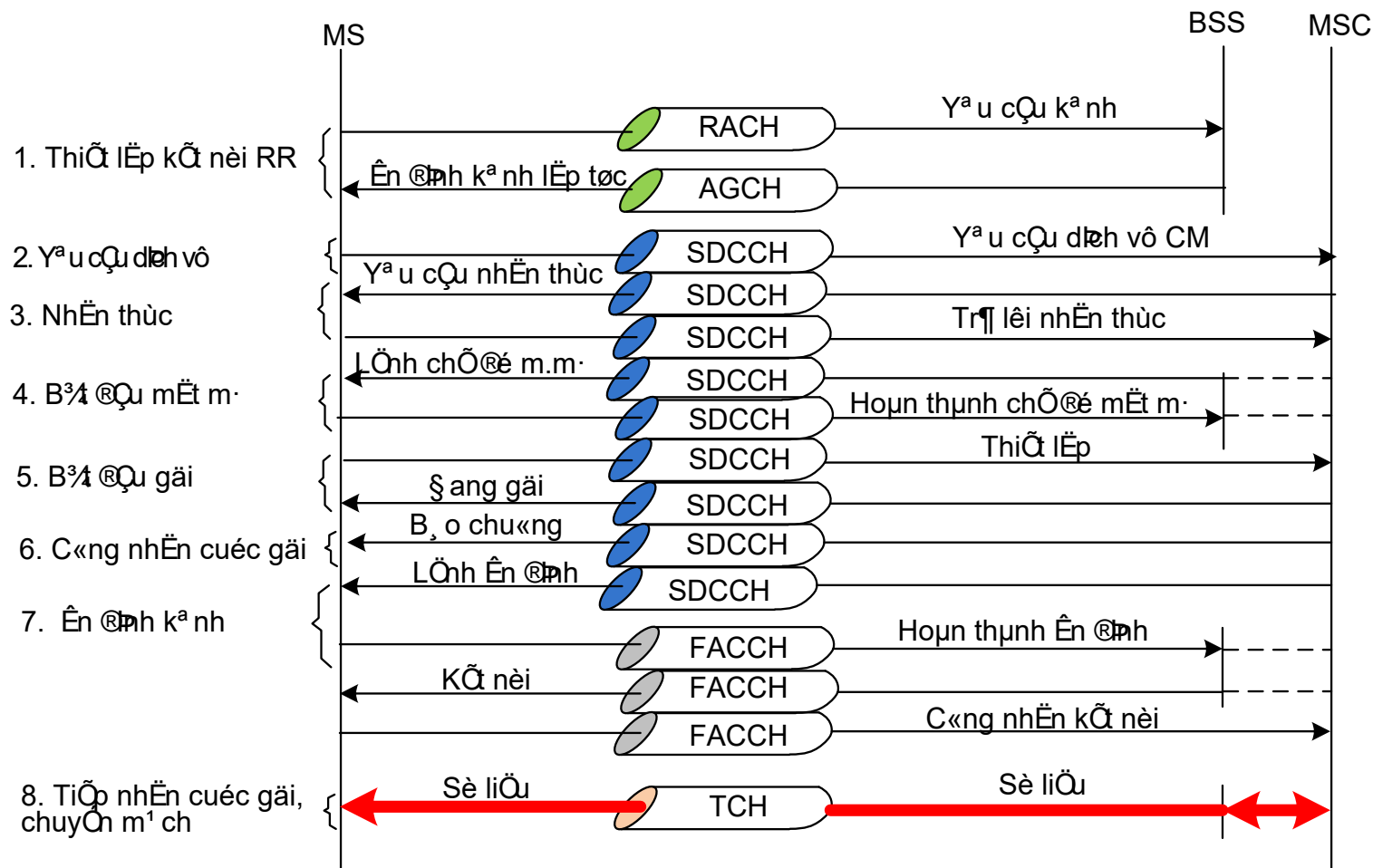
- Kênh tìm gọi (PCH: Paging Channel): kênh này được sử dụng cho đường xuống để tìm gọi thuê bao di động.
- Kênh truy nhập ngẫu nhiên (RACH: Random Access Channel): kênh này được MS sử dụng để yêu cầu được dành một kênh SDCCH. Kênh này thường được dùng để trả lời kênh PCH.
- Kênh cho phép truy nhập (AGCH: Access Grant Channel): kênh này chỉ được sử dụng ở đường xuống để chỉ định một kênh SDCCH cho MS. Kênh này được dùng để trả lời kênh RACH.

### Các kênh điều khiển riêng (DCCH: Dedicated Control Channel)

- Kênh điều khiển riêng đứng một mình (SDCCH): kênh này chỉ được sử dụng dành riêng cho báo hiệu với một MS. SDCCH được sử dụng cho các thủ tục cập nhật và trong quá trình thiết lập cuộc gọi trước khi ấn định kênh TCH.
- Kênh điều khiển liên kết chậm (SACCH: Slow Associated Control Channel): kênh này liên kết với một TCH hay một SDCCH. Đây là một kênh số liệu liên tục để mang các thông tin liên tục như: các bản báo cáo đo lường, định trước thời gian và điều khiển công suất.
- Kênh điều khiển liên kết nhanh (FACCH: Fast Associated Control Channel): kênh này liên kết với một TCH. FACCH làm việc ở chế độ lấy cắp bằng cách thay đổi lưu lượng tiếng hay số liệu bằng báo hiệu.

## 3.4. Các kênh logic của GSM

### Thí dụ về sử dụng các kênh logic cho báo hiệu thiết lập cuộc gọi



## 3.4. Các kênh logic của GSM

### Các tổ hợp kênh

Theo khuyến nghị GSM chỉ được phép tổ hợp một số kênh nhất định.  
**Sắp xếp các kênh logic lên các kênh vật lý.**

- a) TCH/F + FACCH/F + SACCH/TF
  - b) TCH/H(0,1) + FACCH/H(0,1) + SACCH/H(0,1)
  - c) TCH/H(0) + FACCH/H(0) + SACCH/H(0) + TCH/H(1)
  - d) FCCH + SCH + BCCH + CCCH
  - e) FCCH + SCH + BCCH + CCCH + SDCCH/4(0...3) + SACCH/C4(0..3)
  - f) BCCH + CCCH
  - l) SDCCH/8(0..7) + SACCH/C8(0..7)
- trong đó: CCCH = PCH + AGCH + RACH.

### Kịch bản:

Một ô sử dụng ba kênh tần số:  $C_0$ ,  $C_1$  và  $C_2$ .

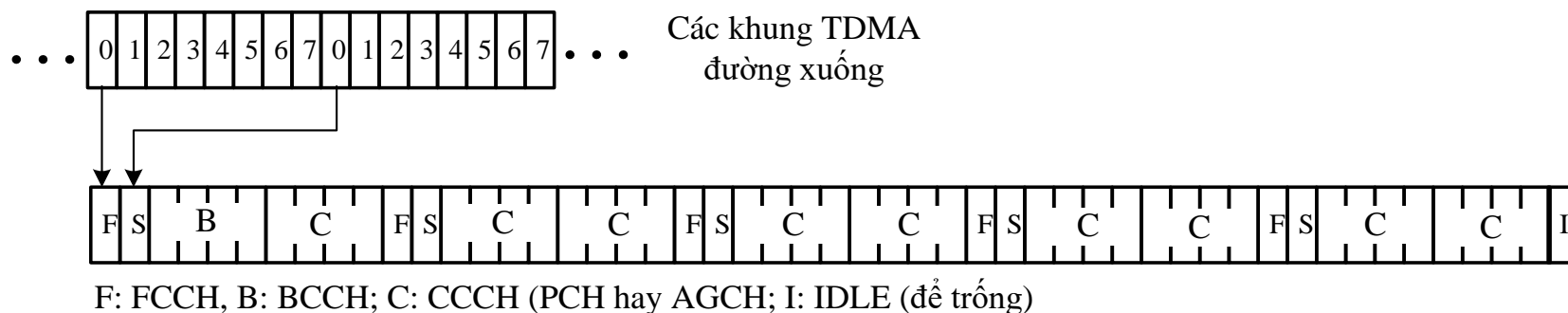
Mỗi kênh tần số cho phép truyền 8 khe thời gian khác nhau

→ tổng số kênh GSM sẽ là:  $8 \times 3 = 24$ .

## 3.4. Các kênh logic của GSM

### Các tổ hợp kênh

**d) FCCH + SCH + BCCH + CCCH (TS0/C0, chu kỳ lặp 51 khung TDMA)**



### Đường xuống



### Đường lên

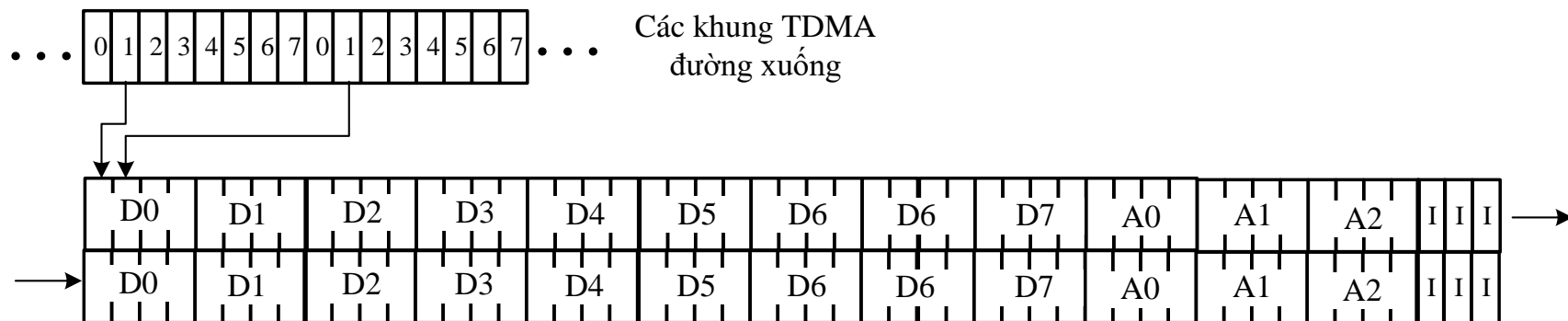


# 3.4. Các kênh logic của GSM

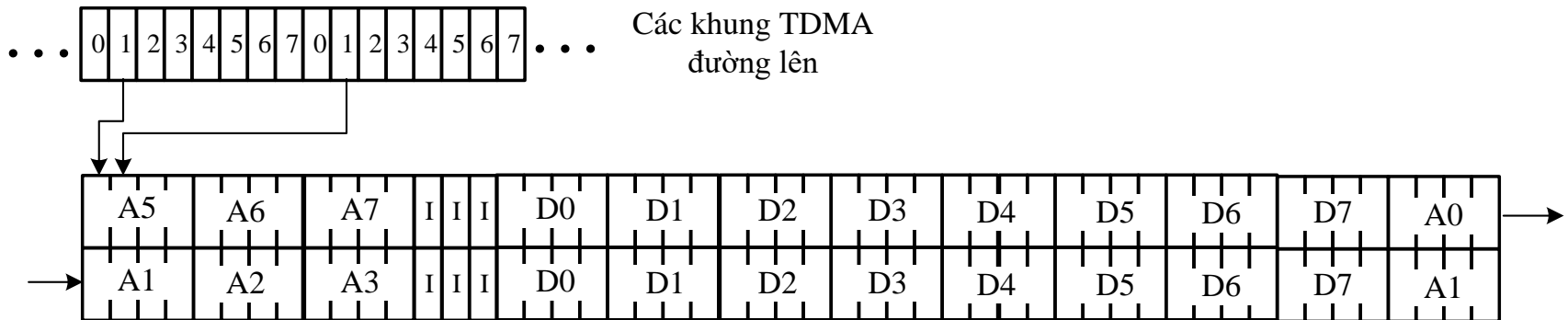
## Các tổ hợp kênh

### 1) SDCCH/8(0..7) + SACCH/C8(0..7) (TS1/C0, chu kỳ lặp 102 khung TDMA)

a) Đường xuống



b) Đường lên



Dx: SDCCH; Ax: SACCH; I: IDLE: Để trống



## 3.4. Các kênh logic của GSM

### Các tổ hợp kênh

**I) SDCCH/8(0..7) + SACCH/C8(0..7) (TS1/C0, chu kỳ lặp 102 khung TDMA)**

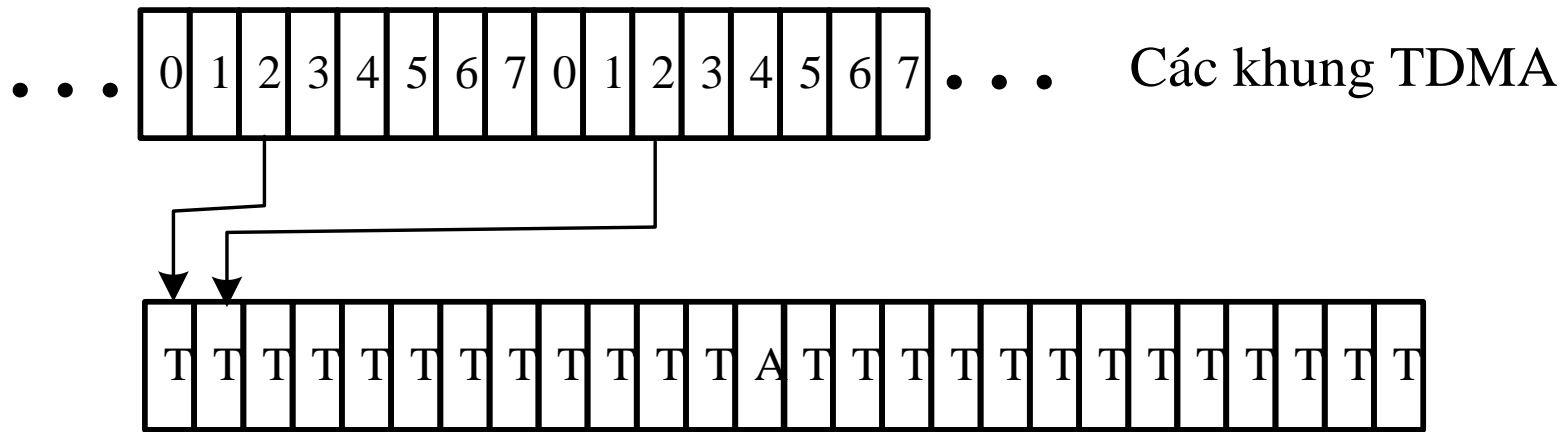
Đường lên Đường xuống

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
SDCCH 0	SDCCH 1	SDCCH 2	SDCCH 3	SDCCH 4	SDCCH 5	SDCCH 6	SDCCH 7	SACCH 0	SACCH 1	SACCH 2	SACCH 3	IDLE	IDLE	IDLE																																				
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
SDCCH 0	SDCCH 1	SDCCH 2	SDCCH 3	SDCCH 4	SDCCH 5	SDCCH 6	SDCCH 7	SACCH 4	SACCH 5	SACCH 6	SACCH 7	DLE	DLE	DLE																																				
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
SACCH 1	SACCH 2	SACCH 3	IDLE	IDLE	IDLE	SDCCH 0	SDCCH 1	SDCCH 2	SDCCH 3	SDCCH 4	SDCCH 5	SDCCH 6	SDCCH 7	SACCH 0																																				
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
SACCH 5	SACCH 6	SACCH 7	IDLE	IDLE	IDLE	SDCCH 0	SDCCH 1	SDCCH 2	SDCCH 3	SDCCH 4	SDCCH 5	SDCCH 6	SDCCH 7	SACCH 4																																				

## 3.4. Các kênh logic của GSM

### Các tổ hợp kênh

a) TCH/F + FACCH/F + SACCH/TF (TS2-TS7/C0, TS0-TS7/C1,C2, chu kỳ lặp 26 khung TDMA)



T: TCH; S: SACCH; I: IDLE

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	SACCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	IDLE

## 3.4. Các kênh logic của GSM

### Một số cấu hình BTS

- **BTS dung lượng nhỏ (3xTRX):**
  - TS0: tổ hợp (e): FCCH+SCH+BCCH+CCCH+SDCCH/4(0..3) +SACCH/C4(0..3)
  - TS1 đến TS7: tổ hợp (a): TCH/F+FACCH/F+SACCH/TF.
- **BTS dung lượng trung bình ( 4xTRX chẳng hạn)**
  - TS0/C<sub>0</sub>: tổ hợp (d): FCCH+SCH+BCCH+CCCH
  - TS1/C<sub>0</sub>: tổ hợp (l): SDCCH/8(0..7)+SACCH/C8(0..7).
  - 6xTS/C<sub>0</sub> + 8xTSx3/C<sub>1,C<sub>2</sub>,C<sub>3</sub></sub> : 32 tổ hợp (a): TCH/F+FACCH/F+SACCH/TF
- **BTS dung lượng cao ( chẳng hạn 12xTRX)**
  - TS0/C<sub>0</sub>: tổ hợp (d): FCCH+SCH+BCCH+CCCH
  - TS1,TS3/C<sub>0</sub>: tổ hợp (l): SDCCH/8(0..7)+SACCH/C8(0..7)
  - TS2,TS4/C<sub>0</sub>: tổ hợp (f): BCCH+CCCH
  - 3xTS/C<sub>0</sub> + 8xTSx11/C<sub>1-11</sub>: 91 tổ hợp (a): TCH/F+FACCH/F+SACCH/TF.

# NỘI DUNG (13)

---

**3.1. Giới thiệu chung**

**3.2. Mở đầu**

**3.3. Các kênh vật lý của GSM**

**3.4. Các kênh logic của GSM**

**3.5. Giao diện vô tuyến của GPRS**

**3.6. Điều khiển tài nguyên vô tuyến**

**3.7. Truyền dẫn trong GSM**

**3.8. Truy nhập mạng số liệu từ GSM**

**3.9. Các sơ đồ truyền số liệu qua GSM**

**3.10. Các sơ đồ truyền số liệu qua GPRS**

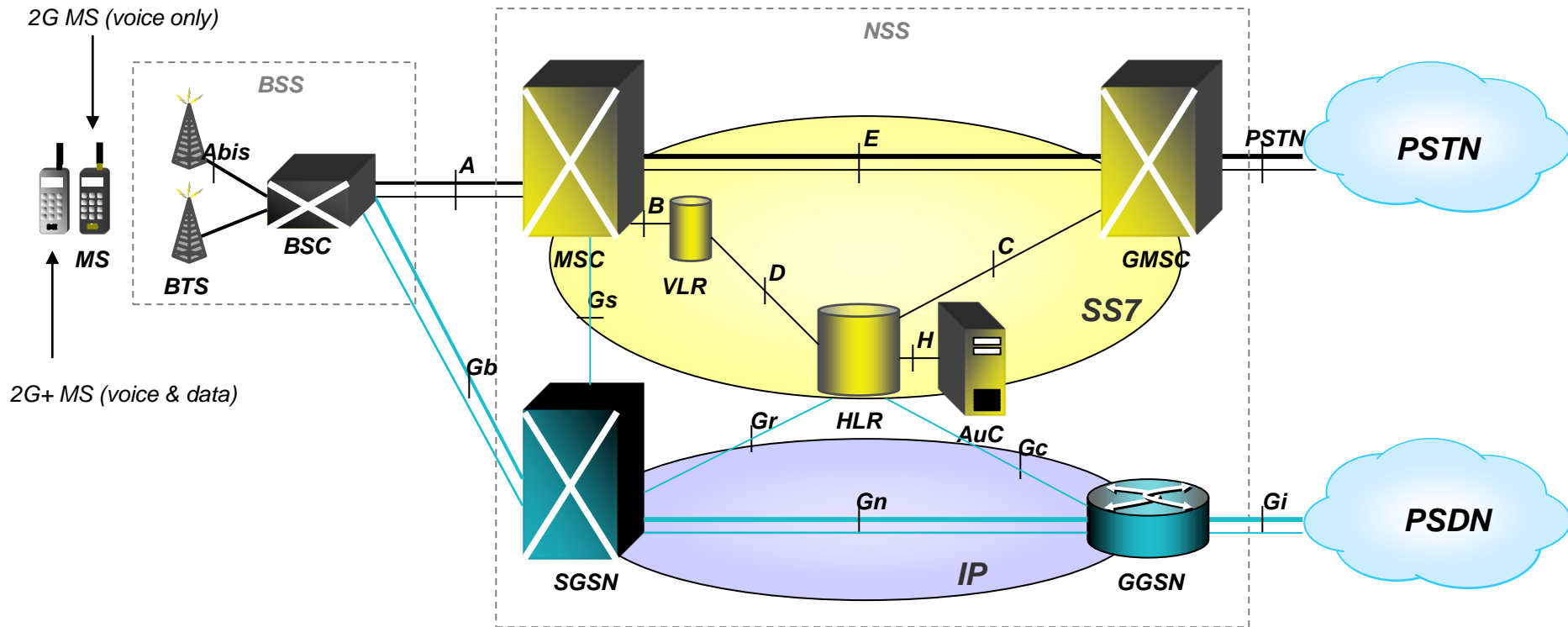
**3.11. Một số trường hợp định tuyến lưu lượng**

**3.12. Mô hình an ninh GSM**

**3.13. Các kiến trúc giao thức của GSM và GPRS**

# 3.5 Giao diện vô tuyến của GPRS

## Kiến trúc



**BSS** — Base Station System

**BTS** — Base Transceiver Station

**BSC** — Base Station Controller

**NSS** — Network Sub-System

**MSC** — Mobile-service Switching Controller

**VLR** — Visitor Location Register

**HLR** — Home Location Register

**AuC** — Authentication Server

**GMSC** — Gateway MSC

**SGSN** — Serving GPRS Support Node

**GGSN** — Gateway GPRS Support Node

**GPRS** — General Packet Radio Service

## 3.5 Giao diện vô tuyến của GPRS

### Giao diện vô tuyến

Được xây dựng trên hai kiểu kênh: **kênh logic** và **kênh vật lý**

### Kênh vật lý.

GPRS đảm bảo tốc độ số liệu cao hơn nhưng vẫn sử dụng giao diện vô tuyến giống như GSM (cùng kênh tần số 200 kHz được chia thành 8 khe thời gian). Tuy nhiên bằng GPRS, **MS có thể truy nhập đến nhiều khe thời gian hơn**. Ngoài ra mã hóa kênh ở GPRS cũng hơi khác với mã hóa kênh của GSM. GPRS định nghĩa một số sơ đồ mã hóa kênh khác nhau.

Sơ đồ mã hóa	Tốc độ số liệu giao diện vô tuyến (kbps)	Tốc độ số liệu gần đúng của người sử dụng (kbps)
CS-1	9,05	6,8
CS-2	13,4	10,4
CS-3	15,6	11,7
CS-4	21,4	16,0

Các sơ đồ mã hóa và tốc độ số liệu cho một khe thời gian của GPRS.



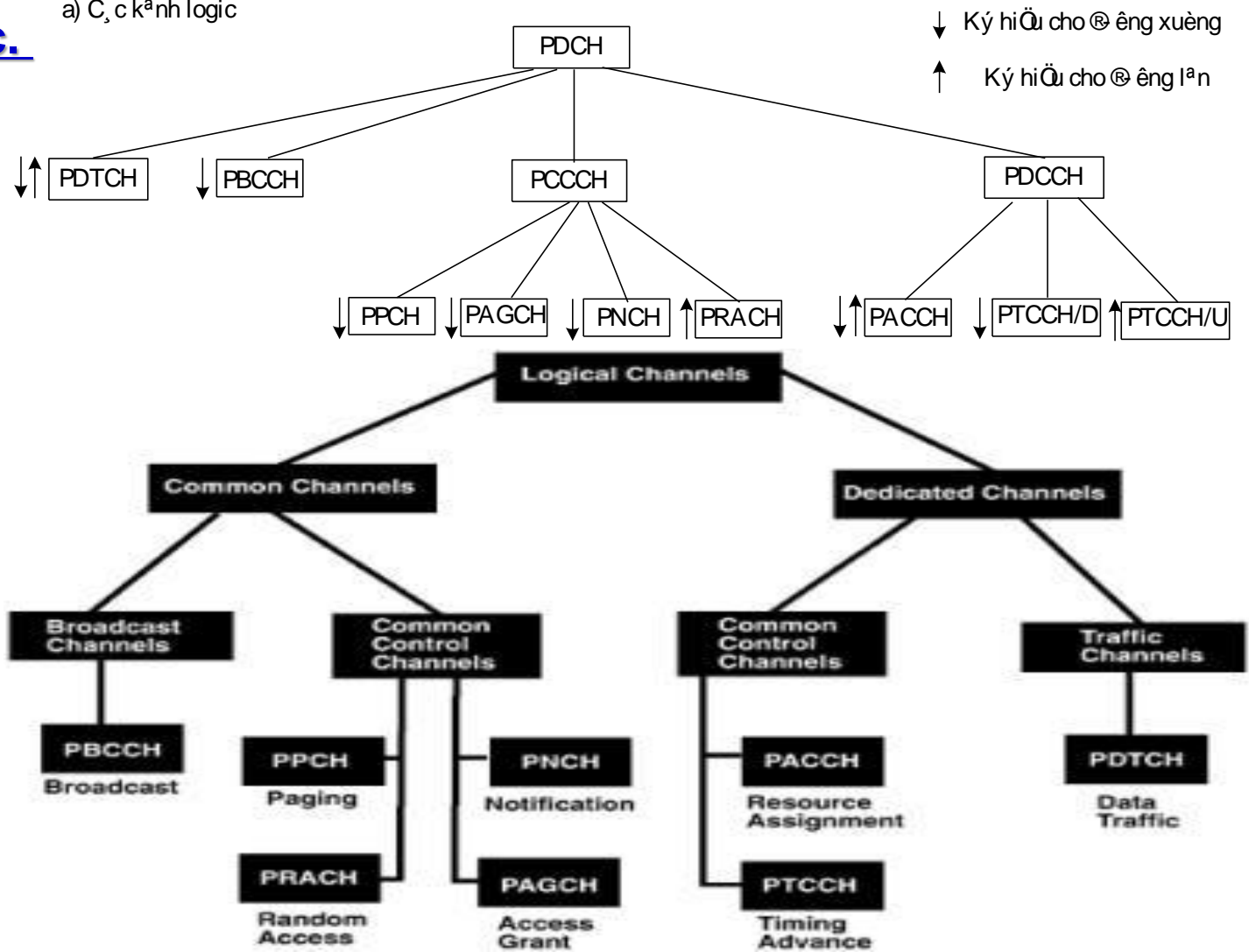
# 3.5 Giao diện vô tuyến của GPRS

## Giao diện vô tuyến

Được xây dựng trên hai kiểu kênh: **kênh logic** và **kênh vật lý**

### Kênh logic.

a) Các kênh logic





# NỘI DUNG (13)

---

**3.1. Giới thiệu chung**

**3.2. Mở đầu**

**3.3. Các kênh vật lý của GSM**

**3.4. Các kênh logic của GSM**

**3.5. Giao diện vô tuyến của GPRS**

**3.6. Điều khiển tài nguyên vô tuyến**

**3.7. Truyền dẫn trong GSM**

**3.8. Truy nhập mạng số liệu từ GSM**

**3.9. Các sơ đồ truyền số liệu qua GSM**

**3.10. Các sơ đồ truyền số liệu qua GRRS**

**3.11. Một số trường hợp định tuyến lưu lượng**

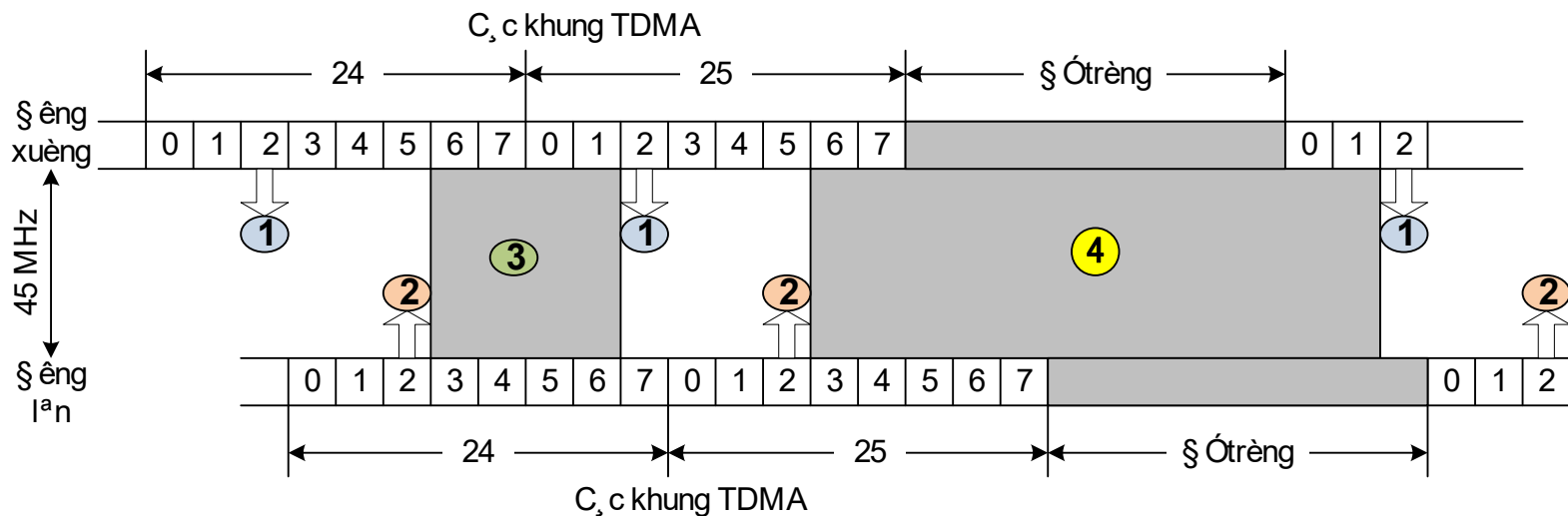
**3.12. Mô hình an ninh GSM**

**3.13. Các kiến trúc giao thức của GSM và GPRS**

## Đo

Trong quá trình của một cuộc gọi trạm di động liên tục báo cáo cường độ tín hiệu của các BTS cho hệ thống.

1. Cường độ tín hiệu của **6 BTS lân cận** được trạm di động đo khi nó không bận làm các công việc khác, nghĩa là trong khoảng thời gian giữa phát và thu ở khe thời gian dành cho nó.
2. Cường độ tín hiệu của **BTS phục vụ** trạm di động được đo khi thu ở khe thời gian dành cho MS.



- ① MS thu và đo tín hiệu ở BTS đang phục vụ nó ( $TS_2$ );
- ② MS phát;
- ③ MS đo cường độ tín hiệu ở một trong số các ô lân cận;
- ④ MS đọc BSIC trên SCH ( $TS_0$ ) cho một trong số các ô mạnh nhất. Nếu MS không đồng bộ với ô mà nó muốn nhận dạng, thì nó không tìm được  $TS_0$  mang BCCH. Vì thế nó phải đo ở khoảng thời gian ít nhất là 8 khe thời gian để đảm bảo xác định chắc chắn  $TS_0$  mang BCCH.

## 3.6. Điều khiển tài nguyên vô tuyến

### Nhảy tần

#### Mục đích:

Đảm bảo sự phân tập ở đường truyền dẫn.

#### Chú ý:

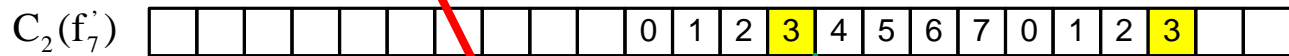
- DL và UL sử dụng chung một chuỗi nhảy tần.
- Chuỗi nhảy tần trong một ô hoàn toàn trực giao

Đường xuống (Ô đang phục vụ)

RX



$C_1(f'_4)$

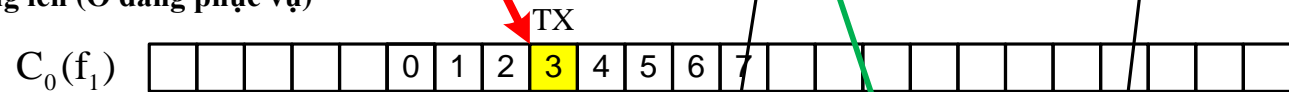


Đường lên (Ô đang phục vụ)

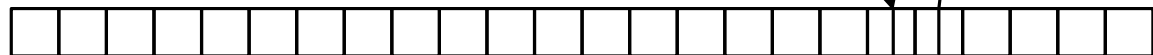
$C_0(f_1)$

$C_1(f_4)$

$C_2(f_7)$



Đường xuống (Các ô lân cận)



## 3.6. Điều khiển tài nguyên vô tuyến

**Chuyển giao** là quá trình xảy ra khi MS đang có cuộc gọi hoặc đang tiến hành cuộc gọi ở một kênh lưu lượng hoặc kênh riêng trong đó lưu lượng cần chuyển sang một kênh khác.

### Nguyên nhân chuyển giao:

#### 1. Chuyển giao cứu hộ (Rescue Handover):

Chất lượng thu giảm đáng kể do MS dời xa vùng phủ sóng của ô phục vụ.

#### 2. Chuyển giao giới hạn (Confinement Handover):

Mặc dù ô đang phục vụ vẫn đảm bảo thông tin nhưng chuyển giao sang ô tốt hơn để tối ưu mức nhiễu.

#### 3. Chuyển giao lưu lượng (Traffic Handover):

Lưu lượng ở ô đang phục vụ đã ứ nghẽn tuy nhiên các ô lân cận còn cho phép lưu lượng.

### Tiêu chuẩn chuyển giao:

#### 1. Chuyển giao cứu hộ (Rescue Handover):

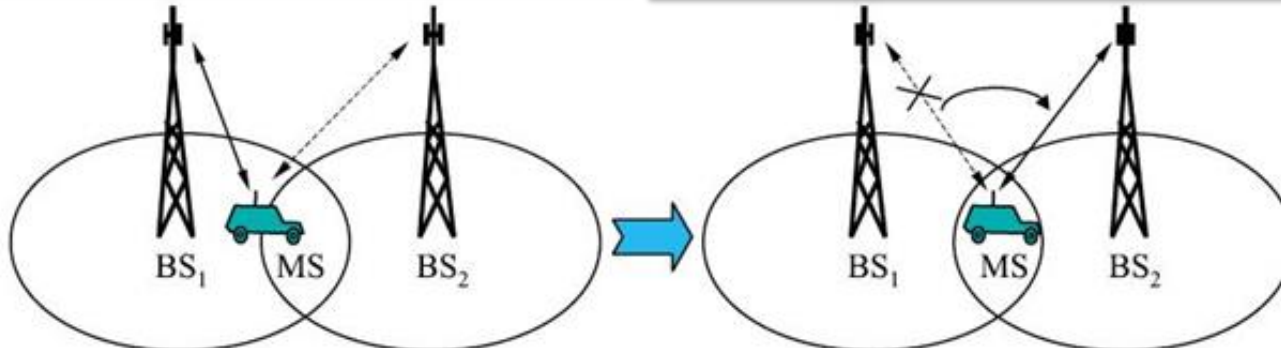
Tỷ số lỗi truyền dẫn, tổn hao đường truyền và trễ đường truyền

#### 2. Chuyển giao giới hạn (Confinement Handover):

Chất lượng truyền dẫn (tổn hao đường truyền) so với các ô lân cận

#### 3. Chuyển giao lưu lượng (Traffic Handover):

Thông tin về tải của các BTS



# NỘI DUNG (13)

---

**3.1. Giới thiệu chung**

**3.2. Mở đầu**

**3.3. Các kênh vật lý của GSM**

**3.4. Các kênh logic của GSM**

**3.5. Giao diện vô tuyến của GPRS**

**3.6. Điều khiển tài nguyên vô tuyến**

**3.7. Truyền dẫn trong GSM**

**3.8. Truy nhập mạng số liệu từ GSM**

**3.9. Các sơ đồ truyền số liệu qua GSM**

**3.10. Các sơ đồ truyền số liệu qua GRRS**

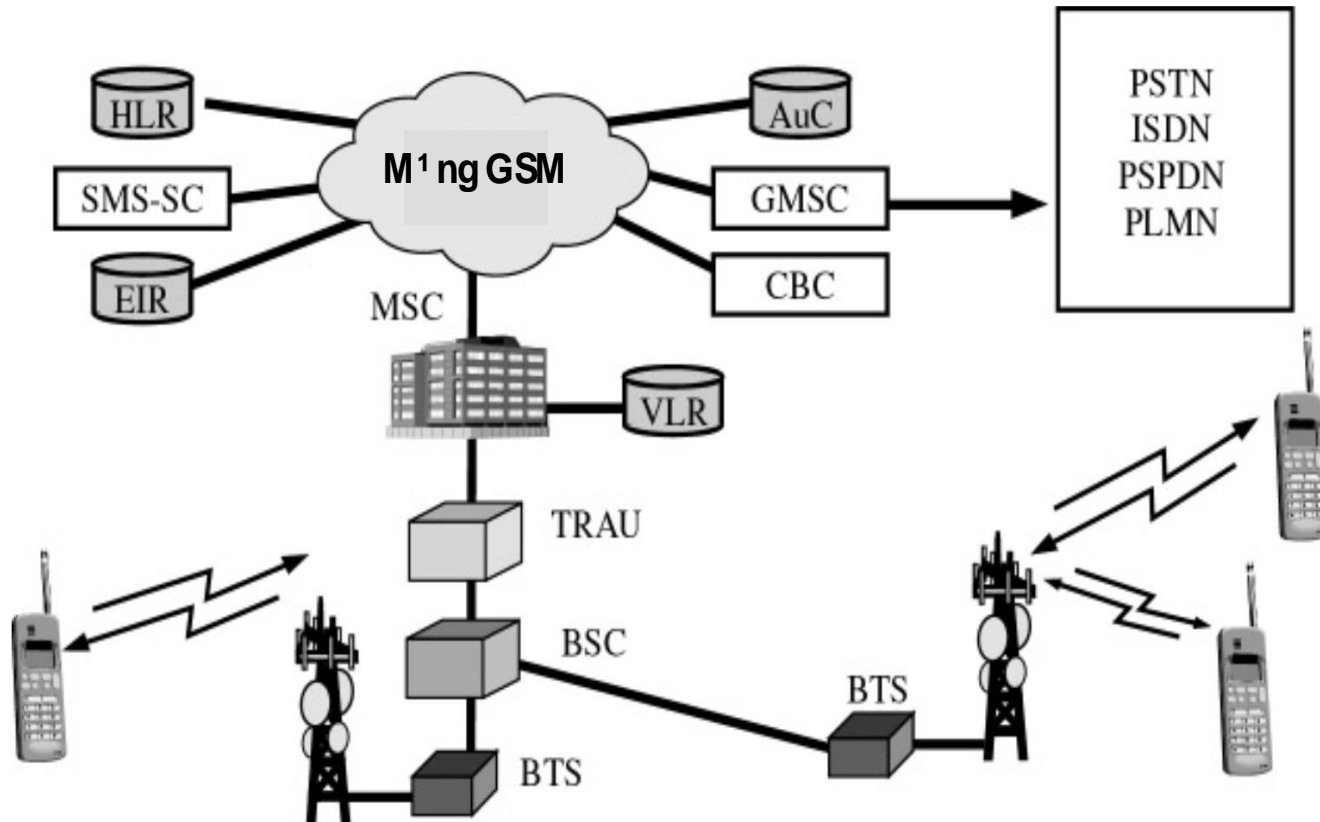
**3.11. Một số trường hợp định tuyến lưu lượng**

**3.12. Mô hình an ninh GSM**

**3.13. Các kiến trúc giao thức của GSM và GPRS**

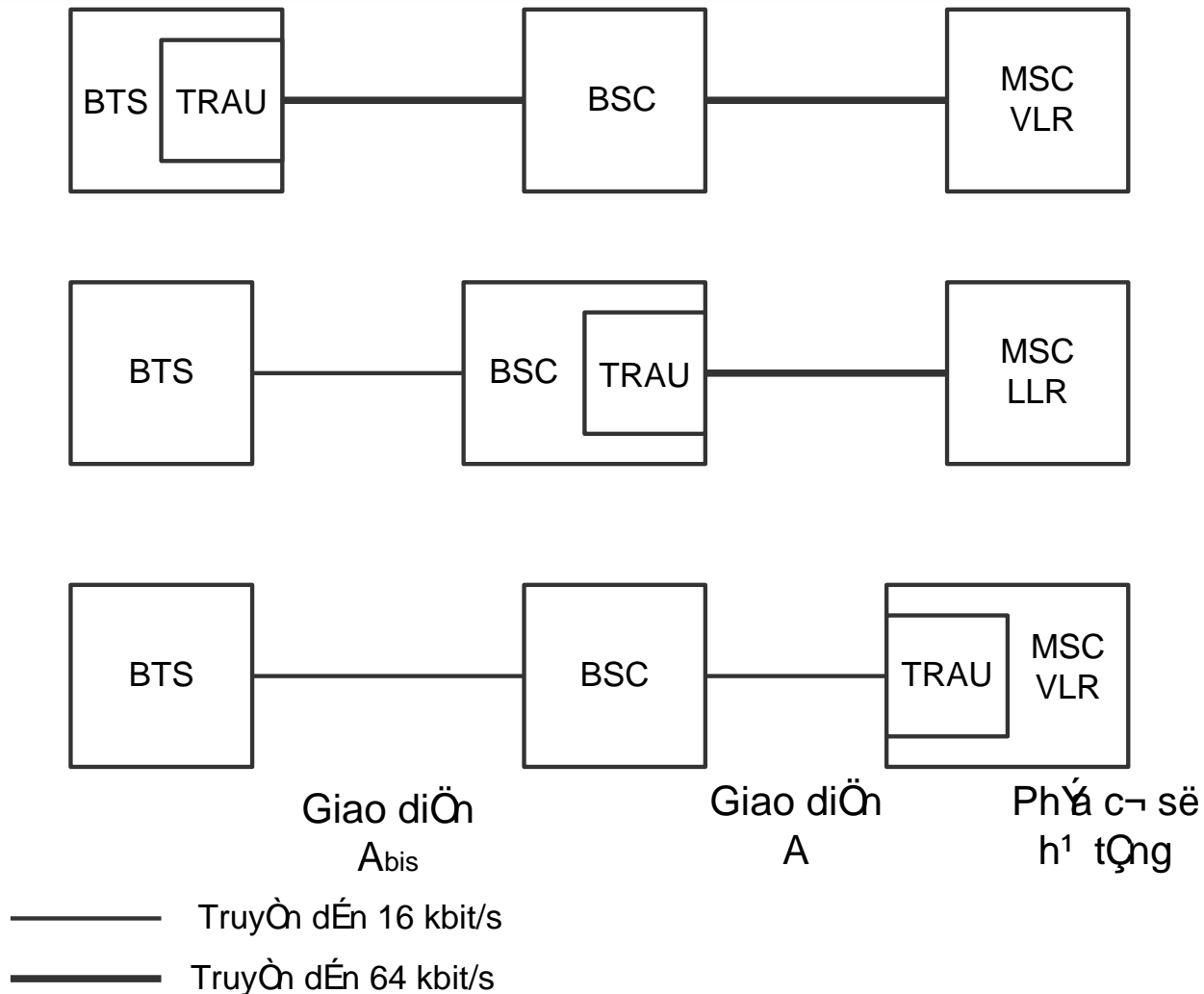
## 7 Các đoạn trong đường truyền dẫn GSM:

- Trạm di động
- Từ trạm di động đến trạm gốc.
- T • Từ trạm gốc BTS đến bộ chuyển đổi mã (TRAU: Transcoder Rate Adaptation Unit)
- Từ TRAU đến MSC (hay IWF).



## 3.7. Truyền dẫn trong GSM

Truyền dẫn **tiếng** trên đoạn từ BTS đến TRAU



## 3.7. Truyền dẫn trong GSM

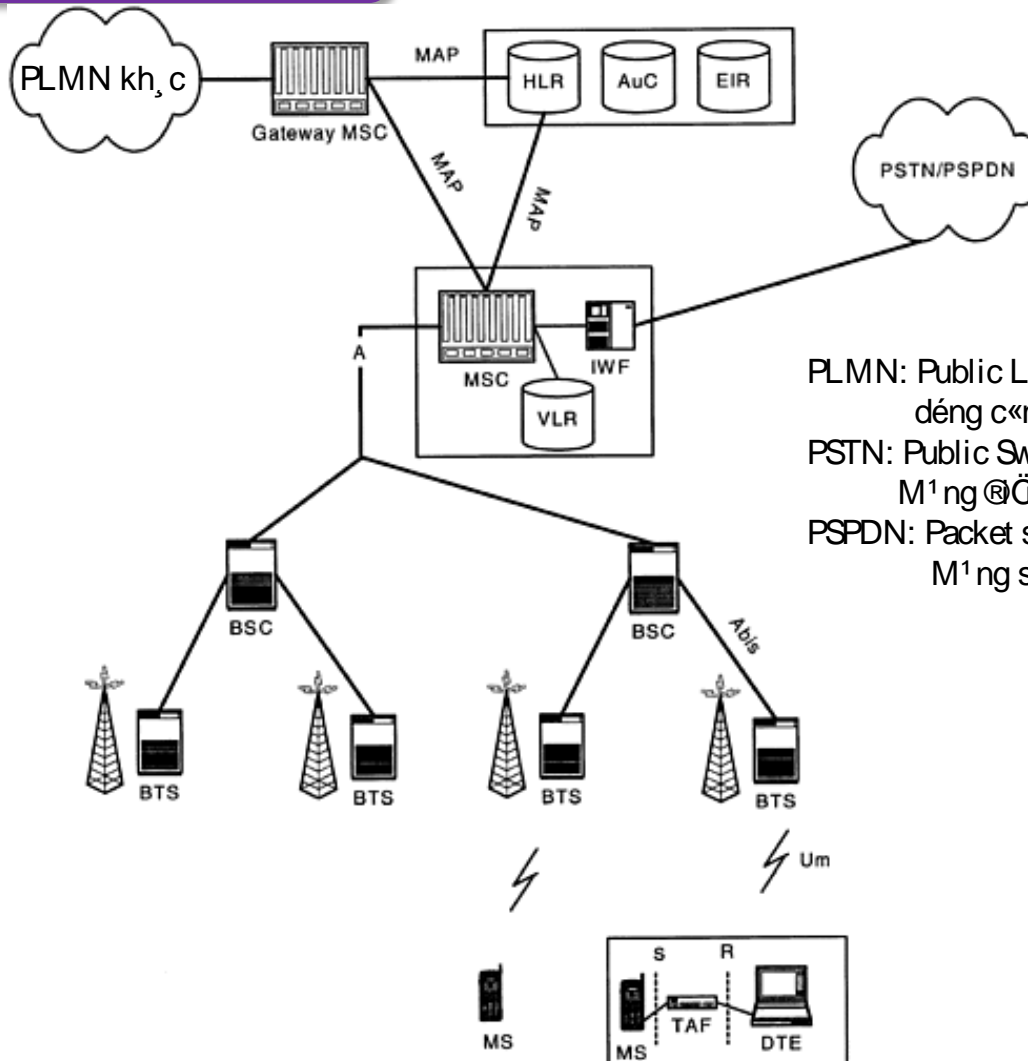
### Nội dung của mỗi khối 20ms/316bit của luồng 16kbps

	Số lượng bit ở khung (UL)	Số lượng bit ở khung (DL)
Đồng bộ khung	35	35
Phân biệt giữa tiếng số liệu, toàn tốc và bán tốc	5	5
Đồng bộ thời gian	6	6
Chỉ thị khung xấu	1	
Chế độ DTX	1	
Các thông tin khác	3 (SID + TAF)	1 (SD)
Khối tiếng	260	260
Dự trữ	5 (6 ở pha 1)	9



## 3.7. Truyền dẫn trong GSM

### Truyền dẫn **số** liệu

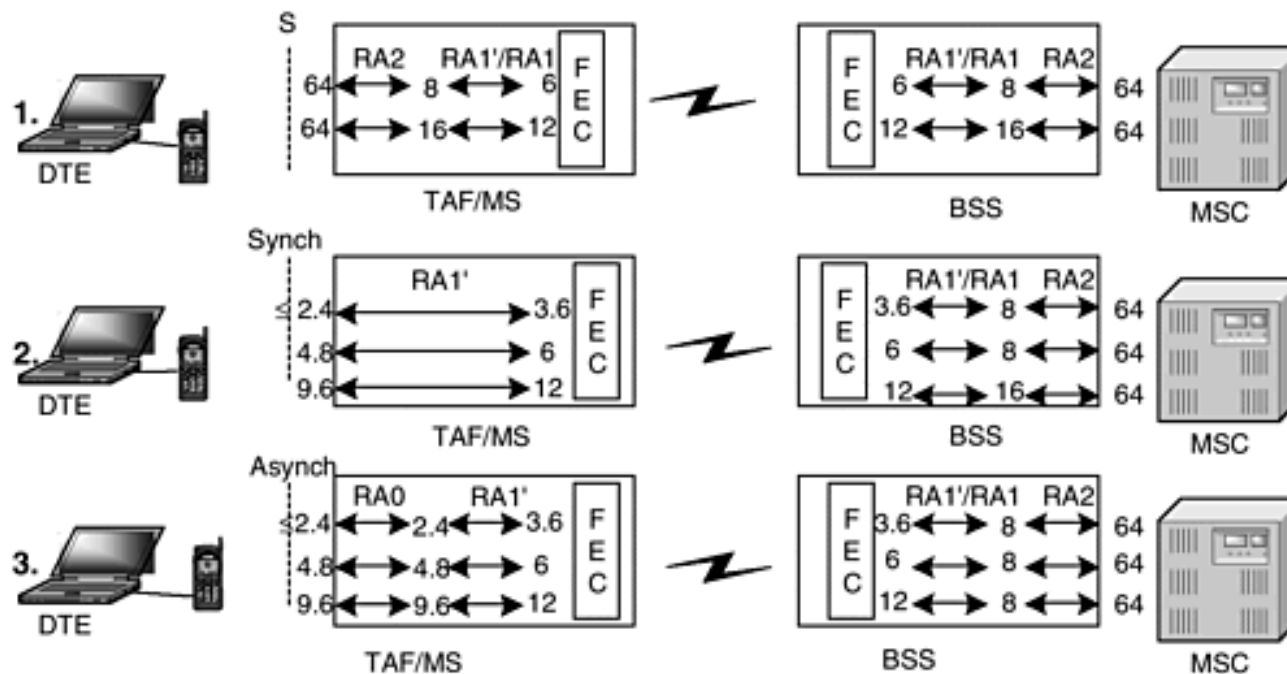


PLMN: Public Land Mobile Network= Mạng di động công cộng  
PSTN: Public Switched Telephone Network= Mạng điện thoại chuyển mạch công cộng  
PSPDN: Packet switched Public Data Network= Mạng dữ liệu công cộng chuyển mạch gói

## 3.7. Truyền dẫn trong GSM

Truyền dẫn **số liệu**

RA cho kết nối số liệu trong suốt

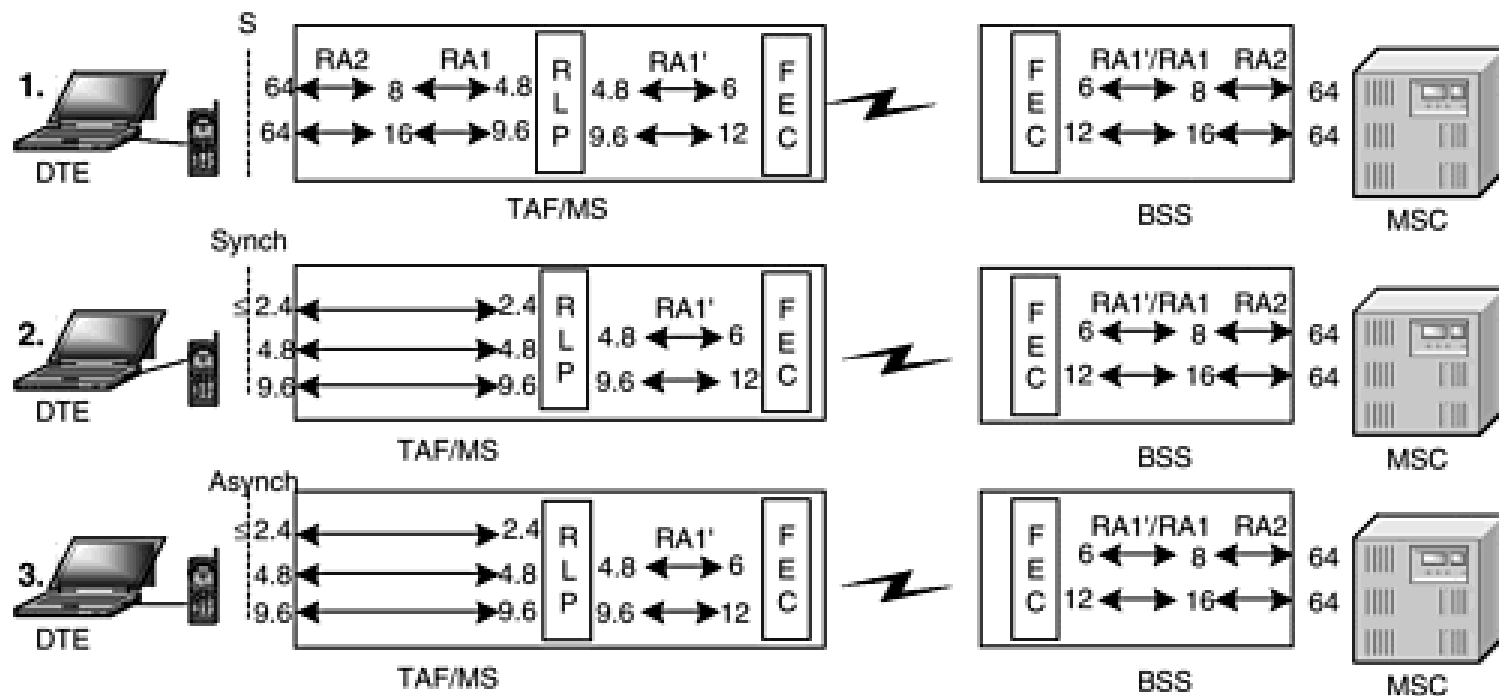


FEC: Forward Error Code = Mã sửa lỗi tr-í c

## 3.7. Truyền dẫn trong GSM

Truyền dẫn **số** liệu

RA cho kết nối số liệu không trong suốt



# NỘI DUNG (13)

---

**3.1. Giới thiệu chung**

**3.2. Mở đầu**

**3.3. Các kênh vật lý của GSM**

**3.4. Các kênh logic của GSM**

**3.5. Giao diện vô tuyến của GPRS**

**3.6. Điều khiển tài nguyên vô tuyến**

**3.7. Truyền dẫn trong GSM**

**3.8. Truy nhập mạng số liệu từ GSM**

**3.9. Các sơ đồ truyền số liệu qua GSM**

**3.10. Các sơ đồ truyền số liệu qua GRRS**

**3.11. Một số trường hợp định tuyến lưu lượng**

**3.12. Mô hình an ninh GSM**

**3.13. Các kiến trúc giao thức của GSM và GPRS**

# NỘI DUNG (13)

---

**3.1. Giới thiệu chung**

**3.2. Mở đầu**

**3.3. Các kênh vật lý của GSM**

**3.4. Các kênh logic của GSM**

**3.5. Giao diện vô tuyến của GPRS**

**3.6. Điều khiển tài nguyên vô tuyến**

**3.7. Truyền dẫn trong GSM**

**3.8. Truy nhập mạng số liệu từ GSM**

**3.9. Các sơ đồ truyền số liệu qua GSM**

**3.10. Các sơ đồ truyền số liệu qua GRRS**

**3.11. Một số trường hợp định tuyến lưu lượng**

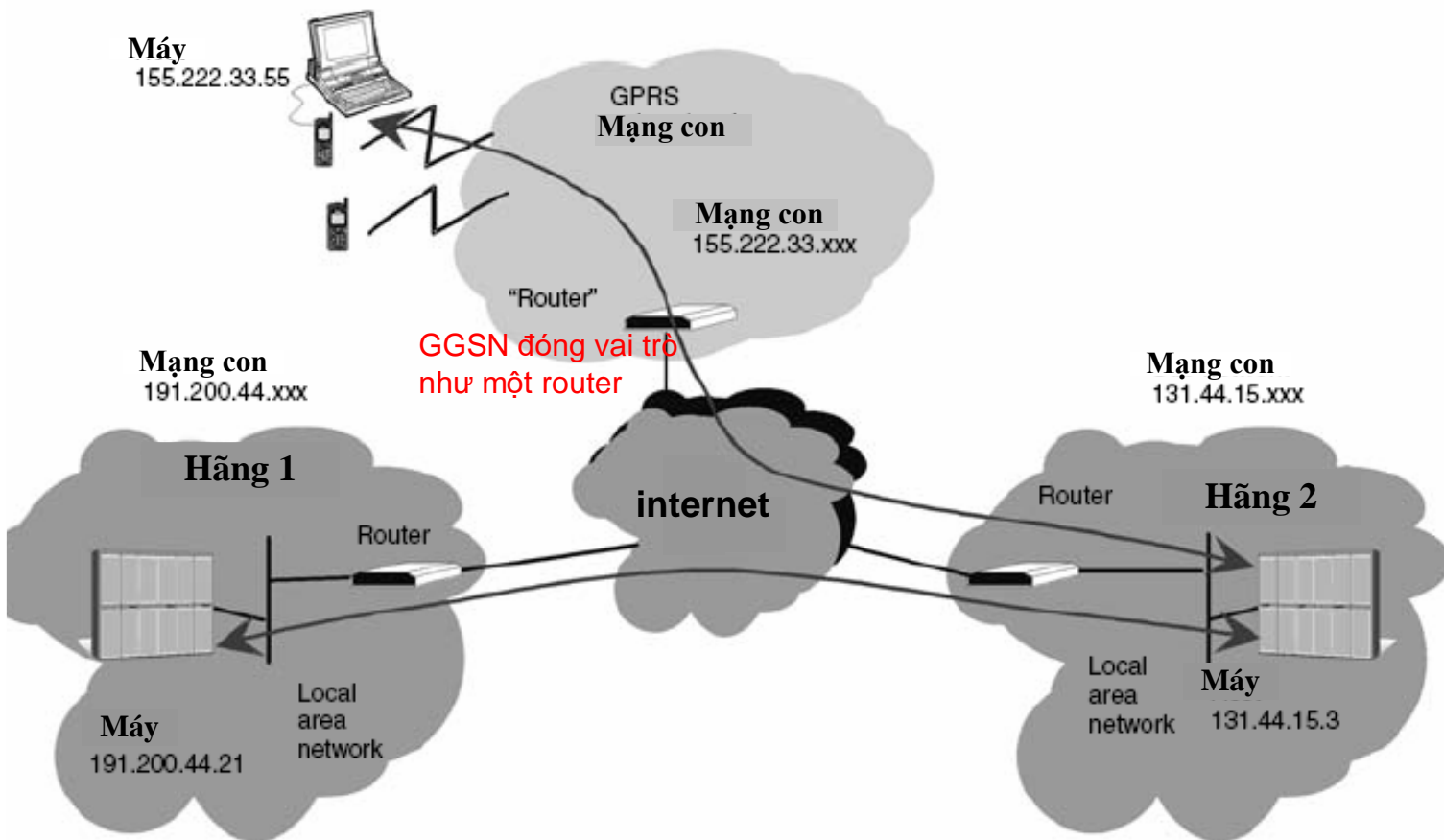
**3.12. Mô hình an ninh GSM**

**3.13. Các kiến trúc giao thức của GSM và GPRS**

## 3.10. Các sơ đồ truyền số liệu qua GPRS

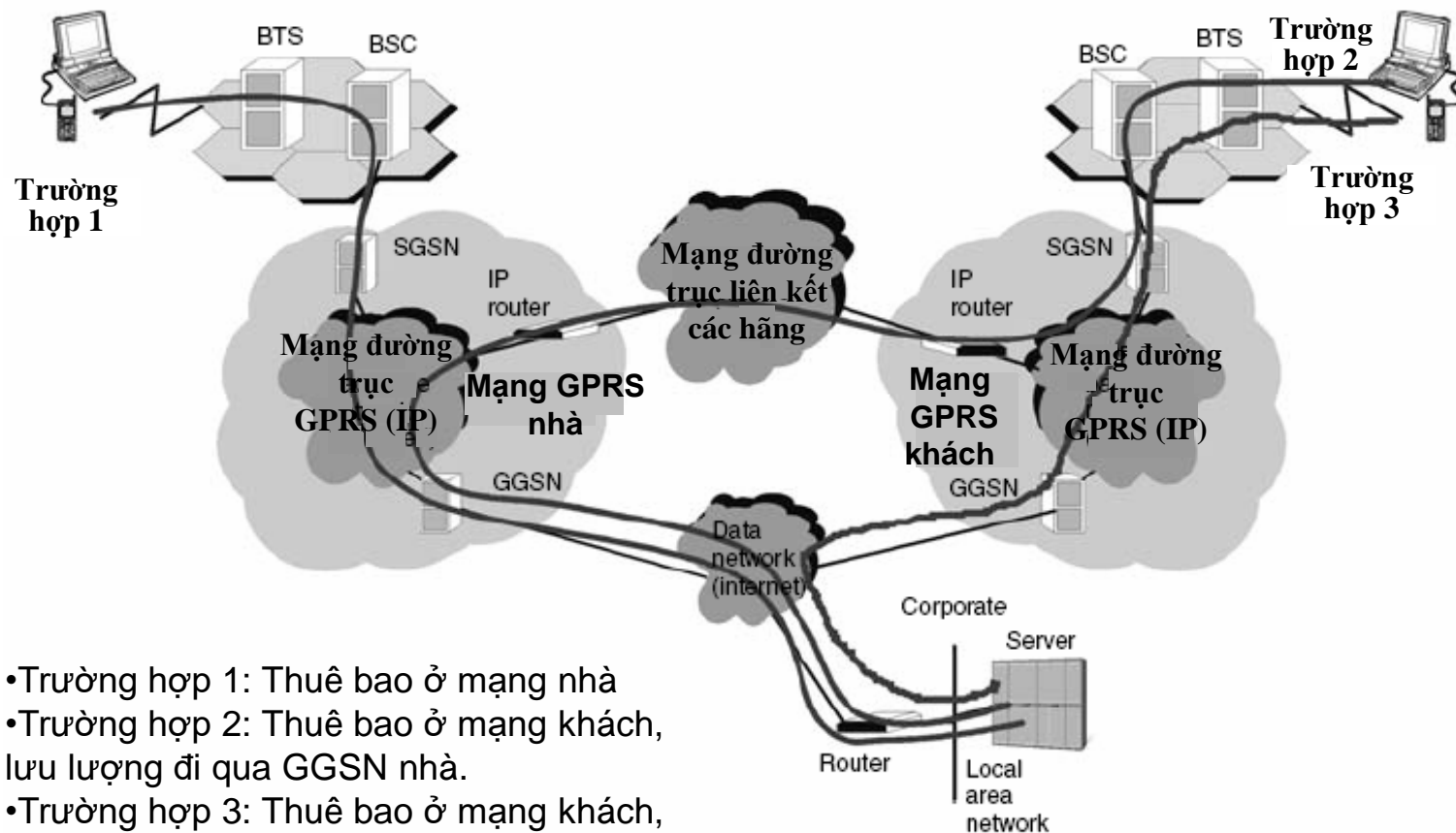
### Sơ đồ truyền số liệu qua GPRS

GPRS như một mạng con của internet.



## 3.10. Các sơ đồ truyền số liệu qua GRRS

### Sơ đồ truyền số liệu qua GPRS



- Trường hợp 1: Thuê bao ở mạng nhà
- Trường hợp 2: Thuê bao ở mạng khách, lưu lượng đi qua GGSN nhà.
- Trường hợp 3: Thuê bao ở mạng khách, lưu lượng đi qua GGSN khách.

# NỘI DUNG (13)

---

**3.1. Giới thiệu chung**

**3.2. Mở đầu**

**3.3. Các kênh vật lý của GSM**

**3.4. Các kênh logic của GSM**

**3.5. Giao diện vô tuyến của GPRS**

**3.6. Điều khiển tài nguyên vô tuyến**

**3.7. Truyền dẫn trong GSM**

**3.8. Truy nhập mạng số liệu từ GSM**

**3.9. Các sơ đồ truyền số liệu qua GSM**

**3.10. Các sơ đồ truyền số liệu qua GRRS**

**3.11. Một số trường hợp định tuyến lưu lượng**

**3.12. Mô hình an ninh GSM**

**3.13. Các kiến trúc giao thức của GSM và GPRS**



## 3.11. Một số trường hợp định tuyến lưu lượng

---

1. Bật tắt máy ở trạm di động

2. Cập nhật vị trí

3. Định tuyến cuộc gọi đến

**MS**

4. Chuyển mạng quốc tế

5. Chuyển giao

# 3.11. Một số trường hợp định tuyến lưu lượng

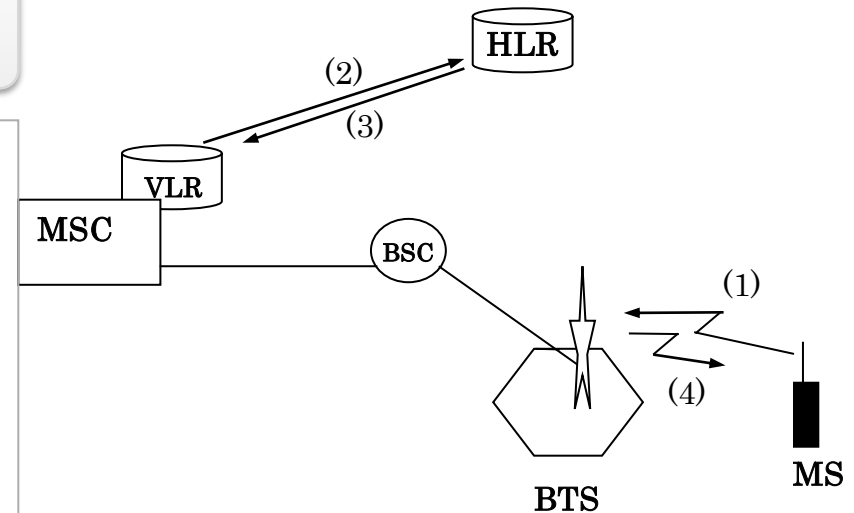
## 1. Bật tắt máy ở trạm di động

### MS bật nguồn:

- MS quét để tìm được tần số đúng ở kênh FCCH.
- MS tìm đến kênh đồng bộ SCH (Synchronization Chanel) để nhận được số khung cho đồng bộ.
- MS thực hiện cập nhật vị trí để thông báo cho VLR phụ trách và HLR về vị trí của mình. Các cơ sở dữ liệu này sẽ ghi lại LAI hiện thời của MS. Giống như ở cập nhật vị trí bình thường thông tin về LAI được MS nhận từ kênh BCCH.

### MS tắt nguồn:

- MS yêu cầu một kênh báo hiệu để phát đi bản tin thông báo cho mạng rằng MS chuẩn bị vào trạng thái không tích cực. Điều này có nghĩa rằng mạng không thể đạt đến MS nữa.
- MSC sẽ gửi bản tin IMSI đến VLR. Bản tin này không được trả lời công nhận vì MS sẽ không nhận được trả lời này. VLR sẽ thiết lập cờ rời bỏ IMSI và từ chối các cuộc gọi đến MS.
- Thông tin rời bỏ IMSI có thể được lưu trữ tại VLR. Tùy chọn cờ rời bỏ mạng có thể cũng được thiết lập ở HLR và công nhận được gửi trở lại VLR.



Đăng ký lần đầu khi bật nguồn.

- (1): Cập nhật vị trí (LAI mới)
- (2): Yêu cầu cập nhật vị trí (IMSI ở MSC mới)
- (3): Chấp nhận cập nhật vị trí
- (4): Công nhận cập nhật vị trí

# 3.11. Một số trường hợp định tuyến lưu lượng

## 2. Cập nhật vị trí

Xảy ra khi trạm di động đang ở trạng thái rỗi nhưng nó di chuyển từ một vùng định vị này sang một vùng định vị khác.

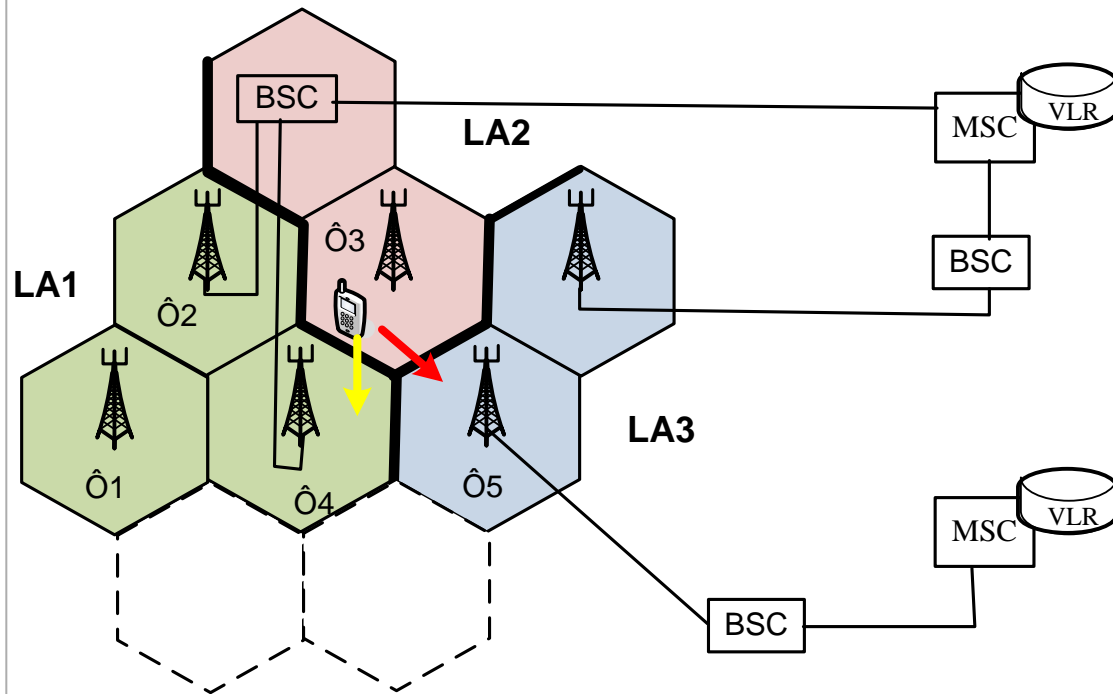
### Tồn tại hai dạng cập nhật vị trí:

- MS chuyển từ ô 3 thuộc LA2 sang ô 4 thuộc LA1. Cả hai ô này đều trực thuộc cùng một MSC/VLR

- ➔không cần thông báo đến HLR vì HLR chỉ quản lý vị trí MS đến tổng đài MSC đang phục vụ nó.

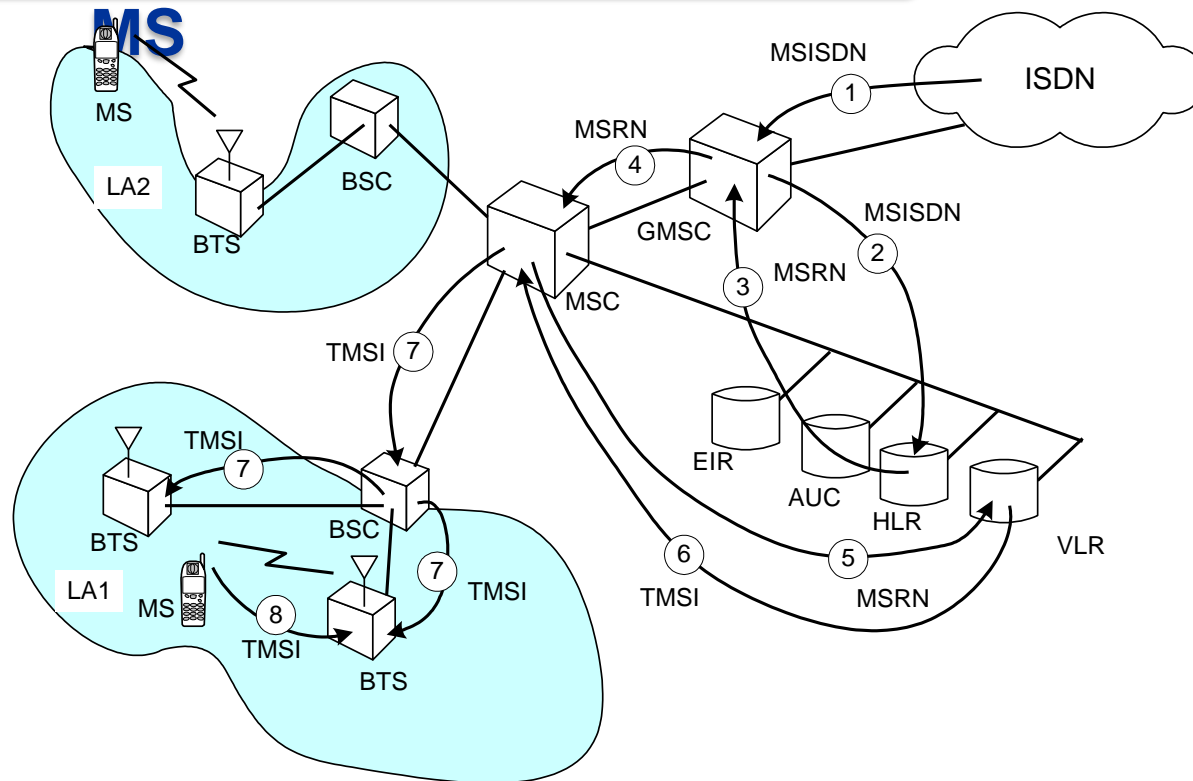
- MS chuyển từ ô 3 sang ô 5 có LA3. Hai ô này trực thuộc hai tổng đài MSC khác nhau

- ➔phải thông báo cho HLR để nó ghi lại vị trí của MSC/VLR mới và xoá đi ở VLR cũ.



# 3.11. Một số trường hợp định tuyến lưu lượng

## 3. Định tuyến cuộc gọi đến



Giả sử một thuê bao nào đó từ mạng ngoài cần gọi đến MS, trước hết nó quay số MSISDN.

(1) Tổng đài phụ trách thuê bao này phân tích số MSISDN và nhận thấy rằng thuê bao bị gọi là một thuê bao di động và vì thế nó hướng cuộc gọi này đến GMSC của mạng PLMN của thuê bao.

(2,3) Bây giờ GMSC có thể yêu cầu MSRN cho thuê bao di động từ HLR.

(4) Dựa trên MSRN cuộc gọi được định tuyến đến MSC.

(5,6) MSC quyết định TMSI (số nhận dạng thuê bao di động tạm thời) cho MS

(7) thực hiện thủ tục tìm gọi trong vùng định vị liên quan.

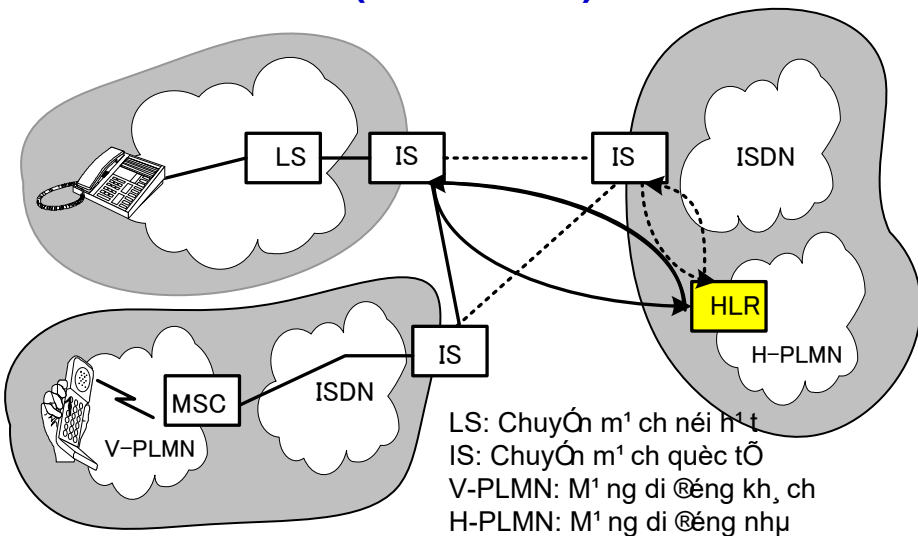
(8) Sau khi MS trả lời tìm gọi, kết nối được hoàn tất.

# 3.11. Một số trường hợp định tuyến lưu lượng

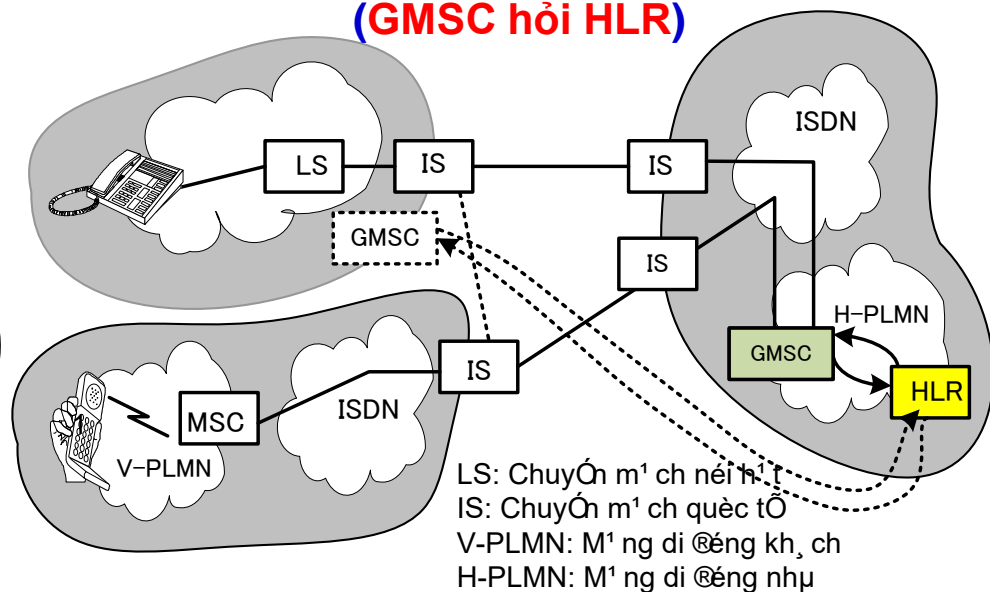
## 4. Chuyển mạng quốc tế

Chuyển mạng (roaming) là quá trình trong đó **một thuê bao di động có thể sử dụng SIM-Card của mình ở mạng khác**. Phụ thuộc vào khả năng của IS, có nhiều cách định tuyến các cuộc gọi quốc tế đến các thuê bao di động. Điểm khác biệt giữa các cách này là thực thể nào thực hiện hỏi HLR.

### Định tuyến cho MSISDN quốc tế (IS hỏi HLR).



### Định tuyến qua GMSC cho MSISDN quốc tế (GMSC hỏi HLR)



## 3.11. Một số trường hợp định tuyến lưu lượng

---

### 5. Chuyển giao

◆ **Chuyển giao trong cùng một ô**

◆ **Chuyển giao giữa các ô khác nhau.**

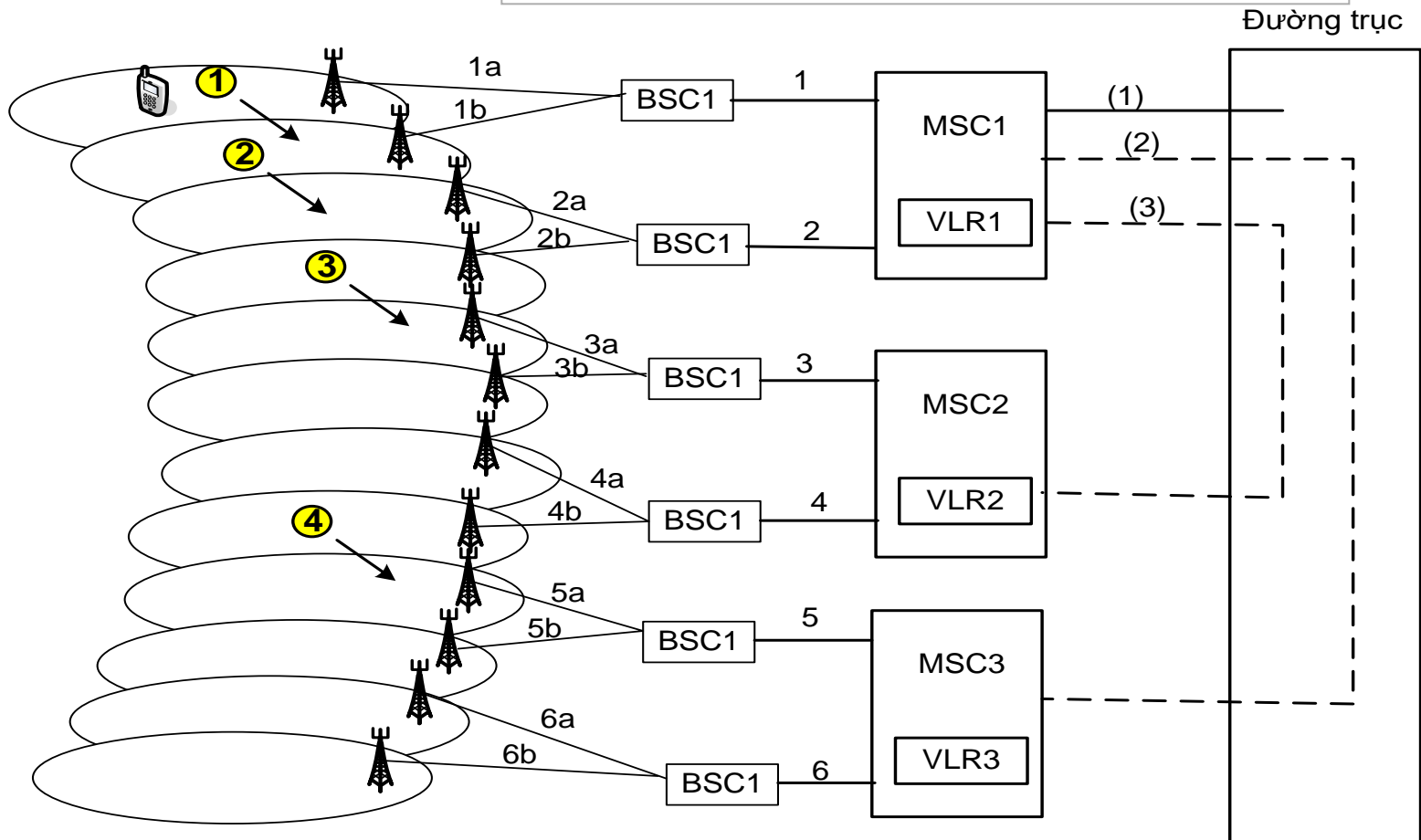
1. Chuyển giao trong BSC
2. Chuyển giao giữa hai BSC thuộc cùng một MSC
3. Chuyển giao giữa hai BSC thuộc hai MSC lần thứ nhất
4. Chuyển giao giữa hai BSC thuộc hai MSC lần thứ hai.

# 5.4. Xử lý cuộc gọi trong hệ thống GSM

## 5. Chuyển giao

### ◆ Chuyển giao giữa các ô khác nhau.

1. Chuyển giao trong BSC
2. Chuyển giao giữa hai BSC thuộc cùng một MSC
3. Chuyển giao giữa hai BSC thuộc hai MSC lần thứ nhất
4. Chuyển giao giữa hai BSC thuộc hai MSC lần thứ hai.



# NỘI DUNG (13)

---

**3.1. Giới thiệu chung**

**3.2. Mở đầu**

**3.3. Các kênh vật lý của GSM**

**3.4. Các kênh logic của GSM**

**3.5. Giao diện vô tuyến của GPRS**

**3.6. Điều khiển tài nguyên vô tuyến**

**3.7. Truyền dẫn trong GSM**

**3.8. Truy nhập mạng số liệu từ GSM**

**3.9. Các sơ đồ truyền số liệu qua GSM**

**3.10. Các sơ đồ truyền số liệu qua GRRS**

**3.11. Một số trường hợp định tuyến lưu lượng**

**3.12. Mô hình an ninh GSM**

**3.13. Các kiến trúc giao thức của GSM và GPRS**



# NỘI DUNG (13)

---

**3.1. Giới thiệu chung**

**3.2. Mở đầu**

**3.3. Các kênh vật lý của GSM**

**3.4. Các kênh logic của GSM**

**3.5. Giao diện vô tuyến của GPRS**

**3.6. Điều khiển tài nguyên vô tuyến**

**3.7. Truyền dẫn trong GSM**

**3.8. Truy nhập mạng số liệu từ GSM**

**3.9. Các sơ đồ truyền số liệu qua GSM**

**3.10. Các sơ đồ truyền số liệu qua GRRS**

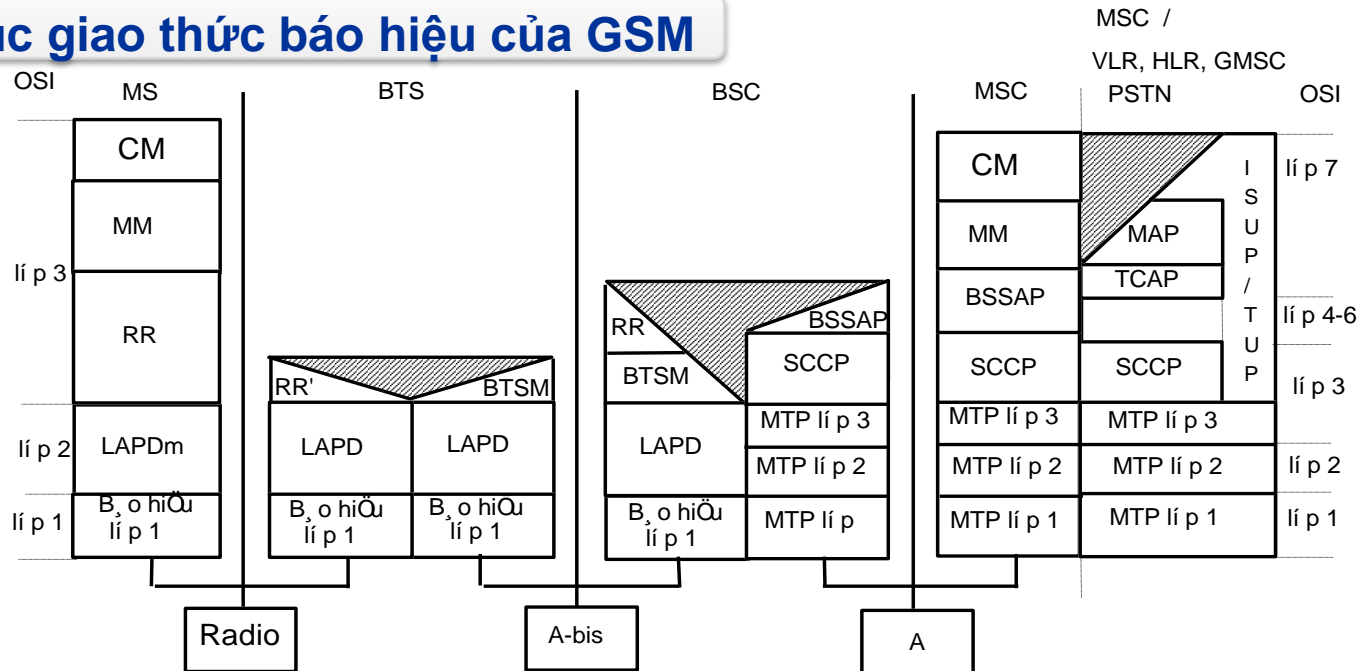
**3.11. Một số trường hợp định tuyến lưu lượng**

**3.12. Mô hình an ninh GSM**

**3.13. Các kiến trúc giao thức của GSM và GPRS**

# 3.13. Các kiến trúc giao thức của GSM và GPRS

## Kiến trúc giao thức báo hiệu của GSM



### Ký hi Ồu:

\*CM: Connection management = qu Ỉn lý n ềi th Ểng; MM: Mobility management = qu Ỉn lý di Ồng

\*RR: Radio resource management = qu Ỉn lý t Ỉi nguy Ển v Ể tuy Ồn;

\*LAPDm: Link access procedures on Dm-channel = c, c th Ểi t Ồc th Ểm nh Ểp Ồ Ểng truy Ồn Ể k Ể nh Dm;

\*LAPD: Link access procedures on D-channel = c, c th Ểi t Ồc th Ểm nh Ểp Ồ Ểng truy Ồn Ể k Ể nh D;

\*BSTM: BTS management = qu Ỉn lý tr Ể m g Ểc;

\*BSSAP: Base station system application part : ph Ồn Ồng d Ồng h Ồ th Ểng tr Ể m g Ểc;

\*SCCP: Signalling connection control part: ph Ồn Ồi Ồu khi Ồn n ềi th Ểng b, o hi Ồu;

\*MTP: Message transfer part = ph Ồn truy Ồn b Ểi n tin;

\*MAP:: Mobile application part = ph Ồn Ồng d Ồng di Ồng;

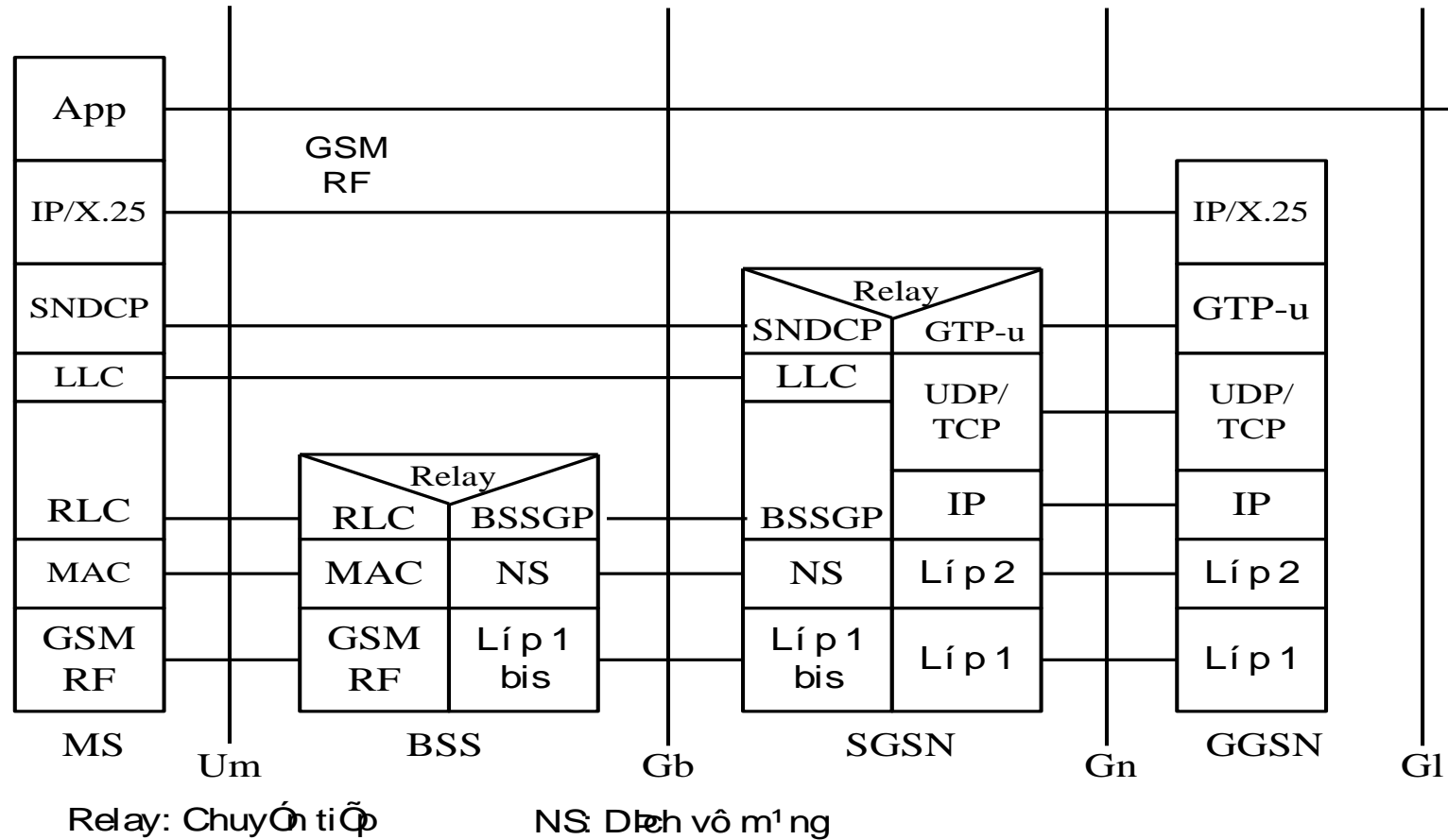
\*TCAP: Transaction capabilities application part = ph Ồn Ồng d Ồng c, c kh Ểi n Ể ng trao Ồi;

\*ISUP: ISDN user part = ph Ồn ng- Ểi s Ồ d Ồng ISDN;

\*TUP: Telephone user part = ph Ồn ng- Ểi s Ồ d Ồng Ồi tho Ể i.

# 3.13. Các kiến trúc giao thức của GSM và GPRS

## Kiến trúc giao thức mặt phẳng người sử dụng của GPRS



# 3.13. Các kiến trúc giao thức của GSM và GPRS

## Kiến trúc giao thức mặt phẳng điều khiển của GPRS

