



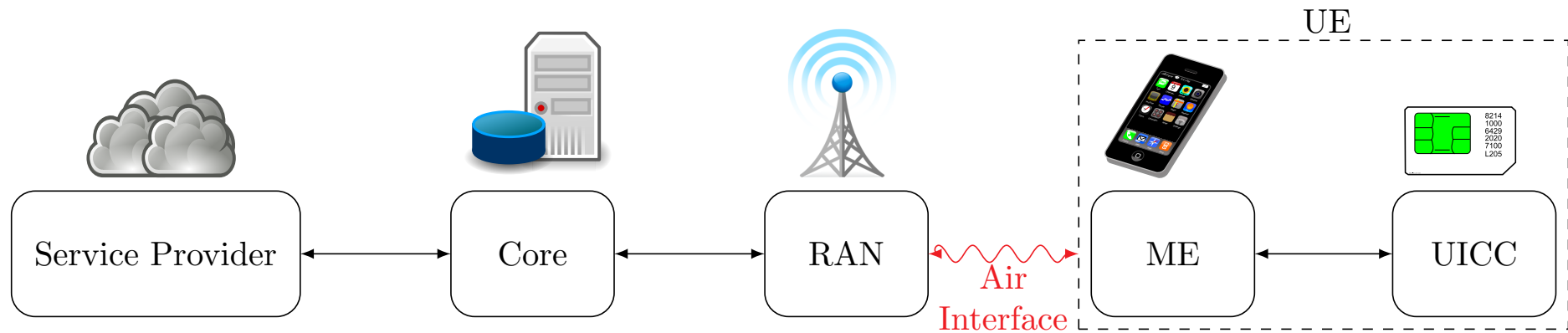
# فصل دوم: معماری شبکه‌های تلفن همراه


مباحث ویژه - شبکه‌های تلفن همراه

ابوالفضل دیانت

آخرین ویرایش: ۲۶ فروردین ۱۴۰۲ در ساعت ۲ و ۲۱ دقیقه - نسخه 3.1.3

معماری سطح بالای ITU



معماری کلان شبکه‌های تلفن همراه از پنج گروه عملکردی (Functionality Group) تشکیل شده: 

● UICC (Universal Integrated Circuit Card)

● ME (Mobile Equipment)

● شبکه دسترسی رادیویی (Radio Access Network)

● هسته شبکه (Core Network)

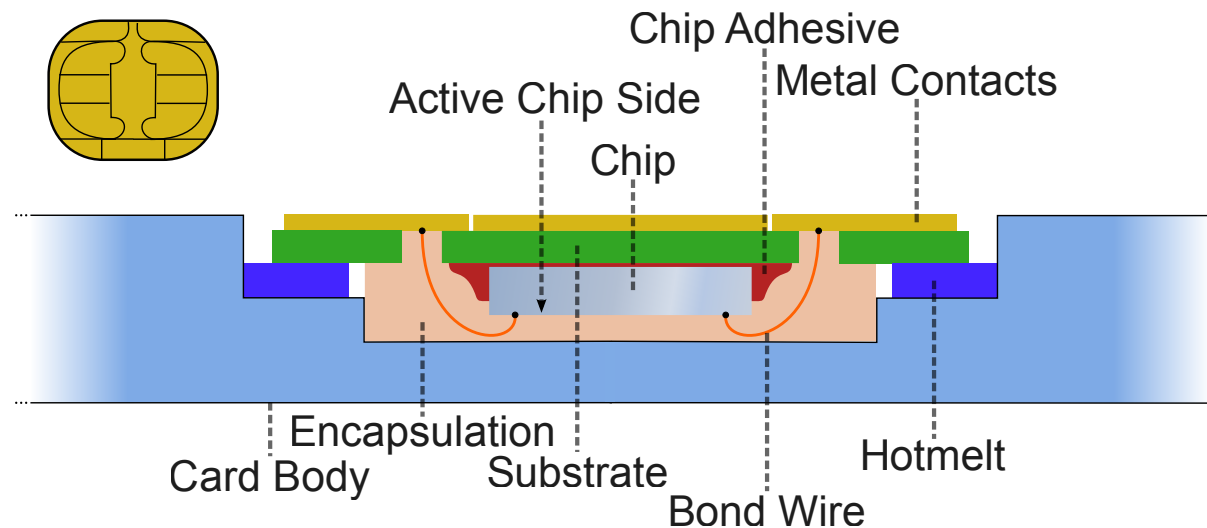
● ناحیه خدمات

UICC یا همان سیم کارت، تراشه‌ای الکترونیکی ( $25\text{mm} \times 15\text{mm}$ ) است که در هنگام ثبت نام

دریافت می‌کنید، و در حقیقت شناسنامه منحصر به فرد، شما در شبکه است.

📌 کاربردهای SIM (Subscriber Identity Module)، USIM (Universal Subscriber Identity Module) و

ISIM (IP Multimedia Services Identity Module) بر روی UICC.



UICC در حقیقت هویت منحصر به فرد شما است که شبکه به واسطه آن شما را شناسایی می‌کند. هر UICC شامل حافظه دائمی ROM برای قرارگیری سیستم عامل (COS (Card Operating System، و EEPROM، یک حافظه موقت RAM و یک ریزپردازنده است. در ضمن نیز مداراتی برای وارد و خارج شدن اطلاعات به UICC تعبیه شده است. مشخصات فیزیکی و الکتریکی UICC، توسط نهاد استانداردسازی ISO/IEC تدوین می‌شود. UICC ها در سه نوع مختلف وجود دارند، که دو نوع آن به نام‌های Plug-in و Mini-UICC در شبکه‌های تلفن همراه مورد استفاده قرار می‌گیرد، و نوع سوم به نام ID-1 در کارت اعتباری استفاده می‌شود. UICC تنها ناظر بر یک مدار و سخت افزار الکترونیکی است. از سوی دیگر SIM، USIM و ISIM کاربردهایی است که بر روی سخت افزار UICC اجرا می‌گردد.

USIM کاربردی است که به عنوان توسعه‌ای بر SIM برای شبکه‌های نسل سه و چهار، ارائه شده است. SIM کاربردی است که برای اتصال به شبکه‌های نسل دو نظیر GSM بکار می‌رود. در صورتی که در یک UICC هم کاربرد USIM و هم کاربرد SIM وجود داشته باشد، می‌توانیم در صورتی که UE پشتیبانی کند با آن UICC هم به

شبکه‌های نسل دو متصل شد، و هم به شبکه‌های نسل سه. UICC علاوه بر پشتیبانی از SIM و USIM توانایی پشتیبانی از ISIM برای کاربردهای IMS، را نیز دارد.

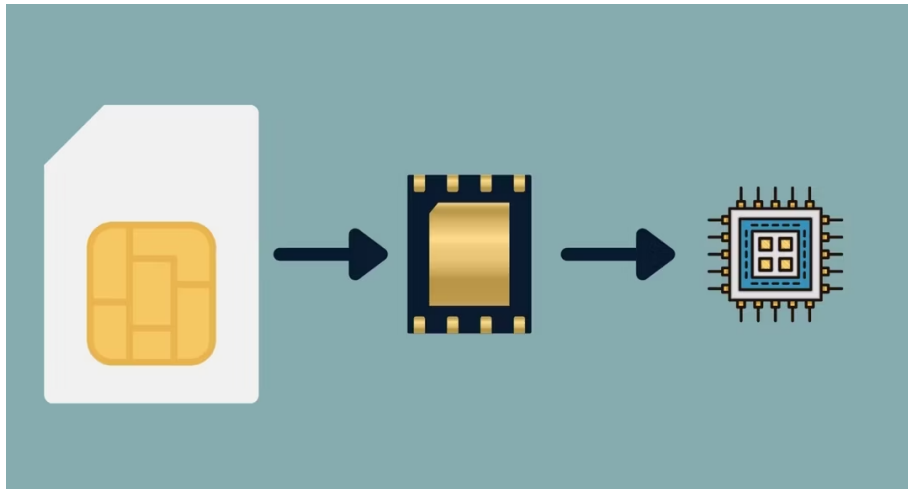
چند کمپانی مطرح در حوزه ساخت UICC را می‌توان به شرح زیر نام برد:

- Gemalto (Thales DIS) - Netherlands/France
- IDEMIA (formed by the merger of Oberthur Technologies and Morpho) - France
- G+D Mobile Security (part of the Giesecke+Devrient group) - Germany
- Valid - Brazil
- Watchdata Systems Co. - China
- Datang Microelectronics Technology - China
- Eastcompeace Technology - China
- Kona I - South Korea

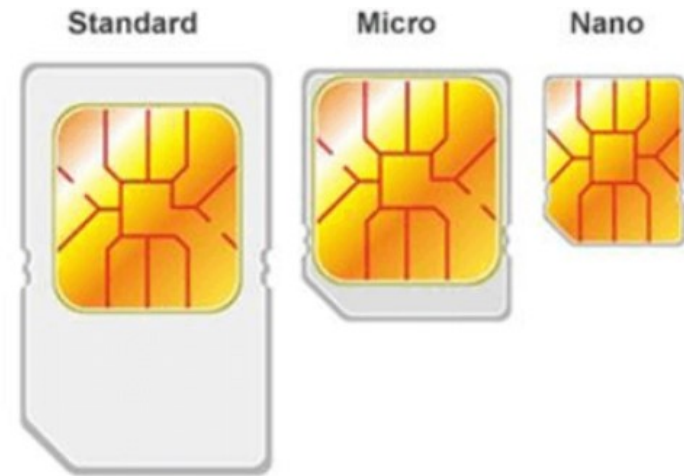
# تکامل سیم کارت

📱 سیم کارت های معمولی در سه اندازه مینی، میکرو و نانو.

📱 سیم کارت معمولی با اطلاعات حساب، مانند شماره تلفن و کلیدهای امنیتی، برنامه ریزی شده است تا کاربر را در شبکه شرکت مخابراتی شناسایی و احراز هویت کند.



(ب) تکامل سیم کارت به سمت eSIM و iSIM



(آ) انواع سیم کارت

eSIM یا «سیم جاسازی شده» (Embedded SIM)، بر روی eUICC که GSMA در ۲۰۱۴ استاندارد کرد.

eSIM در حقیقت تراشه فیزیکی کوچک در داخل گوشی هوشمند ( $5\text{mm} \times 6\text{mm}$ ) است که می‌توان به

صورت OTA (Over The Air) آن را پیکربندی کرد.

✓ صرفه‌جویی در فضا و امکان طراحی نازک‌تر، باتری بزرگ‌تر و دسترسی به چند عملگر





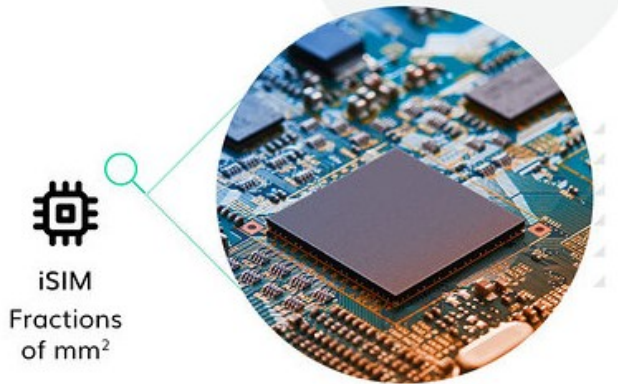
iSIM یا سیم کارت یکپارچه شده روی SoC، گام بعدی در تکامل سیم کارت‌ها.

nuSIM بهینه شده iSIM برای کاربردهای NB-IoT (حتی OTA ندارد) است که توسط Deutsche Telekom در ۲۰۲۱ مطرح شد.

iSIM مطابق با مشخصه‌های GSMA است.

اندازه iSIM کوچک بوده و مساحت آن کمتر از  $1\text{mm}^2$  است.

تحقیقات Counterpoint پیش بینی می‌کند که تعداد دستگاه‌های دارای iSIM تا سال ۲۰۲۵ به ۵۰۰ میلیون افزایش یابد.

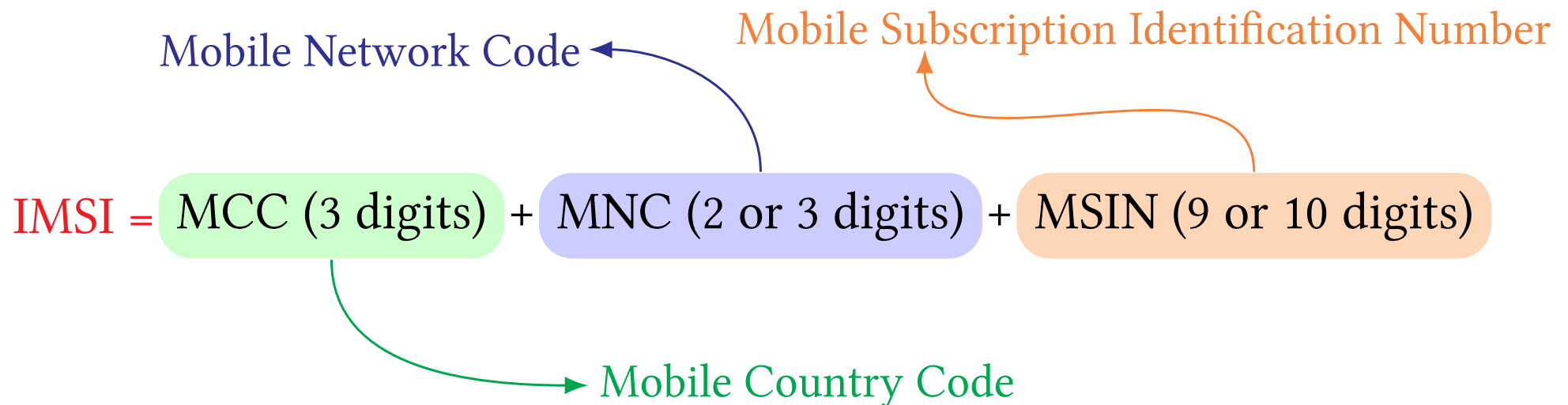


## شناسه IMSI (International Mobile Subscriber Identity)

به هر مشترک در شبکه‌های تلفن همراه، یک شناسه دایم به نام IMSI تخصیص داده می‌شود.

IMSI معمولاً عددی ۱۵ رقمی، ولی می‌تواند طول کوتاهتری نیز داشته باشد. برای مثال در شبکه MTN

آفریقای جنوبی IMSI های قدیمی هنوز ۱۴ رقمی هستند.



## شناسه MCC (Mobile Country Code)

📌 MCC یک کد سه رقمی است که به هر کشور اختصاص می‌یابد، و رقم اول آن بیانگر قاره است. معمولا هر کشور یکی از این کدها را دارد. برخی کشورها چون آمریکا چندین کد کشور دارند.

کشور	ISO 3166-1	MCC	رقم اول	قاره
ایران	IR	432	0	برای شبکه‌های تست
عراق	IQ	418	2	اروپا
آمریکا	US	310-316	3	آمریکای شمالی و کارائیب
چین	CN	460	4	خاورمیانه و آسیا
روسیه	RU	250	5	اقیانوسیه
Iridium	-	901	6	آفریقا
افغانستان	AF	412	7	آمریکای مرکزی و آمریکای جنوبی
ایتالیا	IT	222	9	جهانی، به مانند شبکه‌های ماهواره‌ای

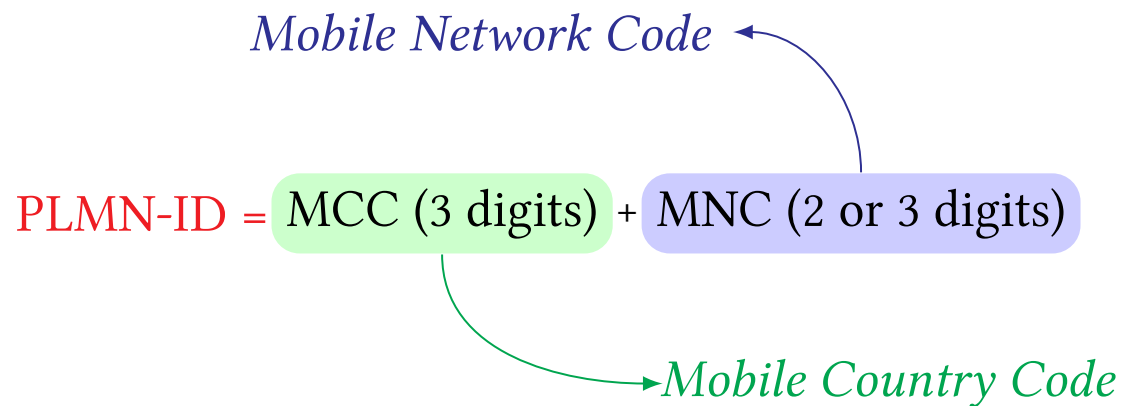
MNC عددی است که به هر شبکه در داخل یک کشور به عنوان شناسه آن تخصیص داده می شود. این عدد در استاندارد اروپایی ۲ رقمی و در استاندارد آمریکای شمالی ۳ رقمی است.

MNC	شبکه
11	IR-MCI
14	TKC
19	MTCE
20	Rightel
32	Taliya
35	Irancell
70	TCI
93	Irphone

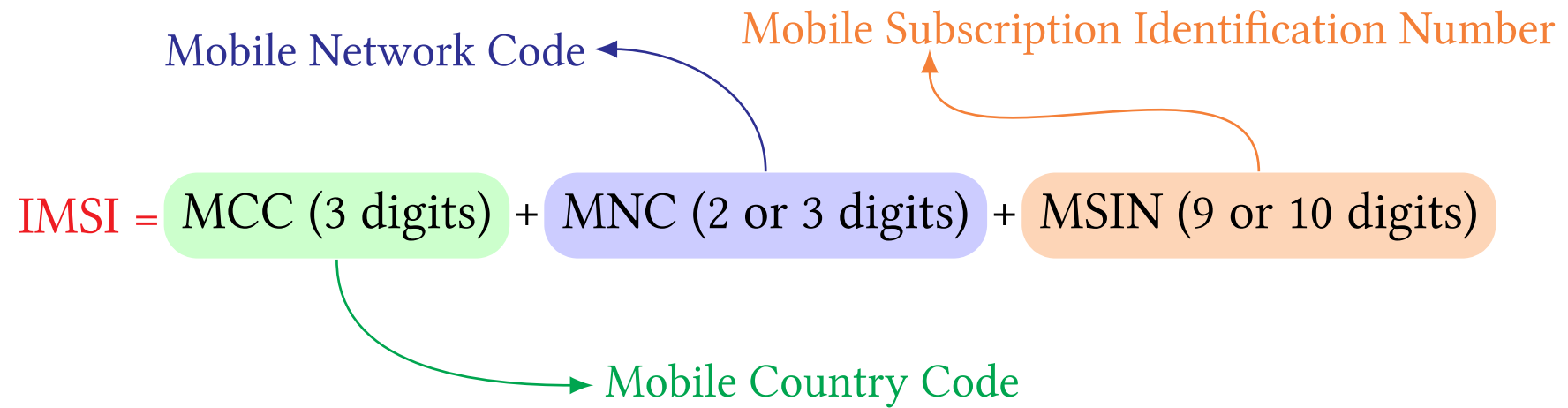
## شناسه PLMN-Id (Public Land Mobile Network-Identity)

📌 PLMN های موجود در سطح جهان را می توان با یک شناسه به نام شناسه PLMN از یکدیگر تفکیک نمود.

این شناسه ترکیبی از MCC و MNC است:



- 0: Test networks
- 2: Europe
- 3: North America and the Caribbean
- 4: Asia and the Middle East
- 5: Australia and Oceania
- 6: Africa
- 7: South and Central America
- 9: Worldwide



اگر مقدار شناسه  $IMSI = 432113900697641$  باشد، یعنی UIM متعلق به شبکه تلفن همراه اول

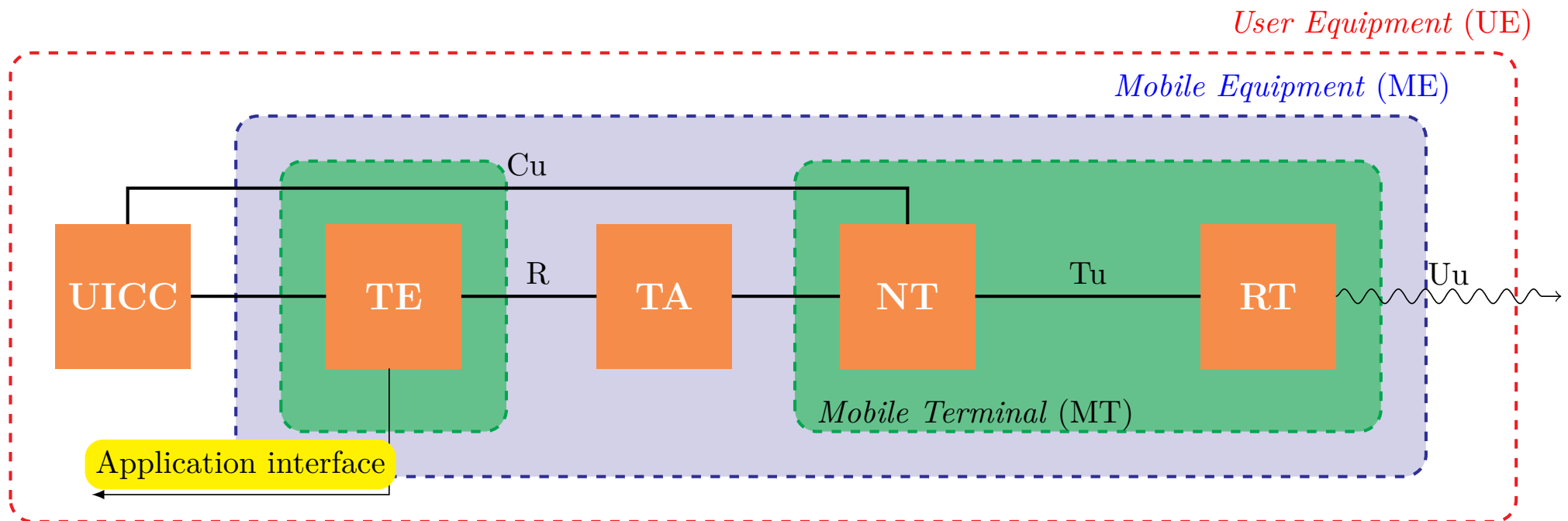
مثال ۱

است.

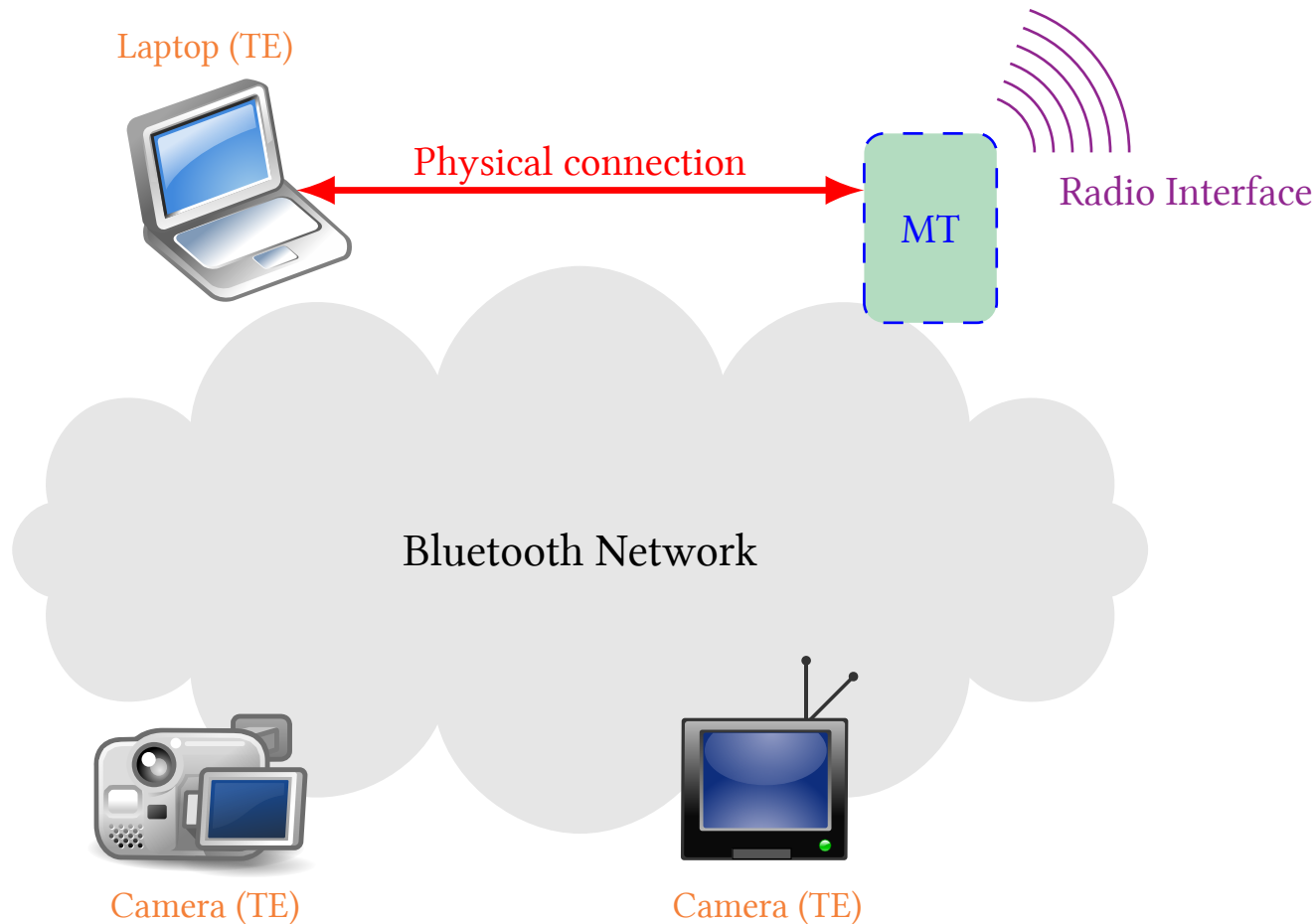
## ME (Mobile Equipment)

ME به طور عموم به هر ابزاری اطلاق می شود که واسط بین شما و شبکه باشد. 📱

ME می تواند گوشی تلفن همراه، تبلت، رایانه و یا هر دستگاه دیگری باشد. 📱



تمامی مسایل موجود در ناحیه دسترسی رادیویی توسط MT مدیریت می گردد: کنترل منابع رادیویی، تامین امنیت در ناحیه رادیویی و مدیریت تحرک پذیری (Mobility).





در حالت کلی (TE (Terminal Equipment به ابزاری اطلاق می‌شود که برنامه‌های کاربردی کاربر بر روی آن اجرا می‌شود. TE می‌تواند همان گوشی تلفن همراه شما، یک کامپیوتر کیفی و یا یک PDA (Personal Digital Assistant) باشد. دقت داشته باشید که TE هیچ‌گاه درگیر مسایل موجود در ناحیه دسترسی رادیویی از قبیل نحوه انتقال اطلاعات، مدیریت منابع و تحرک پذیری و ... نمی‌شود. TE به مدیریت سخت‌افزار ابزار ارتباطی کاربر و برنامه‌های کاربردی که بر روی آن اجرا می‌شود، می‌پردازد.

در استاندارد TS 27.007 تعدادی دستور مشخص شده است که توسط آن می‌توان TE را کنترل نمود، به این دستورات اصطلاحاً AT command گفته می‌شود.

## IMEI (International Mobile Equipment Identity)

IMEI شناسه‌ای است که به صورت منحصر به فرد به هر گوشی تلفن همراهی که تولید می‌گردد، تخصیص داده می‌شود. بهترین راه برای دستیابی به IMEI شماره‌گیری کد \*#06# در گوشی است.



AA-BBBBBB-CCCCC-D


پارامتر IMEI به شکل:


- تا قبل از سال ۲۰۰۲، AA-BBBBBB متشکل از TAC (Type Allocation Code) (شش رقم) و FAC (Final Assembly Code) (دو رقم) است. TAC شناسه مدل گوشی و FAC، شناسه مکان اسمبل آن.
- از اول ژانویه ۲۰۰۳ تا اول آوریل ۲۰۰۴، مقدار پارامتر FAC در تمام گوشی‌ها، ۰۰ قرار داده شد.
- از اول آوریل ۲۰۰۴، FAC به صورت کامل حذف، و TAC به یک پارامتر هشت رقمی مبدل گشت.
- رقم آخر IMEI که با D نشان داده شده، برای بررسی صحت بخش‌های A، B و C در نظر گرفته شده.
- پارامتری به نام IMEISV نیز وجود دارد که به جای رقم D، دو رقم آخر آن برابر EE است. EE به نوعی بیانگر شماره نسخه نرم‌افزار گوشی است.

به عنوان نمونه گوشی با IMEI برابر با

355673063686856

را در نظر بگیرید. در این حالت پارامتر TAC برابر با 35567306 خواهد بود، و بدین سان می توان دریافت که با یک گوشی تلفن همراه LG مدل D855 G3 سروکار داریم. به عنوان مثالی دیگر، گوشی های iPhone 6s همگی TAC ای برابر با 35325807 دارند.

می‌خواهیم یک برنامه برای سیستم‌عامل Android بنویسیم که اگر سطح سیگنال سلول از یک آستانه مشخص پایین‌تر آمد، اطلاعاتی را به صورت SMS به یک شماره خاص ارسال کند؟! 

منظور از اطلاعات: 

- فناوری شبکه (2G تا 5G)
- شناسه سلول (Cell Identity)
- سطح سیگنال دریافتی
- عرض جغرافیایی (Latitude) و طول جغرافیایی (Longitude) نقطه اندازه‌گیری

## یک پروژه عملی (ادامه)

- استفاده از کتابخانه `android.telephony.TelephonyManager`:

```
۱ val networkType = telephonyManager.networkType
۲ val rsrp = telephonyManager.signalStrength.cellSignalStrengths[0].dbm
۳ val cellIdentity = telephonyManager.allCellInfo.....
```

- برای گرفتن مکان نیز می‌توان از `FusedLocationProviderClient` استفاده کرد:

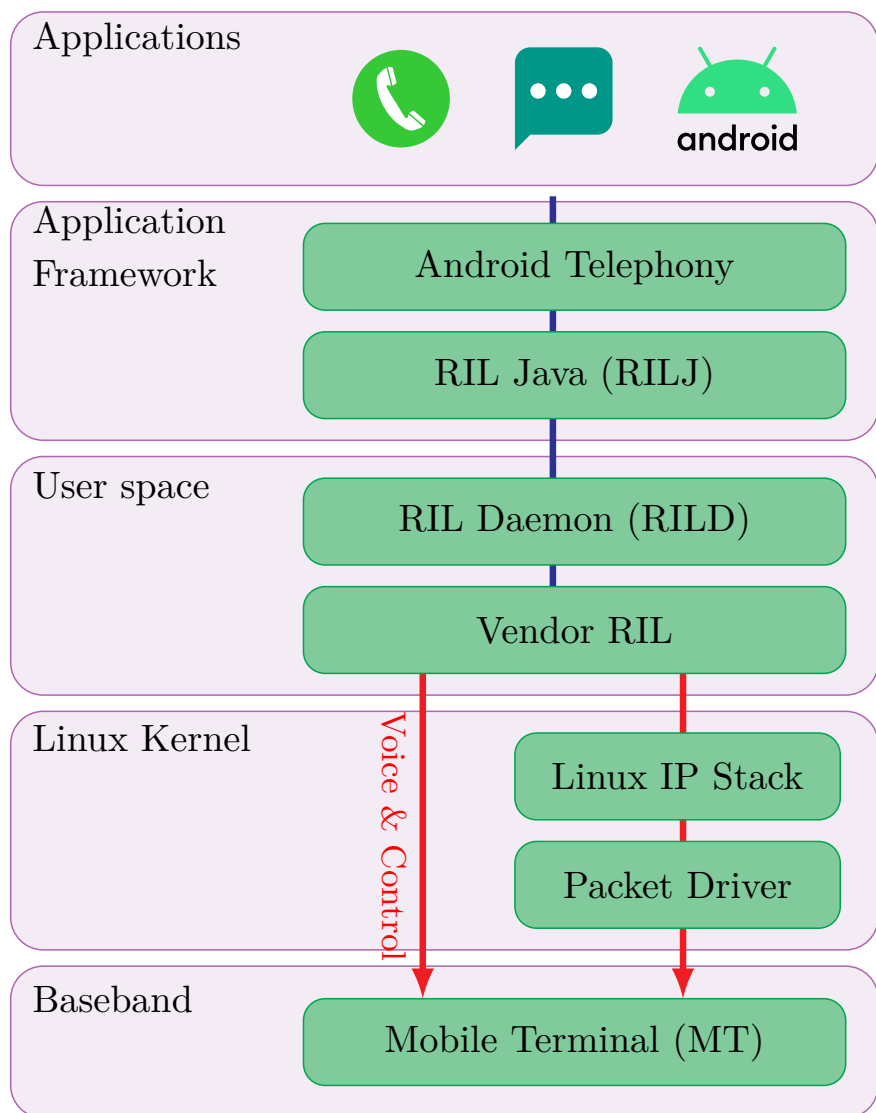
```
۱ val fusedLoc: FusedLocationProviderClient =.....
۲ fun getCurrentLoc(): Task<Location>? { return fusedLoc.lastLocation }
```

- برای ارسال SMS می‌توانید از `android.telephony.SmsManager` استفاده کنید:

```
۱ val smsManager = SmsManager.getDefault()
۲ smsManager.sendTextMessage(phoneNumber, null, message, null, null)
```



## از حدِ خاک تا بشر چند هزار منزلست ...



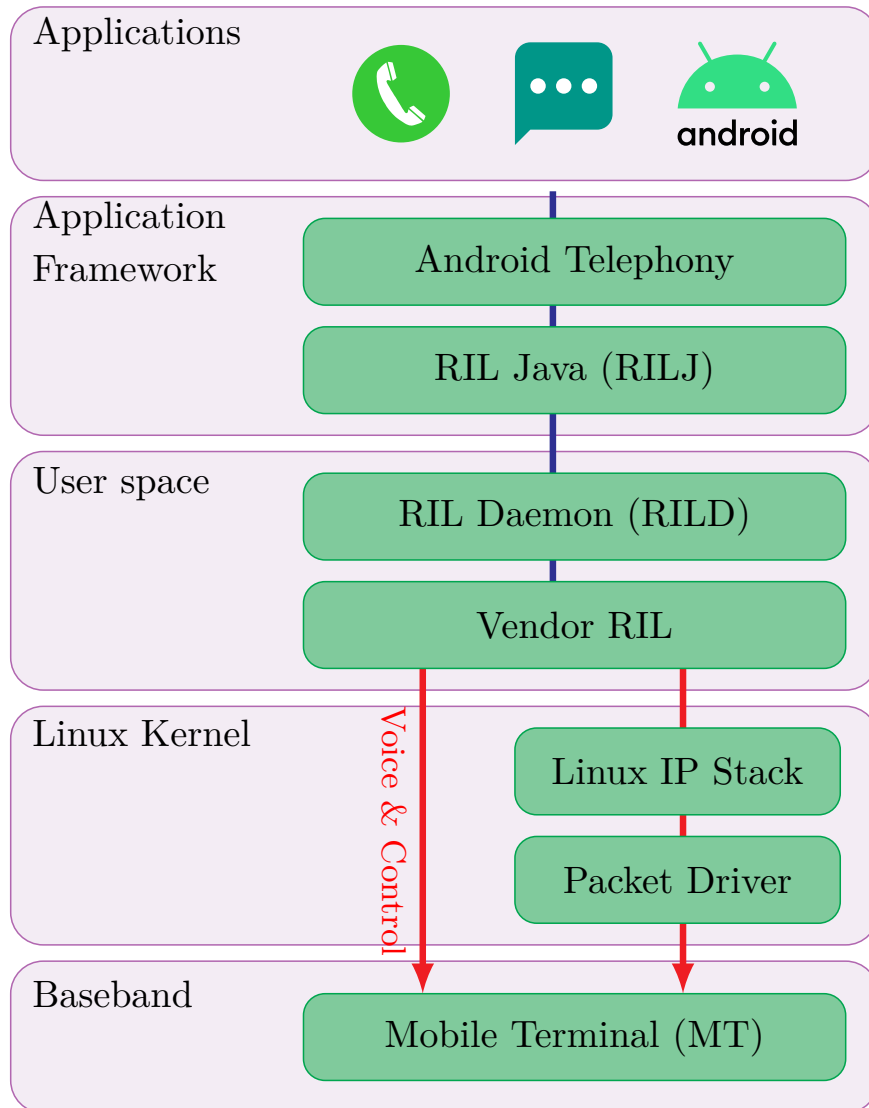
تمام برنامه‌های کاربردی موجود در TE در لایه اول قرار دارند. به عنوان نمونه Dialer، برنامه مدیریت SMS و نشانگر قدرت سیگنال

برنامه‌های کاربردی نسبت به سطح باند پایه (MT)، چندین لایه فاصله دارد.

android.telephony یک API برای دسترسی به بخش MT گوشی است.



## شهر به شهر بردمت بر سر ره نمانمت ...



RIL، لایه‌ای است انتزاعی ما بین لایه باند پایه و `:android.telephony`

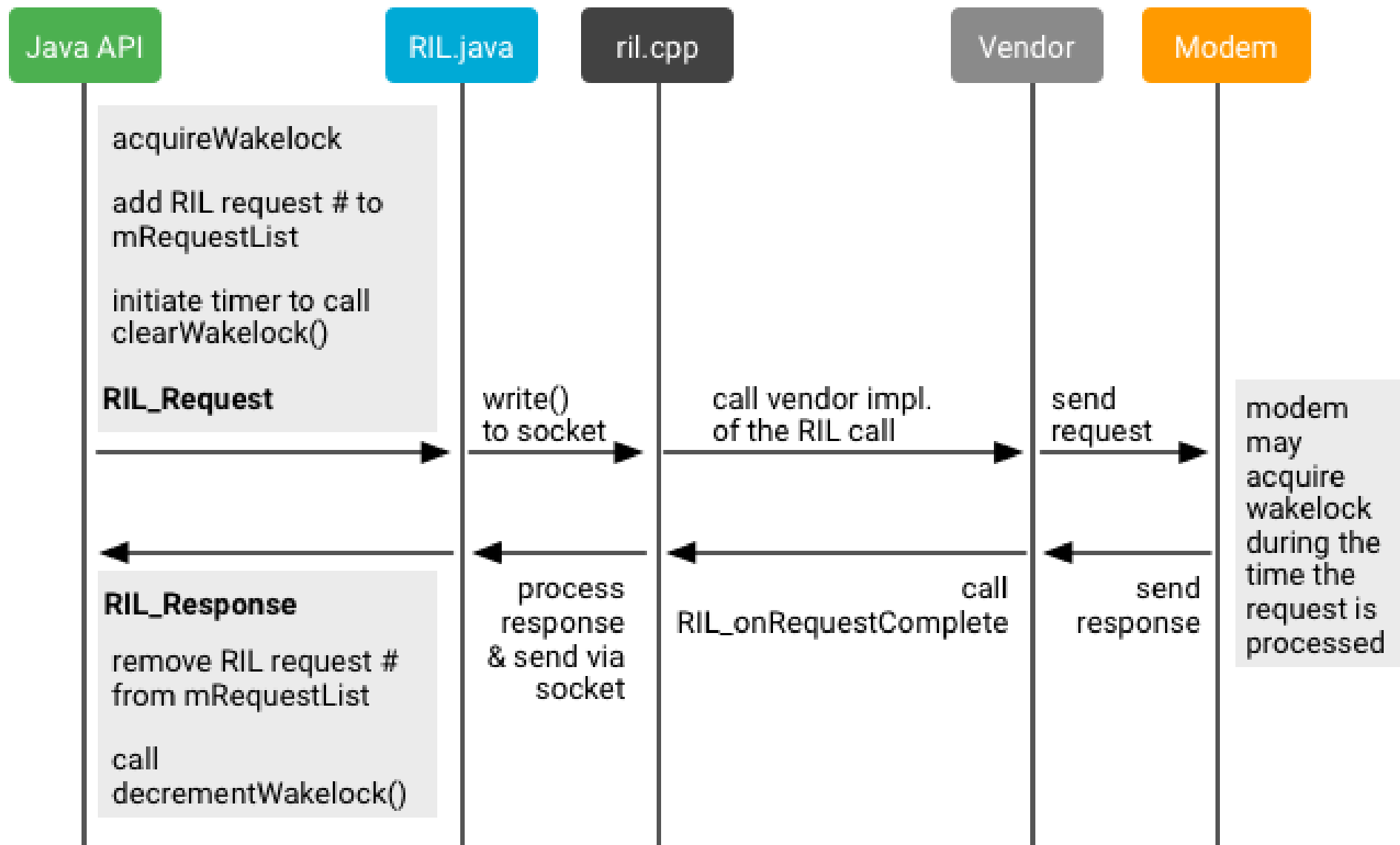
• RILJ: ماژول جاوایی که در سطح Android.

• Vendor RIL: لایه‌ای است که به صورت اختصاصی برای هر دستگاهی فراهم می‌شود.

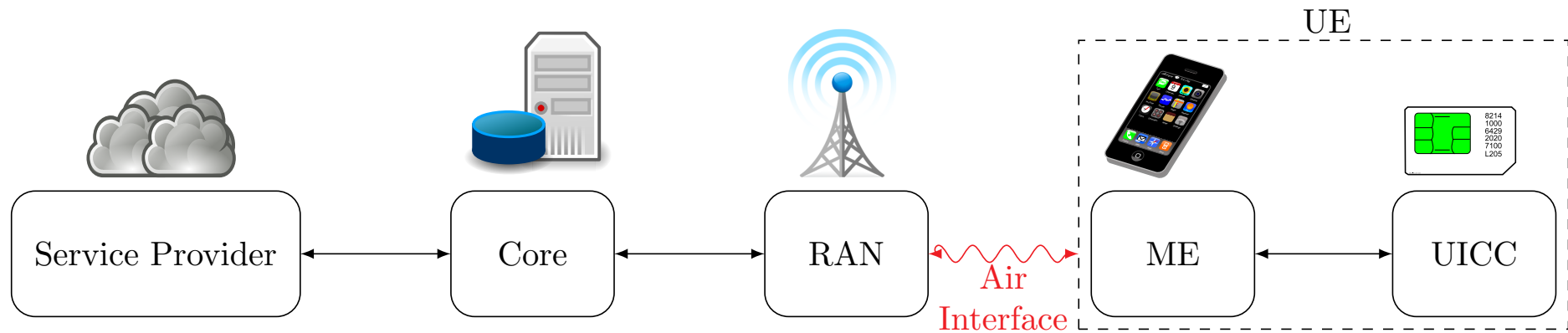
• RIL Daemon: به نوعی وظیفه ترجمه RILJ و Vendor RIL را برعهده دارد.




## RIL (Radio Interface Layer)



# شبکه دسترسی رادیویی (Radio Access Network)

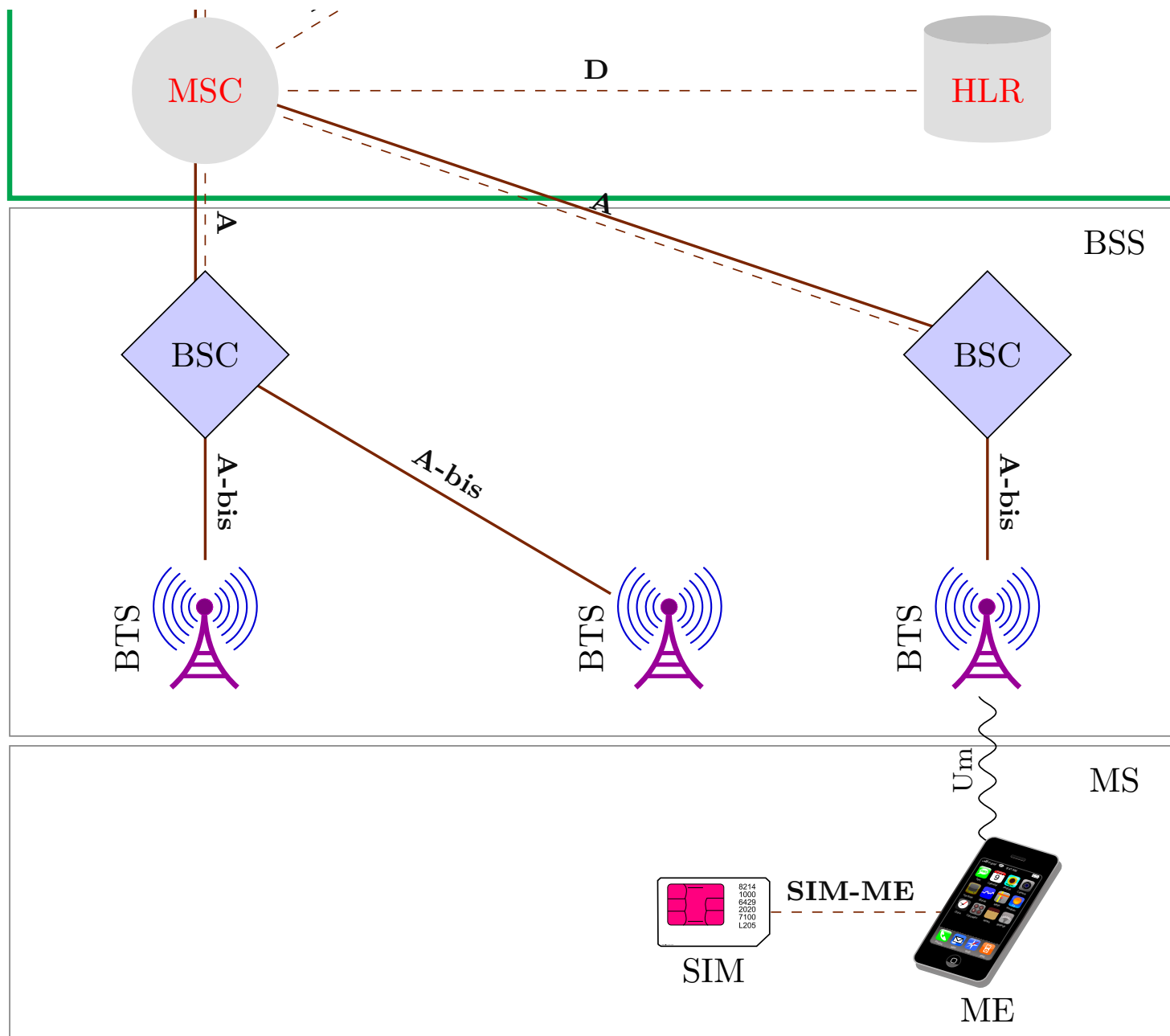


ارتباط دهنده بین ME و هسته شبکه است. 

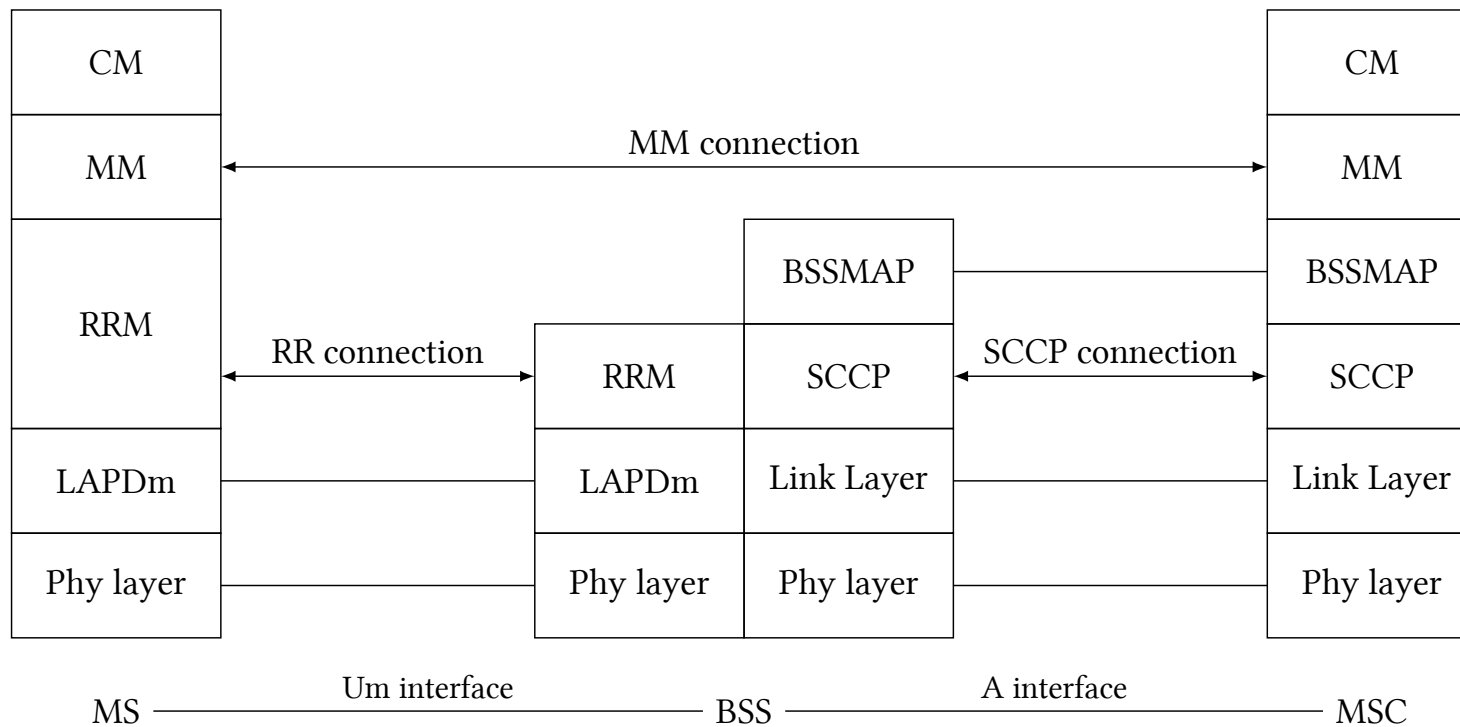
در RAN، ایستگاه‌های پایه (Base Station) وجود دارند که سیگنال‌های رادیویی بین آن‌ها و ME در واسط 

هوایی (Air Interface)، مبادله می‌گردد.

# معماری RAN در GSM (GERAN و GRAN)



# پشته پروتکلی ناحیه RAN در GSM



یک پشته پروتکلی برای سیگنال دهی و یکی برای سطح کاربر

یکسری پروتکل ها برای NAS (به مانند رویه احراز اصالت) و یکسری برای AS.

پروتکل RR قلب کنترلی در BSS است.

# نمونه‌ای از پیام RR

Timestamp	N	T	D	C	Type	Name
2022-03-05 08:50:40.000	2320	2G	▼	RR	DL SACCH	
2022-03-05 08:50:39.972	2320	2G	▼	RR	DL DCCH	Handover Command
2022-03-05 08:50:39.566	2320	2G	▲	RR	UL SACCH	Measurement Report
2022-03-05 08:50:39.520	2320	2G	▼	RR	DL SACCH	
2022-03-05 08:50:39.086	2320	2G	▲	RR	UL SACCH	Measurement Report
2022-03-05 08:50:39.040	2320	2G	▼	RR	DL SACCH	SI6
2022-03-05 08:50:38.606	2320	2G	▲	RR	UL SACCH	Measurement Report
2022-03-05 08:50:38.560	2320	2G	▼	RR	DL SACCH	SI5ter
2022-03-05 08:50:38.126	2320	2G	▲	RR	UL SACCH	Measurement Report
2022-03-05 08:50:38.080	2320	2G	▼	RR	DL SACCH	SI5
2022-03-05 08:50:37.646	2320	2G	▲	RR	UL SACCH	Measurement Report
2022-03-05 08:50:37.600	2320	2G	▼	RR	DL SACCH	
2022-03-05 08:50:37.166	2320	2G	▲	RR	UL SACCH	Measurement Report
2022-03-05 08:50:37.120	2320	2G	▼	RR	DL SACCH	
2022-03-05 08:50:36.686	2320	2G	▲	RR	UL SACCH	Measurement Report
2022-03-05 08:50:36.640	2320	2G	▼	RR	DL SACCH	
2022-03-05 08:50:36.206	2320	2G	▲	RR	UL SACCH	Measurement Report
2022-03-05 08:50:36.160	2320	2G	▼	RR	DL SACCH	
2022-03-05 08:50:35.726	2320	2G	▲	RR	UL SACCH	Measurement Report
2022-03-05 08:50:35.680	2320	2G	▼	RR	DL SACCH	
2022-03-05 08:50:35.246	2320	2G	▲	RR	UL SACCH	Measurement Report

Text

Find

0615569541A51031B4B8190385BDC862E2CD

DLT: 148, Payload: aww (Automator Wireshark Wrapper)

Automator Wireshark Wrapper

Protocol: 80

Data length: 18

GSM A-I/F DTAP - Measurement Report

Protocol Discriminator: Radio Resources Management messages (6)

.... 0110 = Protocol discriminator: Radio Resources Management messages (0x6)

0000 .... = Skip Indicator: No indication of selected PLMN (0)

DTAP Radio Resources Management Message Type: Measurement Report (0x15)

Measurement Results

0... .... = BA-USED: 0

.1.. .... = DTX-USED: DTX was used

..01 0110 = RXLEV-FULL-SERVING-CELL: -89 <= x < -88 dBm (22)

1... .... = 3G-BA-USED: 1

.0.. .... = MEAS-VALID: The measurement results are valid

..01 0101 = RXLEV-SUB-SERVING-CELL: -90 <= x < -89 dBm (21)

0... .... = SI23\_BA\_USED: 0

.100 .... = RXQUAL-FULL-SERVING-CELL: 1.6% <= BER < 3.2%, Mean value 2.26% (4)

.... 000. = RXQUAL-SUB-SERVING-CELL: BER < 0.2%, Mean value 0.14% (0)

.... ..1 10.. .... = NO-NCCELL-M: 6 neighbour cell measurement result (6)

..10 0101 = RXLEV-NCCELL: 37

0001 0... = BCCH-FREQ-NCCELL: 2

.... .000 001. .... = BSIC-NCCELL: 1

....1 0001 1... .... = RXLEV-NCCELL: 35

.011 01.. = BCCH-FREQ-NCCELL: 13

.... ..00 1011 .... = BSIC-NCCELL: 11

.... 1000 00.. .... = RXLEV-NCCELL: 32

..01 100. = BCCH-FREQ-NCCELL: 12

.... ..1 0000 0... = BSIC-NCCELL: 32

.... .011 100. .... = RXLEV-NCCELL: 28

...0 0101 = BCCH-FREQ-NCCELL: 5

1011 11.. = BSIC-NCCELL: 47

.... ..01 1100 .... = RXLEV-NCCELL: 28

.... 1000 0... .... = BCCH-FREQ-NCCELL: 16

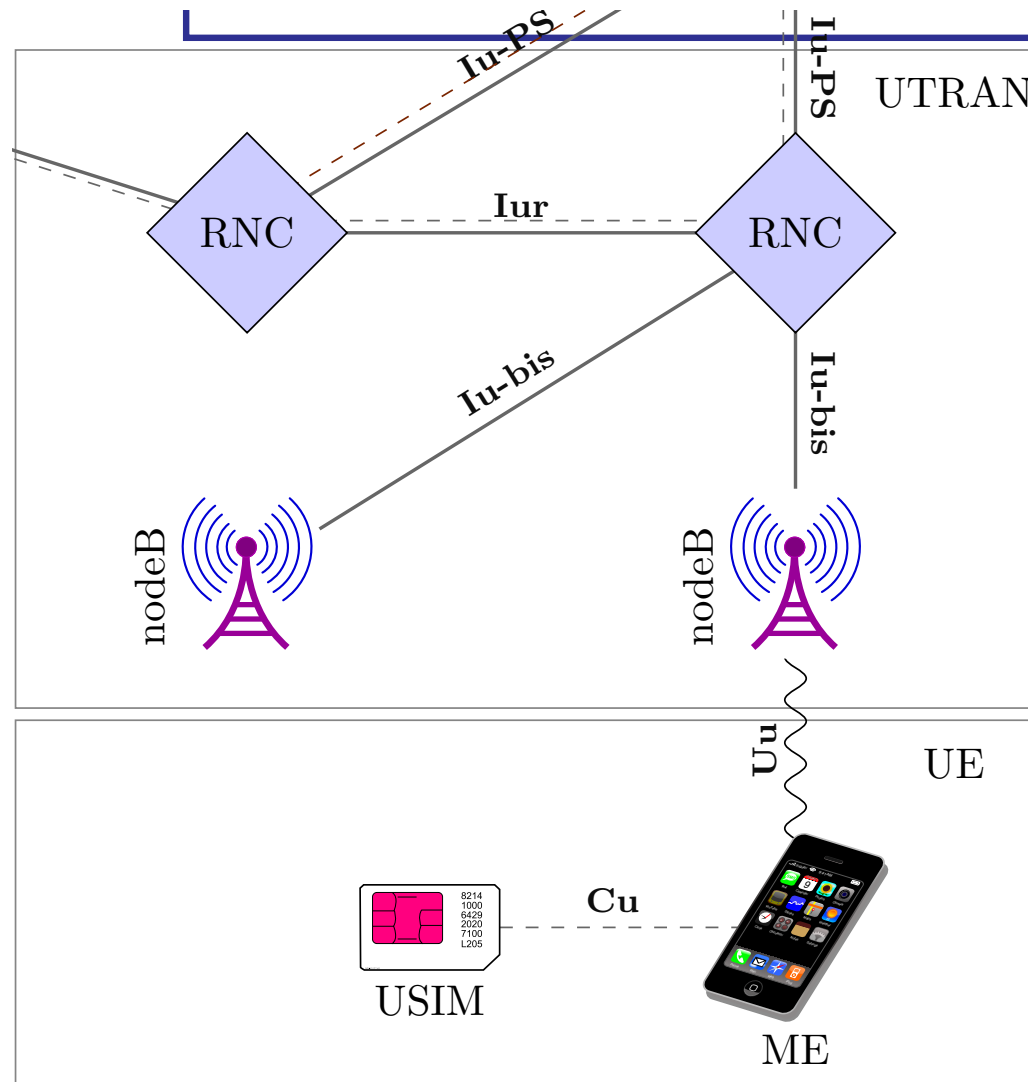
.110 001. = BSIC-NCCELL: 49

.... ..0 1110 0... = RXLEV-NCCELL: 28

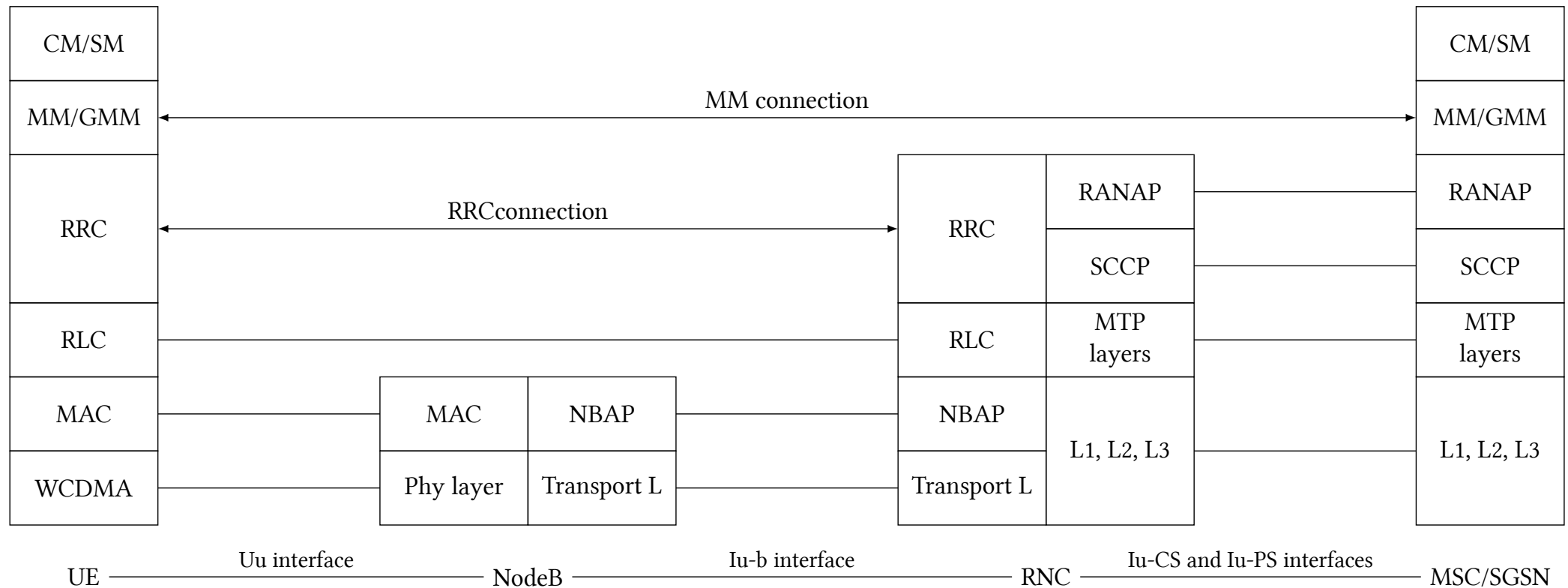
.... .010 11.. .... = BCCH-FREQ-NCCELL: 11

..00 1101 = BSIC-NCCELL: 13

# معماری RAN در UTRAN (UTRAN)



# پشته پروتکلی ناحیه RAN در UMTS



خیلی شبیه به GSM است. 📌

NodeB تقریباً غیراز انتقال، کار خاص دیگری در این پشته پروتکلی انجام نمی‌دهد. 📌

پروتکل RRC قلب کنترلی در RSS است. 📌

# نمونه‌ای از پیام RRC در UMTS

	Id	Timestamp	N	T	D	C	Type	Name
1404	113585	2022-03-04 22:21:05.089	2320	3G	▼	RRC	DL DCCH	Security Mode Command
1405	113584	2022-03-04 22:21:05.053	2320	3G	▲	RRC	UL DCCH	Measurement Report
1406	113583	2022-03-04 22:21:05.009	2320	3G	▼	RRC	DL DCCH	Measurement Control
1407	113582	2022-03-04 22:21:04.969	2320	3G	▼	RRC	DL DCCH	Measurement Control
1408	113581	2022-03-04 22:21:04.930	2320	3G	▼	RRC	DL DCCH	Measurement Control
1409	113580	2022-03-04 22:21:04.929	2320	3G	▼	RRC	DL DCCH	Measurement Control
1410	113579	2022-03-04 22:21:04.609	2320	3G	▼	RRC	DL DCCH	Measurement Control
1411	113578	2022-03-04 22:21:03.965	2320	3G	▲	RRC	UL DCCH	Initial Direct Transfer
1412	113577	2022-03-04 22:21:03.965	2320	3G	▲	RRC	UL DCCH	Initial Direct Transfer
1413	113576	2022-03-04 22:21:03.965	2320	3G	▲	NAS	GPRS MM	Routing Area Update Request
1414	113575	2022-03-04 22:21:03.965	2320	3G	▲	NAS	MM	Location Updating Request
1415	113574	2022-03-04 22:21:03.965	2320	3G	▲	RRC	UL DCCH	RRC Connection Setup Complete
1416	113573	2022-03-04 22:21:03.908	2320	3G	▼	RRC	DL CCCH	RRC Connection Setup
1417	113572	2022-03-04 22:21:03.907	2320	3G	▼	RRC	BCCH_BCH	First Segment
1418	113571	2022-03-04 22:21:03.887	2320	3G	▼	RRC	BCCH_BCH	Complete SIB List
1419	113570	2022-03-04 22:21:03.867	2320	3G	▼	RRC	BCCH_BCH	Complete SIB List
1420	113569	2022-03-04 22:21:03.827	2320	3G	▼	RRC	BCCH_BCH	Last Segment Short
1421	113568	2022-03-04 22:21:03.797	2320	G	▲	RRC	UL CCCH	RRC Connection Request
1422	113567	2022-03-04 22:21:03.707	2320	3G	▼	RRC	BCCH_BCH	Complete SIB List
1423	113566	2022-03-04 22:21:03.687	2320	3G	▼	RRC	Extension SIB	
1424	113565	2022-03-04 22:21:03.687	2320	3G	▼	RRC	BCCH_BCH	Complete SIB List
1425	113564	2022-03-04 22:21:03.667	2320	3G	▼	RRC	BCCH_BCH	Complete SIB List
1426	113563	2022-03-04 22:21:03.647	2320	3G	▼	RRC	BCCH_BCH	No Segment
1427	113562	2022-03-04 22:21:03.627	2320	3G	▼	RRC	BCCH_BCH	Complete SIB List
1428	113561	2022-03-04 22:21:03.607	2320	3G	▼	RRC	BCCH_BCH	Complete SIB List
1429	113560	2022-03-04 22:21:03.587	2320	3G	▼	RRC	BCCH_BCH	No Segment
1430	113559	2022-03-04 22:21:03.567	2320	3G	▼	RRC	BCCH_BCH	Complete SIB List

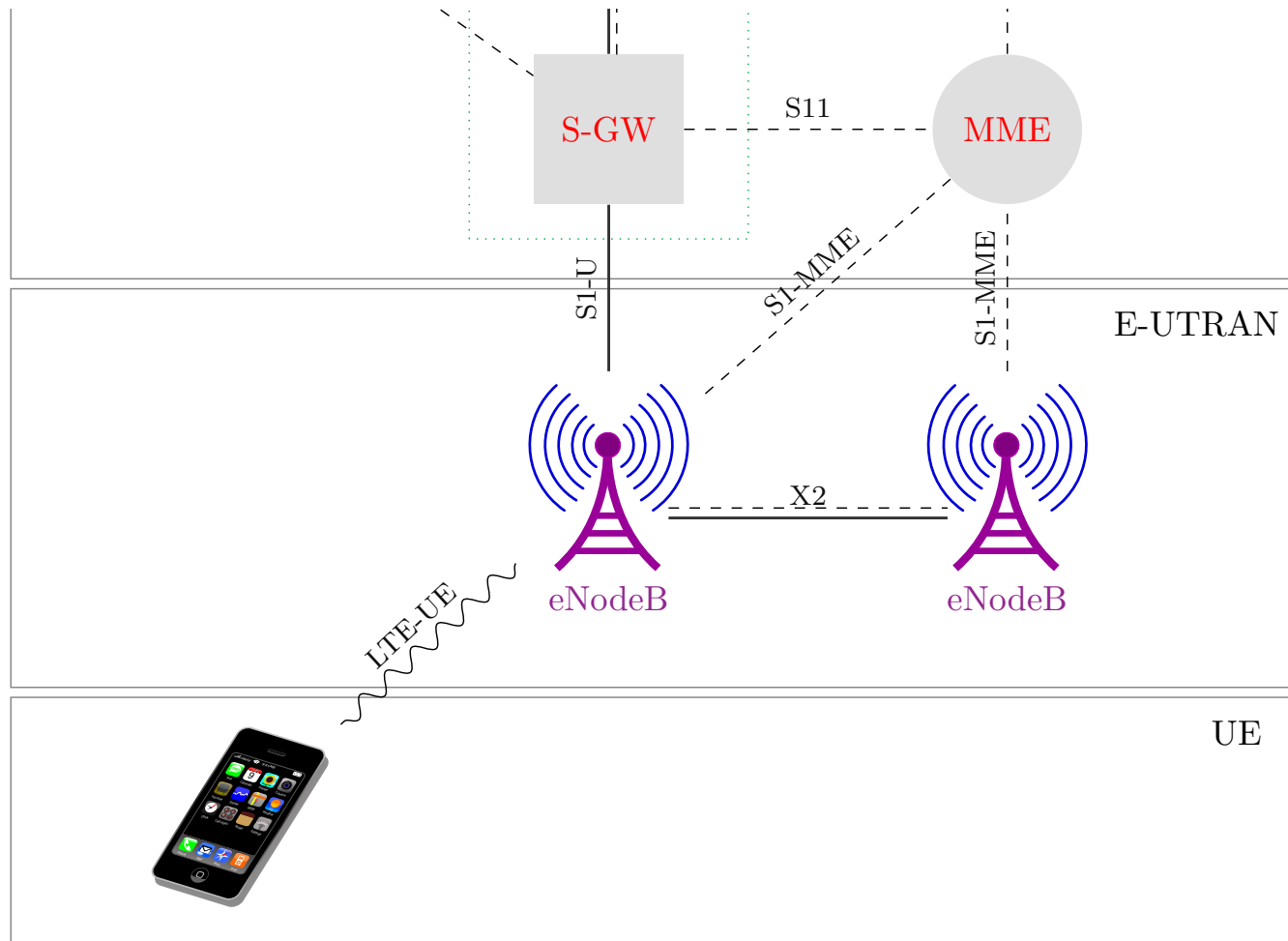
Text
Find

292F162A5043208C2CC3156D577DA0

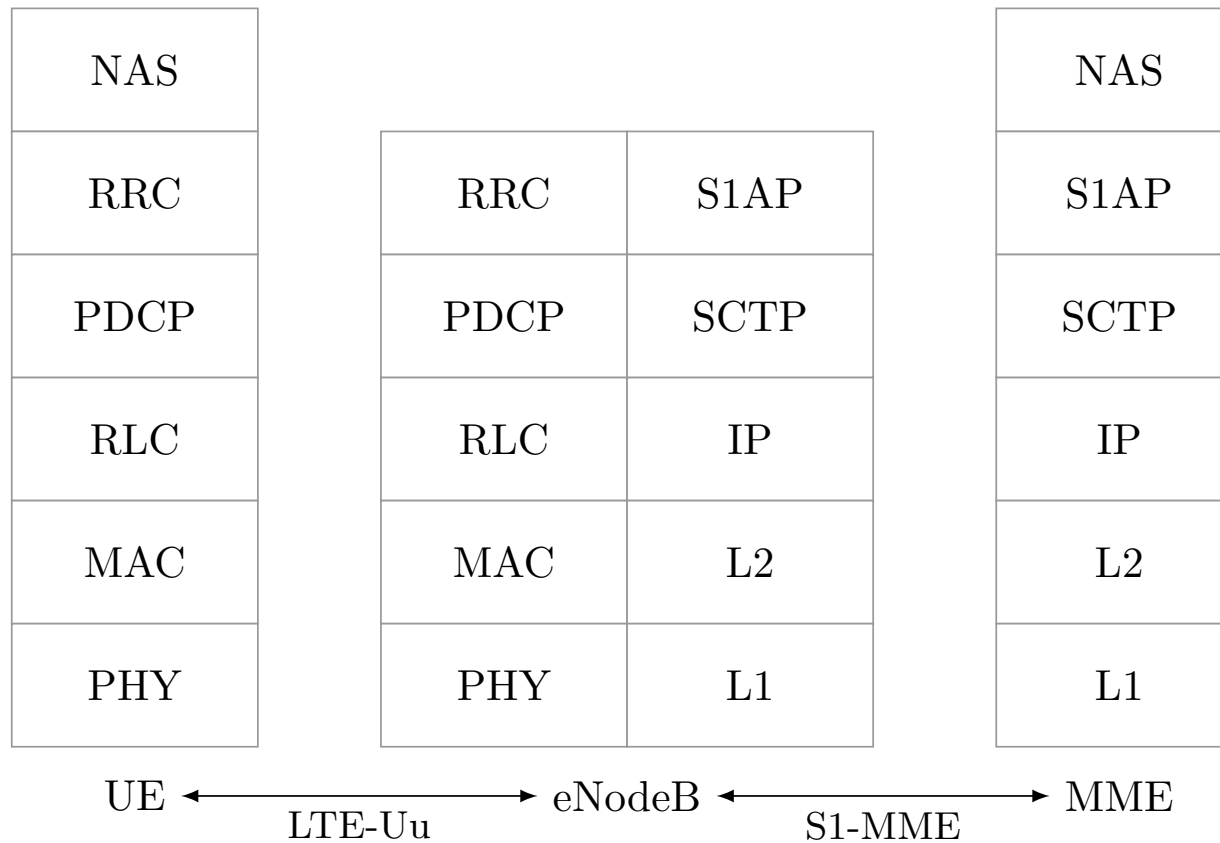
DLT: 148, Payload: aww (Automator Wireshark Wrapper)  
Automator Wireshark Wrapper  
Protocol: 1  
Data length: 15  
UL-CCCH-Message  
message: rrcConnectionRequest (1)  
rrcConnectionRequest  
initialUE-Identity: tmsi-and-LAI (1)  
tmsi-and-LAI  
tmsi: 2f162a50 [bit length 32, 0010 1111 0001 0110 0010 1010 0101 0000 decimal value 789981776]  
lai  
plmn-Identity  
mcc: 3 items  
Item 0  
Digit: 4  
Item 1  
Digit: 3  
Item 2  
Digit: 2  
mnc: 2 items  
Item 0  
Digit: 1  
Item 1  
Digit: 1  
Mobile Country Code (MCC): Iran (Islamic Republic of) (432)  
Mobile Network Code (MNC): Telecommunication Company of Iran (TCI) (11)  
lac: 8598 [bit length 16, 1000 0101 1001 1000 decimal value 34200]  
establishmentCause: registration (12)  
protocolErrorIndicator: noError (0)  
v3d0NonCriticalExtensions  
rrcConnectionRequest-v3d0ext  
v4b0NonCriticalExtensions  
rrcConnectionRequest-v4b0ext  
accessStratumReleaseIndicator: rel-9 (5)  
v590NonCriticalExtensions  
rrcConnectionRequest-v590ext  
...0 .... predefinedConfigStatusInfo: False  
v690NonCriticalExtensions  
rrcConnectionRequest-v690ext  
ueCapabilityIndication: hsdch-edch (1)  
domainIndicator: cs-domain (0)  
cs-domain  
csCallType: other (2)  
v6b0NonCriticalExtensions  
rrcConnectionRequest-v6b0ext  
v6e0NonCriticalExtensions  
rrcConnectionRequest-v6e0ext  
supportForFDPCH: true (0)  
v770NonCriticalExtensions  
rrcConnectionRequest-v770ext



# معماری RAN در LTE (E-UTRAN)



## پشته پروتکلی ناحیه RAN در LTE



📌 پشته پروتکلی به سمت IP سوق داده شده است.

📌 پروتکل RRC قلب کنترلی در RAN در LTE است.

# نمونه‌ای از پیام RRC در LTE

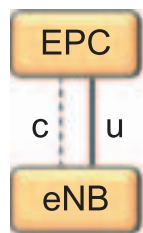
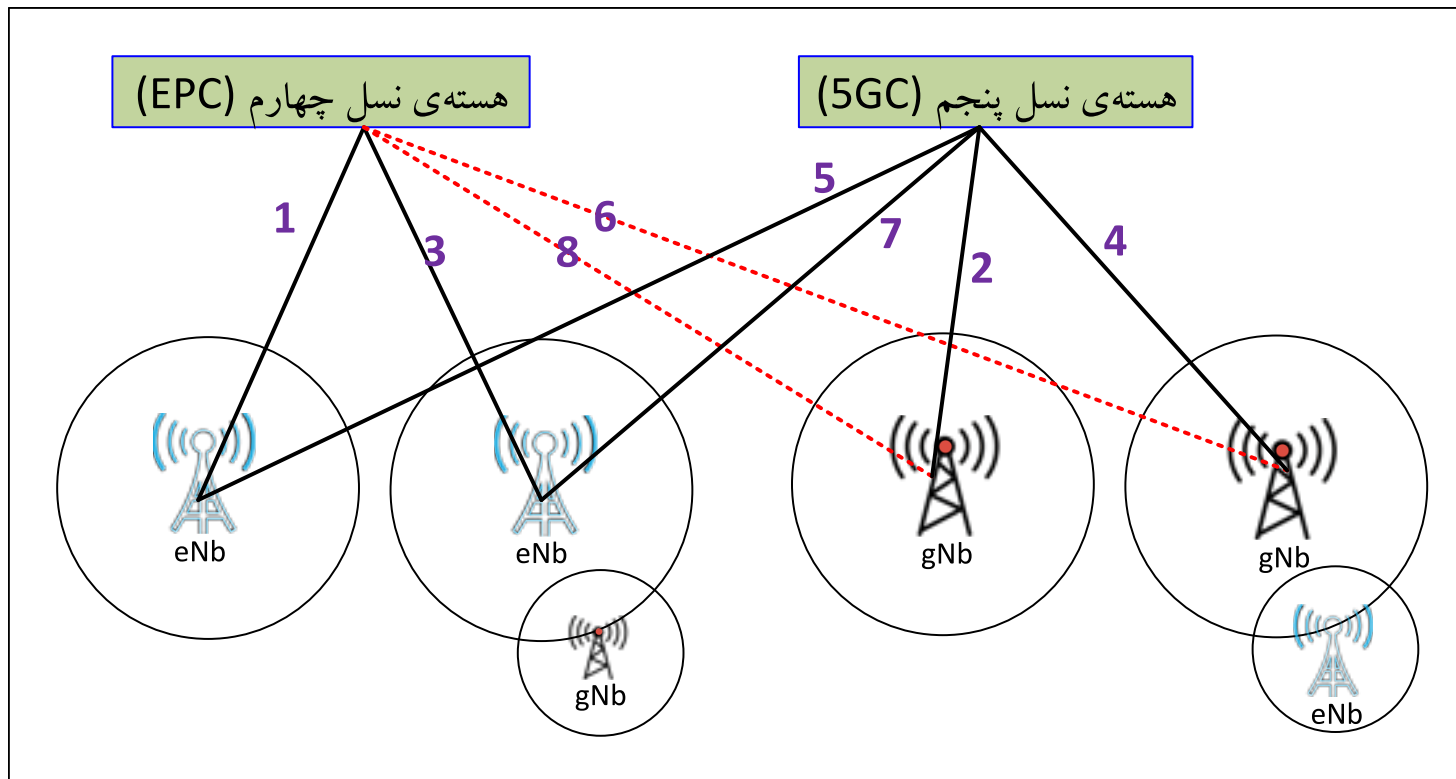
Timestamp	N	T	D	C	Type	Name	AF	Text	Find
2022-03-04 22:18:03.227	2320	4G	▲	RRC	UL DCCH	Measurement Report	33	6050C823A0FE1612D018235184420411310C9B400000	
2022-03-04 22:18:03.227	2320	4G	▲	RRC	UL DCCH	Measurement Report	33	DLT: 148, Payload: aww (Automator Wireshark Wrapper)	
2022-03-04 22:18:03.221	2320	4G	▲	RRC	UL DCCH	RRC Connection Reconfiguration Complete	33	Automator Wireshark Wrapper	
2022-03-04 22:18:03.219	2320	4G	▼	RRC	DL DCCH	RRC Connection Reconfiguration	33	Protocol: 103	
2022-03-04 22:18:03.179	2320	4G	▲	RRC	UL DCCH	RRC Connection Reconfiguration Complete	33	Data length: 22	
2022-03-04 22:18:03.175	2320	4G	▼	RRC	DL DCCH	RRC Connection Reconfiguration	33	BCCH-DL-SCH-Message	
2022-03-04 22:18:03.162	2320	4G	▼	RRC	BCCH_SCH	System Information	33	message: c1 (0)	
2022-03-04 22:18:03.139	2320	4G	▲	RRC	UL DCCH	RRC Connection Reconfiguration Complete	33	c1: systemInformationBlockType1 (1)	
2022-03-04 22:18:03.134	2320	4G	▼	RRC	DL DCCH	RRC Connection Reconfiguration	33	systemInformationBlockType1	
2022-03-04 22:18:03.122	2320	4G	▼	RRC	BCCH_SCH	System Information	33	cellAccessRelatedInfo	
2022-03-04 22:18:03.102	2320	4G	▲	RRC	UL DCCH	RRC Connection Reconfiguration Complete	33	plmn-IdentityList: 1 item	
2022-03-04 22:18:03.099	2320	4G	▼	RRC	DL DCCH	RRC Connection Reconfiguration	33	Item 0	
2022-03-04 22:18:03.086	2320	4G	▼	RRC	BCCH_BCH	MIB	33	PLMN-IdentityInfo	
2022-03-04 22:18:03.085	2320	4G	▼	RRC	BCCH_SCH	SIB 1	33	plmn-Identity	
2022-03-04 22:18:03.050	2320	4G	▲	RRC	UL DCCH	RRC Connection Reconfiguration Complete	33	mcc: 3 items	
2022-03-04 22:18:03.023	2320	4G	▼	RRC	DL DCCH	RRC Connection Reconfiguration	33	Item 0	
2022-03-04 22:18:02.990	2320	4G	▲	RRC	UL DCCH	Measurement Report	33	MCC-MNC-Digit: 4	
2022-03-04 22:18:01.230	2320	4G	▲	RRC	UL DCCH	Measurement Report	33	Item 1	
2022-03-04 22:18:00.910	2320	4G	▲	RRC	UL DCCH	Measurement Report	33	MCC-MNC-Digit: 3	
2022-03-04 22:18:00.470	2320	4G	▲	RRC	UL DCCH	Measurement Report	33	Item 2	
2022-03-04 22:17:59.910	2320	4G	▲	RRC	UL DCCH	Measurement Report	33	MCC-MNC-Digit: 2	
2022-03-04 22:17:57.630	2320	4G	▲	RRC	UL DCCH	Measurement Report	33	mnc: 2 items	
2022-03-04 22:17:57.230	2320	4G	▲	RRC	UL DCCH	Measurement Report	33	Item 0	
2022-03-04 22:17:56.990	2320	4G	▲	RRC	UL DCCH	Measurement Report	33	MCC-MNC-Digit: 1	
2022-03-04 22:17:56.670	2320	4G	▲	RRC	UL DCCH	Measurement Report	33	Item 1	
2022-03-04 22:17:56.510	2320	4G	▲	RRC	UL DCCH	Measurement Report	33	MCC-MNC-Digit: 1	
								cellReservedForOperatorUse: notReserved (1)	
								trackingAreaCode: a0fe [bit length 16, 1010 0000 1111 1110 decimal value 41214]	
								cellIdentity: 1612d010 [bit length 28, 4 LSB pad bits, 0001 0110 0001 0010 1101 0000 0001 .... decimal value 23145729]	
								cellBarred: notBarred (1)	
								intraFreqReselection: allowed (0)	
								.... ..0. csg-Indication: False	
								cellSelectionInfo	
								q-RxLevMin: -124dBm (-62)	
								p-Max: 23 dBm	
								freqBandIndicator: 7	
								schedulingInfoList: 3 items	
								Item 0	
								SchedulingInfo	
								si-Periodicity: rf16 (1)	
								sib-MappingInfo: 1 item	
								Item 0	
								SIB-Type: sibType3 (0)	
								Item 1	
								SchedulingInfo	
								si-Periodicity: rf32 (2)	
								sib-MappingInfo: 1 item	
								Item 0	
								SIB-Type: sibType5 (2)	

چه در اختیار داریم: 

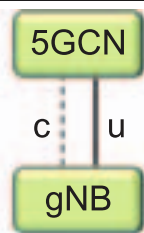
- یک هسته شبکه برای نسل چهار (EPC) و برای نسل پنج (5GC)

- eNB، ng-eNB، gNB و en-gNB

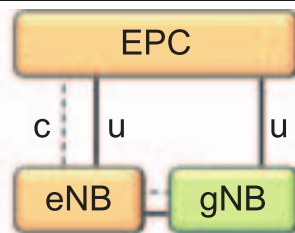
# معماری RAN در 5G (NG-RAN) (ادامه)



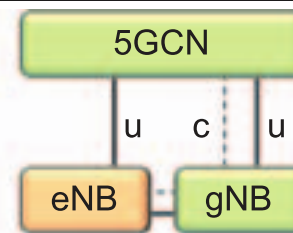
Option 1



Option 2



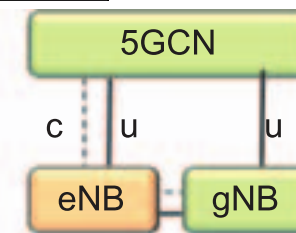
Option 3



Option 4



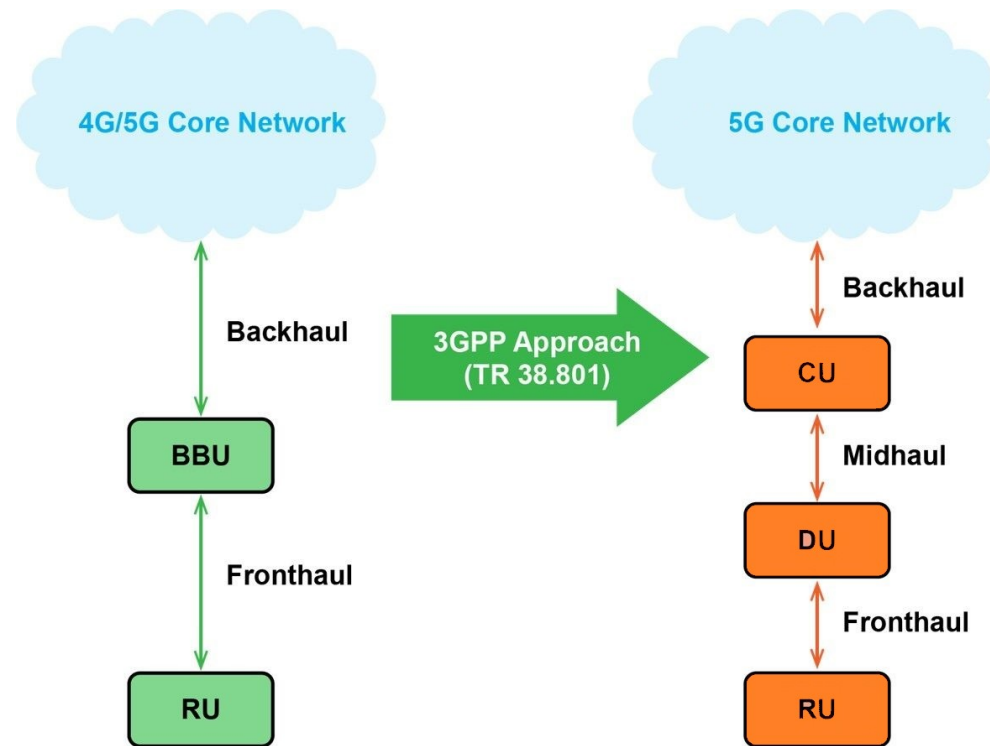
Option 5



Option 7

## پشته پروتکلی ناحیه RAN در 5G

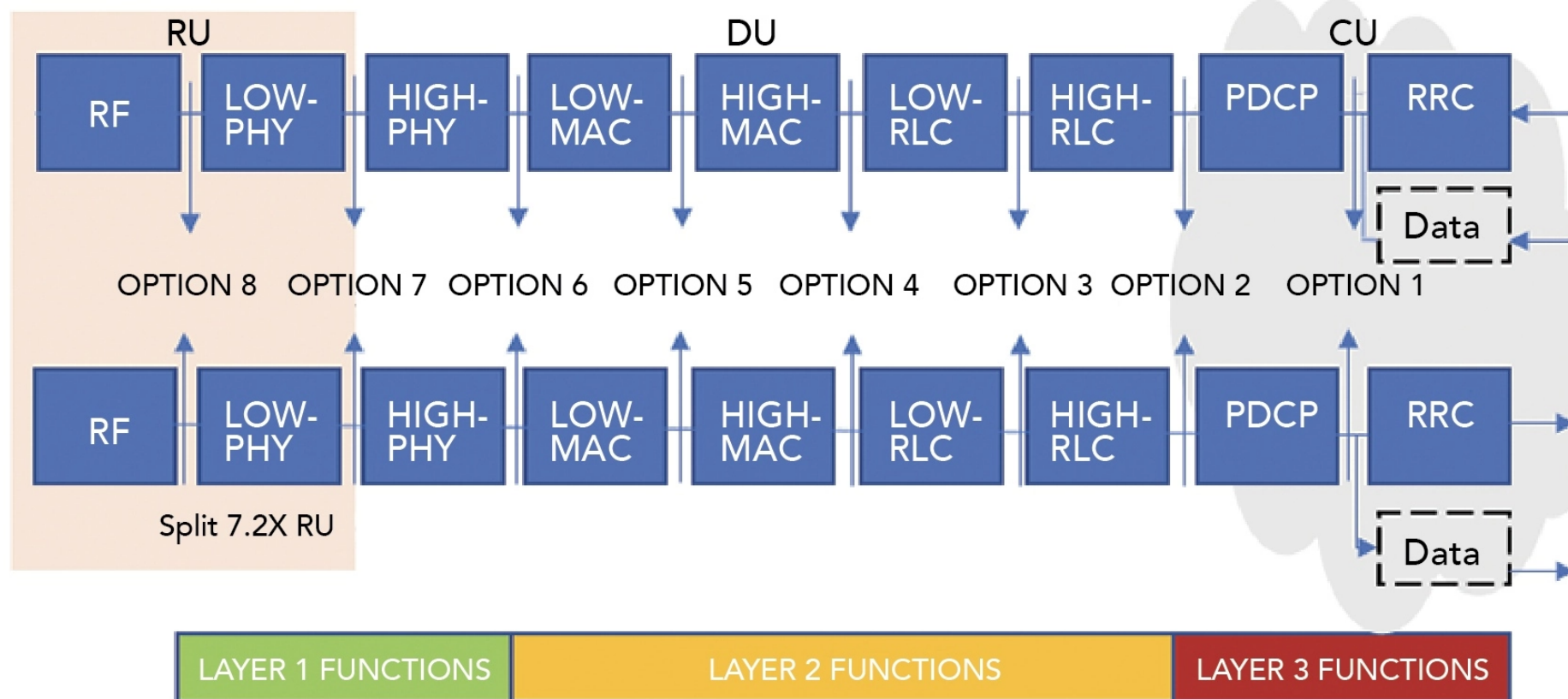
📌 DU و CU با واسطه F1-U/F1-C با یکدیگر ارتباط دارند. در گذشته ارتباط بین RU و BBU، همواره یک پروتکل اختصاصی برای فروشنده (Vendor) بوده است.



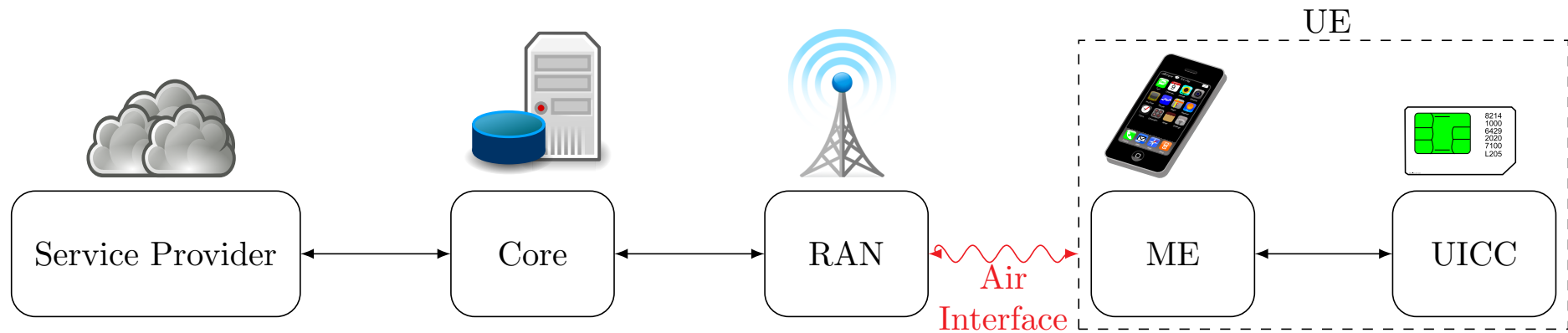
هشت حالت Split برطبق استانداردهای 3GPP بین RU و DU

حالت هفت نیز چندین زیر حالت دارد (7.1, 7.2, 7.3) و حالت هشت نیز همان C-RAN است.

## FUNCTIONAL SPLIT OPTIONS FOR 5G



## هسته شبکه (Core Network)



ارایه برخی از خدمات پایه‌ای نیز توسط هسته شبکه.

مسیریابی و هدایت اطلاعات بین RAN و شبکه‌های بیرونی و یا نهادهای ارایه‌دهنده خدمات.

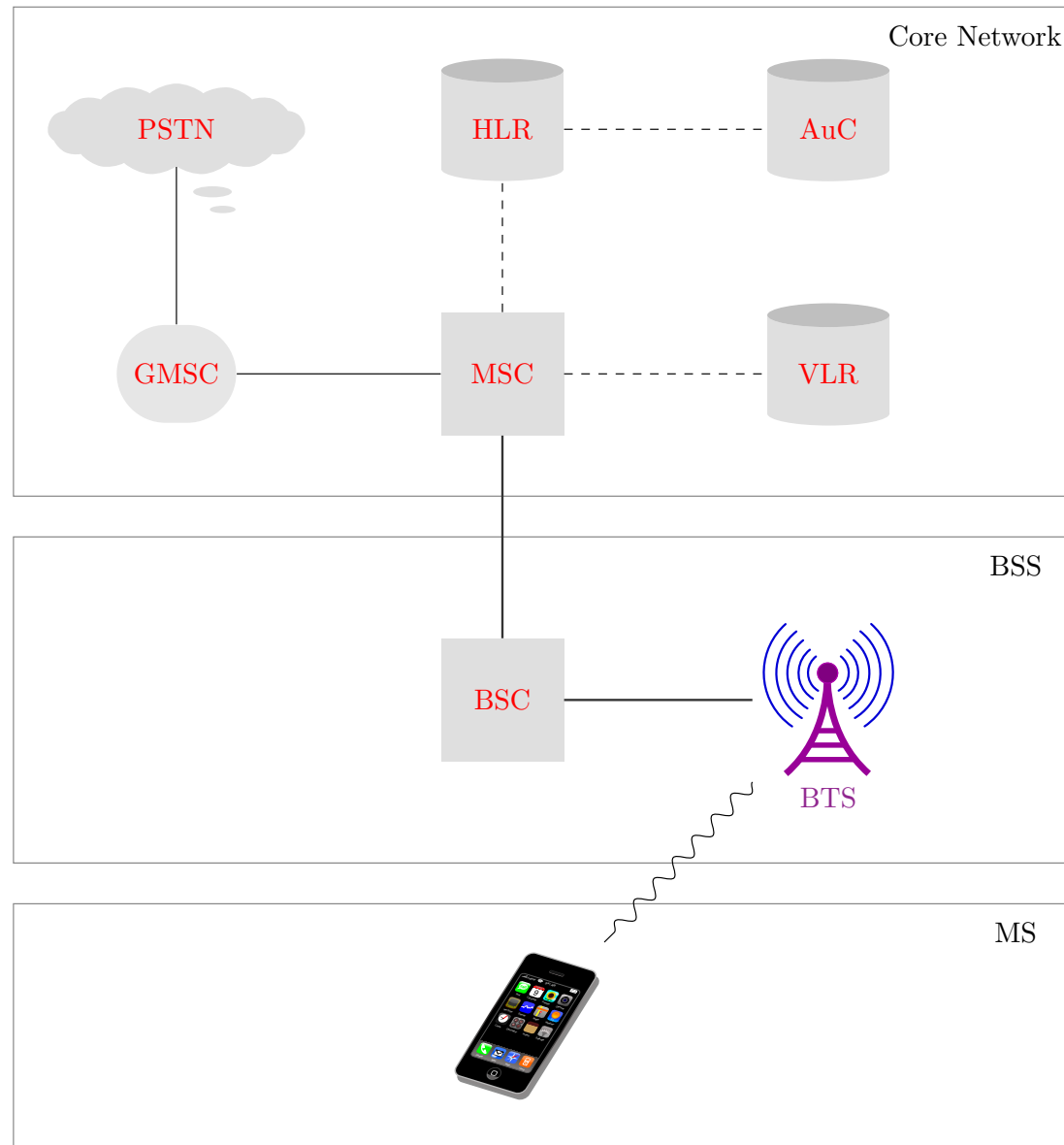
نگهداری اطلاعات محرمانه کاربران و موضوعات مربوط به هزینه (Charging) و حسابرسی (Accounting)

مشترک نیز در هسته شبکه انجام می‌شود.

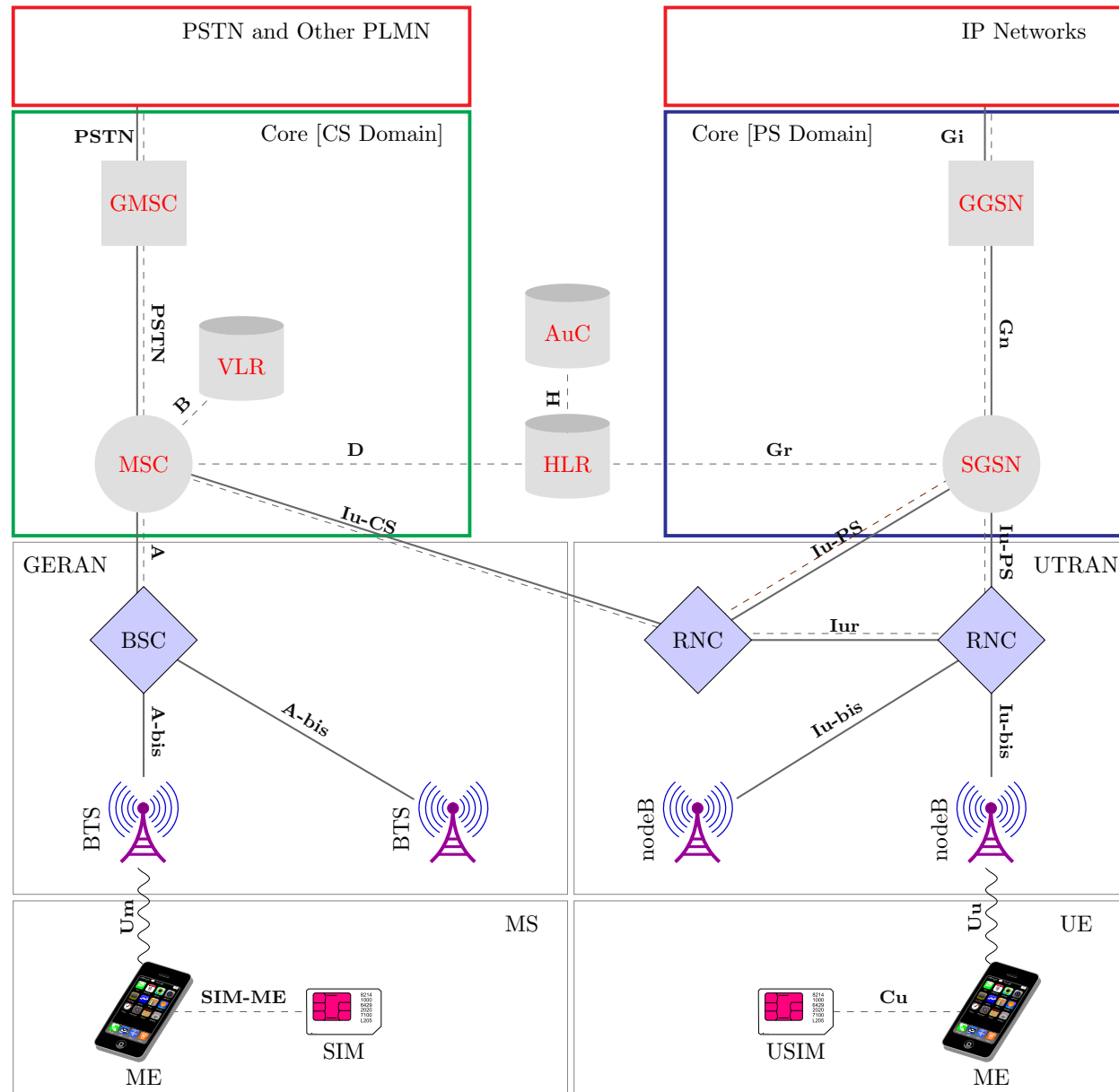


نگاهی دقیق‌تر به معماری شبکه

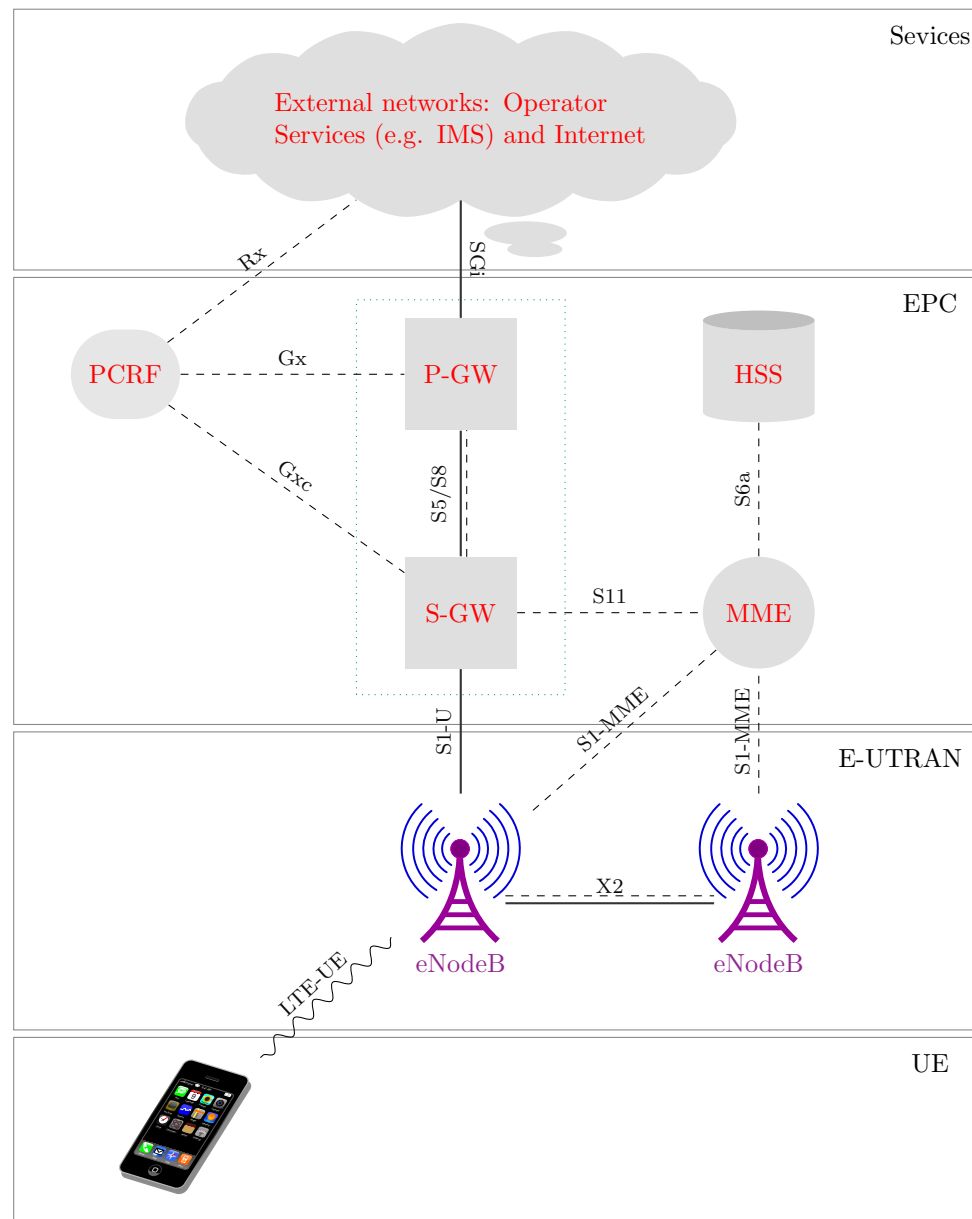
# شبکه‌های نسل دو



# شبکه‌های نسل سه



# شبکه‌های نسل چهار





## A

API . . . . . Application Programming Interface

AS . . . . . Access Stratum

## B

BSS . . . . . Base Station Subsystem

## C

COS ..... Card Operating System

## E

EEPROM ..... Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory

## F

FAC ..... Final Assembly Code

G

GSM	Global System for Mobile Communication
GSMA	GSM Association

I

IMEI	International Mobile Equipment Identity
IMS	IP Multimedia Subsystem
IMSI	International Mobile Subscriber Identity
ISIM	IP Multimedia Services Identity Module
ISO/IEC	



M

MCC	Mobile Country Code
ME	Mobile Equipment
MNC	Mobile Network Code
MT	Mobile Terminal
MTN	Mobile Telephone Number

## N

NAS . . . . . Non Access Stratum

## O

OTA . . . . . Over The Air

## P

PDA . . . . . Personal Digital Assistant

PLMN . . . . . Public Land Mobile Network

PLMN-Id . . . . . Public Land Mobile Network-Identity

## R

RAM . . . . . Random Access Memory

RAN . . . . . Radio Access Network

RIL . . . . . Radio Interface Layer

ROM . . . . . Read Only Memory

RR . . . . . Radio Resource

RRC . . . . . Radio Resource Control

RSS . . . . . Received Signal Strength



S

SIM . . . . . Subscriber Identity Module

SMS . . . . . Short Message Service

T

TAC . . . . . Type Allocation Code

TE . . . . . Terminal Equipment

U

UE . . . . . User Equipment

UICC . . . . . Universal Integrated Circuit Card

UIM . . . . . User Identity Module

USIM . . . . . Universal Subscriber Identity Module

## واژه‌نامه انگلیسی به فارسی

### B A

Base Station . . . . . ایستگاه پایه      Accounting . . . . . حسابرسی

Baseband . . . . . باند پایه      Authentication . . . . . احراز اصالت

Air Interface . . . . . واسط هوایی

### C Application . . . . . برنامه کاربردی

Architecture . . . . . معماری

Cell . . . . . سلول

Cell Identity . . . . . شناسه سلول

## L

Latitude ..... عرض جغرافیایی

Longitude ..... طول جغرافیایی

## M

Microprocessor ..... ریزپردازنده

Mobility ..... تحرک پذیری

Charging ..... هزینه

Core Network ..... هسته شبکه

Credit Card ..... کارت اعتباری

## F

Functionality Group ..... گروه عملکردی

## I

Identity ..... شناسه

Interface ..... واسط

## R O

Radio Access Network . . شبکه دسترسی رادیویی . . . . . Operating System . . . . . سیستم عامل  
Routing . . . . . مسیریابی . . . . . Operator . . . . . عملگر

## S P

Service . . . . . خدمت . . . . . Permanent Identity . . . . . شناسه دائم  
Subscriber . . . . . مشترک . . . . . Procedure . . . . . رویه  
Signalling . . . . . سیگنال دهی . . . . . Protocol Stack . . . . . پشته پروتکلی



## T

Threshold . . . . . آستانه

## U

User . . . . . کاربر

User Plane . . . . . سطح کاربر

## V

Vendor . . . . . فروشنده

# واژه‌نامه فارسی به انگلیسی

برنامه کاربردی	Application	ا
آستانه	Threshold	
احراز اصالت	Authentication	
ایستگاه پایه	Base Station	پ
پشته پروتکلی	Protocol Stack	
باند پایه	Baseband	ب
تحرک پذیری	Mobility	ت

ریزپردازنده . . . . . Microprocessor

ح

حسابرسی . . . . . Accounting س

سطح کاربر . . . . . User Plane

سلول . . . . . Cell

خ

سیستم عامل . . . . . Operating System

خدمت . . . . . Service

سیگنال دهی . . . . . Signalling

ر

ش

رویه . . . . . Procedure

شبکه دسترسی رادیویی . . Radio Access Network

شناسه ..... Identity

شناسه دائم ..... Permanent Identity

ف

شناسه سلول ..... Cell Identity

فروشنده ..... Vendor

ط

ک

طول جغرافیایی ..... Longitude

کاربر ..... User

کارت اعتباری ..... Credit Card

ع

عرض جغرافیایی ..... Latitude

عملگر ..... Operator

Interface . . . . . واسطه Functionality Group . . . . . گروه عملکردی  
 Air Interface . . . . . واسطه هوایی

Routing . . . . . مسیریابی  
 Charging . . . . . هزینه Subscriber . . . . . مشترک  
 Core Network . . . . . هسته شبکه Architecture . . . . . معماری