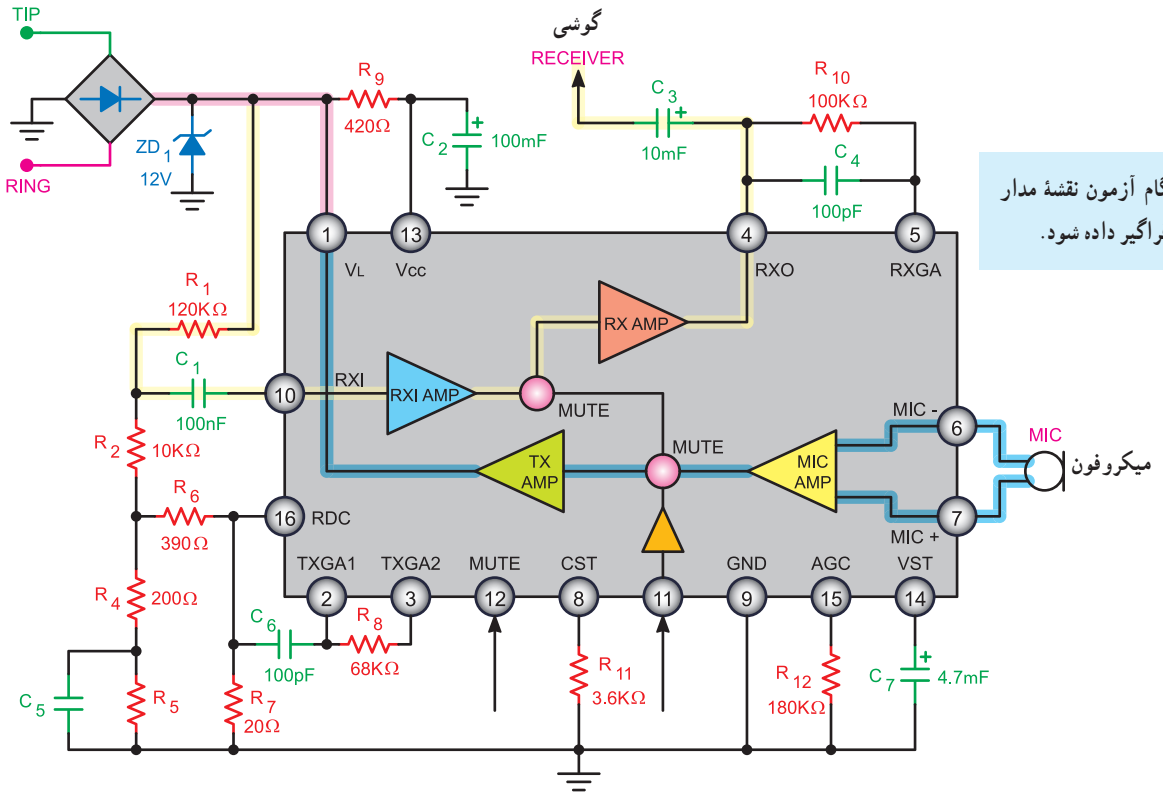
۱۳ـ۹ـ یک نمونه مدار عملی ساده برای مکالمه

شکل ۶۶ــ۹ نمونه‌ای از مدار ساده مکالمه را نشان می‌دهد.



شکل ۶۶ــ۹ــ یک نمونه مدار سادهٔ مکالمه

در این مدار ولتاژ خط تلفن پس از یکسو سازی و عبور از دیود زنر D_{Z1} روی ۱۲ ولت تثبیت می‌شود.

این ولتاژ از طریق پایهٔ ۱ آی‌سی قسمت‌هایی از مدار داخلی آی‌سی را تغذیه می‌کند.

ولتاژ ۱۲ ولت پس از عبور از R_9 به پایهٔ ۱۳ آی‌سی اعمال می شود و تغذیهٔ رگولاتور داخل آی‌سی را تأمین می‌کند.

سیگنال صحبت شخص مخاطب از طریق مقاومت R_1 وارد پایهٔ شمارهٔ ۱۰ آی‌سی می‌شود و پس از تقویت در تقویت کننده‌های RXAMP و خروجی از پایهٔ شمارهٔ۴ به گوشی دستگاه می‌رسد.

مقاومت R_{10} و خازن C_4 در پایه ۵ میزان تقویت سیگنال را در گوشی تنظیم می‌کنند.

صدای تولید شده در میکروفون از پایه ۶ و ۷ آی‌سی وارد تقویت کنندهٔ Mic و TX AMP می‌شود و پس از تقویت از طریق پایهٔ ۱ به خط تلفن و به گوشی مخاطب می‌رسد.

ولتاژ DC مدار از طریق پایهٔ ۱۶ و مقاومت‌های R_1 و R_2 و R_4 و R_5 و R_6 (تقسیم و از طریق مدار داخلی IC) تثبیت می‌شود.

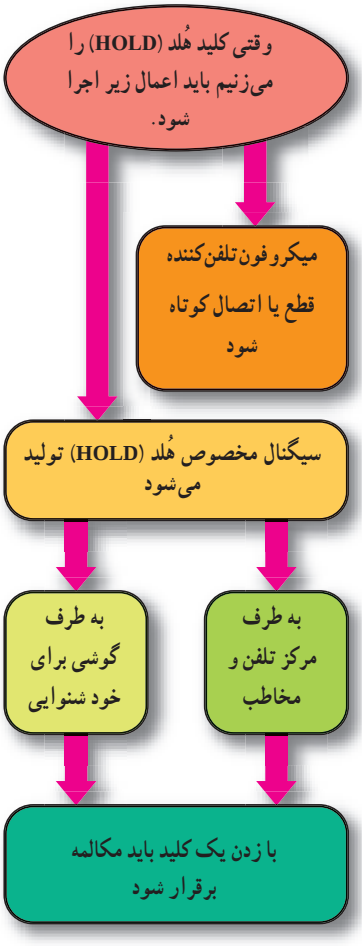
تنظیم بهرهٔ تقویت کنندهٔ میکروفون از طریق پایه‌های ۲ و ۳ و مقاومت R_8 و خازن C_6 صورت می‌گیرد.

سیگنال Mute (سکوت) از طریق پایه ۱۲ به آی‌سی می‌رسد.

مدار Mute بخش گیرنده صدا را اتصال کوتاه می‌کند تا از شنیدن صدای کلیک جلوگیری کند. این صدا، به‌هنگام شماره‌گیری، با قطع و وصل کنتاکت ایجاد می‌شود.

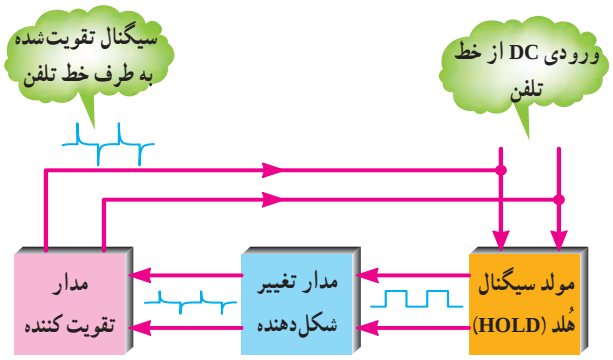
۹ـ۱۴ـ عملکرد مدار نگهدارندهٔ پشت خط یا هُلد (Hold)

مدار نگهدارندهٔ پشت خط یا مدار هُلد (hold) مداری است که برای حفظ ارتباط در مدت زمان کوتاه و برقراری مجدد ارتباط، مورد استفاده قرار می‌گیرد. غالباً در مکالمات تلفنی شرایطی پیش می‌آید که تلفن کننده به جست‌جو در داخل کتاب، پرونده و یا صحبت با فرد دیگری نیاز پیدا می‌کند. در این حالت لازم است ارتباط با مخاطب حفظ شود و پس از مدتی مجدداً مکالمه برقرار گردد. برای این منظور از مدار هُلد (hold) استفاده می‌کنند. در شکل ۶۷ـ۹ عملکرد کلید هُلد (hold) نشان داده شده است.



شکل ۶۷ـ۹ـ عملکرد کلید هُلد (HOLD)

در شکل ۶۸ـ۹ بلوک دیاگرام مدار هُلد (hold) را مشاهده می‌کنید.



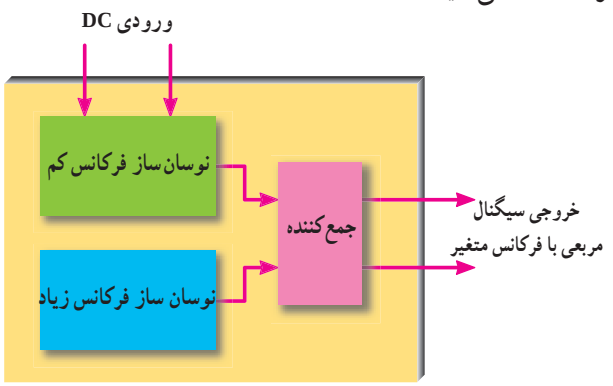
شکل ۶۸ـ۹ـ بلوک دیاگرام مدار تقویت کننده و مدار تغییر شکل موج

۱ـ۱۴ـ۹ـ بلوک دیاگرام مدار مولد سیگنال هُلد (hold):

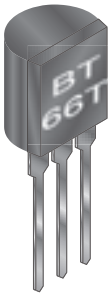
در شکل ۶۹ـ۹ بلوک دیاگرام مدار مولد هُلد (hold) رسم شده است.

در داخل این بلوک مدار نوسان‌ساز فرکانس کم و نوسان‌ساز فرکانس زیاد وجود دارد. فرکانس موج مربعی ایجاد شده در محدودهٔ ۴۰۰ تا ۱۴۰۰ هرتز تغییر می‌کند و ملودی مناسبی برای سیگنال هُلد (hold) تولید می‌شود.

یک نمونه آی‌سی مولد سیگنال هُلد(hold)BT۶۶T یا HUM۶۶ است. در شکل ۷۰ـ۹ نمای ظاهری آی‌سی HUM۶۶ را مشاهده می‌کنید.



شکل ۶۹ـ۹ـ بلوک دیاگرام مدار سیگنال هُلد (HOLD)

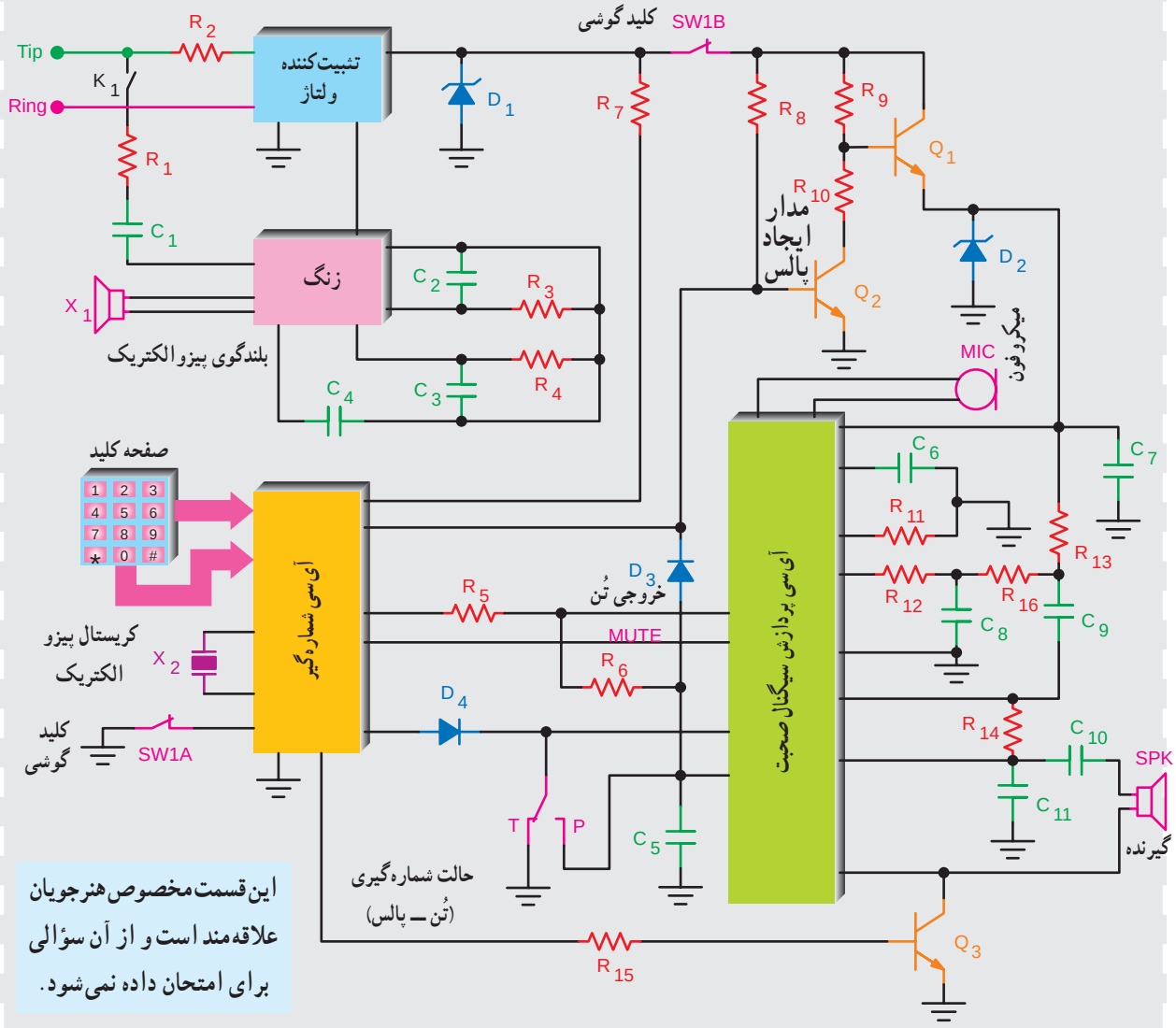


شکل ۷۰ـ۹ـ آی‌سی مولد سیگنال هُلد (HOLD)

برای مطالعه

۱۵ـ۹ـ مدار کامل تلفن الکترونیکی

در شکل ۷۱ـ۹ مدار کامل تلفن الکترونیکی و عناصر مورد نیاز نظیر مقاومت‌ها و خازن‌ها ترسیم شده است که ارتباط آی‌سی‌های داخل تلفن را با هم نشان می‌دهد.



این قسمت مخصوص هنرجویان علاقه‌مند است و از آن سؤالی برای امتحان داده نمی‌شود.

شکل ۷۱ـ۹ـ نمونه‌ای از مدار کامل الکترونیکی

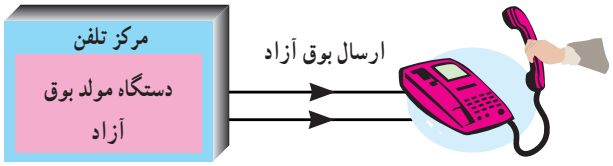
۹ـ۱۶ـ مراحل برقراری ارتباط بین دو مخاطب

برای برقراری ارتباط تلفنی بین دو نقطه لازم است، شش مرحله زیر به ترتیب اجرا شود تا یک ارتباط کامل صورت گیرد.

۱ــ گوشی توسط تلفن کننده (کاربر)، به منظور شروع برقراری ارتباط برداشته می‌شود (شکل ۷۲ــ۹).

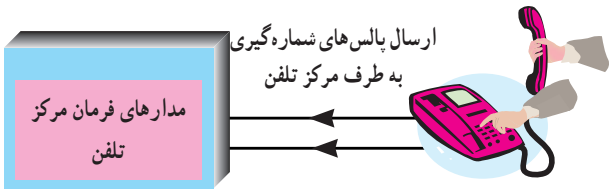
شکل ۷۲ ــ ۹

۲ــ بین مرکز و دستگاه تلفن از طریق خط تلفن ارتباط برقرارگردد و سیگنال بوق آزاد از طرف مرکز ارسال می‌شود (شکل ۷۳ــ۹).



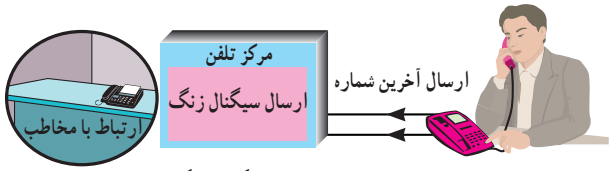
شکل ۷۳ــ۹ــ ارسال بوق آزاد

۳ــ با فشاردادن دکمهٔ شماره‌گیری روی دستگاه تلفن، بوق آزاد قطع و پالس‌های شماره‌گیری ارسال می‌گردد تا در مرکز، مسیر ارتباط بین مخاطب و تلفن کننده باز شود (شکل ۷۴ــ۹).



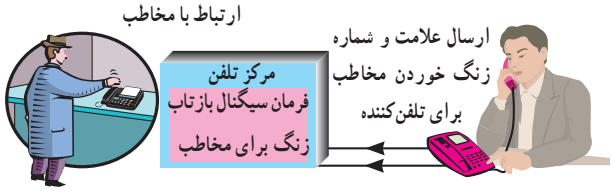
شکل ۷۴ــ۹ــ باز شدن مسیر ارتباطی بین دو مخاطب

۴ــ پس از گرفتن آخرین شماره ارتباط با مخاطب برقرار می‌شود و از طرف مرکز تلفن سیگنال زنگ ارسال می‌شود (شکل ۷۵ــ۹).



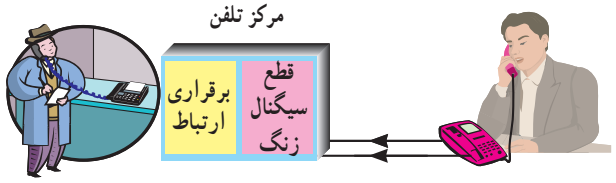
شکل ۷۵ــ۹ــ ارسال سیگنال زنگ

۵ــ هم‌زمان، سیگنال مخصوص که نشان دهنده برقراری ارتباط و زنگ خوردن مخاطب است از طرف مرکز تلفن به سوی تلفن کننده ارسال می‌شود. این سیگنال را «بازتاب زنگ» می‌نامند (شکل ۷۶ــ۹).



شکل ۷۶ــ۹ــ سیگنال بازتاب زنگ

۶ــ با شنیدن صدای زنگ، مخاطب گوشی را برمی‌دارد و هم‌زمان با قطع شدن سیگنال زنگ، ارتباط بین دو نفر برقرار می‌شود. در این مرحله مدار شماره انداز برای محاسبهٔ پالس تلفن به کار می‌افتد (شکل ۷۷ــ۹).

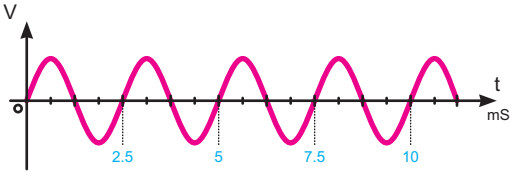


شکل ۷۷ــ۹ــ شروع کار شماره انداز

۹ـ۱۷ـ مشخصات برخی سیگنال‌های تولیدی در مرکز تلفن

برای برقراری ارتباط، سیگنال‌های مختلفی در مرکز تلفن تولید می‌شود، برخی از این سیگنال‌ها عبارت‌اند از :

۹ـ۱۷ـ۱ـ سیگنال بوق آزاد : این سیگنال دارای فرکانسی حدود ۳۵۰ تا ۴۴۰ هرتز است. این سیگنال به طور ممتد پس از برداشتن گوشی از طرف مرکز تلفن ارسال می‌شود (شکل ۷۸ــ۹).

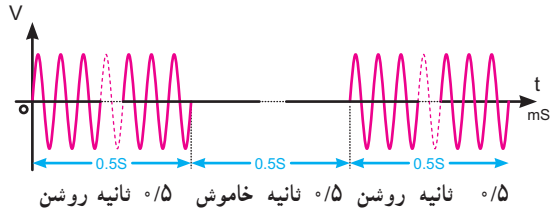


شکل ۷۸ــ۹ــ بوق آزاد با زمان تناوب ۲/۲ تا ۲/۸ میلی‌ثانیه

۲ـ۱۷ـ۹ـ سیگنال اشغال تلفن و اشغال خط شهری:

این سیگنال دارای فرکانس ۴۸۰تا ۶۲۰ هرتز است.

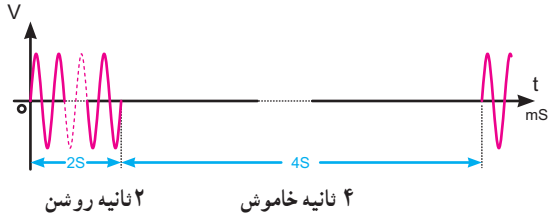
این سیگنال حدود ۰/۵ثانیه خاموش و ۰/۵ثانیه روشن است (شکل ۷۹ــ ۹).



شکل۷۹ ــ۹ــ مشخصات سیگنال اشغال خط

۳ـ۱۷ـ۹ـ سیگنال بازتاب زنگ: این سیگنال دارای فرکانس ۴۴۰ تا ۴۸۰ هرتز است (مشابه بوق آزاد) و به مدت ۲ ثانیه روشن و ۴ ثانیه خاموش است.

فرکانس و زمان روشن و خاموش بودن این سیگنال در سیستم‌های مختلف فرق می‌کند (شکل ۸۰ ــ۹).



شکل ۸۰ ــ۹ــ مشخصات سیگنال بازتاب زنگ

۱۸ـ۹ـ الگوی پرسش

۱ــ مدارهای مختلف یک دستگاه تلفن الکترونیکی را فقط نام ببرید.

۲ــ ولتاژ خط تلفن چند ولت است؟ آیا این ولتاژ DC است یا AC؟

۳ــ کلید هوک (hook) چه عملی‌را انجام می‌دهد؟ توضیح دهید.

۴ــ شکل سیگنال زنگ ارسالی از مرکز تلفن را رسم کنید. دامنهٔ پیک تا پیک سیگنال چه‌قدر است؟

۵ ــ در داخل آی‌سی KA۲۴۱۱ چه مدارهایی وجود دارند؟

۶ ــ در شماره‌گیری به روش پالس برای هر عدد پیش شماره ۰۱۲۱ چند پالس به مرکز تلفن ارسال می‌شود؟

۷ــ کار هر یک از کلیدهای # و * را در صفحه کلید شرح دهید.

۸ ــ مزایای استفاده از روش تُن را بنویسید.

۹ــ فرکانس ایجاد شده توسط مولد پالس ساعت اصلی در تلفن چند مگا هرتز است؟

۱۰ــ سه مورد از توانایی های آی سی صوت را بنویسید.

۱۱ــ کار پایه‌های ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۳ آی‌سی KS۵۸۰۰۶ را به اختصار شرح دهید.

۱۲ــ کار پایه‌های ۴ و ۶ و ۷ و ۹ و ۱۲ و ۱۳ آی سی KA۸۶۰۳ را به اختصار شرح دهید.

۱۳ــ سیگنال بوق آزاد دارای چه فرکانسی است؟

۱۴ــ سیگنال بازتاب زنگ دارای چه فرکانسی است؟ مشخصات آن را توضیح دهید.

کامل‌کردنی

۱۵ــ در شماره‌گیری به روش تُن برای نشان دادن هر رقم از ترکیب ..... استفاده می‌شود، این روش به اختصار ..... نامیده می‌شود.

صحیح یا غلط

۱۶ــ در شماره‌گیری به روش تُن امکان بروز اشتباه کم است ولی سرعت شماره‌گیری پایین می‌آید.

صحیح ☐ غلط ☐

چهارگزینه‌ای

۱۷ــ در مورد سیگنال اشغال تلفن و اشغال خط شهری کدام گزینه صحیح است؟

۱) به‌طور ممتد از مرکز تلفن ارسال می‌شود.

۲) ۰/۵ ثانیه خاموش و ۰/۵ ثانیه روشن است.

۳) ۲ ثانیه روشن و ۴ثانیه خاموش است.

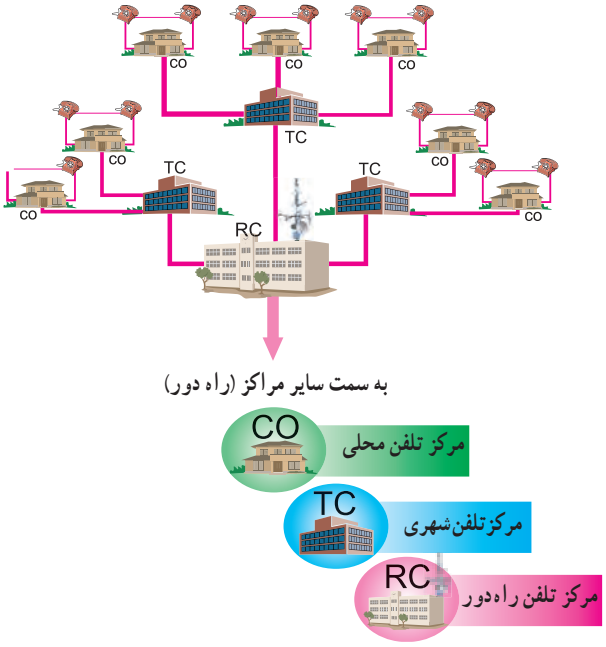
۴) ۴ ثانیه روشن و ۲ ثانیه خاموش است.

۱۹ـ۹ـ سیستم سازماندهی و سوئیچینگ مرکز تلفن PSTN

PSTN مخفف کلمات (PublicSwitchedTelephoneNetwork) است که «شبکهٔ عمومی تلفن» نامیده می‌شود. کلیه اتصال‌ها و امکانات تلفن شهری و بین شهری مجموعهٔ PSTN را تشکیل می‌دهند. شکل ۸۱ ــ۹ شکل ساده‌ای از عملکرد PSTN را نشان می‌دهد.

شکل ۸۱ ــ۹ــ عملکرد ساده‌ای از شبکهٔ PSTN

شکل ۸۲ ــ۹ شبکهٔ کلی PSTN را که شامل مراکز تلفن محلی، شهری و راه دور است، نشان می‌دهد.



شکل ۸۲ ــ۹ــ شبکهٔ کلی PSTN

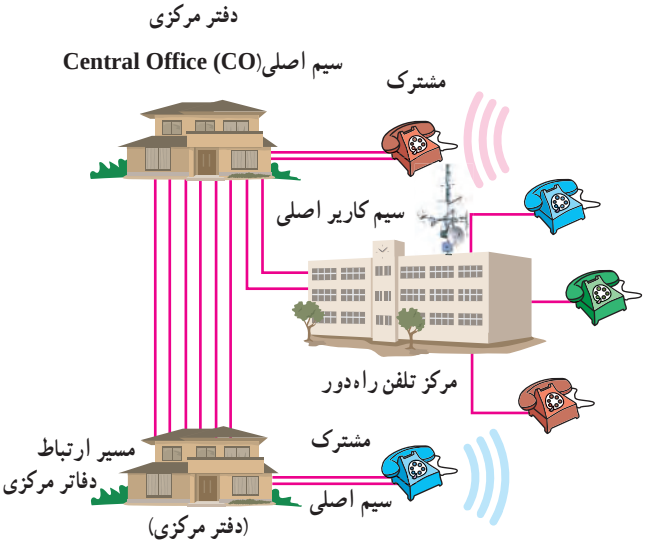
۱ـ۱۹ـ۹ـ مرکز تلفن محلی (Central Office (CO:

هر تلفن که در محلی قرار دارد توسط یک جفت سیم مسی به مرکز تلفن وصل می‌شود این مرکز، مرکز تلفن محلی یا CO نام دارد. مرکز تلفن محلی کلیهٔ عملیات مربوط به برقراری و یا قطع ارتباط بین تلفن‌های محلی را اجرا می کند.

چنانچه ارتباط تلفنی در یک مرکز تلفن محلی صورت گیرد مکالمه را مکالمهٔ محلی (locall call) می‌نامند.

در شماره‌گیری، هر مرکز تلفن محلی در شهرهای بزرگی نظیر تهران با یک عدد ۴ رقمی مشخص می‌شود. مثلاً مراکز به شماره ۸۸۴۵ یا ۶۶۰۱ هر یک مربوط به منطقهٔ خاصی از یک شهرند.

شکل۸۳ ــ۹ ارتباط تلفن منازل را با دفتر مرکزی تلفن راه‌دور نشان می‌دهد.



شکل ۸۳ ــ۹ــ ارتباط تلفن با مراکز تلفن محلی

۲ـ۱۹ـ۹ـ مرکز تلفن شهری Toll Center (TC):

اگر شمارهٔ تلفنی را بگیریم که تحت کنترل مرکز تلفن محل دیگری قرار دارد، باید مرکز تلفن محلی تماس گیرنده با مرکز تلفن محلی مخاطب ارتباط برقرار کند، کنترل قطع و وصل این مراکز تلفن محلی به یکدیگر، توسط مرکزی به نام مرکز تلفن شهری یا TC صورت می‌گیرد. به طوری که در شکل ۸۳ ــ۹ نشان داده شده است، چندین مرکز تلفن محلی (CO) توسط خطوط اتصال و از طریق مرکز تلفن TC با یکدیگر اتصال دارند و قطع و وصل

ارتباط بین مبدأ و مقصد توسط سیستم کنترل واقع در مراکز TC صورت می‌گیرد.

۳-۱۹-۹- مرکز تلفن راه‌دور

Regional Center(RC): چنانچه ارتباط از طریق مراکز تلفن شهری امکان‌پذیر نباشد ارتباط توسط مرکز تلفن راه دور (RC) صورت می‌پذیرد. مرکز تلفن راه دور، ارتباط بین مراکز تلفن شهری را به عهده دارد.

۲۰-۹- الگوی پرسش

۱ــ PSTN مخفف چه کلماتی است؟

۲ــ وظایف مرکز تلفن محلی را شرح دهید.

۳ــ بلوک دیاگرامی از یک سیستم PSTN را رسم کنید.

۴ــ وظایف مرکز تلفن شهری را توضیح دهید.

۵ــ ارتباط بین مراکز تلفن شهری به وسیله چه مرکزی انجام می‌گیرد؟

کامل‌کردنی

۶ــ کلیهٔ اتصال‌ها و امکانات تلفن شهری و بین‌شهری مجموعه‌ای به نام ..... را تشکیل می‌دهند.

صحیح یا غلط

۷ــ کنترل قطع و وصل بین مراکز تلفن محلی به یک‌دیگر توسط مرکزی به نام مرکز تلفن شهری یا TC صورت می‌گیرد.

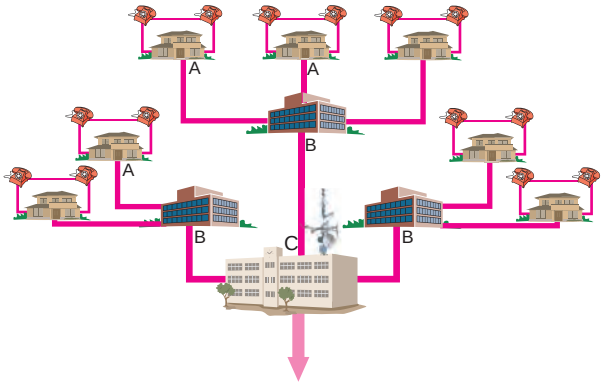
صحیح ☐ غلط ☐

چهارگزینه‌ای

۸ ــ درشکل ۸۴ــ۹ مراکز A ، B و C به ترتیب از راست به چپ چه نام دارد؟

۱) RC – CO – TC ۲) CO – RC – TC

۳) RC – TC – CO ۴) TC – CO – RC



شکل ۸۴ ــ۹

۲۱-۹- تلفن همراه

صحبت به هنگام راه رفتن در خیابان همواره از قابلیت‌های بسیار لوکس به شمار می‌آمد. از نظر بسیاری از مردم قابلیت ارتباط از طریق تلفن‌های همراه موجب شده است که به آسانی بتوان با هر فردی در هر مکانی دسترسی داشت. در شکل ۸۵ــ۹ چند نمونه تلفن همراه نشان داده شده است.

شکل ۸۵ ــ۹ــ چند نمونه تلفن همراه

۱-۲۱-۹- تاریخچه تلفن همراه: تاریخچهٔ تلفن همراه به نوعی دستگاه رادیو ــ تلفن ارتباط پیدامی کند. نوعی دستگاه رادیو تلفن طراحی شد که امکان دسترسی به شبکهٔ تلفن (PSTN) را از طریق دستگاه‌های رادیویی برقرار می‌کرد. این دستگاه‌ها بر روی اتومبیل نصب می‌شدند.

در اصل دستگاه‌های مزبور مانند تلفن‌های بی‌سیم کار می‌کردند و بخش قابل حمل در درون اتومبیل قرار داشت و می‌توانست تعداد زیادی از بخش‌های ثابت را در اطراف خود پوشش دهد.

ارتباط هر یک از کاربران از طریق فرکانس یا کانال متفاوتی صورت می‌گرفت.

مرکز تلفن بی‌سیم در وسط محدودهٔ رادیویی قرار داشت.

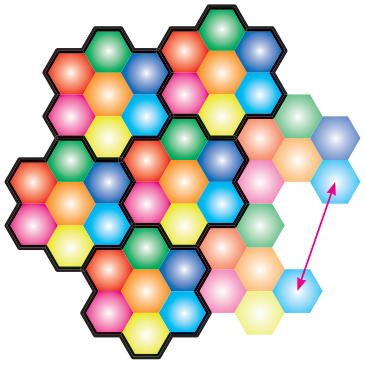
عواملی تکنولوژی رادیو تلفن را محدود می‌کرد.

یکی این‌که تعداد کانال‌های رادیویی (محدوده فرکانسی) مورد نیاز برای این کار بسیار زیاد بود یعنی باند استاندارد آن باید بیش از ۲۰۰۰ کانال را پوشش می‌داد هر چند این تعداد کانال به نظر زیاد می‌آمد، اما برای افراد زیادی که تقاضای چنین خدماتی را داشتند، کافی نبود.

دیگر این‌که این خدمات به صورت مرکز به مرکز بود یعنی وقتی کاربری در یک مرکز عضو می‌شد فقط می‌توانست از همان مرکز خدمات دریافت کند.

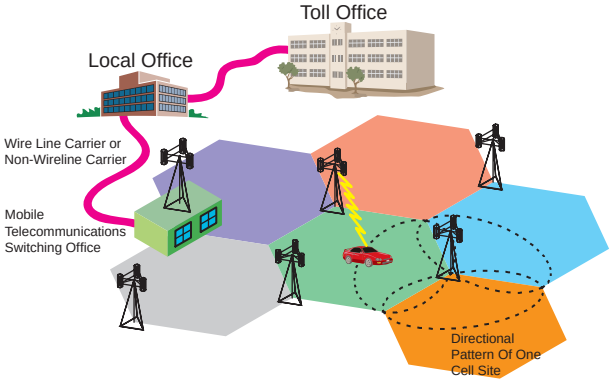
برد هر مرکز نیز بسته به امکانات بخش ارائه دهندهٔ خدمات محدود بود.

۲ـ۱ـ۹ـ ساختار سلولی تلفن همراه: در سیستم سلولی، ناحیه‌های جغرافیایی را به ناحیه‌های نسبتاً کوچک‌تری تقسیم می‌کنند که ناحیه‌های کوچک سلول نامیده می‌شوند. شکل ۸۶ ــ۹ سلول‌ها را در ناحیه‌های مختلف نشان می‌دهد.



شکل ۸۶ ــ۹ــ ناحیه‌های جغرافیایی به چندین سلول تقسیم می‌شوند.

در مرکز یا نقطهٔ مناسب دیگری در اطراف سلول‌ها، سیستم رادیویی قرار دارد که با استفاده از دستگاه‌های الکترونیکی و کامپیوتری کنترل می‌شوند و هر سلول را به ادارهٔ قطع و وصل تلفن همراه MobileTelecommunication Switching Office(MTSO) وصل می‌کند. شکل ۸۷ ــ ۹ ارتباط MTSO را با سایر مراکز نشان می‌دهد.

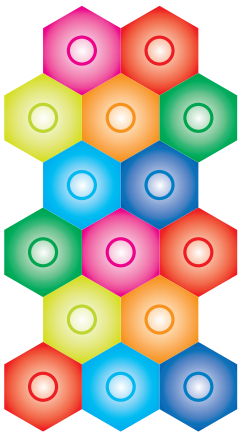


شکل ۸۷ ــ۹ــ ارتباط MTSO با سایر مراکز

هر سلول بسیار کوچک فقط ناحیه‌ای در حد چندین کیلومتر را پوشش می‌دهد. کاربران به طور مستقیم با MTSO در ارتباط نیستند بلکه این ارتباط از طریق نزدیک‌ترین ایستگاه سلولی صورت می‌پذیرد.

هر مرکز، به MTSO ناحیه‌ای متصل می‌شود. به این ترتیب می‌توان شبکه‌ای از ایستگاه‌های رادیویی مستقل و متعدد را در محدودهٔ وسیع ایجاد کرد.

۳ـ۱ـ۹ـ روش معمول توزیع کانال بین سلول‌ها: در روش سلولی به هر سلول منفرد تعدادی کانال (فرکانس) تعلق می‌گیرد. شکل ۸۸ ــ۹ هر سلول و مرکز آن را نشان می‌دهد.

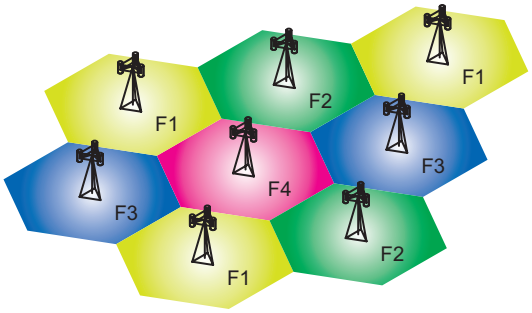


شکل ۸۸ ــ۹ــ نمایی از هر سلول و مرکز آن

مثلاً در باند فرکانسی Fcc در ایالات متحده می توان ۶۶۶ کانال ایجاد نمود. هر سلول می تواند ۴۵ ارتباط دو طرفهٔ کامل را برقرار کند. هر مکالمهٔ دو طرفه به دو کانال (یا فرکانس) احتیاج دارد. لذا هر سلول می تواند تا ۹۰ کانال از ۶۶۶ کانال را مورد استفاده قرار دهد.

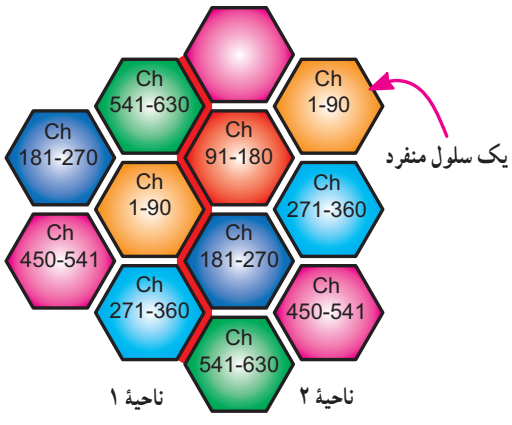
سلول‌های مجاور مجموعه دیگری از فرکانس یا (کانال‌ها) را مورد استفاده قرار می‌دهند. ولی سلول‌های غیر مجاور می توانند دوباره از مجموعهٔ کانال‌ها (فرکانس‌های) قبلی استفاده کنند.

مثلاً در ناحیه (۱) از کانال‌های ۹۰ــ۱استفاده شده است (شکل۸۹ ــ۹).



شکل ۸۹ ــ۹ــ تقسیم سلولی ناحیه‌ها

در این حالت هیچ یک از سلول‌های مجاور ناحیه (۱) نباید از این کانال‌ها استفاده کنند، زیرا در این حالت ممکن است تداخل ایجاد شود، لذا سلول‌های مجاور باید از سایر کانال‌های موجود در باند استفاده کنند. در شکل ۹۰ــ۹ نمونه‌ای از روش معمول توزیع کانال‌ها در بین سلول‌ها نشان داده شده است.



شکل ۹۰ــ۹ــ نمونه‌ای از روش معمول توزیع کانال‌ها بین سلول‌ها

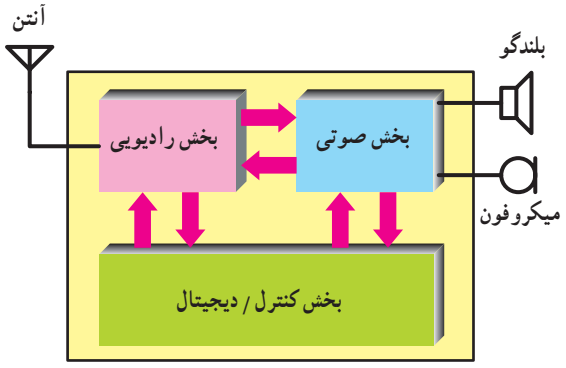
وقتی کاربری با برداشتن تلفن همراه، خدمات مربوطه را درخواست می کند، نزدیک‌ترین سلول سیگنال ارسالی از تلفن را دریافت می کند و دو کانال را برای برقراری ارتباط به آن اختصاص می‌دهد.

انتخاب کانال به صورت کاملاً خودکار انجام می‌شود.

بعد از برقراری ارتباط دو طرفهٔ کامل، MTSO خط تلفنی را در مرکز تلفن محلی خود باز می کند و بوق آزاد شنیده می شود.

۲۲ـ۹ـ ساختمان تلفن همراه اولیه

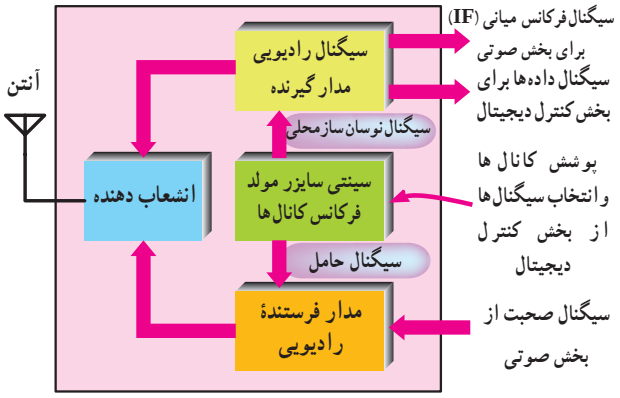
۱ـ۲۲ـ۹ـ بلوک دیاگرام تلفن همراه اولیه: شکی نیست که تلفن همراه پیچیده‌ترین و قدرتمندترین وسیلهٔ ارتباطی به شمار می‌آید. به طور کلی می توان تلفن همراه را به سه قسمت مجزا تقسیم کرد، که عبارت‌اند از : بخش رادیویی (RF)، بخش صوتی (AF) و بخش کنترل/ دیجیتال (CPU). در شکل ۹۱ــ۹ قسمت‌های مختلف تلفن همراه نشان داده شده است.



شکل ۹۱ــ۹ــ نمودار بلوکی تلفن همراه

۲ـ۲۲ـ۹ـ بخش رادیویی: بخش رادیویی تمام سیگنال‌های ورودی و خروجی تلفن همراه را کنترل می کند. این بخش در شکل ۹۲ــ۹ نشان داده شده است. آنتن به نوعی Duplexer است یعنی گوشی موبایل می‌تواند به عنوان گیرنده و فرستنده عمل کند. سیگنال‌های دریافتی توسط مدار گیرندهٔ رادیویی فیلتر و دِمدوله می‌شوند. خروجی بخش رادیویی به بخش صوتی می‌رود. هر چند که در گیرنده‌های رادیویی سنتی از تنظیم فرکانس دستی برای تنظیم کانال مورد نظر استفاده می‌شد، اما تلفن‌های همراه از نوعی سینتی سایزر دقیق استفاده می کنند و با کمک آن می توانند

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 فرستندهٔ رادیویی فرستاده می‌شوند. در این قسمت، سیگنال‌ها روی موج حامل مناسبی سوار می‌شوند و بعد از فیلتر و تقویت‌شدن به آنتن اعمال می‌شوند. فرکانس موج حامل بسته به سلولی که با آن کار می‌کنید تعیین می‌گردد.

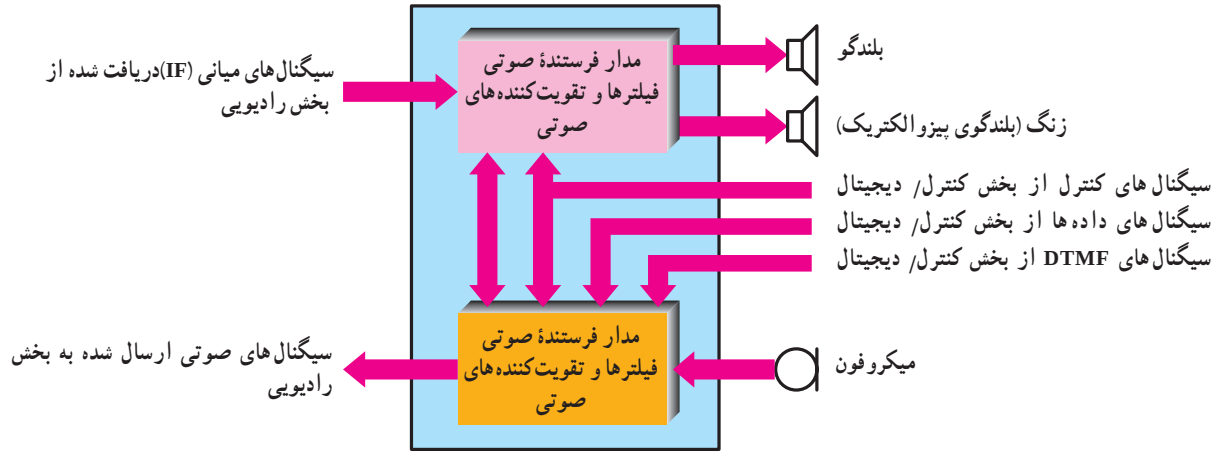


شکل ۹۲ــ۹ــ نمودار بلوکی بخش رادیویی تلفن همراه

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. سینتی سایزر 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 نوسان کننده 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 راه اندازی می‌کند و فرکانس نوسان‌ساز را به‌جود می‌آورد.

۳ـ۲۲ـ۹ـ 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 ۹۳ــ۹ نشان داده شده است.

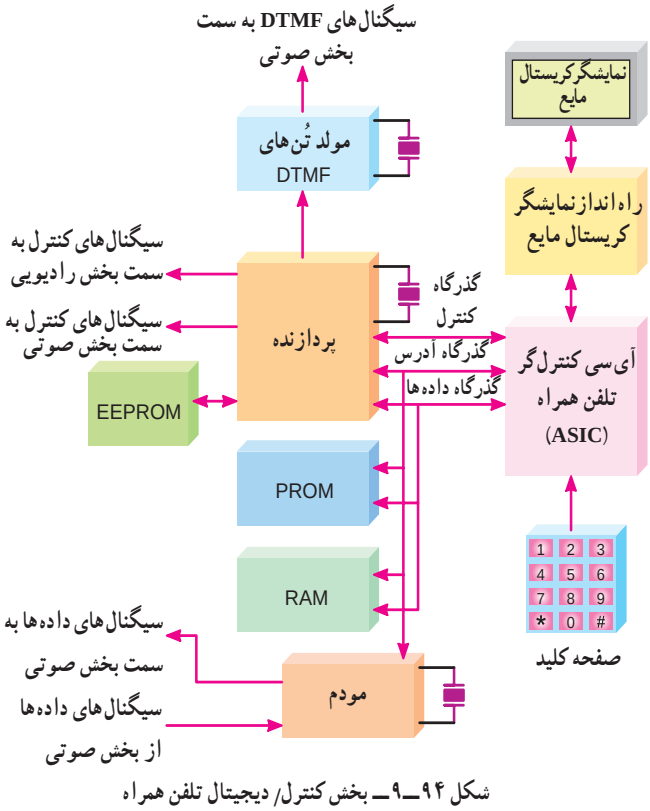
اغلب مواقع گیرندهٔ (بلندگوی) دیگری نیز وجود دارد، که برای ایجاد سیگنال‌های هشداردهنده (مانند سیگنال زنگ و سیگنال‌های شماره‌گیری DTMF) مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۹۳ــ۹ــ بخش صوتی تلفن‌های همراه

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 گیرندهٔ (بلندگوی) صوتی تحت کنترل مستقیم بخش کنترل/ دیجیتال است.

۴-۲۲-۹- بخش کنترل/دیجیتال: همان طور که در نمودار بلوکی شکل ۹۴ــ۹ مشاهده می‌کنید، بخش کنترل / دیجیتال اصلی‌ترین قسمت در تلفن همراه است. بخش کنترل / دیجیتال معادل معماری داخلی کامپیوتر است که پردازندهٔ اصلی تلفن همراه را براساس دستورهای ثابت (که برنامه نامیده می‌شود) راه‌اندازی می‌کند. این برنامه در نوعی حافظهٔ دائمی (ROM) قرار دارد.



شکل ۹۴ــ۹ــ بخش کنترل/ دیجیتال تلفن همراه

نوعی حافظهٔ 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 حافظهٔ موقت برای نگهداری نتیجهٔ مقایسه‌های منطقی و محاسبه‌های ریاضی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

هم‌چنین نوعی حافظهٔ پایدار قابل پاک شدن (EPROM) نیز برای نگه‌داری اطلاعات منحصربه‌فرد هر تلفن (مانند شمارهٔ خود تلفن همراه) مورد استفاده قرار می‌گیرد. گاهی این حافظهٔ اختصاصی را NAM سرواژهٔ 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 شبکهٔ 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 شبکهٔ 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 مسئول ارتباط بین صفحهٔ کلید و صفحهٔ نمایش تلفن همراه است. بخش مزبور هم‌چنین سینتی سایزرهای مولد فرکانس‌های دریافت و ارسال را در بخش رادیویی تنظیم می‌کند.

معمولاً نمایشگر نیز در تلفن همراه وجود دارد، که مواردی مانند شمارهٔ 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. با توجه به تغییر سریع نسل‌های تلفن همراه، امروزه تغییرات پیچیده‌ای با توجه به فناوری‌های مدرن در ساختار تلفن همراه پدید آمده است. برای کسب اطلاعات می‌توانید به منابع مربوطه مراجعه نمایید.

۹ـ۲۳ـ الگوی پرسش

۱ــ ساختار سلولی تلفن همراه را توضیح دهید.

۲ــ وظایف MTSO را شرح دهید.

۳ــ در تقسیم‌بندی سلولی در باند فرکانسی FCC هر ناحیه به چند کانال تقسیم‌بندی می‌شود؟

۴ــ بلوک دیاگرام کلی تلفن همراه را رسم کنید.

۵ ــ عمل مدولاسیون سیگنال صدا روی حامل، در کدام بخش تلفن همراه انجام می‌شود؟

۶ــ بخش کنترل/ دیجیتال چه وظایفی را به‌عهده دارد؟

۷ــ انواع حافظه‌های موجود در بخش کنترل/دیجیتال تلفن همراه را نام ببرید.

کامل کردنی

۸ــ MTSO اول کلمات انگلیسی ..... است.

چهارگزینه‌ای

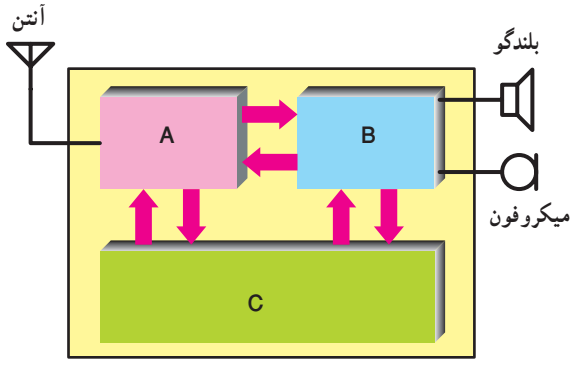
۹ــ در بلوک دیاگرام شکل ۹ــ۹۵ که مربوط به ساختمان بلوکی تلفن همراه است، بخش C چه نام دارد؟

۱) بخش رادیویی

۲) بخش صوتی

۳) بخش کنترل / دیجیتال

۴) سینتی سایزر مولد فرکانس



شکل ۹ــ۹۵

۹ـ۲۴ـ ساختار شبکه (GSM) سیستم جهانی برای موبایل و عملکرد هر یک از اجزای آن
Global System for Mobile

در اوایل دهۀ ۱۹۸۰ سیستم‌های سلولی آنالوگ در اروپا پیشرفت زیادی نمود و هر کشور، سیستم خاص خود را داشت. سیستم‌های کشورهای مختلف از نظر عملکرد و تجهیزات با یکدیگر سازگار نبودند، در نتیجه تجهیزات موبایل فقط در محدودۀ یک کشور به درستی پاسخ می‌داد. این امر بازار محدودی را برای هر نوع تجهیزات ایجاد می‌نمود 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 هزینه‌ها برای ترمینال‌ها و سرویس‌ها
- پشتیبانی رومینگ بین‌المللی (International Roaming)
- توانایی پشتیبانی از ترمینال‌های دستی
- پشتیبانی از سرویس‌ها و امکانات جدید
- سازگاری بین ISDNها

شبکۀ GSM برخلاف سیستم‌های سلولی آنالوگ، سیستمی دیجیتالی است و پردازش سیگنال‌ها به صورت دیجیتال اجرا می‌شود.

این امر هزینه را کاهش و کیفیت را افزایش می‌دهد تنها عیب سیستم دیجیتال اشغال پهنای باند بیشتر آن است.

۹ـ۲۵ـ سرویس‌های GSM

پایه‌ای‌ترین سرویسی که GSM ارائه می‌دهد سرویس مکالمه معمولی است.

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

الف) مشخص کردن مشترک

ب) شناسایی موقعیت مشترک

ج) مسیردهی مکالمه

د) اطمینان از برقراری ارتباط تا پایان مکالمه

هـ) قطع مکالمه پس از اتمام آن

و) محاسبه شارژ.

علاوه بر سرویس‌های اصلی، سرویس‌های تکمیلی دیگری نیز وجود دارد، این سرویس‌های اضافی در صورت درخواست مشترکین در اختیار آن‌ها قرار می‌گیرد. بعضی از این سرویس‌ها عبارت‌اند 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 شماره‌هایی خاص محدود می‌کند اما همه می‌توانند به موبایل زنگ بزنند.

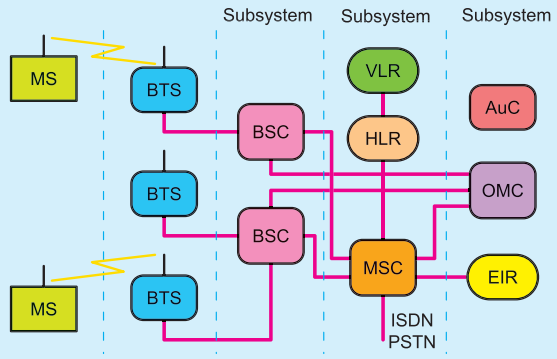
- سرویس استفاده از دو شماره (Dual Numberring)

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

برای مطالعه

۹ـ۲۶ـ ساختار GSM

GSM از سه زیر سیستم (Subsystem) تشکیل شده است. در شکل ۹۶ـ۹ ساختار GSM و زیر سیستم‌های آن نشان داده شده است.



شکل ۹۶ـ۹ـ زیرسیستم‌های GSM

در شکل۹۷ـ۹ شکل دیگری از زیر سیستم‌های GSM رسم شده است.

شکل ۹۷ـ۹ـ زیر سیستم‌های ساختار GSM

۹ـ۲۶ـ۱ـ MS (Mobile Station):به مجموعهٔ

گوشی به همراه سیم کارت MS گویند.

مشترک موبایل با دراختیار داشتن سیم کارت و گوشی می‌تواند با شبکه موبایل ارتباط داشته باشد. شکل ۹۸ـ۹ یک نمونه سیم کارت را نشان می‌دهد.

شکل ۹۸ـ۹ـ یک نمونه سیم کارت

در شکل ۹۹ـ۹ گوشی را مشاهده می‌کنید.

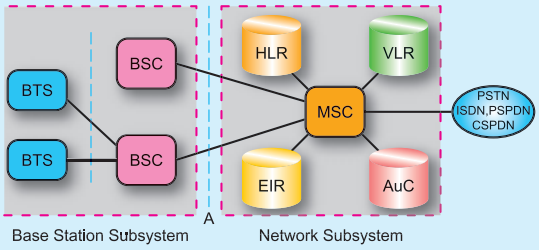
شکل ۹۹ـ۹ـ یک نمونه گوشی

۲-۹-۲۶-(Base Station Subsystems)

BSS: (زیر سیستم‌های ایستگاه پایه) در بخش BSS از شبکهٔ GSM فرستنده‌ها و گیرنده‌های بخش رادیویی و المان‌های کنترل‌کننده این فرستنده‌ها و گیرنده‌ها قرار دارند. اجزای تشکیل‌دهندهٔ BSS در شبکه GSM عبارت‌اند از :

- BTS (Base Transciever Station) (ایستگاه پایه‌ای فرستنده گیرنده)
- BSC (Base Station Controller) (ایستگاه کنترل پایه‌ای)

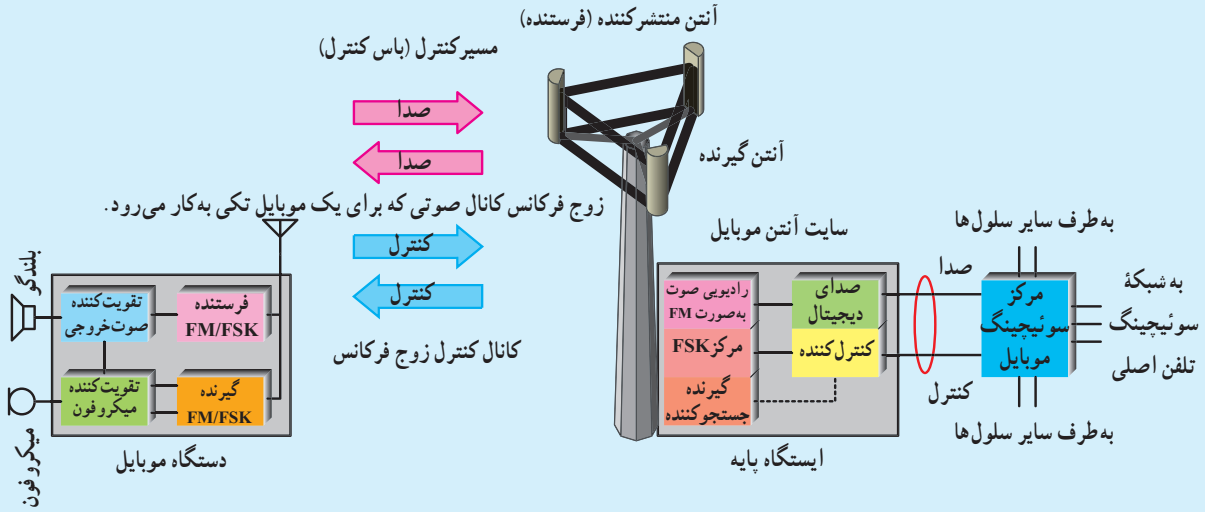
شکل ۱۰۰ــ۹ بخش‌های BSS را به صورت بلوکی و ارتباط آن را با سایر بلوک‌ها در یک سیستم GSM نشان می‌دهد.



شکل ۱۰۰ــ۹ــ بخش‌های BSS و ارتباط آن با سایر بخش‌های شبکهٔ GSM

وظایف BTS: ارتباط مشترکین موبایل با شبکه، از طریق کانال رادیویی و توسط BTS انجام می‌شود. یک BTS شامل چندین فرستنده ــ گیرنده رادیویی (Radio Transmitter/Receiver) و تجهیزاتی جهت پردازش سیگنال‌های ترافیکی و کنترلی است.

در شکل ۱۰۱ــ۹ یک ایستگاه BTS و بخش‌های آن‌را به صورت بلوکی مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۰۱ــ۹ــ یک ایستگاه BTS

شکل ۱۰۲ــ۹ نیز یک ایستگاه BTS و آنتن آن را نشان می‌دهد. به‌طورکلی وظایف BTS در شبکه GSM عبارت‌اند از :

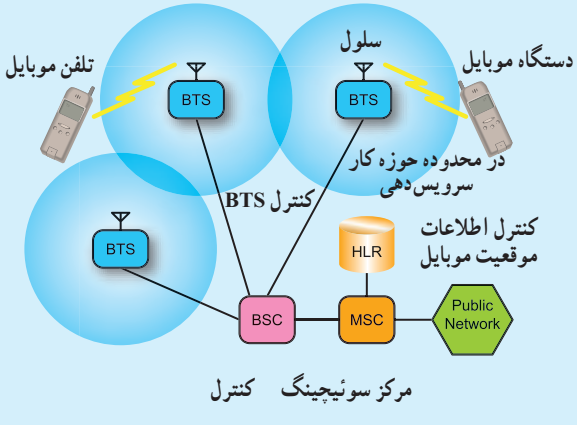
- فراهم نمودن امکان دسترسی به شبکه برای MS
- کنترل نحوهٔ اختصاص دادن فرکانس در ناحیهٔ تحت پوشش
- اجرای عملیات پرش فرکانس
- اجرای عملیات کنترل توان دینامیکی

وظایف BSC: در شبکه GSM با توجه به سلولی بودنِ ساختار آن و لزوم اختصاص دادن یک BTS به هر سایت، تعداد زیادی BTS برای پیاده‌سازی شبکه موردنیاز است. بنابراین برای کاهش هزینه پیاده‌سازی شبکه و هزینه‌های

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

شکل ۱۰۲ــ۹ــ ایستگاه BTS و آنتن آن

شکل ۱۰۳ــ۹ نحوهٔ ارتباط BTS را به مرکز کنترل رادیویی BSC نشان می‌دهد.



شکل ۱۰۳ــ۹ــ نحوهٔ ارتباط دستگاه‌های BTS با BSC

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

MSC مرکز سوئیچ 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 محدودهٔ 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 ۱۰۴ــ۹ قرار دارند.

شکل ۱۰۴ــ۹ــ نمونه‌ای از جایگاه مدارهای شبکه BSC

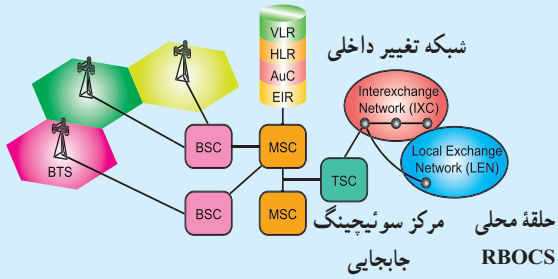
۳-۲۶-۹-بخش

Network Switching Subsystem (NSS): (زیر سیستم شبکه سوئیچ) اجزای تشکیل‌دهنده بخش NSS در شبکهٔ GSM(مرکز سوئیچ موبایل) عبارت‌اند از :

الف) MSC : Mobile Switching Center (مرکز سوئیچ موبایل). MSC مرکز اجرای عملیات سوئیچینگ در شبکهٔ موبایل است. وظایف مهم این بخش عبارت‌اند از :

- اجرای عملیات سوئیچینگ برای برقراری مکالمات
- کنترل مکالمات
- ارتباط با شبکه‌های PSTN و ISDN
- مدیریت حرکت مشترکین در شبکهٔ رادیویی
- مدیریت اختصاص دادن منابع رادیویی
- کنترل عملیات تبادل مشترک (hand over) بین BSCها
- ذخیره‌سازی اطلاعات شارژینگ و ارسال آن به مرکز صدور صورت‌حساب

شکل ۱۰۵ـ۹ بخش MSC و اجزای مرتبط با آن را نشان می‌دهد.



شکل ۱۰۵ـ۹ـ اجزای مرتبط با بخش MS

ب) VLR [۱] : مرکز نگه‌داری اطلاعات مشترکین. در کنار هر MSC یک بانک اطلاعاتی برای ذخیرهٔ اطلاعات موقت مشترکین به نام VLR قرار می‌گیرد. VLR عمل ذخیره و نگه‌داری آخرین وضعیت مشترکین در شبکه است.

ج) HLR [۲] : بانک اطلاعاتی اصلی شبکهٔ GSM است و در آن اطلاعات تمام مشترکین شبکه به صورت دائم ذخیره می‌شود. این اطلاعات عبارت‌اند از :

- اطلاعات عضویت مشترک شامل MSISDN [۳] و IMSI [۴]؛ (IMSI یک شماره سریال ۱۵ رقمی که متعلق به یک سیم کارت است و MSISDN شمارهٔ ویژه دیجیتالی شبکه موبایل)
- اطلاعات مکانی مشترک شامل MSC/VLR Number؛

د) اطلاعات وضعیت سرویس‌های مشترک، AUC [۵] : عملیات شناسایی هویت مشترک در AUC اجرا می‌شود. در این مرکز سریال سیم‌کارت چک می‌شود و مجاز یا غیرمجاز بودن سیم کارت معین می‌شود.

- مرکز تشخیص هویت در کنار HLR قرار دارد.

هـ) EIR [۶] : بانک اطلاعاتی شبکهٔ GSM برای ذخیره‌سازی IMEI : EIR بانک اطلاعاتی شبکهٔ GSM برای ذخیره‌سازی IMEI مربوط به گوشی‌های موبایل استاندارد و مجاز است، EIR مرکز تشخیص معتبر بودن گوشی است. در EIR جهت کنترل وضعیت گوشی‌ها سه لیست شکل می‌گیرد.

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

- لیست سفید White List

۱ـ VLR = Visitor Location Register
۲ـ HLR = Home Location Register
۳ـMSIDN = Mobile Switching Integrated Services Digital Network Number
۴ـ IMSI = International Mobile Simcard Identity
۵ـ AUC = Authentication Center
۶ـ EIR = Equipment Identify Register

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

- لیست خاکستری Grey List

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

- لیست سیاه Black list

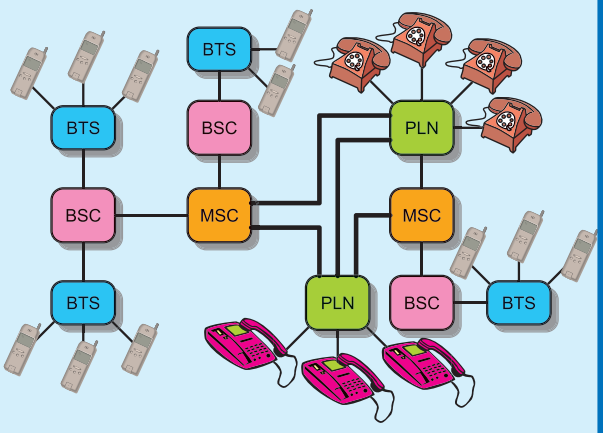
گوشی مورد نظر این لیست، مورد تأیید شبکهٔ GSM نبوده یا این‌که دزدیده شده است، در این صورت امکان برقراری ارتباط با شبکه وجود ندارد.

و) GMSC : Gate Way MSC

GMSC مانند یک Gateway برای شبکهٔ موبایل است.

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

در شکل ۱۰۶ـ۹ کلیهٔ زیر سیستم‌های یک شبکهٔ GSM و ارتباط آنها با یکدیگر نشان داده شده است.



شکل ۱۰۶ـ۹ـ کلیهٔ زیر سیستم‌های یک شبکهٔ GSM

۲۷ـ۹ـ سیستم GSM در ایران

در ایران از دو نوع GSM استفاده می‌شود GSM۹۰۰ و GSM۱۸۰۰. قبل از بیان مشخصات سیستم GSM ایران به شرح برخی اصطلاحات به کار رفته می‌پردازیم.

- **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 ۱۰۷ـ۹ ارتباط موبایل با آنتن BTS نشان داده شده است.

شکل ۱۰۷ـ۹ـ ارتباط موبایل با آنتن BTS

- **Duplex Frequency (فرکانس مضاعف) :** مقدار فرکانسی را که باید به فرکانس Uplink اضافه شود تا فرکانس Downlink به‌دست آید Duplex Frequency گویند.
- **Absolute Radio Frequency Channel Number (ARFC) :**

ARFC به تعداد کاربرها (n)، که مورد استفاده قرار می‌گیرد گویند.

مشخصات GSM در ایران

GSM ایران دارای مشخصاتی به شرح جدول ۲ـ۹ است.

جدول ۲ــ۹ــ مشخصات GSM ایران

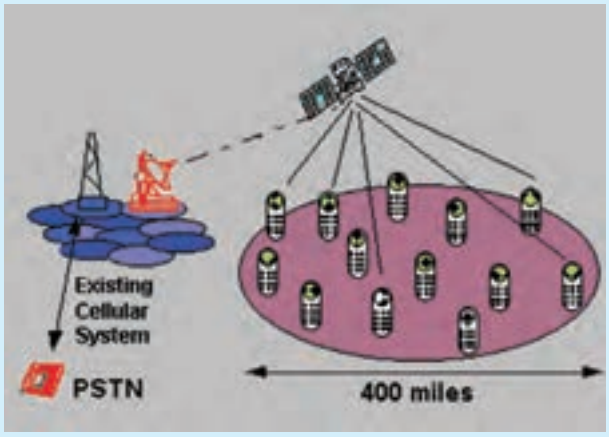
	GSM ۹۰۰	GSM ۱۸۰۰
Up Link (MHz)	۸۹۰ ـ ۹۱۵	۱۷۱۰ ـ ۱۷۸۵
Down Link (MHz)	۹۳۵ ـ ۹۶۰	۱۸۰۵ ـ ۱۸۸۰
Duplex Frequency (MHz)	۴۵	۹۵
Carrier Number	۱۲۴	۳۷۴
شعاع سلولی (Km)	۳۵	۸

۲۸ـ۹ـ 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 ۱۰۸ــ۹ نشان می‌دهد چگونه ماهواره‌ها، سلول‌های مختلف را در روی کرهٔ زمین تحت پوشش قرار داده‌اند.

شکل ۱۰۸ــ۹ــ ارتباط ماهواره‌ها با سلول‌ها

شکل ۱۰۹ــ۹ ارتباط یک ایستگاه زمینی را با ماهواره و ارتباط ماهواره را با گیرنده‌های مختلف نشان می‌دهد.



شکل ۱۰۹ــ۹ــ ارتباط یک ایستگاه زمینی با ماهواره

۲۹ـ۹ـ الگوی پرسش

۱ــ اهداف اصلی گروه GSM را توضیح دهید.

۲ــ چهار نمونه سرویس ارائه شده توسط شبکهٔ GSM را توضیح دهید.

کامل کردنی

۳ــ GMS اول کلمات انگلیسی ..... است.

صحیح یا غلط

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

صحیح ☐ غلط ☐