



TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
HANOI UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY



CHƯƠNG 4

HỆ THỐNG THÔNG TIN DI ĐỘNG

2G - GSM

ET4330

TS. Trần Quang Vinh
BM. Kỹ thuật Thông tin
Viện Điện tử - Viễn thông
Đại học Bách Khoa Hà Nội
vinhtq@hust.edu.vn



NỘI DUNG

- **KIẾN TRÚC MẠNG GSM**
- **CẤU TRÚC KÊNH GIAO DIỆN VÔ TUYẾN**
- **MỘT SỐ THỦ TỤC MẠNG**
 - Chu trình cuộc gọi/ tin nhắn
 - Cập nhật vị trí và chuyển vùng
- **MỘT SỐ KỸ THUẬT TRONG GSM**
 - Điều khiển công suất
 - Chuyển giao
 - Quy hoạch mạng
- **NÂNG CẤP LÊN 2.5G - GPRS**

GIỚI THIỆU

■ GSM (Global Systems for Mobile Communications)

- Đặc điểm
 - ▶ Nghiên cứu và chuẩn hóa năm 1982, cung cấp dịch vụ năm 1991
 - ▶ Đa truy nhập TDMA/FDMA
 - ▶ Băng tần GSM 900 MHz; sau đó mở rộng sang băng tần:
 - DCS 1800MHz (Digital Cellular System)
 - PCS 1900 MHz (Personal Communication Service)
 - ▶ Ngày nay, GSM trở thành chuẩn toàn cầu
 - Máy thu GSM ba băng tần có thể lưu động toàn cầu
- Ubiquitous (rộng khắp) network connection
 - ▶ Anybody – 2.18 billion connections (users)
 - ▶ Anywhere – 212 countries + (roaming toàn cầu)
 - ▶ Any media – voice, messaging, data, multimedia
- Các dịch vụ chính
 - ▶ Voice, 3.1 kHz
 - ▶ Low speed data services (upto 9.6 Kb/s)
 - ▶ Support of Short Message Service (SMS)

GIỚI THIỆU

■ GSM Specs

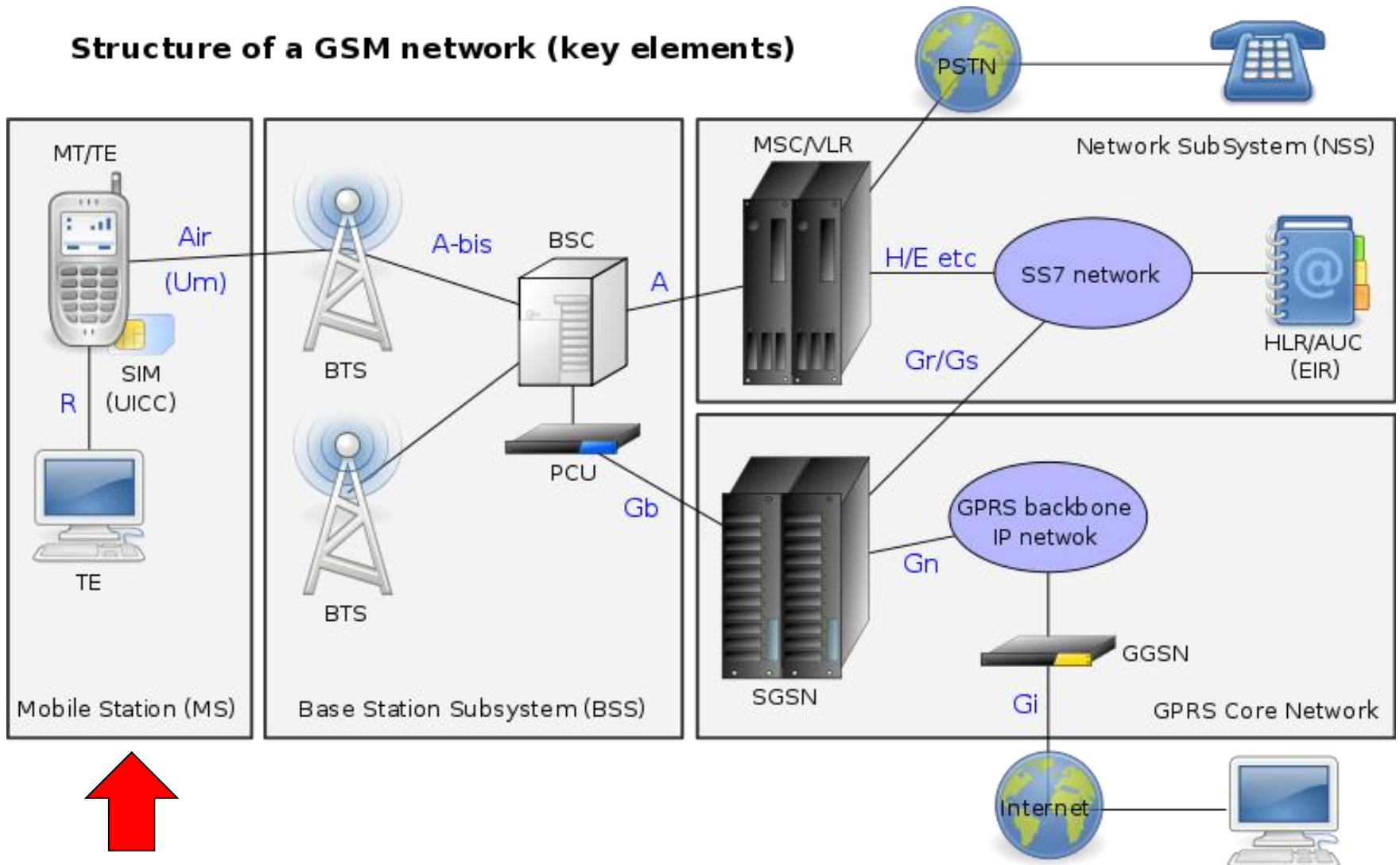
System Parameter	Value (GSM)
Multiple Access	TDMA/FDMA/FDD
Uplink frequency (mobile-to-base)	890-915 MHz
Downlink frequency (base-to-mobile)	935-960 MHz
Channel Bandwidth	200KHz
Number of channels	124
Channels/carrier	8 (full rate), 16 (half rate)
Frame duration	4.6 ms
Interleaving duration	40 ms
Modulation	GMSK
Speech coding method	RPE-LTE convolution
Speech coder bit rate	13 kb/s (full rate)
Associated control channel	Extrea frame
Handoff scheme	Mobile-assisted
Mobile station power levels	0.8, 2, 5, 8 W

KIẾN TRÚC MẠNG GSM

- **Mobile Station (MS) – Phân hệ người dùng**
 - Mobile Equipment (ME)
 - Subscriber Identity Module (SIM)
- **Base Station Subsystem (BBS) – Phân hệ trạm gốc**
 - Base Transceiver Station (BTS)
 - Base Station Controller (BSC)
- **Network Subsystem (NSS) – Phân hệ chuyển mạch**
 - Mobile Switching Center (MSC)
 - Home Location Register (HLR)
 - Visitor Location Register (VLR)
 - Authentication Center (AuC)
 - Equipment Identity Register (EIR)
- **Operation and Maintenance System (OMS)**

KIẾN TRÚC MẠNG GSM

Structure of a GSM network (key elements)



Mobile Station (MS)

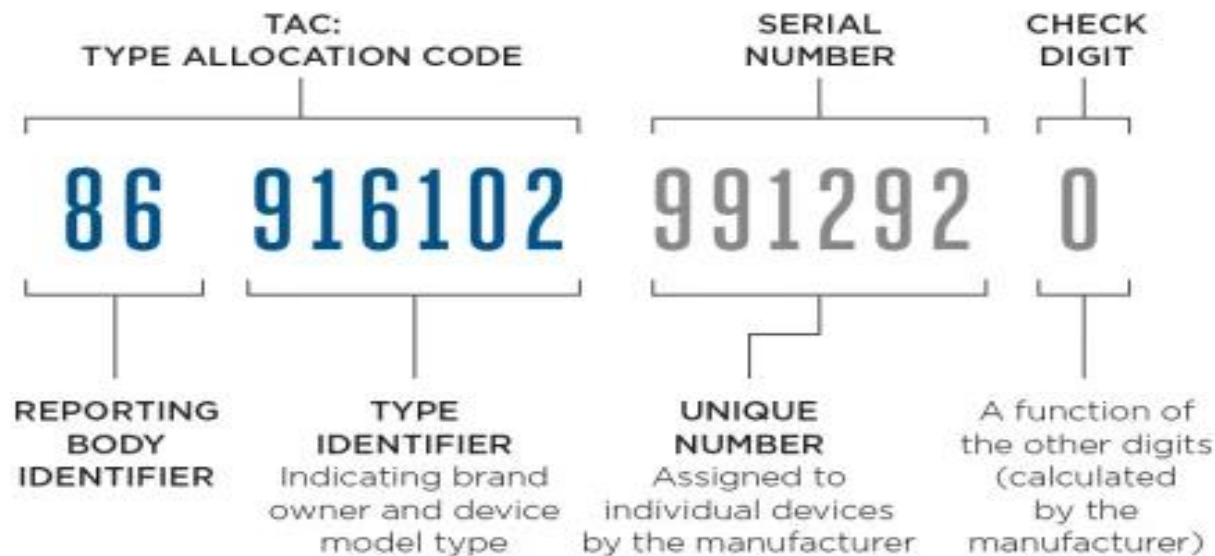
- $MS = ME + SIM$
 - ME : Mobile Equipment
 - SIM: Subscriber Identity Module
- $ME = \text{hardware} + \text{software}$
- $ME \leftrightarrow EMEI$
 - Assigned at the factory



Mobile Station (MS)

■ IMEI (International Mobile Equipment Identity)

- Xác định tính hợp lệ của thiết bị di động ME kết nối với mạng
- Cấu trúc bao gồm 4 phần:
 - ▶ Mã hợp chuẩn kiểu dáng TAC - Type Approval Code
 - ▶ Mã sản xuất thiết bị FAC - Final Assembly Code
 - ▶ Số nhận dạng seri SNR - Serial Number và
 - ▶ Số nhận dạng máy và phần mềm IMEISV - International Mobile Equipment Identity and Software Version number



Mobile Station (MS)

- **SIM** (subscriber identification module)

- Mạch tích hợp (IC) lưu giữ các thông tin nhận thực thuê bao và mật mã hóa/giải mật mã hóa
- SIM được “nhúng” trong SIM card và có thể được dùng cho các ME khác nhau

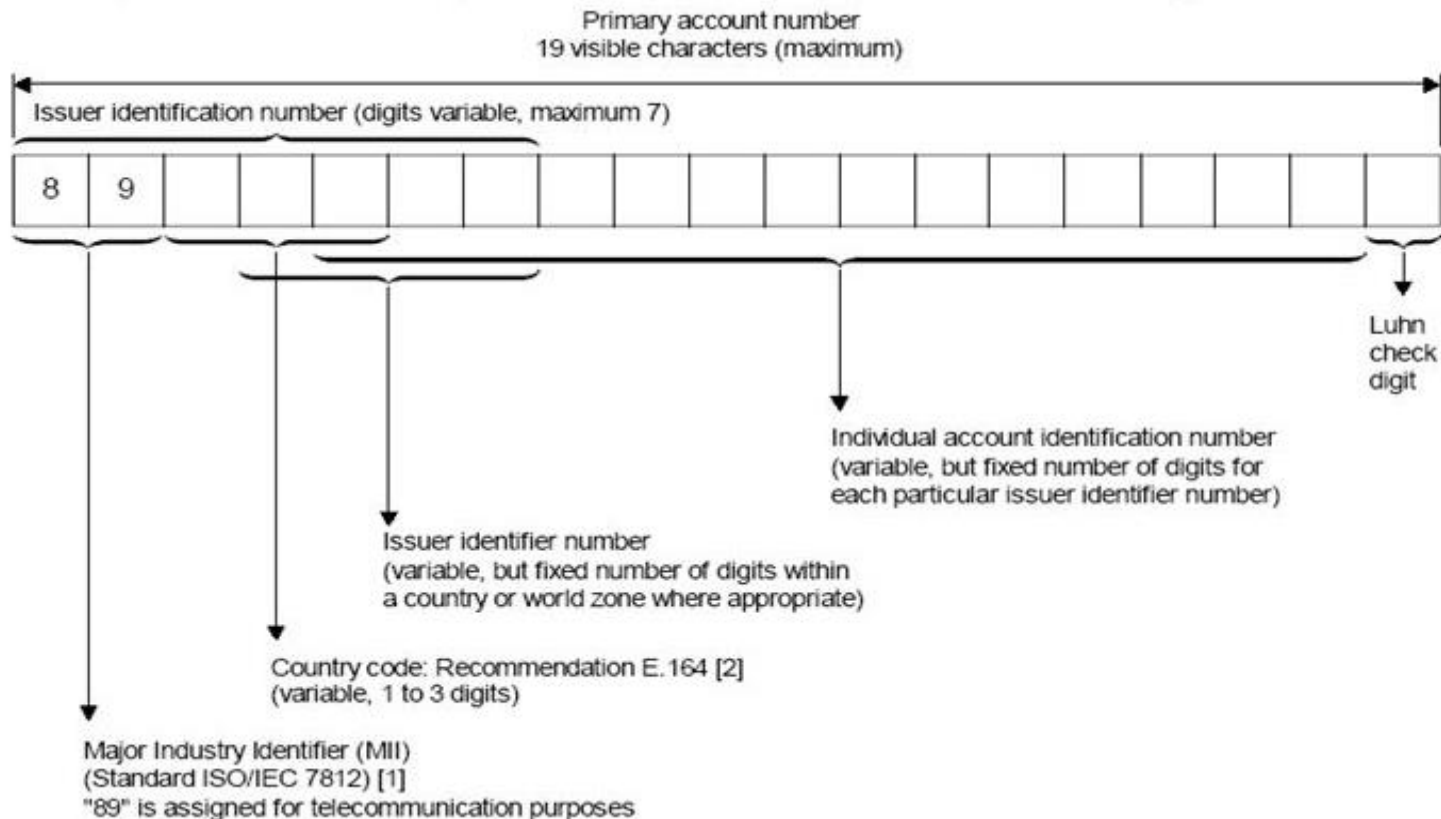
- **Các thông tin lưu giữ trong SIM:**

- Số nhận dạng SIM (ICCID)
- Các số nhận dạng IMSI, TMSI
- Khóa nhận thực Ki, Khóa mật mã Kc
- Số hiệu nhận dạng vùng định vị LAI (LAI: Location Area ID)
- Danh sách các tần số lân cận

Mobile Station (MS)

■ ICCID: integrated circuit card identifier

- Mỗi SIM được nhận dạng quốc tế bởi một thẻ nhận dạng mạch tích hợp ICCID, được lưu trong SIM hoặc in trên SIM khi sản xuất
- ICCID được định nghĩa theo khuyến nghị của ITU-T (E.118)



Mobile Station (MS)

- **IMSI:** International Mobile Subscriber Identity
 - Phục vụ báo hiệu và điều khiển

Mobile country Code (MCC) 3 digits	Mobile Network Code (MNC) 2 or 3 digits	Mobile subscriber Identification code (MSIC) 9-10 digits
--	---	--

MCC	MNC	MSIC
452 Việt nam	01 Mobiphone	XXXXXXXXXXXX
452 Việt nam	02 Vinaphone	XXXXXXXXXXXX

Mobile Station (MS)

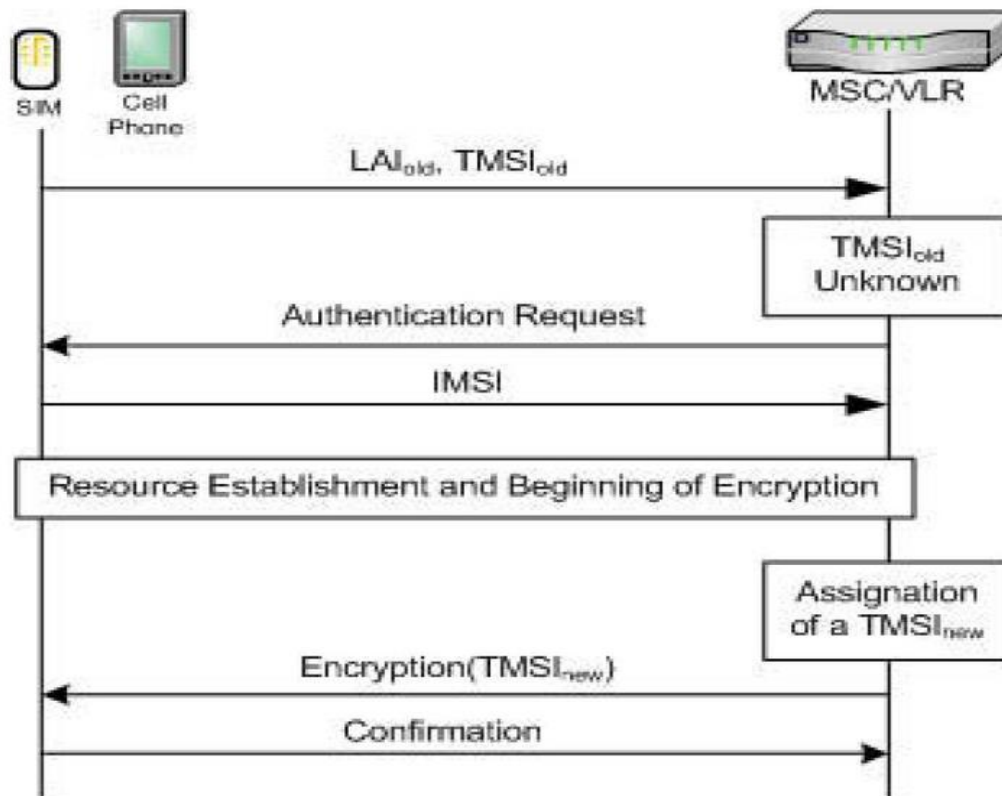
- **MSISDN:** Mobile Station International Subscriber Directory Number
 - Phục vụ quá trình thiết lập cuộc gọi

3 digits	2 digits	Up to 10 digits
Country code (CC)	National Destination code (NDC)	Subscriber number (SN)
CC	NDC	SN
84 Việt nam	90 Mobiphone	xxxxxxxx
84 Việt nam	91 Vinaphone	xxxxxxxx

Mobile Station (MS)

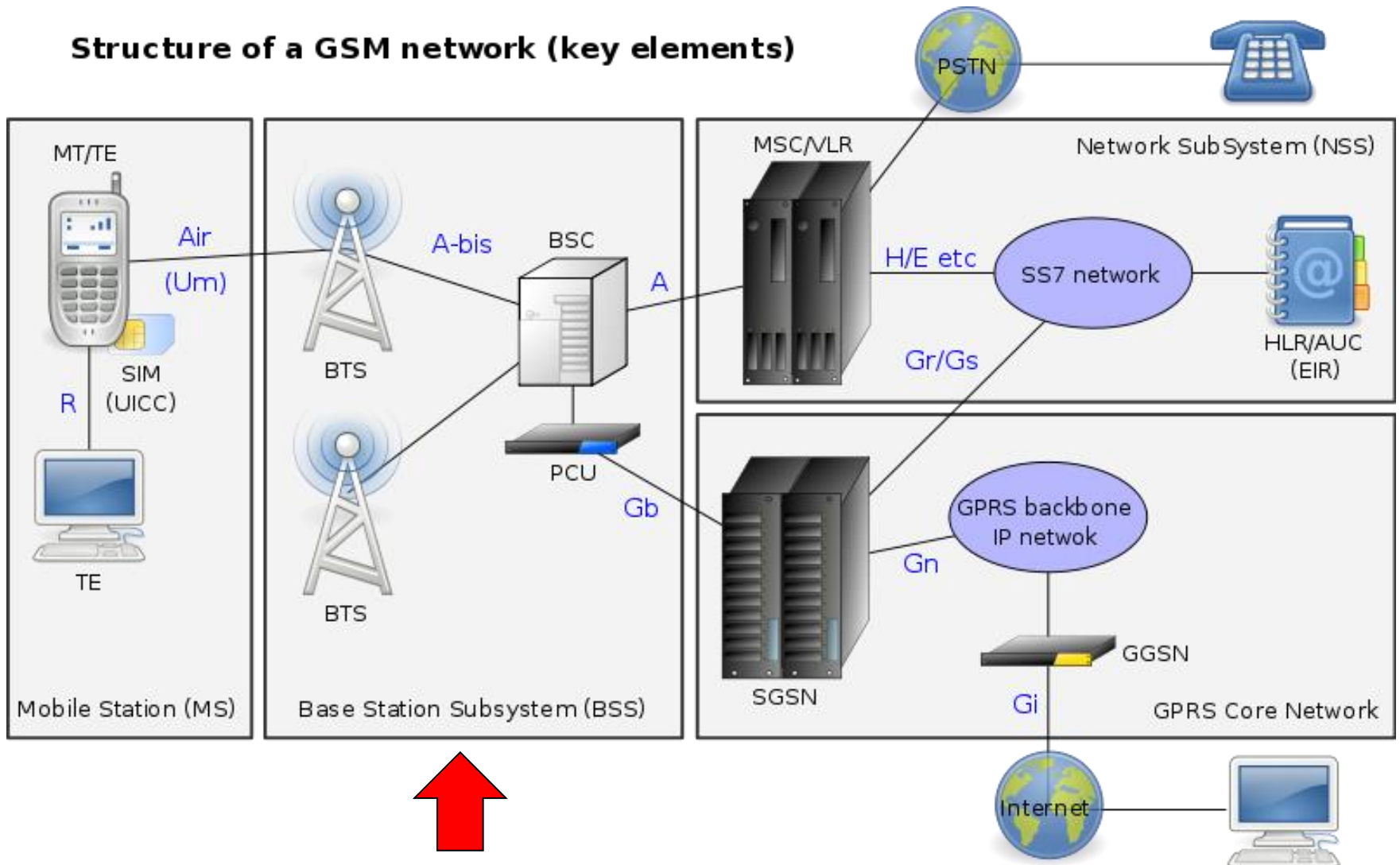
■ TMSI: Temporary Mobile Subscriber Identity

- Số nhận dạng thường xuyên được gửi đi giữa MS và hệ thống
 - TMSI được VLR cấp phát cho MS ngay khi MS bật máy
- Nhận dạng duy nhất một MS trong vùng điều khiển của 1 VLR
- Thay đổi thường xuyên để tránh MS bị theo dõi và nghe trộm



KIẾN TRÚC MẠNG GSM

Structure of a GSM network (key elements)



Base Station Subsystem

■ Chức năng:

- Quản lý lưu lượng và báo hiệu giữa MS và NSS
- Thực hiện đấu nối các MS với tổng đài
- Giao tiếp trực tiếp với MS qua giao diện vô tuyến
- BSS kết nối NSS qua luồng PCM cơ sở 2 Mbps

■ Thành phần: **BSS = TRAU + BSC + BTS**

- **TRAU**: Bộ thích ứng tốc độ và chuyển đổi mã
 - ▶ Chuyển các kênh vô tuyến 16 Kbps (chuẩn GSM) thành các kênh thoại tiêu chuẩn (64 Kbps)
- **BSC**: Bộ điều khiển trạm gốc
- **BTS**: trạm thu phát gốc



Base Station Subsystem

■ **BTS** (Base Transceiver Station)

- Thành phần:
 - ▶ Bao gồm các thiết bị thu, phát, anten và bộ xử lý tín hiệu đặc thù cho giao diện vô tuyến
 - ▶ Trung gian giữa MS và mạng GSM
 - ▶ Mỗi BTS quản lý một vùng phủ sóng nhất định (cell)
 - 4 loại cell: pico cell, micro cell, macro cell, umbrella
- Chức năng:
 - ▶ Thu phát vô tuyến (Radio Carrier Tx and Rx)
 - ▶ Ánh xạ kênh logic vào kênh vật lý
 - ▶ Mã hóa/giải mã hóa (Coding/Decoding)
 - ▶ Mật mã hóa/giải mật mã hóa
 - ▶ Điều chế / giải điều chế

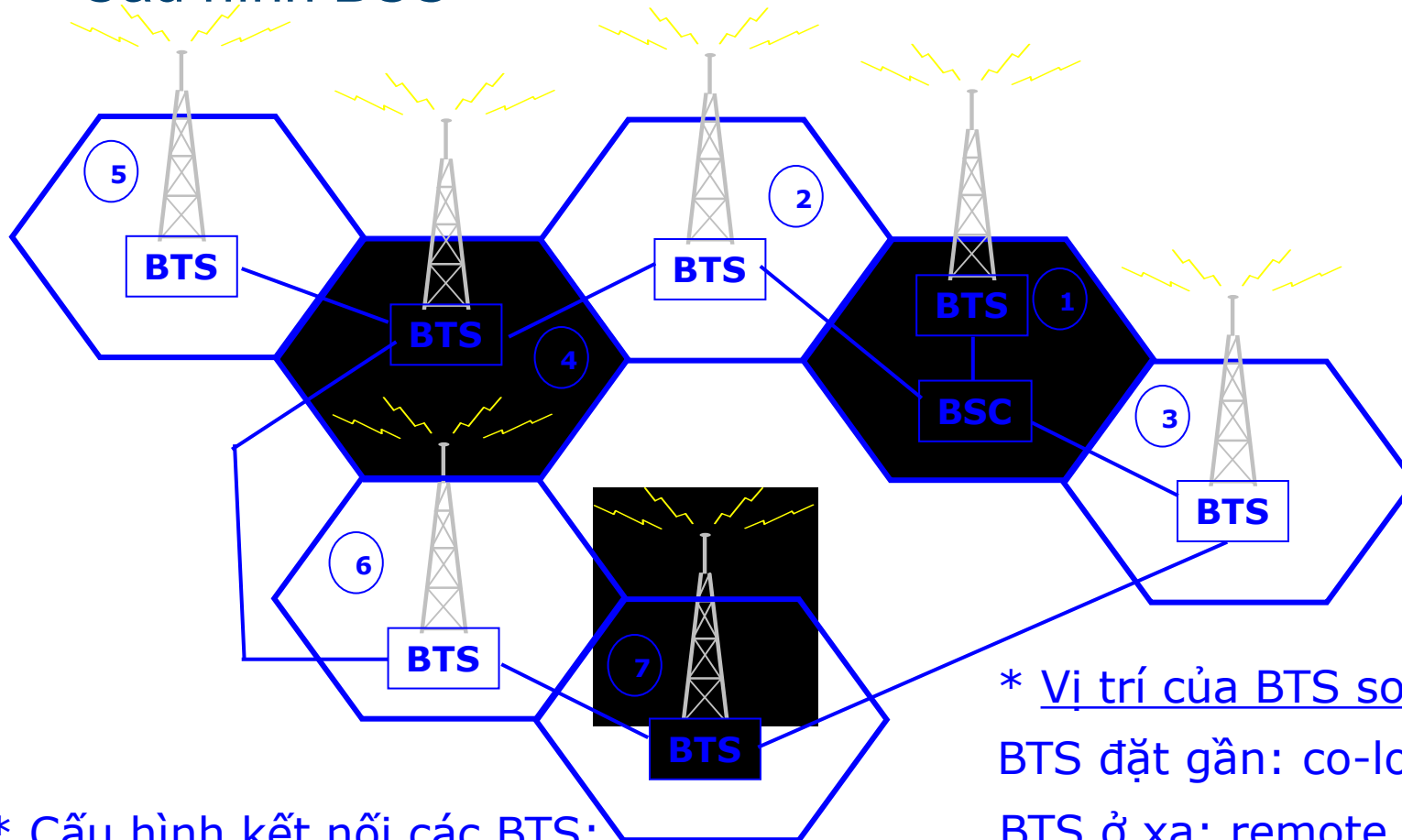
Base Station Subsystem

■ BSC: Base Station Controller

- Quản lý các giao diện vô tuyến qua các lệnh điều khiển từ xa (ấn định, giải phóng kênh, chuyển giao)
 - ▶ Kết nối với MSC qua giao diện A, với BTS qua giao diện A.bis
- Quản lý trạm gốc vô tuyến BTS:
 - ▶ BSC lập cấp hình của BTS, xử lý các bản tin báo hiệu, điều khiển, vận hành & bảo dưỡng đi/đến BTS
- Khởi tạo kết nối, điều khiển chuyển giao
- Quản lý mạng truyền dẫn
 - ▶ Quản lý cấu hình đường truyền đến MSC và BTS, nếu có sự cố, nó sẽ tự động đk đến một tuyến dự phòng

Base Station Subsystem

■ Cấu hình BSS



* Vị trí của BTS so với BSC:

BTS đặt gần: co-located BTS: ①

BTS ở xa: remote BTS: ② ÷ ⑦

* Cấu hình kết nối các BTS:

Hình sao: star - ①, ②, ③

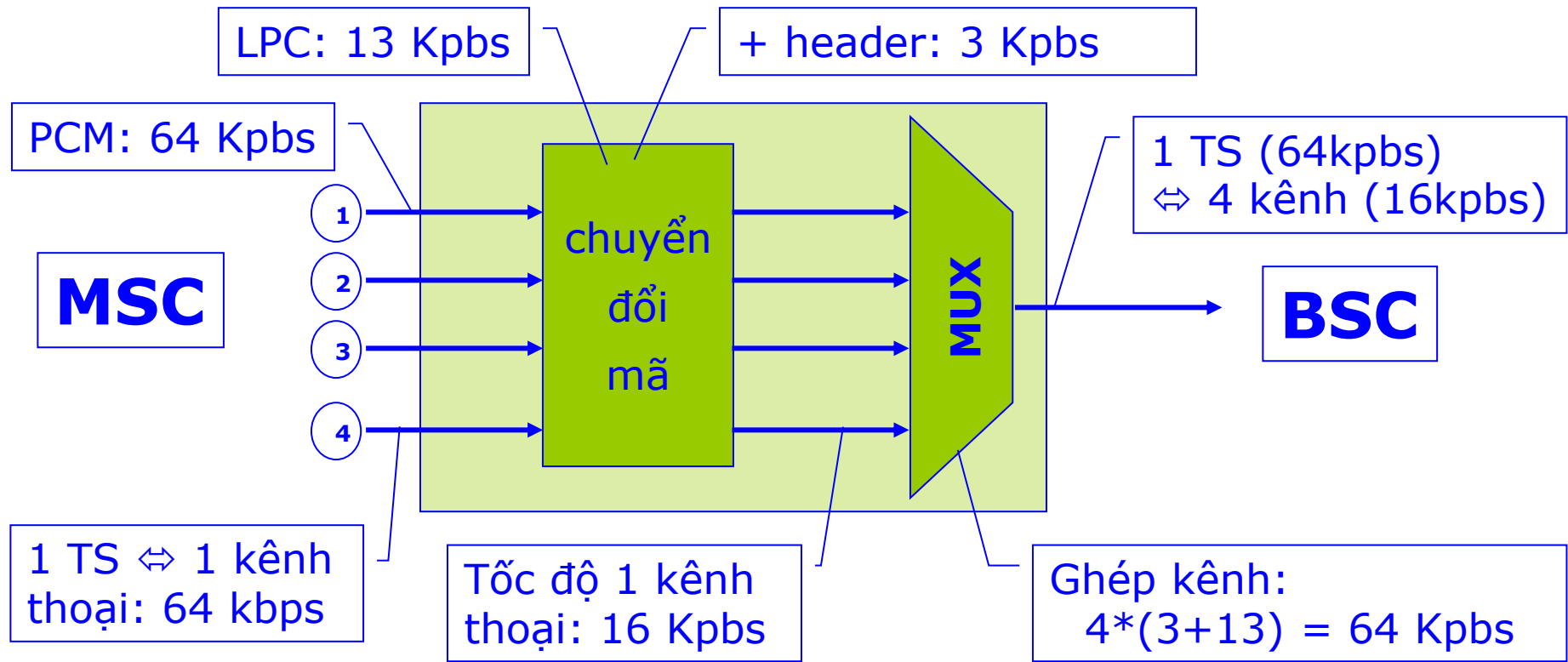
Hình chuỗi: chain - ①, ②, ④, ⑤

Mạch vòng: loop - ①, ②, ④, ⑥, ⑦, ③, ①

Base Station Subsystem

▪ **TRAU: Transcoding and Rate Adaption Unit (XCDR)**

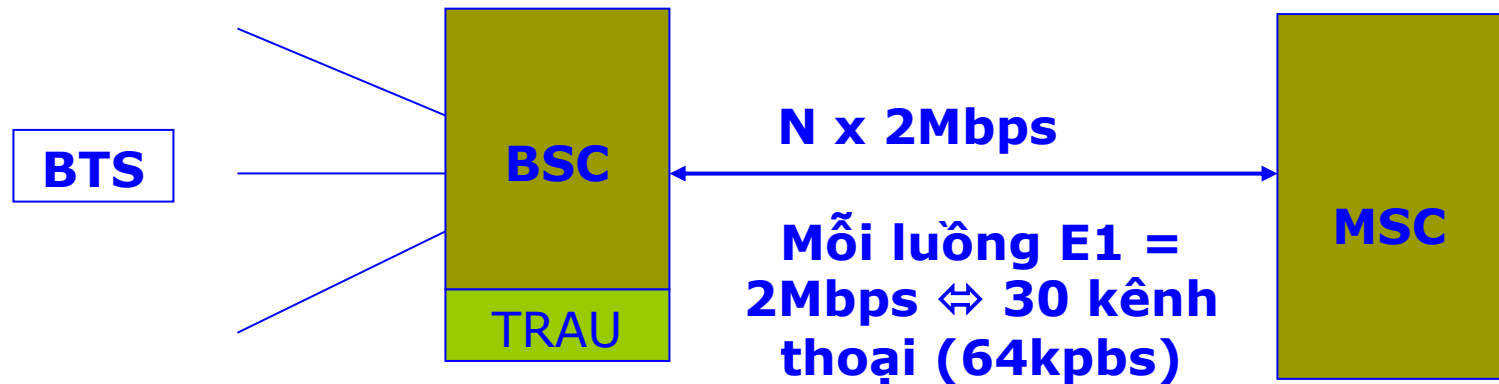
- Chuyển đổi và thích ứng tốc độ từ 13kbit/s thành 64kbit/s để thích ứng với tổng đài số MSC



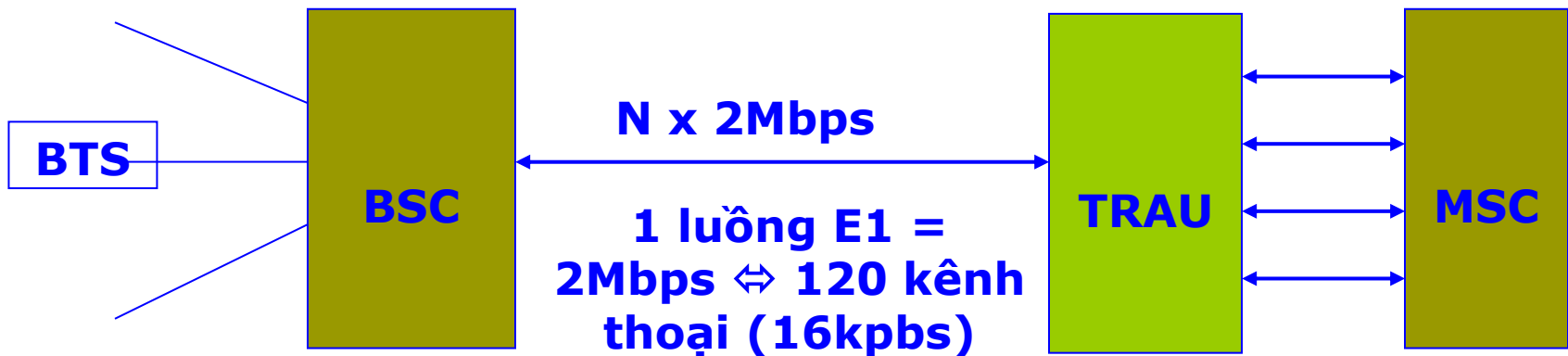
Base Station Subsystem

- **TRAU: Transcoding and Rate Adaption Unit (XCDR)**

- **TRAU đặt tại BSC:**

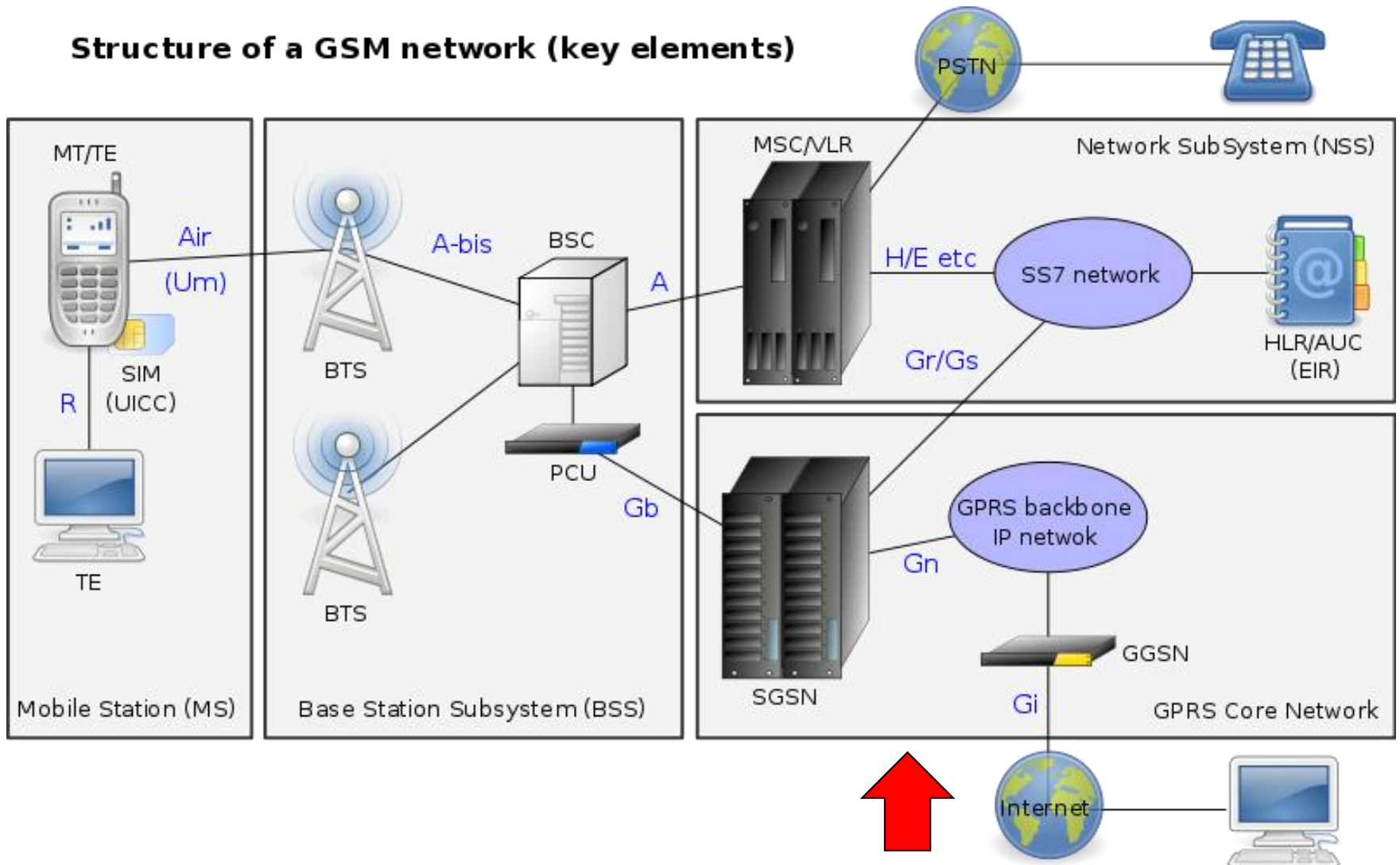


- **TRAU đặt tại MSC:**



KIẾN TRÚC MẠNG GSM

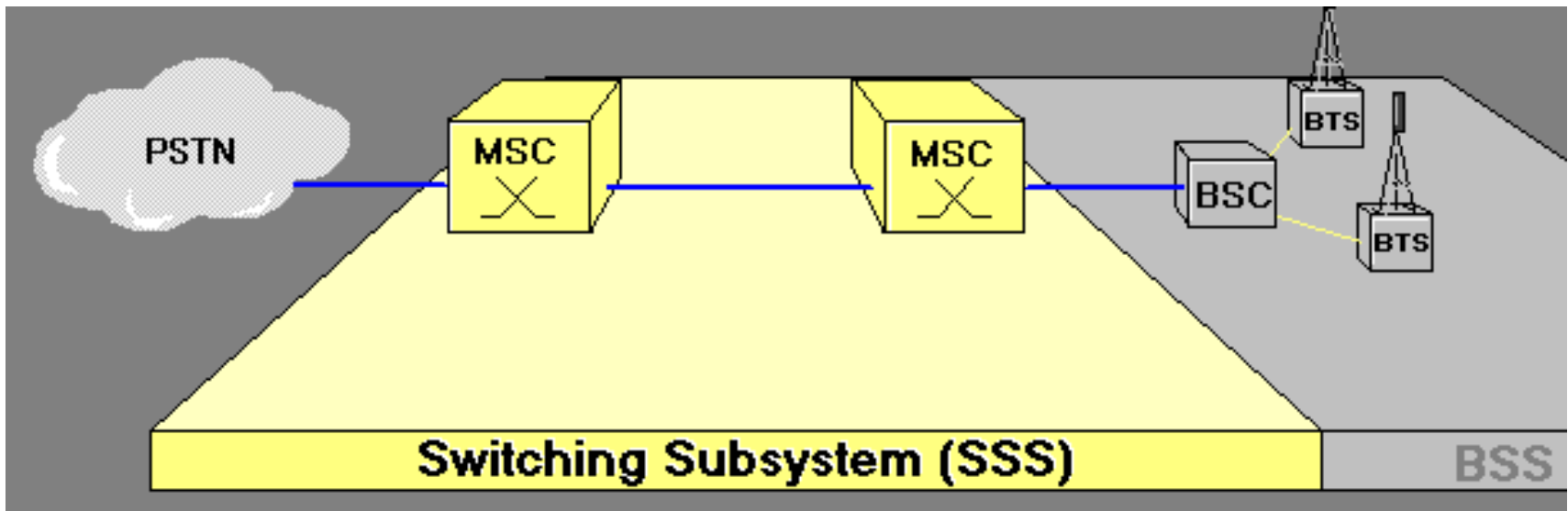
Structure of a GSM network (key elements)



Network Subsystem (NSS)

■ MSC: Mobile Switching Center

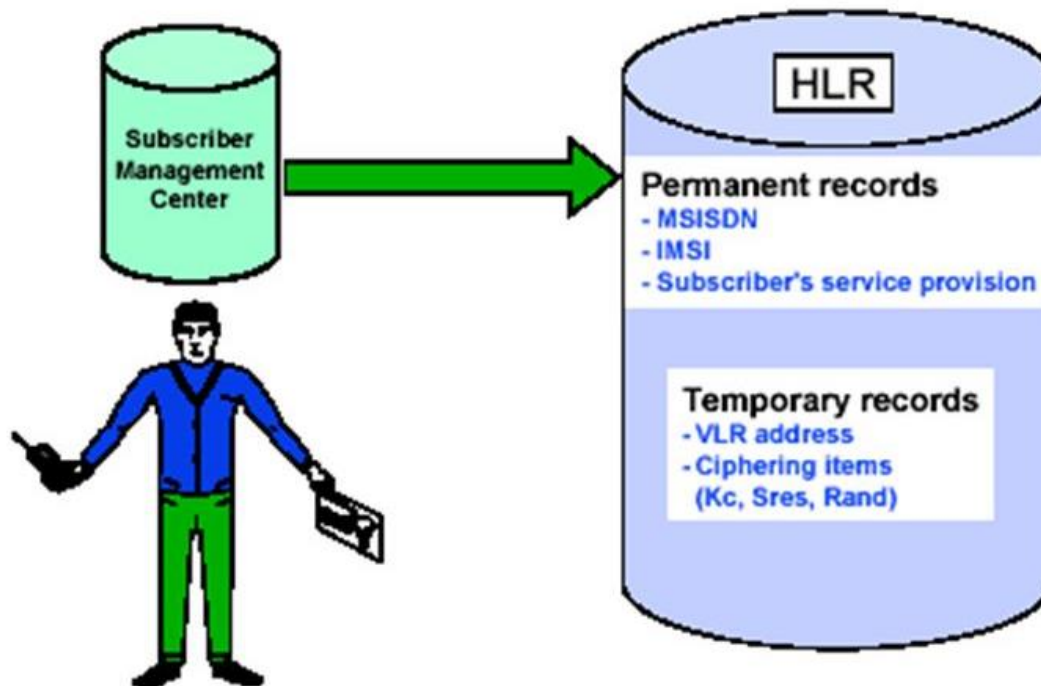
- Xử lý cuộc gọi (call processing)
- Điều khiển chuyển giao (Handover control)
- Quản lý di động (mobility management)
- Xử lý tính cước (billing)
- Tương tác mạng (interworking function): Gateway MSC



Network Subsystem (NSS)

■ HLR: Home Location Register

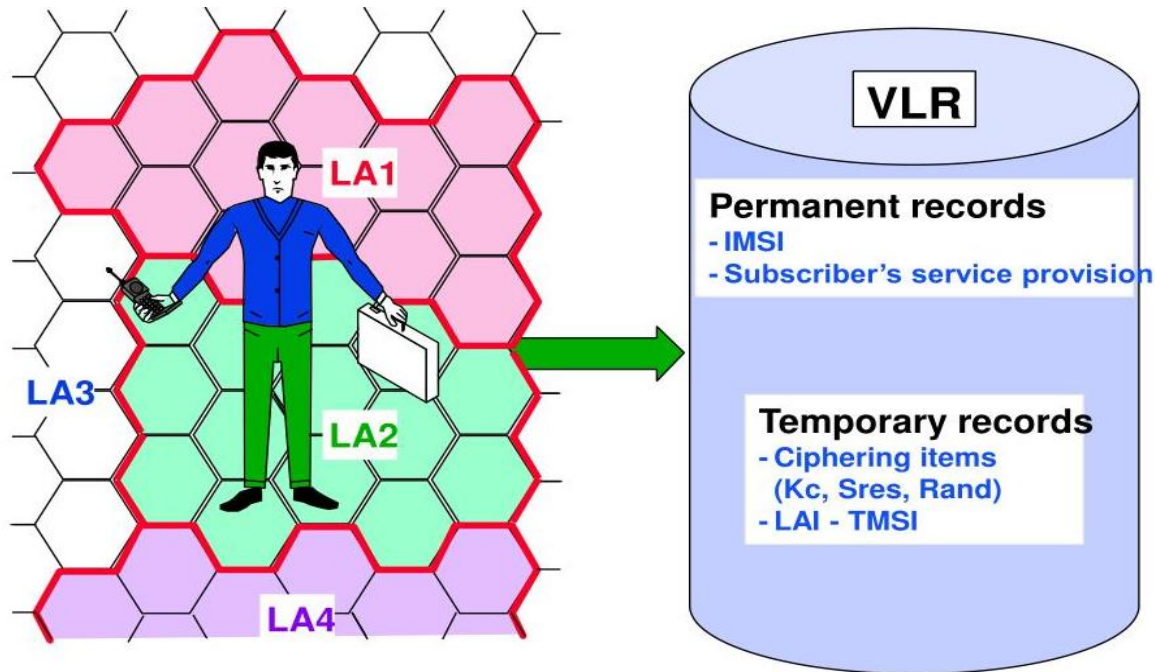
- Các số nhận dạng: IMSI, MSISDN
- Các thông tin về thuê bao
- Danh sách dịch vụ MS được/hạn chế sử dụng
- Số hiệu VLR đang phục vụ MS
- Nhận dạng trung tâm nhận thực thuê bao AuC



Network Subsystem (NSS)

■ VLR: Visitor Location Register

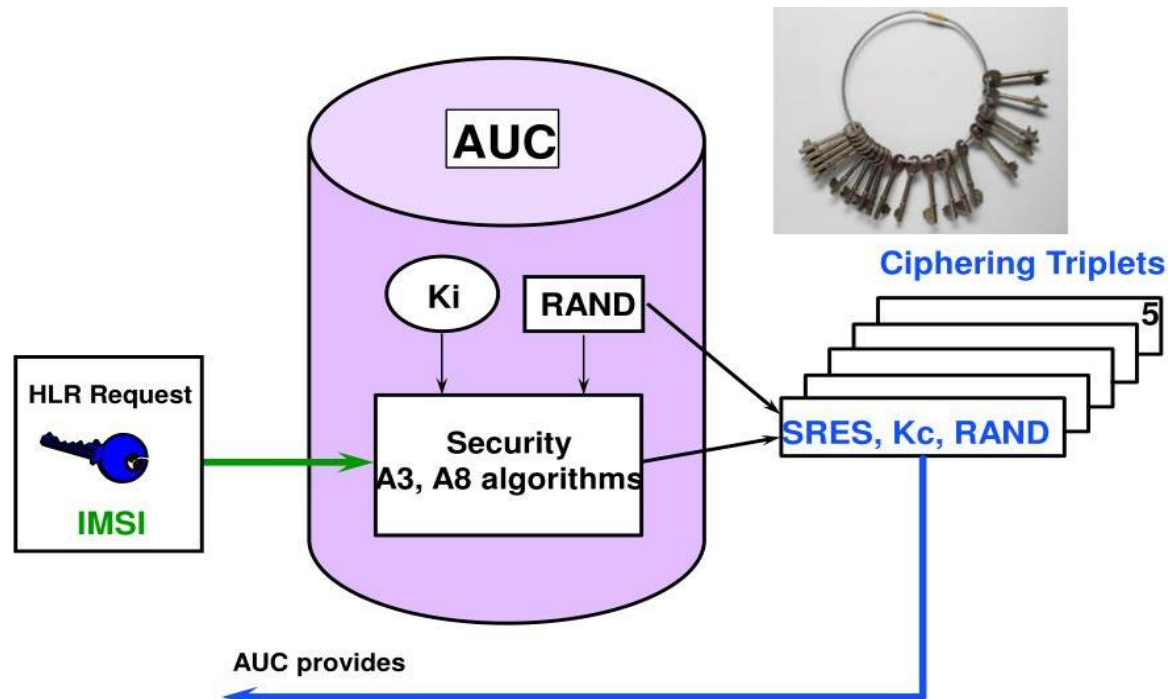
- Các số nhận dạng: IMSI, MSISDN, TMSI
- Số hiệu nhận dạng vùng định vị đang phục vụ MS
- Danh sách dịch vụ MS được/hạn chế sử dụng
- Trạng thái của MS (bận: busy; rỗi : idle)



Network Subsystem (NSS)

■ AuC (AC): Authentication Center

- Cơ sở dữ liệu lưu giữ mã khóa cá nhân K_i của các thuê bao và tạo ra bộ ba tham số nhận thực 'triple: RAND, K_c , SRES' khi HLR yêu cầu để tiến hành quá trình nhận thực thuê bao
- Chống thâm nhập qua giao diện vô tuyến
- Thường được kết hợp vào HLR



Network Subsystem (NSS)

■ EIR: Equipment Identity Register

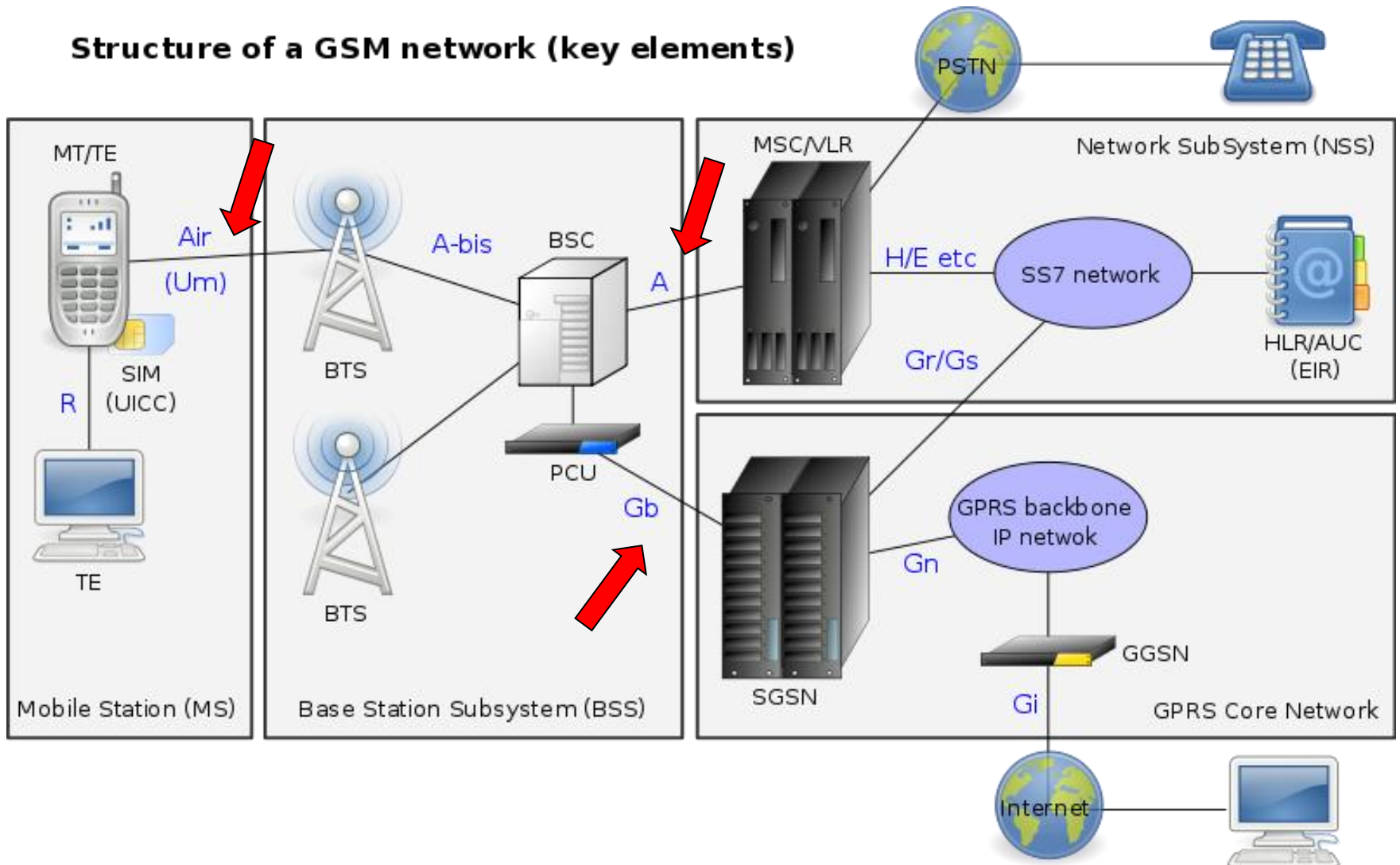
- Chức năng: kiểm tra tính hợp lệ của ME thông qua số liệu nhận dạng di động quốc tế IMEI và chứa các số liệu về phần cứng thiết bị
- Một ME sẽ có số IMEI thuộc 1 trong 3 danh sách:
 - ▶ Danh sách trắng (white list) → valid ME
 - ▶ Danh sách đen (black list) → stolen ME
 - ▶ Danh sách xám (gray list) → ME is faulty or do not meet current GSM specifications
- Sự khác biệt giữa nhận dạng thuê bao và nhận dạng thiết bị
 - ▶ Cho phép GSM định tuyến cuộc gọi, tính cước thuê bao di động
 - ▶ Nhận dạng thiết bị bị đánh cắp
 - ▶ Khẳng định thiết bị được cung cấp bởi một nhà cung cấp dịch vụ GSM

Operation and Maintenance System (OMS)

- OMS có thể bao gồm 1 hoặc nhiều trung tâm vận hành bảo dưỡng OMC (Operation & Maintenance Center)
- Chức năng chính:
 - Khai thác và bảo dưỡng mạng
 - Quản lý thuê bao và tính cước
 - Quản lý thiết bị di động
 - Quản lý cảnh báo - Event/alarm management.
 - Quản lý lỗi - Fault management
 - Quản lý chất lượng – performance management.
 - Quản lý cấu hình – configuration management.
 - Quản lý bảo mật – security management.
- Phân loại OMC:
 - OMC-S (switching): quản lý phân hệ NSS
 - OMC-R (Radio): quản lý phân hệ BSS

KIẾN TRÚC MẠNG GSM

Structure of a GSM network (key elements)



GSM INTERFACE

■ Um interface

- Giao diện vô tuyến giữa MS và BTS
- Là giao diện quan trọng nhất, quyết định chất lượng của mạng GSM
- Cung cấp số lượng các kênh logic
- Thông tin của user (thoại, data) được truyền qua kênh thông tin
- Các tín hiệu điều khiển được truyền qua kênh điều khiển
- Sử dụng giao thức LAPDm cho báo hiệu, thực hiện điều khiển cuộc gọi, báo cáo đo lường, điều khiển công suất, chuyển giao, nhận thực, ủy quyền, cập nhật vị trí, ...

GSM INTERFACE

■ Abis interface

- Giao diện giữa BTS và BSC
- Trao đổi thông tin thuê bao (thoại, data), thông tin điều khiển (báo hiệu, đồng bộ)
- Abis sử dụng đường truyền chuẩn PCM 32 (2,4Mbps), DS-1 (1.544 Mbps), hoặc E-1 (2.048 Mbps)
- BSC sử dụng giao thức LAPD để giám sát và báo hiệu BTS, thực hiện đồng bộ từ BSC đến BTS và MS

GSM INTERFACE

■ A interface

- Giao diện giữa BSC và MSC (Mobile switching center) qua bộ chuyển mã TRAU
- Mang các kênh lưu lượng và BSSAP (một phần của chồng giao thức SS7)

■ Ater interface

- Giao diện giữa BSC và bộ chuyển mã TRAU
- Thông qua giao diện này, TRAU sẽ chuyển các kênh traffic từ BSC có tốc độ 13 kbps thành các kênh tiêu chuẩn 64 kbps, và ngược lại

■ Gb interface

- Kết nối BSS với SGSN trong mạng lõi GPRS

KIẾN TRÚC PHÂN CẤP MẠNG GSM

■ Vùng dịch vụ GSM

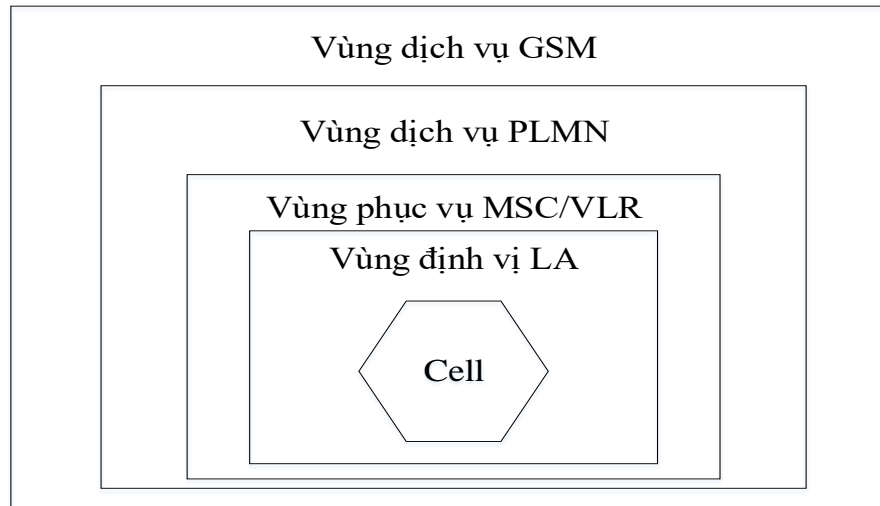
- Phạm vi kết nối toàn cầu thông qua các mạng PLMN theo chuẩn GSM tại tất cả các quốc gia trên thế giới

■ Vùng dịch vụ PLMN

- khu vực phủ sóng của các cell thuộc một nhà cung cấp dịch vụ di động

■ Vùng dịch vụ MSC/VLR

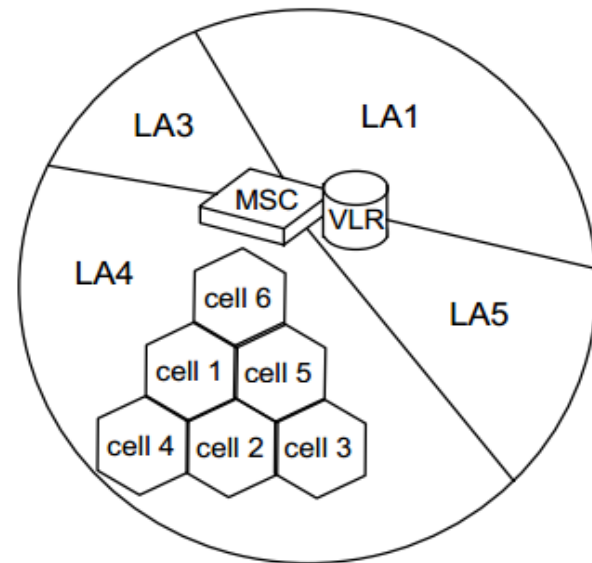
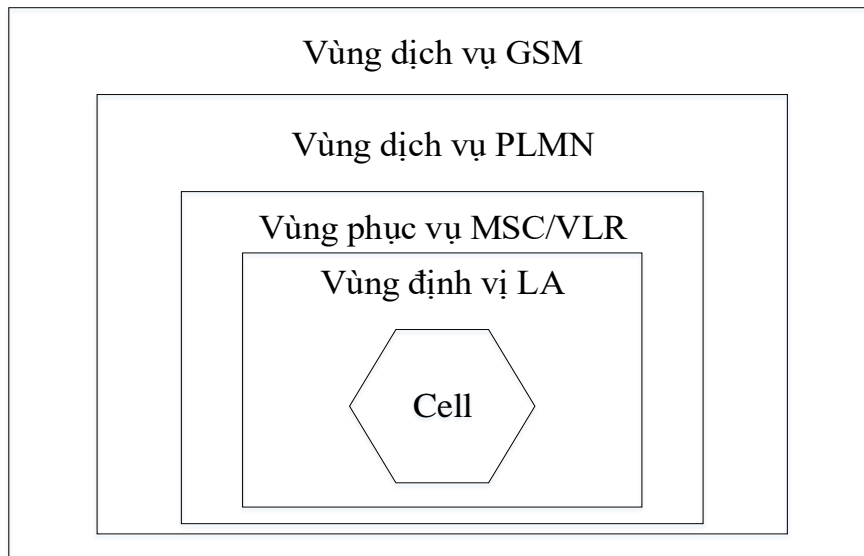
- được hình thành từ một số vùng định vị LA và đảm nhiệm trong một vùng địa lý kết nối với một MSC và VLR



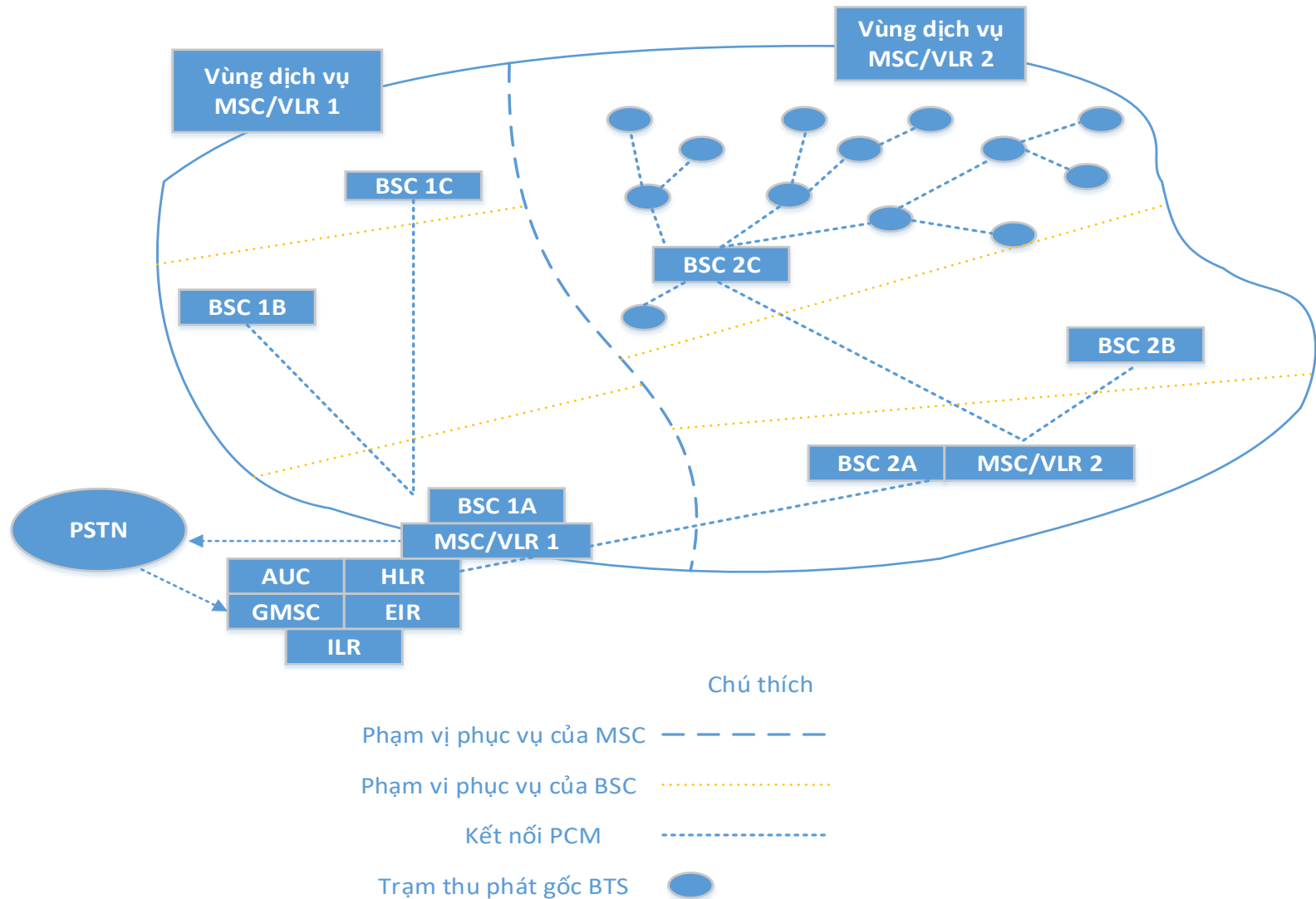
KIẾN TRÚC PHÂN CẤP MẠNG GSM

■ Vùng định vị LA (Location Area)

- Gồm một nhóm các cell
- Vị trí của thuê bao di động GSM được xác định bởi số hiệu nhận dạng vùng định vị LAI (Location Area Identity)
 - ▶ Số hiệu LAI được lưu trữ tại VLR kết nối đến MSC tại vùng dịch vụ MSC/VLR đang quản lý LA
 - ▶ Khi MS di chuyển qua các LA, số LAI sẽ được cập nhật và lưu trong SIM

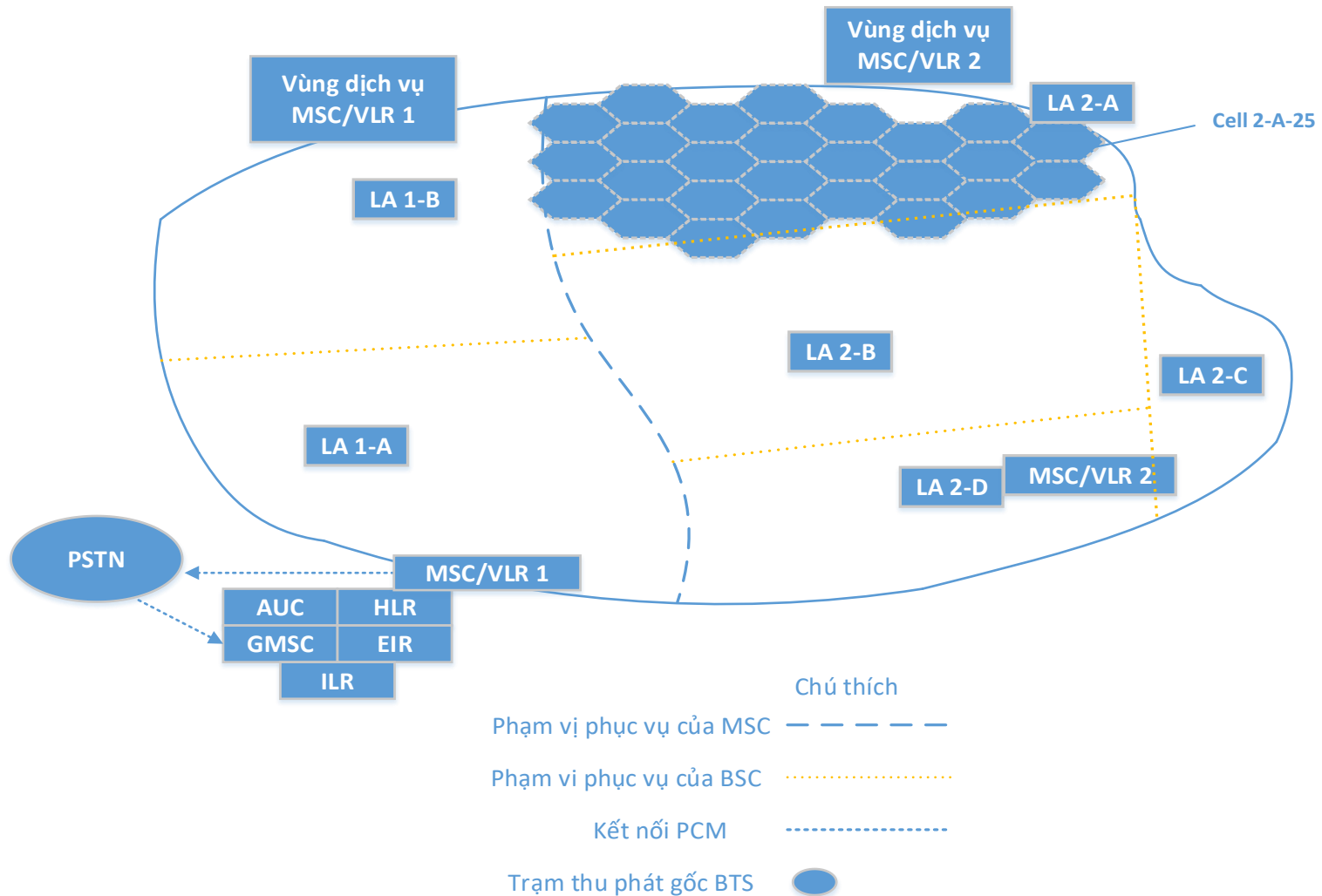


KIẾN TRÚC PHÂN CẤP MẠNG GSM



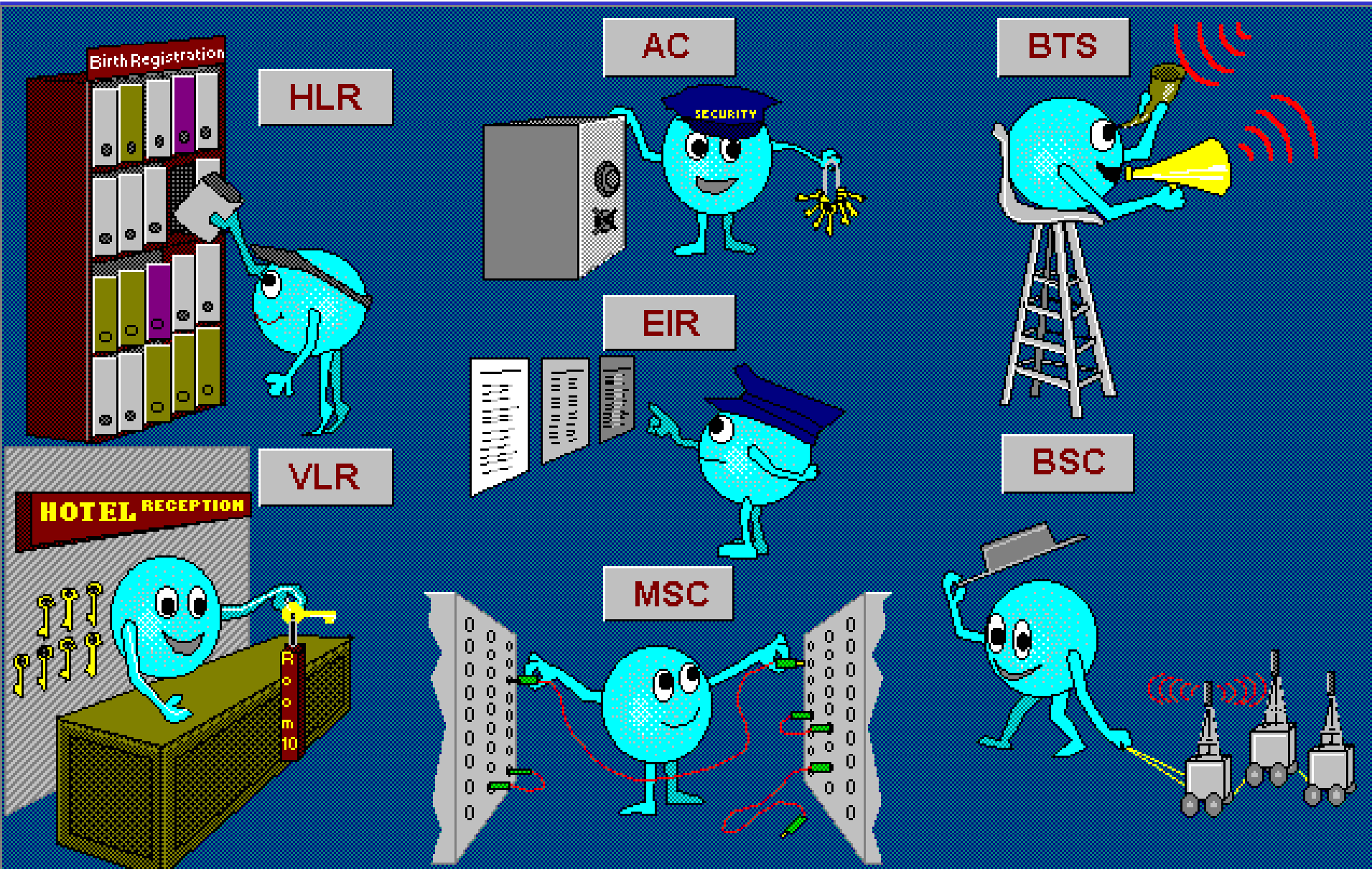
Vùng dịch vụ của mạng GSM dưới góc nhìn hạ tầng mạng

KIẾN TRÚC PHÂN CẤP MẠNG GSM

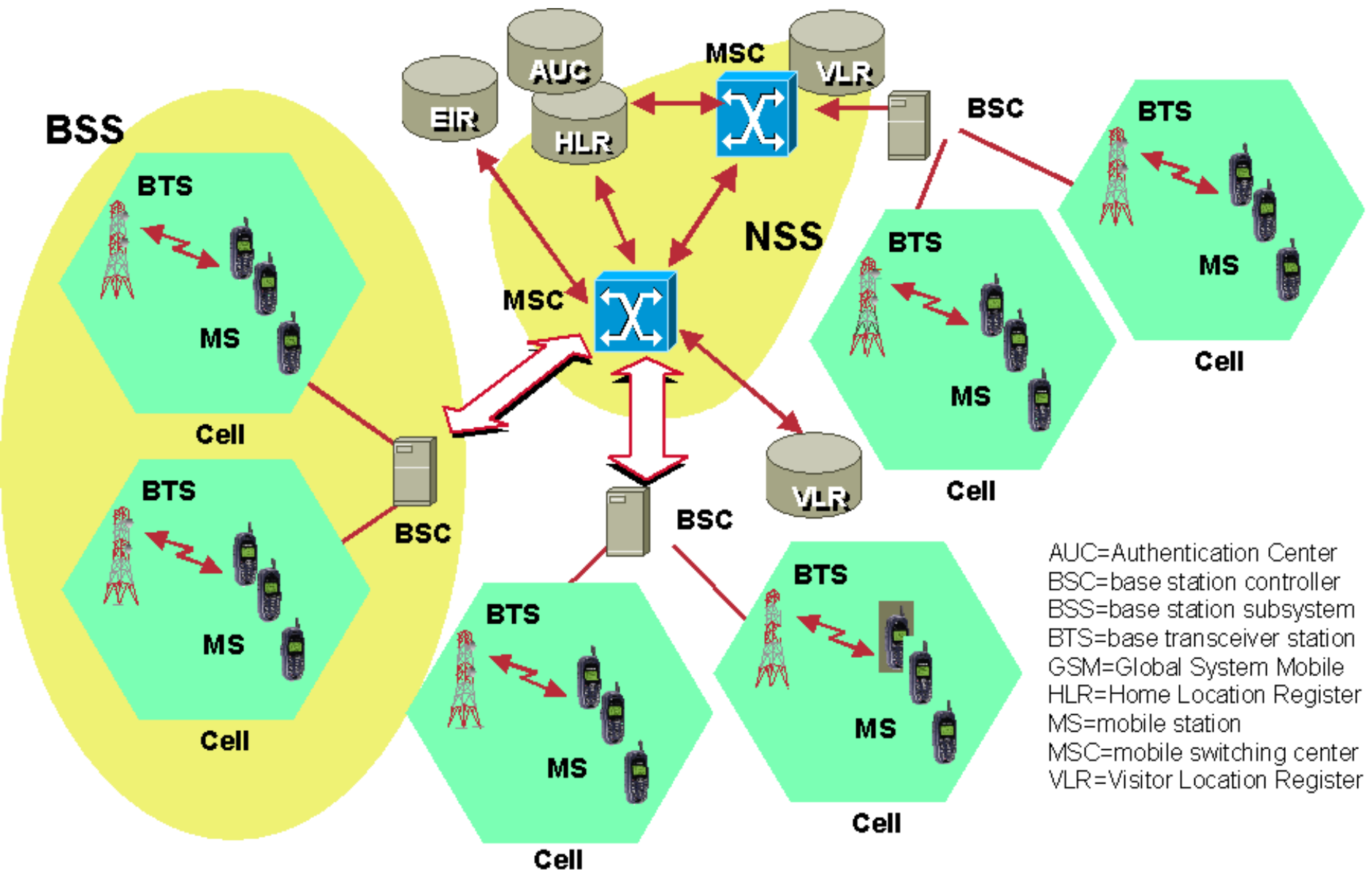


Vùng dịch vụ của mạng GSM dưới góc nhìn vùng phủ sóng

Các thành phần của mạng GSM



Cấu trúc thực tế mạng GSM



Phân bổ tần số trong mạng GSM

■ Phân bổ tần số P-GSM900

Phổ tần	Tần số đường lên (MHz)	Tần số đường xuống (MHz)	Số kênh
P-GSM900	$F_u(n) = 890 + 0.2n$	$F_d(n) = F_u(n) + 45$	$0 \leq n \leq 124$

■ Phân bổ tần số E-GSM900

Phổ tần	Tần số đường lên	Tần số đường xuống	Số kênh
E-GSM900	$F_u(n) = 890 + 0.2n$	$F_d(n) = F_u(n) + 45$	$0 \leq n \leq 124$
	$F_u(n) = 890 + 0.2(n - 1024)$		$974 \leq n \leq 1023$

■ Phân bổ tần số DCS-1800

Phổ tần	Tần số đường lên	Tần số đường xuống	Số kênh
DCS1800	$F_u(n) = 1710.2 + 0.2(n - 512)$	$F_d(n) = F_u(n) + 95$	$512 \leq n \leq 88$

NỘI DUNG

- KIẾN TRÚC MẠNG GSM
- CẤU TRÚC KÊNH GIAO DIỆN VÔ TUYẾN
 - → **NEXT CLASS**
- MỘT SỐ THỦ TỤC MẠNG
 - Chu trình cuộc gọi/ tin nhắn
 - Cập nhật vị trí và chuyển vùng
- MỘT SỐ KỸ THUẬT TRONG GSM
 - Điều khiển công suất
 - Chuyển giao
 - Quy hoạch mạng
- NÂNG CẤP LÊN 2.5G - GPRS