

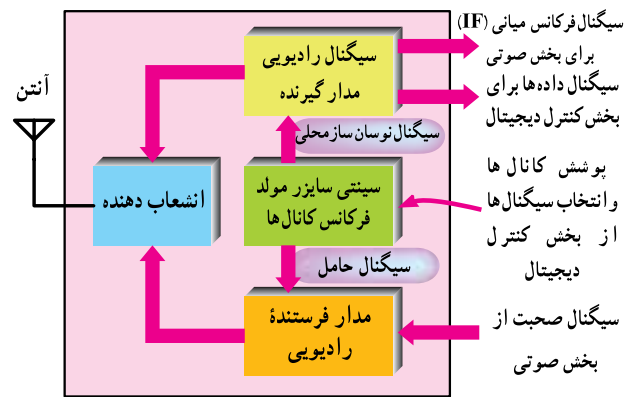
مدار سینتی‌سایزر فرکانس موج حامل، معمولاً از یک نوسان ساز پایه تشکیل شده است که همراه با سینتی‌سایزر فرکانس دریافتی و نوسان ساز فرکانس ارسالی کار می‌کند. سینتی‌سایزر فرکانس دریافتی سیگنال‌های کنترل‌کننده را از بخش کنترل/دیجیتال دریافت و ولتاژی متناسب با آن فرکانس ایجاد می‌کند. نوعی نوسان‌ساز قابل کنترل با ولتاژ (Voltage Control Oscillator (VCO)) ولتاژ مزبور را به سیگنالی نوسان‌کننده تبدیل می‌کند. مدار مشابهی نیز برای مولد موج حامل فرستنده وجود دارد. سیگنال‌های دیجیتالی قابل کنترل توسط بخش کنترل/دیجیتال ایجاد می‌شود و ولتاژی متناسب با فرکانس مورد نظر را ایجاد می‌کنند. این ولتاژ VCO را راه‌اندازی می‌کند و فرکانس نوسان‌ساز را به‌جود می‌آورد.

### ۳-۲۲-۹- بخش صوتی: بخش صوتی سیگنال میانی (IF)

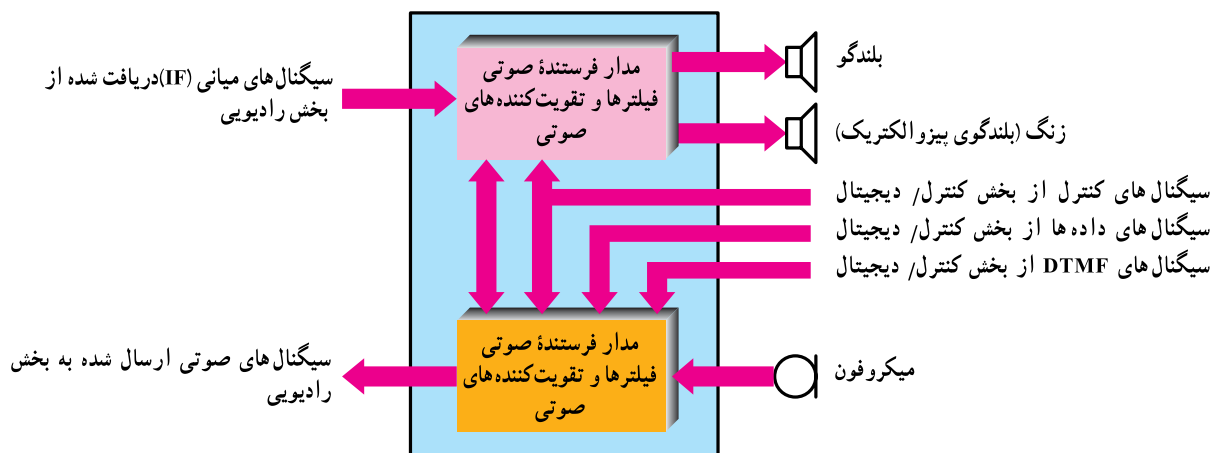
را (که از سیگنال رادیویی به دست آمده است) به سیگنال صوتی تبدیل می‌کند. سیگنال صوتی ایجاد شده را می‌توان از طریق بلندگوی تلفن همراه شنید. نمودار بلوکی این بخش در شکل ۹-۹۳ نشان داده شده است.

اغلب مواقع گیرنده (بلندگوی) دیگری نیز وجود دارد، که برای ایجاد سیگنال‌های هشداردهنده (مانند سیگنال زنگ و سیگنال‌های شماره‌گیری DTMF) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

به طور دقیق بر روی هر یک از ۶۶۶ کانال تنظیم شوند. در هر لحظه کانال انتخاب شده توسط بخش کنترل/دیجیتال تعیین می‌شود. با حرکت تلفن همراه از سلولی به سلول دیگر، فرکانس‌های ارسال و دریافت بر روی کانال‌های قابل دریافت در سلول جدید تنظیم می‌شود. به هنگامی که گوشی موبایل به عنوان فرستنده عمل می‌کند. سیگنال صحبت از بخش AF و سیگنال داده‌ها از بخش کنترل/دیجیتال به مدار فرستنده رادیویی فرستاده می‌شوند. در این قسمت، سیگنال‌ها روی موج حامل مناسبی سوار می‌شوند و بعد از فیلتر و تقویت شدن به آنتن اعمال می‌شوند. فرکانس موج حامل بسته به سلولی که با آن کار می‌کنید تعیین می‌گردد.



شکل ۹-۹۲- نمودار بلوکی بخش رادیویی تلفن همراه



شکل ۹-۹۳- بخش صوتی تلفن‌های همراه

نوعی حافظه موقت (RAM) نیز برای نگهداری پارامترهای موقت (مانند کانال فعلی، تنظیم توان فرستنده و غیره) مورد استفاده قرار می‌گیرد. علاوه بر این، در زمان اجرای برنامه حافظه موقت برای نگهداری نتیجه مقایسه‌های منطقی و محاسبه‌های ریاضی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

هم‌چنین نوعی حافظه پایدار قابل پاک شدن (EPROM) نیز برای نگه‌داری اطلاعات منحصربه‌فرد هر تلفن (مانند شماره خود تلفن همراه) مورد استفاده قرار می‌گیرد. گاهی این حافظه اختصاصی را NAM سرواژه کلمات (Number Assignment Module) می‌نامند. پردازنده به طور مستقیم بخش‌های صوتی، رادیویی، و مولد سیگنال DTMF را کنترل می‌کند.

از آن‌جا که تلفن همراه بخش فعال شبکه سلولی است، باید در تماس دائم با شبکه باشد. بنابراین تلفن همراه علاوه بر سیگنال صحبت و سیگنال‌های شماره‌گیری DTMF، باید بتواند داده‌ها را نیز به مرکز سلول (و در نهایت به MTSO) ارسال و دریافت کند. برای اضافه کردن داده‌ها به سیگنال ارسالی از نوعی مودم استفاده می‌شود. مودم مزبور برای تفسیر داده‌ها و دستورهای ارسال شده توسط شبکه سلولی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

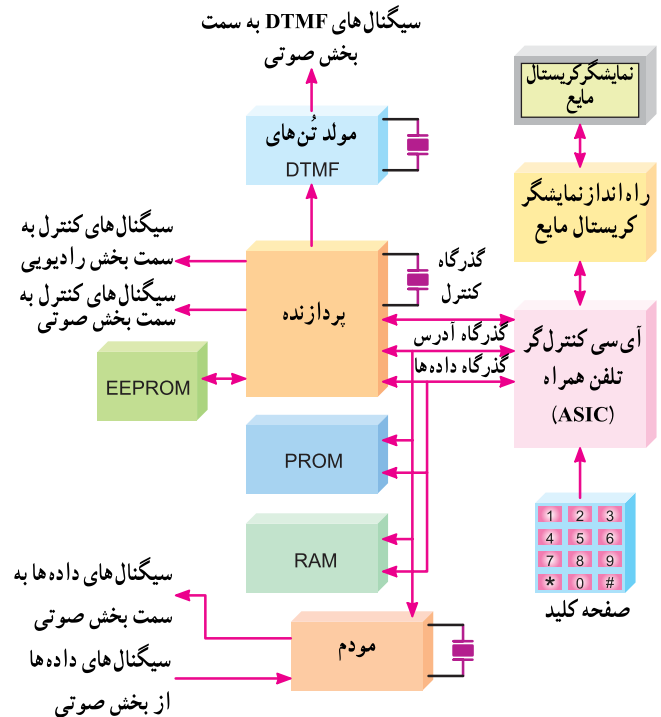
پردازنده، عملکرد بخش «کنترلگر تلفن همراه» را نیز تحت کنترل دارد. بخش «کنترلگر تلفن همراه» معمولاً نوعی آی‌سی سفارشی بسیار پیچیده است، که مسؤل ارتباط بین صفحه کلید و صفحه نمایش تلفن همراه است. بخش مزبور هم‌چنین سینتی‌سایزرهای مولد فرکانس‌های دریافت و ارسال را در بخش رادیویی تنظیم می‌کند.

معمولاً نمایشگر نیز در تلفن همراه وجود دارد، که مواردی مانند شماره تلفن گرفته شده، موقعیت شبکه (مانند انتخاب، روشن، در حال استفاده، جست‌وجو خارج از سرویس و غیره)، را نشان دهد. از آن‌جا که نمایشگرهای کریستال مایع (و راه‌انداز مربوط به آن) توان مصرفی اندک و عمر طولانی دارند، بهترین انتخاب برای این مورد به شمار می‌آیند. نمایشگر مزبور می‌تواند اعداد و یا پیغام‌ها را تا ۱۶ کاراکتر نشان دهد.

تُن‌های شماره‌گیری DTMF و سیگنال صحبت به دست آمده از میکروفون، بعد از فیلتر شدن، با یکدیگر مخلوط و برای مدولاسیون به بخش سیگنال‌های رادیویی اعمال می‌شود. همراه با این سیگنال‌ها، سیگنال‌های کنترلی به دست آمده از مودم بخش کنترل / دیجیتال نیز ارسال می‌شوند. بخشی از سیگنال صحبت ارسال شده به عنوان «صدای فرعی» (بازگشتی) به گیرنده بازگردانده می‌شود. عملکرد بخش‌های فرستنده (میکروفون) و گیرنده (بلندگوی) صوتی تحت کنترل مستقیم بخش کنترل / دیجیتال است.

#### ۴-۲۲-۹- بخش کنترل / دیجیتال: همان‌طور که در

نمودار بلوکی شکل ۹-۹۴ مشاهده می‌کنید، بخش کنترل / دیجیتال اصلی‌ترین قسمت در تلفن همراه است. بخش کنترل / دیجیتال معادل معماری داخلی کامپیوتر است که پردازنده اصلی تلفن همراه را بر اساس دستورهای ثابت (که برنامه نامیده می‌شود) راه‌اندازی می‌کند. این برنامه در نوعی حافظه دائمی (ROM) قرار دارد.



شکل ۹-۹۴- بخش کنترل / دیجیتال تلفن همراه

## ۹-۲۳- الگوی پرسش

- ۱- ساختار سلولی تلفن همراه را توضیح دهید.
  - ۲- وظایف MTSO را شرح دهید.
  - ۳- در تقسیم بندی سلولی در باند فرکانسی FCC هر ناحیه به چند کانال تقسیم بندی می شود؟
  - ۴- بلوک دیاگرام کلی تلفن همراه را رسم کنید.
  - ۵- عمل مدولاسیون سیگنال صدا روی حامل، در کدام بخش تلفن همراه انجام می شود؟
  - ۶- بخش کنترل/دیجیتال چه وظایفی را به عهده دارد؟
  - ۷- انواع حافظه های موجود در بخش کنترل/دیجیتال تلفن همراه را نام ببرید.
- کامل کردنی**
- ۸- MTSO اول کلمات انگلیسی ..... است.
- چهارگزینه ای**
- ۹- در بلوک دیاگرام شکل ۹-۹۵ که مربوط به ساختمان بلوکی تلفن همراه است، بخش C چه نام دارد؟
    - (۱) بخش رادیویی
    - (۲) بخش صوتی
    - (۳) بخش کنترل / دیجیتال
    - (۴) سینتی سایزر مولد فرکانس

پیشرفت زیادی نمود و هر کشور، سیستم خاص خود را داشت. سیستم های کشورهای مختلف از نظر عملکرد و تجهیزات با یکدیگر سازگار نبودند، در نتیجه تجهیزات موبایل فقط در محدوده یک کشور به درستی پاسخ می داد. این امر بازار محدودی را برای هر نوع تجهیزات ایجاد می نمود که از نظر اقتصادی به صرفه نبود. این موضوع در سال ۱۹۸۲ در کنفرانس تلگراف و تلفن اروپا (CEPT) مطرح شد و گروهی با نام Group Special Mobile (GSM) به بررسی این سیستم پرداختند.

اهداف اصلی این گروه عبارت بود از:

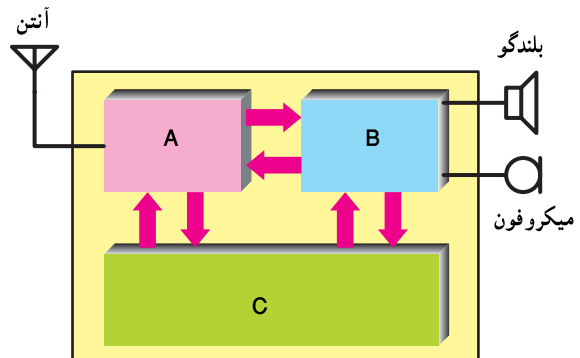
- بالا بردن کیفیت مکالمه
  - کم کردن هزینه ها برای ترمینال ها و سرویس ها
  - پشتیبانی رومینگ بین المللی (International Roaming)
  - توانایی پشتیبانی از ترمینال های دستی
  - پشتیبانی از سرویس ها و امکانات جدید
  - سازگاری بین ISDN ها
- شبکه GSM برخلاف سیستم های سلولی آنالوگ، سیستمی دیجیتالی است و پردازش سیگنال ها به صورت دیجیتال اجرا می شود.
- این امر هزینه را کاهش و کیفیت را افزایش می دهد تنها عیب سیستم دیجیتال اشغال پهنای باند بیشتر آن است.

## ۹-۲۵- سرویس های GSM

پایه ای ترین سرویسی که GSM ارائه می دهد سرویس مکالمه معمولی است.

برای این منظور مکالمات به صورت دیجیتالی کد شده و از طریق شبکه GSM منتقل می شوند. وظایف شبکه برای ارائه سرویس مکالمه را می توان به این صورت بیان نمود:

- (الف) مشخص کردن مشترک
- (ب) شناسایی موقعیت مشترک
- (ج) مسیریابی مکالمه
- (د) اطمینان از برقراری ارتباط تا پایان مکالمه
- (ه) قطع مکالمه پس از اتمام آن



شکل ۹-۹۵

## ۹-۲۴- ساختار شبکه (GSM) سیستم جهانی برای موبایل و عملکرد هر یک از اجزای آن

### Global System for Mobile

در اوایل دهه ۱۹۸۰ سیستم های سلولی آنالوگ در اروپا

(و محاسبه شارژ.

علاوه بر سرویس های اصلی، سرویس های تکمیلی دیگری نیز وجود دارد، این سرویس های اضافی در صورت درخواست مشترکین در اختیار آن ها قرار می گیرد. بعضی از این سرویس ها عبارت اند از:

- سرویس انتقال مکالمه

- سرویس محدودیت بر روی مکالمات ورودی و خروجی

- سرویس شناسایی (Caller Identification)

- سرویس انتظار مکالمه

- سرویس مکالمات چند نفره

- سرویس انسداد تماس (CUG)

Close User Group

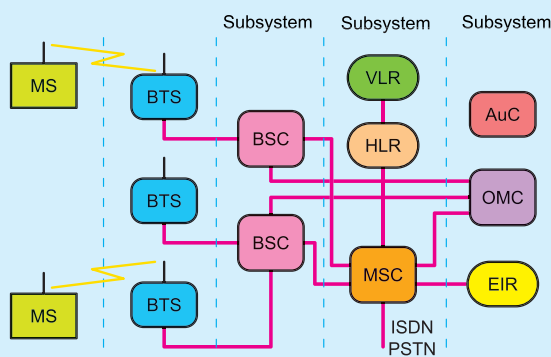
این سرویس تماس از موبایل را فقط به شماره هایی خاص محدود می کند اما همه می توانند به موبایل زنگ بزنند.

- سرویس استفاده از دو شماره (Dual Numbeerring)

این سرویس اجازه می دهد مشترک با استفاده از یک گوشی از دو شماره مختلف استفاده کند.

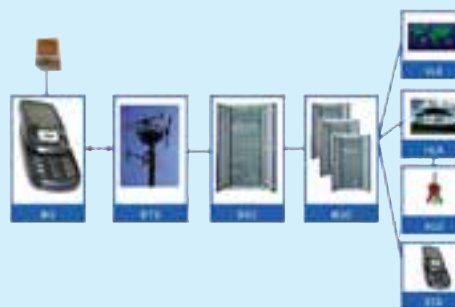
## ۹-۲۶- ساختار GSM

GSM از سه زیر سیستم (Subsystem) تشکیل شده است. در شکل ۹-۹۶ ساختار GSM و زیر سیستم های آن نشان داده شده است.



شکل ۹-۹۶- زیر سیستم های GSM

در شکل ۹-۹۷ دیگر از زیر سیستم های GSM رسم شده است.



شکل ۹-۹۷- زیر سیستم های ساختار GSM

## ۹-۲۶-۱- MS (Mobile Station): به مجموعه

گوشی به همراه سیم کارت MS گویند.

مشترک موبایل با در اختیار داشتن سیم کارت و گوشی می تواند با شبکه موبایل ارتباط داشته باشد. شکل ۹-۹۸ یک نمونه سیم کارت را نشان می دهد.

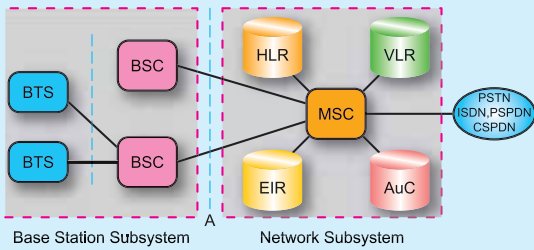


شکل ۹-۹۸- یک نمونه سیم کارت

در شکل ۹-۹۹ گوشی را مشاهده می کنید.



شکل ۹-۹۹- یک نمونه گوشی



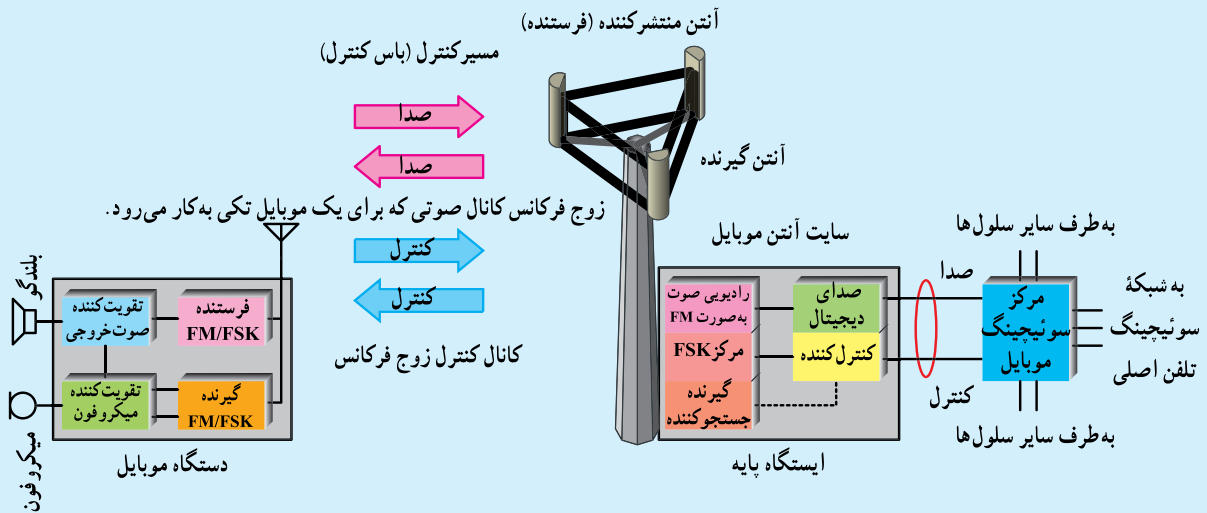
شکل ۹-۱۰۰ - بخش های BSS و ارتباط آن با سایر بخش های شبکه GSM

**وظایف BTS:** ارتباط مشترکین موبایل با شبکه، از طریق کانال رادیویی و توسط BTS انجام می شود. یک BTS شامل چندین فرستنده - گیرنده رادیویی (Radio Transmitter/Receiver) و تجهیزاتی جهت پردازش سیگنال های ترافیکی و کنترلی است. در شکل ۹-۱۰۱ یک ایستگاه BTS و بخش های آن را به صورت بلوکی مشاهده می کنید.

## ۹-۲۶-۲ (Base Station Subsystems)-BSS

(زیر سیستم های ایستگاه پایه) در بخش BSS از شبکه GSM فرستنده ها و گیرنده های بخش رادیویی و المان های کنترل کننده این فرستنده ها و گیرنده ها قرار دارند. اجزای تشکیل دهنده BSS در شبکه GSM عبارت اند از:

- BTS (Base Transceiver Station) (ایستگاه پایه ای فرستنده گیرنده)
  - BSC (Base Station Controller) (ایستگاه کنترل پایه ای)
- شکل ۹-۱۰۰ بخش های BSS را به صورت بلوکی و ارتباط آن را با سایر بلوک ها در یک سیستم GSM نشان می دهد.



شکل ۹-۱۰۱ - یک ایستگاه BTS

- اجرای عملیات پرس فرکانس
  - اجرای عملیات کنترل توان دینامیکی
- وظایف BSC:** در شبکه GSM با توجه به سلولی بودن ساختار آن و لزوم اختصاص دادن یک BTS به هر سایت، تعداد زیادی BTS برای پیاده سازی شبکه مورد نیاز است. بنابراین برای کاهش هزینه پیاده سازی شبکه و هزینه های

شکل ۹-۱۰۲ نیز یک ایستگاه BTS و آنتن آن را نشان می دهد. به طور کلی وظایف BTS در شبکه GSM عبارت اند از:

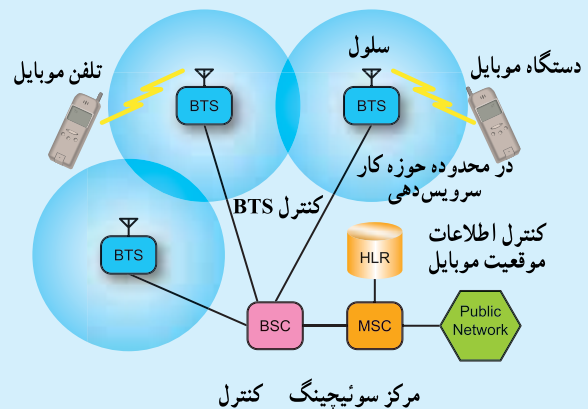
- فراهم نمودن امکان دسترسی به شبکه برای MS
- کنترل نحوه اختصاص دادن فرکانس در ناحیه تحت پوشش

نگهداری سایت‌ها، مجموعه چندین BTS توسط یک BSC کنترل می‌شوند.



شکل ۹-۱۰۲- ایستگاه BTS و آنتن آن

شکل ۹-۱۰۳ نحوه ارتباط BTS را به مرکز کنترل رادیویی BSC نشان می‌دهد.



شکل ۹-۱۰۳- نحوه ارتباط دستگاه‌های BTS با BSC

هر BTS به عنوان یک فرستنده و گیرنده رادیویی شناخته شده از طریق BSC به مرکز MSC متصل می‌گردد.

MSC مرکز سوییچ موبایل Mobile Switch Center نام دارد. ارتباط بین این مراکز می‌تواند به صورت بی‌سیم یا با سیم باشد.

مهم‌ترین وظایف در نظر گرفته شده برای BSC به شرح زیر است.

- اختصاص دادن کانال برای برقراری مکالمه.
- نظارت بر انجام مکالمه با مانیتور کردن کیفیت مکالمه.
- کنترل توان سیگنال که توسط BTS و MS ارسال می‌شوند.
- اجرای عملیات تبادل مشترک بین سلول‌ها در صورت نیاز (hand over).

hand over زمانی صورت می‌گیرد که مشترک سیار از محدوده یک سلول خارج می‌شود در این صورت به مشترک یک کانال فرکانس رادیویی جدید داده می‌شود و کانالی که قبلاً مورد استفاده آن قرار داشت آماده اختصاص دادن به مشترک جدید می‌شود.

مدارهای واحدهای مختلف نظیر BSC در قفسه‌های کشویی (راک Rack) مختلف مطابق شکل ۹-۱۰۴ قرار دارند.



شکل ۹-۱۰۴- نمونه‌ای از جایگاه مدارهای شبکه BSC

### ۳-۲۶-۹-بخش

#### Network Switching Subsystem (NSS): (زیر)

سیستم شبکه سوئیچ (اجزای تشکیل دهنده بخش NSS در شبکه GSM) (مرکز سوئیچ موبایل) عبارت اند از:

#### الف) MSC: Mobile Switching Center (مرکز سوئیچ موبایل).

MSC مرکز اجرای عملیات سوئیچینگ در شبکه موبایل است. وظایف مهم این بخش عبارت اند از:

- اجرای عملیات سوئیچینگ برای برقراری مکالمات

- کنترل مکالمات

- ارتباط با شبکه های PSTN و ISDN

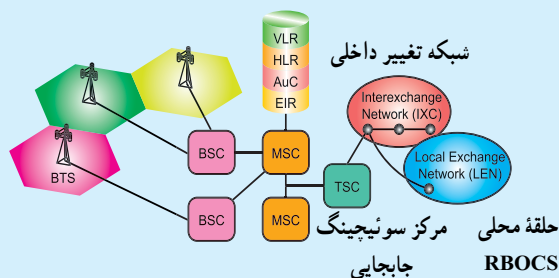
- مدیریت حرکت مشترکین در شبکه رادیویی

- مدیریت اختصاص دادن منابع رادیویی

- کنترل عملیات تبادل مشترک (hand over) بین BSC ها

- ذخیره سازی اطلاعات شارژینگ و ارسال آن به مرکز صدور صورت حساب

شکل ۱۰۵-۹ بخش MSC و اجزای مرتبط با آن را نشان می دهد.



شکل ۱۰۵-۹- اجزای مرتبط با بخش MS

#### ب) VLR<sup>۱</sup>: مرکز نگه داری اطلاعات مشترکین.

در کنار هر MSC یک بانک اطلاعاتی برای ذخیره اطلاعات موقت مشترکین به نام VLR قرار می گیرد. VLR عمل ذخیره و نگه داری آخرین وضعیت مشترکین در شبکه است.

#### ج) HLR<sup>۲</sup>: بانک اطلاعاتی اصلی شبکه GSM

است و در آن اطلاعات تمام مشترکین شبکه به صورت دائم ذخیره می شود. این اطلاعات عبارت اند از:

- اطلاعات عضویت مشترک شامل MSISDN<sup>۳</sup> و IMSI<sup>۴</sup>; IMSI یک شماره سریال ۱۵ رقمی که متعلق به یک سیم کارت است و MSISDN شماره ویژه دیجیتالی شبکه موبایل)

- اطلاعات مکانی مشترک شامل MSC/VLR Number

#### د) اطلاعات وضعیت سرویس های مشترک، AUC<sup>۵</sup>:

عملیات شناسایی هویت مشترک در AUC اجرا می شود. در این مرکز سریال سیم کارت چک می شود و مجاز یا غیر مجاز بودن سیم کارت معین می شود.

- مرکز تشخیص هویت در کنار HLR قرار دارد.

#### ه) EIR<sup>۶</sup>: بانک اطلاعاتی شبکه GSM

برای ذخیره سازی IMEI: EIR بانک اطلاعاتی شبکه GSM برای ذخیره سازی IMEI مربوط به گوشی های موبایل استاندارد و مجاز است، EIR مرکز تشخیص معتبر بودن گوشی است. در EIR جهت کنترل وضعیت گوشی ها سه لیست شکل می گیرد.

با توجه به قرار گرفتن IMEI در یکی از این لیست ها، سطح دسترسی به شبکه برای گوشی مورد نظر متفاوت خواهد بود این سه لیست عبارت اند از:

- لیست سفید White List

۱- VLR = Visitor Location Register

۲- HLR = Home Location Register

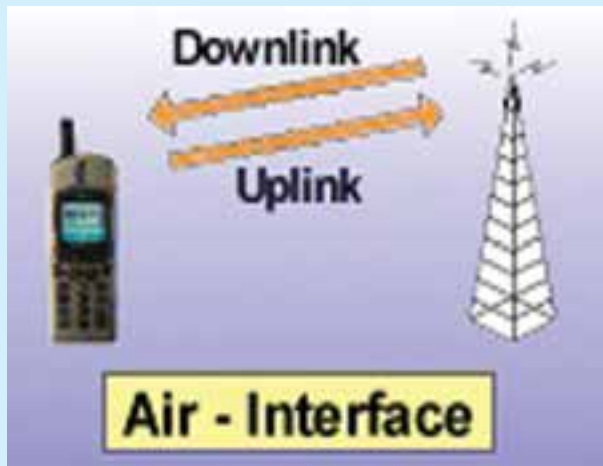
۳- MSISDN = Mobile Switching Integrated Services Digital Network Number

۴- IMSI = International Mobile Subscriber Identity

۵- AUC = Authentication Center

۶- EIR = Equipment Identity Register

- **Uplink** (متصل کردن به بالا): فرکانس‌های ارسالی از موبایل به سمت ایستگاه ثابت را Uplink گویند.
- **Downlink** (متصل کردن به پایین): فرکانس‌های فرستاده شده از ایستگاه ثابت به موبایل را Downlink گویند. در شکل ۹-۱۰۷ ارتباط موبایل با آنتن BTS نشان داده شده است.



شکل ۹-۱۰۷- ارتباط موبایل با آنتن BTS

- **Duplex Frequency** (فرکانس مضاعف): مقدار فرکانسی را که باید به فرکانس Uplink اضافه شود تا فرکانس Downlink به دست آید Duplex Frequency گویند.
- **Absolute Radio Frequency Channel** (ARFC) Number: ARFC به تعداد کاربرها (n)، که مورد استفاده قرار می‌گیرد گویند.

### مشخصات GSM در ایران

GSM ایران دارای مشخصاتی به شرح جدول ۹-۲ است.

اگر IMEI در این لیست قرار داشته باشد با گوشی مربوطه می‌توان به شبکه متصل شد.

### ● لیست خاکستری Grey List

در این وضعیت گوشی مورد نظر به علت مشکلات احتمالی تحت بررسی قرار دارد.

### ● لیست سیاه Black list

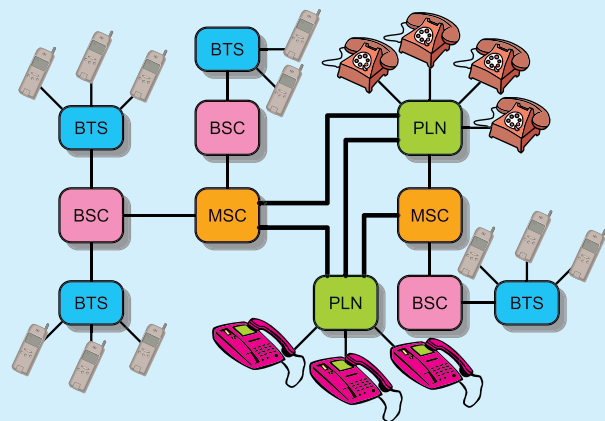
گوشی مورد نظر این لیست، مورد تأیید شبکه GSM نبوده یا این که دزدیده شده است، در این صورت امکان برقراری ارتباط با شبکه وجود ندارد.

### و) **GMSC : Gate Way MSC**

GMSC مانند یک Gateway برای شبکه موبایل است.

انجام عملیات مسیریابی به سمت مقصد از سایر شبکه‌ها، نظیر PSTN یا ISDN به یک شبکه موبایل و یا ارتباط با HLR جهت پیدا نمودن موقعیت یک مشترک بر عهده بخش GMSC است.

در شکل ۹-۱۰۶ کلیه زیر سیستم‌های یک شبکه GSM و ارتباط آنها با یکدیگر نشان داده شده است.



شکل ۹-۱۰۶- کلیه زیر سیستم‌های یک شبکه GSM

### ۹-۲۷- سیستم GSM در ایران

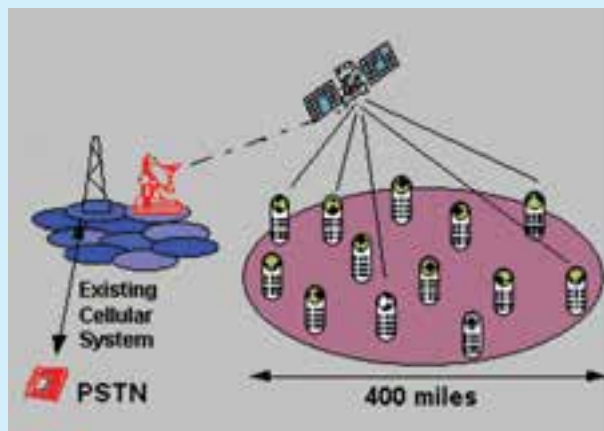
در ایران از دو نوع GSM استفاده می‌شود: GSM ۹۰۰ و GSM ۱۸۰۰. قبل از بیان مشخصات سیستم GSM ایران به شرح برخی اصطلاحات به کار رفته می‌پردازیم.



جدول ۹-۲- مشخصات GSM ایران

	GSM ۹۰۰	GSM ۱۸۰۰
Up Link (MHz)	۸۹۰ - ۹۱۵	۱۷۱۰ - ۱۷۸۵
Down Link (MHz)	۹۳۵ - ۹۶۰	۱۸۰۵ - ۱۸۸۰
Duplex Frequency (MHz)	۴۵	۹۵
Carrier Number	۱۲۴	۳۷۴
شعاع سلولی (Km)	۳۵	۸

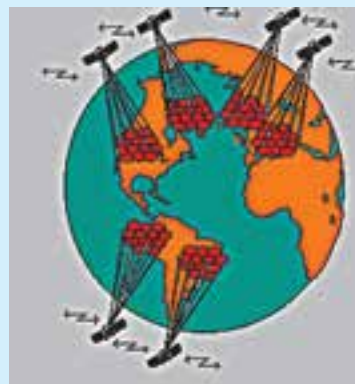
شکل ۹-۱۰۹ ارتباط یک ایستگاه زمینی را با ماهواره و ارتباط ماهواره را با گیرنده‌های مختلف نشان می‌دهد.



شکل ۹-۱۰۹- ارتباط یک ایستگاه زمینی با ماهواره

### ۹-۲۸- پخش با استفاده از ماهواره

چنانچه در پخش سیگنال‌های تلفنی از سیستم ماهواره استفاده شود، ایستگاه زمینی سیگنال را به ماهواره ارسال می‌کند و سپس از طریق ماهواره، منطقه وسیعی تحت پوشش قرار می‌گیرد. شکل ۹-۱۰۸ نشان می‌دهد چگونه ماهواره‌ها، سلول‌های مختلف را در روی کره زمین تحت پوشش قرار داده‌اند.



شکل ۹-۱۰۸- ارتباط ماهواره‌ها با سلول‌ها

### ۹-۲۹- الگوی پرسش

- ۱- اهداف اصلی گروه GSM را توضیح دهید.
- ۲- چهار نمونه سرویس ارائه شده توسط شبکه GSM را توضیح دهید.
- ۳- GMS اول کلمات انگلیسی ..... است.

صحیح یا غلط

- ۴- بخشی از سرویس‌های GSM مشخص کردن مشترک، مسیردهی مکالمه، قطع مکالمه پس از اتمام آن است.

صحیح  غلط

کامل کردنی