

فصل سوم

تحلیل مدارهای مخابراتی

اهداف فصل:

بررسی و تحلیل سیستم‌های مخابراتی و عوامل تأثیرگذار بر آن.
آشنایی با فیلترهای RLC و عملکرد آن در مدارهای مخابراتی.
آشنایی با مفهوم مدولاسیون و انواع آن.
آشنایی با اصول کار فرستنده‌ها و مدولاتورها.
بررسی آنتن و انواع آنتن‌های رادیویی و تلویزیونی.
آشنایی با اصول کار گیرنده‌ها و آشکارسازی (دمدولاسیون).
آشنایی با مخابرات دیجیتال در ارسال و دریافت امواج مخابراتی.

مقدمه ای بر مخابرات

همواره انسان‌ها به دنبال راهی برای ارتباط با دیگر افراد اجتماع و با موجودات زنده و غیر زنده اطراف خود بوده‌اند. انسان‌های اولیه با علایم، صداها و هجاهایی شبیه به طبیعت سعی در ارتباط برقرار نمودن با پیرامون خود داشته‌اند. پس از یادگیری قدرت تکلم، خطوط و نقش و نگارهایی بر دیواره غارها می‌کشیدند.



سیگنال صوت

با دور شدن از غارنشینی و روی آوردن به زندگی اجتماعی، نیاز به برقراری ارتباط را بیشتر حس کرده و با راهکارهایی مانند روشن نمودن آتش و فرستادن نامه توسط کبوتر، چاپار و غیره مخابره اطلاعات را شروع نموده‌اند و هیچ‌گاه دست از تلاش برای بهبود ارتباط بر نداشته‌اند تا به امروز که کره زمین از حیث ارتباط و انتقال اطلاعات تبدیل به یک دهکده کوچک شده است و همچنان بشر به دنبال راهی برای ارتباط با دیگر نقاط جهان و فراتر از کهکشان‌ها می‌باشد.

سیستم های مخابراتی

یک سیستم مخابراتی همواره دارای سه جزء اصلی می باشد.



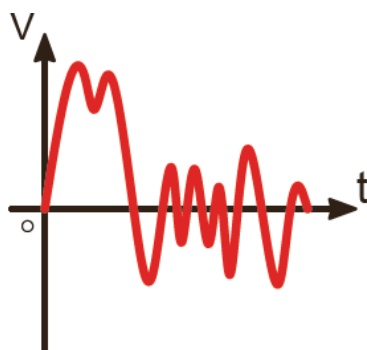
فرستنده: هر فرستنده از یک منبع تولید اطلاعات، داده ها را به سمت گیرنده یا گیرندگان ارسال می کند. و داده های پس از پردازش و آماده سازی آن برای ارسال توسط یک آنتن اطلاعات را مخابره می کند. یک فرستنده می تواند خیلی ساده و فقط یک منبع تولید سیگنال باشد و یا بسیار پیچیده مانند یک فرستنده ماهواره باشد. زمانی که شما صحبت می کنید تولیدکننده صدا حنجره شما است.

کانال: اطلاعات پس از ارسال از طریق یک یا چند کانال به گیرنده یا گیرندگان ارسال می شود. که ممکن است از طریق بی سیم و یا با سیم ارسال داده ها صورت پذیرد. نمونه ای از یک کانال بی سیم می توان به هوا و آب اشاره نمود. که داده ها با برخورد به مولکول های تشکیل دهنده هوا و آب، باعث جابه جایی آن شده و انتقال داده صورت می گیرد.

از نمونه های کانال با سیم می توان کابل تلفن را اشاره نمود.

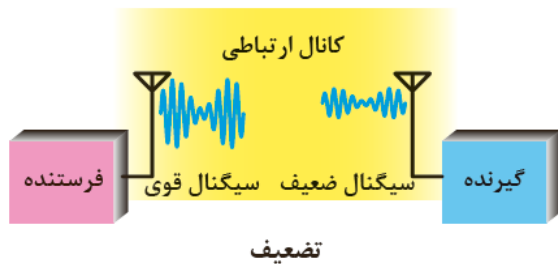
گیرنده: داده ها پس از ارسال توسط یک گیرنده دریافت می گردد و دریافت این اطلاعات معمولاً توسط یک آنتن در گیرنده صورت می گیرد. پس از دریافت در صورت نیاز عمل پردازش انجام می شود. گوش شما در دریافت صدای اطرافتان نقش گیرنده را بر عهده دارد. از جمله گیرنده های پیچیده می توان از گیرنده رادار نام برد. تمام وسایل ارتباطی اطراف ما، مانند رادیو، تلویزیون، تلفن همراه و... شامل این بخش ها برای انتقال یا اطلاعات هستند. که این اطلاعات^۱ ممکن است دیجیتال^۲ یا آنالوگ^۳ باشند. و به صورت با سیم و یا بدون سیم^۴ و یا ترکیبی منتقل گردند.

عوامل تاثیر گذار در سیستم های مخابراتی

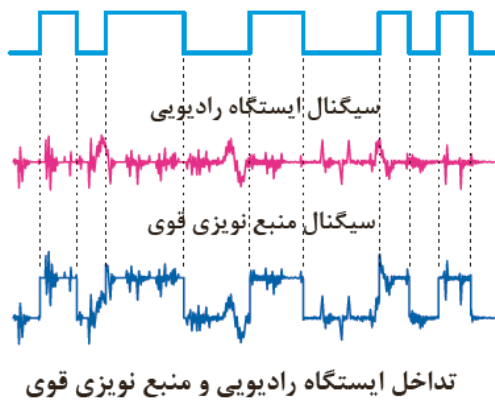


یک نمونه سیگنال نویز

■ **نویز و اغتشاش:** هرگونه سیگنال ناخواسته که روی سیگنال اصلی تأثیر گذاشته و موجب تضعیف، تقویت و یا تغییر شکل سیگنال بشود، نویز (اغتشاش) نامیده می شود. منابع نویز به دو دسته نویزهای طبیعی و مصنوعی تقسیم می شود. طبیعی مثل رعد و برق - مصنوعی مثل جرقه شمع ماشین و



■ **تضعیف:** به دلیل فاصله بین مبدأ و مقصد، همواره سیگنال مخابراتی در گیرنده دچار تضعیف می‌گردد. بدیهی است متناسب با نوع سیستم انتقال مورد استفاده بین مبدأ و مقصد، مقدار تضعیف ایجاد شده متفاوت خواهد بود. (کمترین تضعیف مربوط به شبکه‌های فیبر نوری می‌باشد)



■ **تداخل:** این مسئله بیشتر در محیط‌های انتقال رادیویی و تداخل امواج که دارای فرکانس‌های مشابه و یا نزدیک به هم هستند و یا تأثیرگذاری ناخواسته نویز روی سیگنال مخابراتی اتفاق می‌افتد. با طراحی دقیق سیستم‌های رادیویی می‌توان میزان تداخل را تا حد امکان کاهش داد. (بیشترین اثر تداخلی مربوط به سیستم‌های رادیویی سلولی مانند شبکه‌های موبایل می‌باشد)

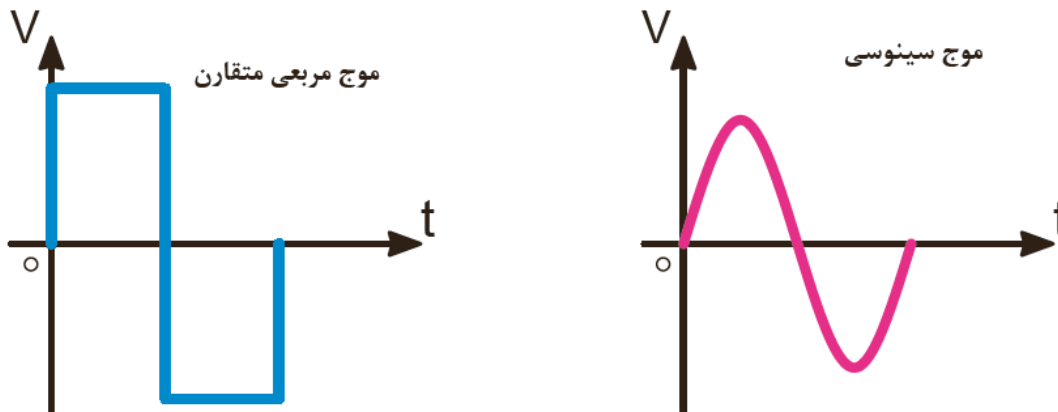
مفاهیم پایه مخابرات

سیگنال چیست: زمانی که صحبت می‌کنید تارهای صوتی حنجره شما شروع به ارتعاش نموده و صدای شما شکل می‌گیرد. برای این عمل نیاز به حرکت زبان، حنجره و تارهای صوتی شما است. صدای شما یک



سیگنال صوتی است. به طور مثال یک کاسه را پر از آب کنید، زمانی که روی میز قرار دادید با انگشت خود ضربه‌ای به آب بزنید، مشاهده خواهید کرد که امواج در سطح آب منتشر می‌شود. این انتشار توسط جابه‌جایی مولکول‌های آب توسط انگشت شما ایجاد می‌شود.

به طور کلی، هر متغیر در واحد زمان یا مکان را سیگنال گویند. که از جمله سیگنال‌های مخابراتی به صوت، تصویر، امواج الکترومغناطیسی و ... می‌توان اشاره نمود.



دو نمونه سیگنال مخابراتی

یک سیگنال از دید مخابرات دارای دسته‌بندی‌های متفاوتی است. در یک دسته‌بندی، سیگنال می‌تواند پیوسته و گسسته در زمان باشد. به این معنا که اگر محور افقی آن زمان را نشان دهد، اگر از یک نقطه تا نقطه بعدی در آن نمودار شامل تمامی اعداد مابین باشد پیوسته است. اما اگر هر نقطه از نمودار فقط شامل یک عدد باشد به معنی گسستگی آن می‌باشد. به طور دقیق‌تر نموداری که دارای پیوستگی نباشد، غالباً از نمونه‌برداری از سیگنال پیوسته به دست می‌آید.

سیگنال آنالوگ نوعی از سیگنال پیوسته و سیگنال دیجیتال نوعی از سیگنال گسسته است. صوت شما یک نمونه سیگنال آنالوگ و داده‌های تبادل شده توسط تلفن همراهتان سیگنال دیجیتال می‌باشد.

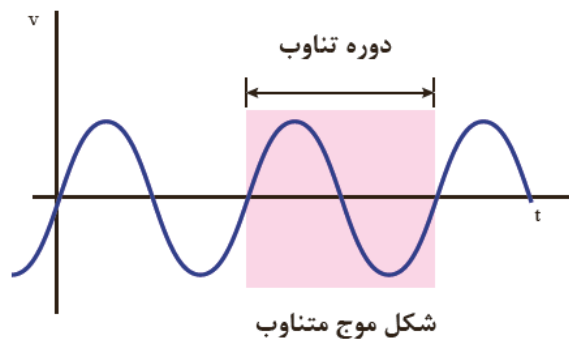
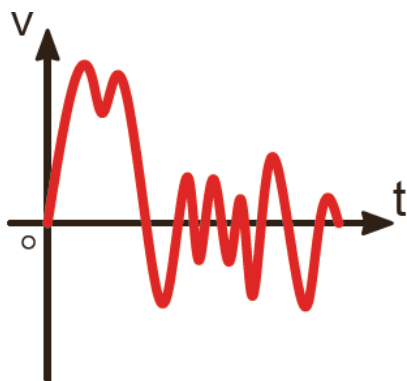
فرکانس

می‌دانیم که یک موج صوتی برای طی نمودن مسیر حرکت خود معمولاً باعث جابه‌جایی مولکول‌های کانال عبوری می‌شود، مثل صوتی که برای رسیدن به گوش انسان باید مولکول‌های هوا را جابه‌جا نموده و با ارتعاش پرده گوش، شنیده شوند. به تعداد جابه‌جایی در واحد زمان فرکانس گفته می‌شود. هر چقدر فرکانس بالاتر رود، سرعت جابه‌جایی بیشتر می‌شود. واحد اندازه‌گیری فرکانس هرتز (Hz)^۱ می‌باشد، که مفهومی عکس زمان دارد.

$$T = \frac{1}{F} \text{ (ثانیه)} \quad F = \frac{1}{T} \text{ (هرتز)}$$

امواج (سیگنال‌های الکترومغناطیس)^۲ براساس جدول شکل ۸ تفاوت‌های اساسی دارند. و کاربری آنها متفاوت خواهد شد.

اگر سیگنال در فواصل یکسان فرکانس، دارای شکل موج همسانی باشد، سیگنال را متناوب می‌دانند. به طور دقیق‌تر اگر شکل موج یک سیگنال با دوره‌های یکسان فرکانسی یا زمانی تکرار شود، سیگنال متناوب است. در غیر این صورت سیگنال نامتناوب خواهد بود.



طول موج چیست؟

اگر یک سیگنال متناوب را در نظر بگیریم، به فاصله بین دو نقطه همسان مثل دو قله متوالی (مسافت طی شده در طول یک پریود) طول موج گفته می‌شود.
رابطه بین طول موج و فرکانس به ترتیب ذیل می‌باشد.

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{c}{f}$$

$\lambda_{(m)}$ = طول موج

$v_{(\frac{m}{s})}$ = سرعت انتشار موج

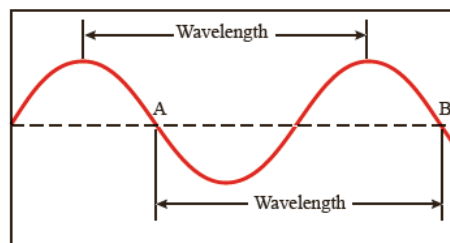
$f_{(Hz)}$ = فرکانس موج

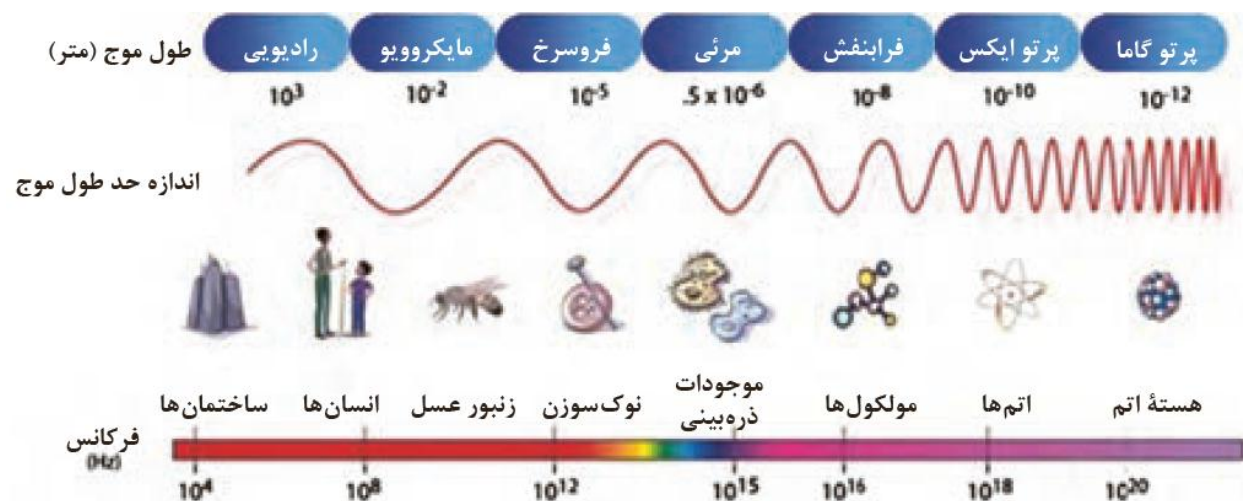
$c_{(\frac{m}{s})} = 300000000$ = سرعت انتشار نور در خلأ

محور افقی برحسب مسافت برحسب (ωt)

محور عمودی دامنه

AB : مسافت طی شده یا طول موج (λ) برحسب متر





فیلترها

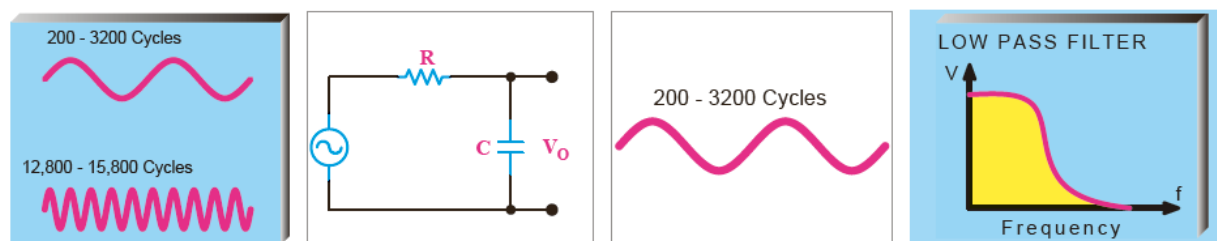
در اطراف ما سیگنال‌های مختلف از طرق گوناگون در حال انتشار می‌باشند، اما چه دلیلی باعث می‌شود تا سیگنال‌ها از یکدیگر در گیرنده تفکیک شود؟

برای مثال یک تلویزیون را در نظر بگیرید. زمانی که کلید شماره یک را می‌زنید دقیقاً سیگنال شبکه یک بر روی دستگاه تلویزیون شما قرار می‌گیرد. و با تغییر کانال، شبکه‌های مختلف قابل دریافت می‌باشد، چگونه این اتفاق صورت می‌گیرد؟

گزینش فرکانس‌ها توسط یک سری از مدارات صورت می‌گیرد که به آن فیلتر گویند. از ساده‌ترین فیلترها می‌توان به ترکیب مقاومت، سلف و خازن نام برد.

فیلتر پایین گذر (Low Pass Filter)

این فیلترها شامل مقاومت به همراه خازن و یا سلف می‌باشد. کاربرد این فیلتر برای حذف فرکانس‌هایی بیشتر از یک فرکانس خاص می‌باشد. به‌طور دقیق‌تر این فیلتر از صفر تا یک فرکانس مخصوص را عبور می‌دهد و دیگر فرکانس‌ها را حذف می‌نماید. این فرکانس از روابط زیر محاسبه می‌شود و به فرکانس قطع معروف می‌باشد که در آن $X_L = R$ یا $X_C = R$ می‌شود.

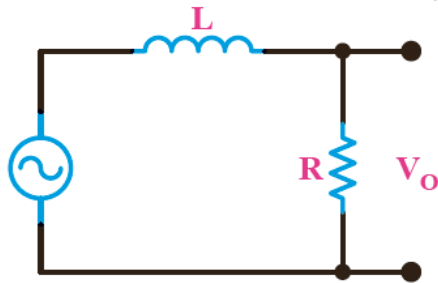


فیلتر پایین گذر RL

پاسخ فرکانسی

$$X_C = R \Rightarrow \frac{1}{2\pi f_c C} = R \quad f_c = \frac{1}{2\pi RC} \quad \text{فرکانس قطع}$$

شکل موج‌های ورودی، خروجی و پاسخ فرکانسی مشابه مدار RC می‌باشد.

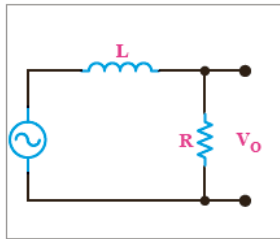
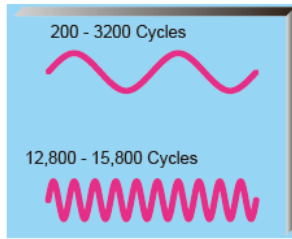


فیلتر پایین گذر RL

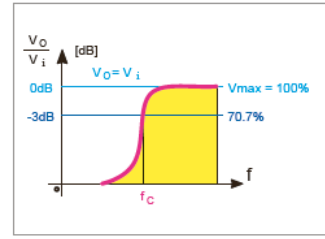
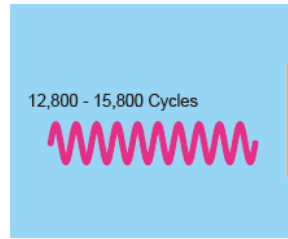
$$X_L = R \Rightarrow \omega \pi f_c L = R$$

$$f_c = \frac{R}{\omega \pi L} \text{ فرکانس قطع}$$

فیلتر بالا گذر (high pass filter): این فیلترها شامل مقاومت به همراه خازن و یا سلف می‌باشد. کاربرد این فیلتر برای حذف فرکانس‌هایی کمتر از یک فرکانس خاص می‌باشد. به طور دقیق‌تر این فیلتر از صفر تا یک فرکانس مخصوص را حذف می‌نماید و دیگر فرکانس‌ها را عبور می‌دهد.



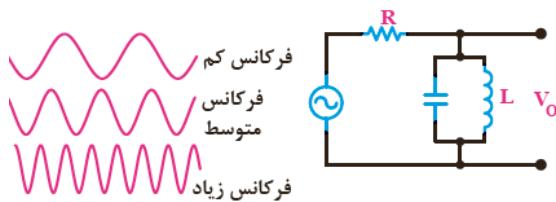
فیلتر بالاگذر RL



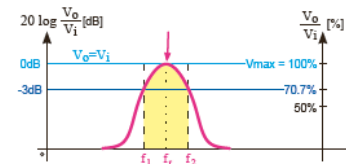
پاسخ فرکانسی

$$X_L = R \Rightarrow \omega \pi f_c L = R \Rightarrow f_c = \frac{R}{\omega \pi L} \text{ فرکانس قطع}$$

فیلتر میان گذر (band pass filter): این فیلتر با عبور فرکانس‌های میانی، فرکانس‌های کمتر و بیشتر از یک حد را حذف می‌نماید. این مدار شامل مقاومت، سلف و خازن می‌باشد.



فیلتر میان نگذر



پاسخ فرکانسی

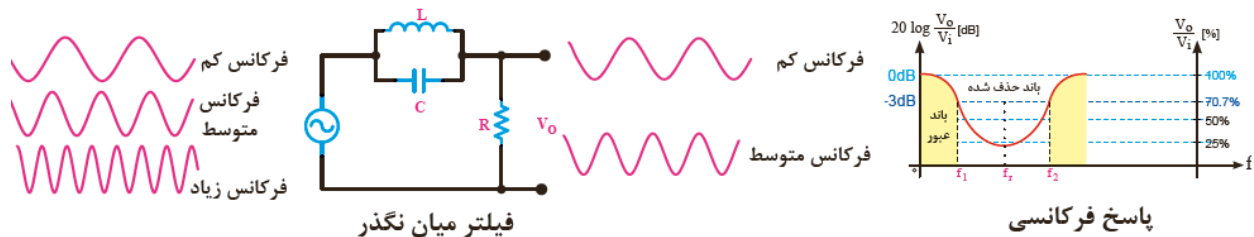
فرکانس رزونانس: فرکانس رزونانس، فرکانسی است که در آن مقدار $X_L = X_C$ می‌شود.

$$\omega \pi f_r L = \frac{1}{\omega \pi f_r C} \Rightarrow f_r^2 = \frac{1}{(\omega \pi)^2 LC} \Rightarrow f_r = \frac{1}{\omega \pi \sqrt{LC}}$$

در نتیجه:

پهنای باند: عبارت است از محدوده عبور فیلتر و از رابطه $BW = f_2 - f_1$ محاسبه می‌شود.

ضریب کیفیت: عبارت است از میزان تیزی منحنی پاسخ فرکانسی و از رابطه $Q = \frac{f_r}{BW}$ محاسبه می‌شود. فیلتر میان نگذر (Band Reject filter): این فیلتر با حذف فرکانس‌های میانی، فرکانس‌های کمتر و بیشتر از یک حد را عبور می‌دهد. این مدار شامل مقاومت، سلف و خازن می‌باشد.



کلیه روابط و محاسبات مشابه فیلتر میان گذر می‌باشد بنابراین :
فرکانس رزونانس

$$\omega \pi f_r L = \frac{1}{\omega \pi f_r C} \Rightarrow f_r^2 = \frac{1}{(\omega \pi)^2 LC} \Rightarrow f_r = \frac{1}{\omega \pi \sqrt{LC}}$$

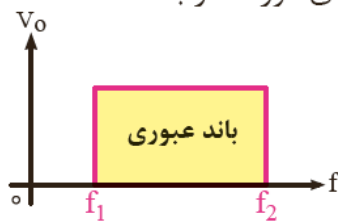
پهنای باند

$$BW = f_r - f_l$$

ضریب کیفیت

$$Q = \frac{f_r}{BW}$$

فیلتر ایده آل: به مدار فیلتری گفته می‌شود که خروجی آن دقیقاً فرکانس‌های مورد نظر باشد. فیلترهای ساخته شده از المان‌هایی مانند مقاومت، سلف و خازن ایده آل می‌باشند و فیلتر واقعی نام دارند. مثال پاسخ فرکانسی یک فیلتر میان گذرایده آل به صورت شکل روبه‌روست.



رزونانس یا تشدید

یک پوسته نازک طبل را در نظر بگیرید. اگر با یک نیروی کم آن را به حرکت در بیاوریم یک صدای بلند تولید می‌گردد. این صدا چگونه تولید می‌گردد؟

پوسته طبل شروع به حرکت می‌کند و این حرکت باعث تحریک هوای اطراف پوسته شده و این ارتعاشات ایجاد صوت می‌کند. آیا با زدن انگشت به دیوار همان صدا تولید می‌گردد؟ مسلماً پاسخ شما منفی است. یک پدیده طبیعی به نام رزونانس یا تشدید وجود دارد که براساس آن هر ماده‌ای به صورت طبیعی در یک چند فرکانس مشخص شروع به نوسان می‌کند و با کمترین انرژی و با همان فرکانس می‌توان آن را تحریک نمود. به جسمی که نوسان می‌کند نوسانگر و به محرک آن نوسان‌ساز می‌گویند. به این فرکانس، فرکانس طبیعی گفته می‌شود. به طور مثال یک فنر دارای ضریب کشسانی ثابت K را در نظر بگیرید، یک گوی به انتهای آن وصل نمایید.

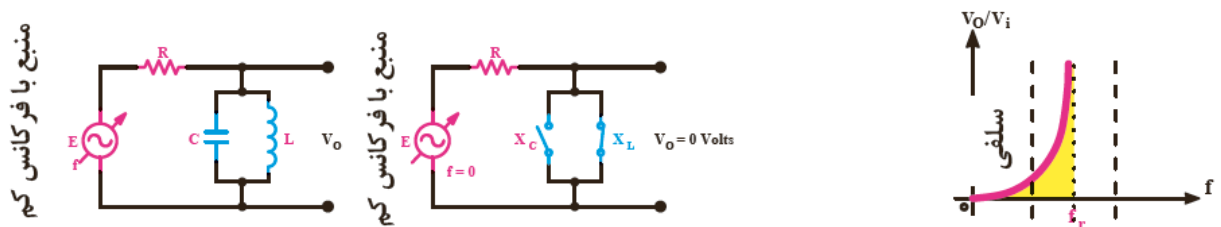
اکنون با کشیدن این گوی به سمت پایین و رها نمودن آن چه چیزی مشاهده می‌کنید؟ فنر شروع به حرکت خواهد کرد و تشدید صورت می‌گیرد. این عمل برای تمامی اجسام صورت می‌گیرد و فرکانس طبیعی هر جسم بسته به نوع عناصر تشکیل‌دهنده و عوامل ذاتی مواد متفاوت است.

رزونانس در مدارات الکترونیکی

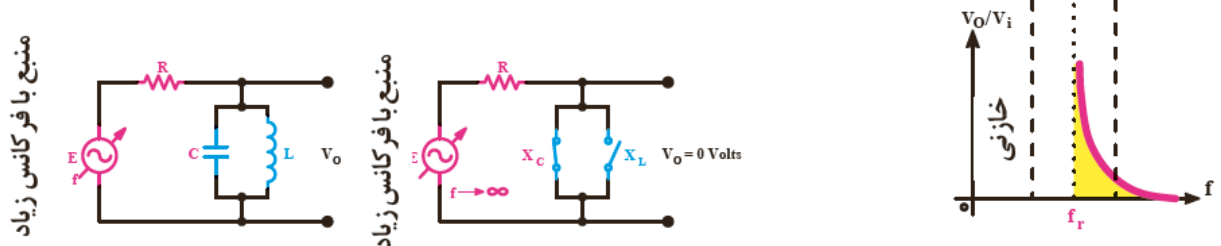
در مدارات فیلترهای بیان شده وجود عناصری مانند سلف و خازن باعث فرکانس‌گزینی یا همان فیلتر فرکانسی می‌گردید. در این گونه مدارات اگر در یک ولتاژ ثابت، فرکانس را تغییر دهیم در یک فرکانس مشخص خواهیم دید که مدار به دلیل وجود خازن و سلف دچار تشدید یا رزونانس خواهد شد. در این صورت خروجی به ازای فرکانس مذکور بالاترین مقدار دامنه را خواهد داشت. سلف فرکانس‌های بالا را از خود عبور نمی‌دهد، خازن نیز فرکانس‌های پایین را عبور نمی‌دهد، در این بین فرکانس تشدید دقیقاً فرکانسی است که تلاقی فرکانس کاری این دو المان است. فرمول به دست آوردن فرکانس رزونانس در مدارهای ساده شامل یک سلف و خازن معادل، برابر با فرمول ذیل می‌باشد.

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \text{این رابطه در مباحث قبلی اثبات شده است.}$$

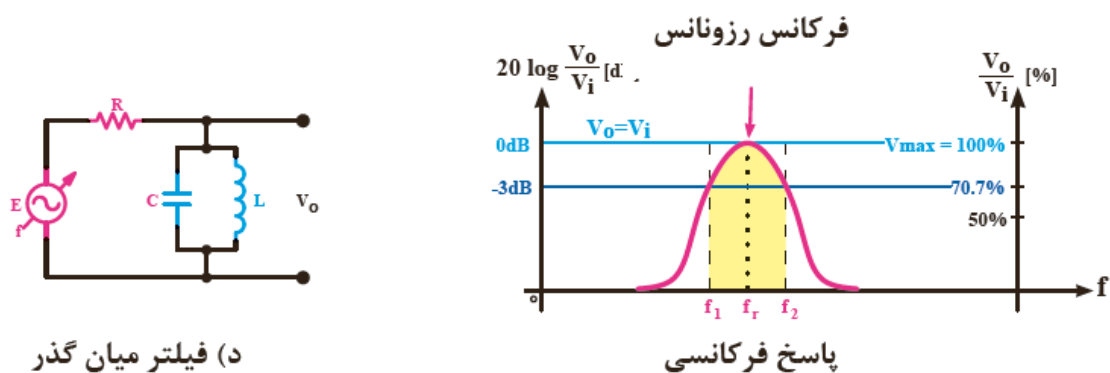
فرایند مربوط به عکس‌العمل سلف و خازن در مقابل تغییرات فرکانس ورودی و در نهایت ایجاد تشدید یا رزونانس در مدار فیلتر میان گذر در صفحه بعد نشان داده شده است.



الف) رفتار مدار در فرکانس های کم، سلف مانند کلید بسته عمل می کند و باعث کاهش ولتاژ خروجی می شود.



ب) رفتار مدار در فرکانس های زیاد، خازن مانند کلید بسته عمل می کند و باعث کاهش ولتاژ خروجی می شود.



د) فیلتر میان گذر

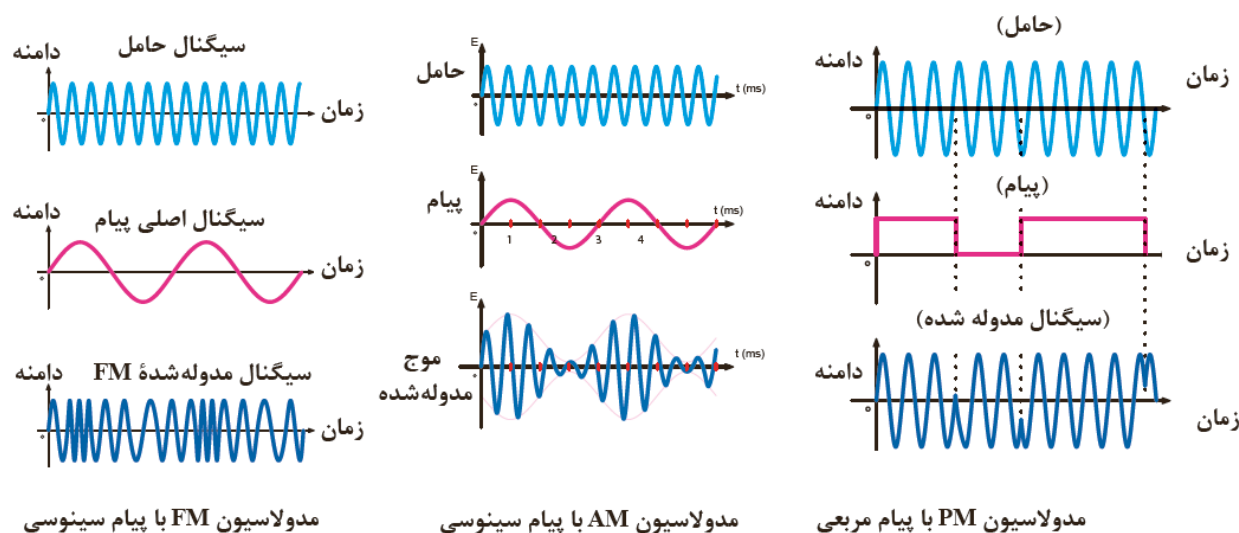
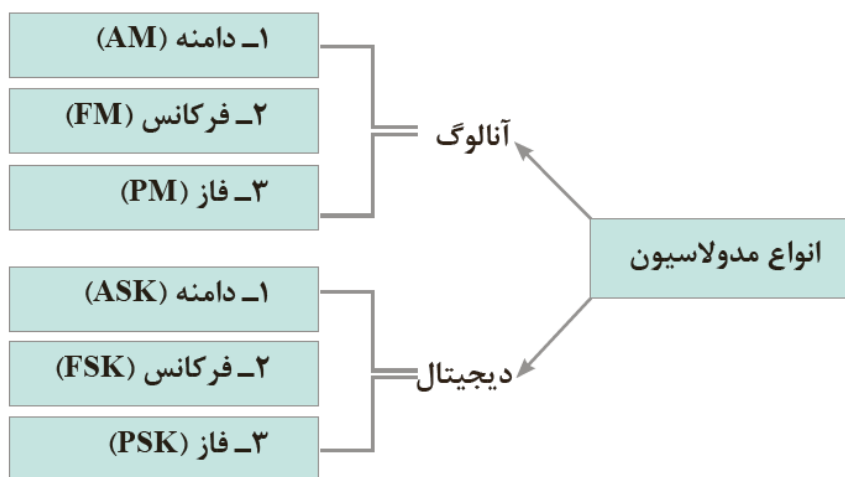
مفهوم مدولاسیون و کدینگ

مدولاسیون عبارت است از کنترل یکی از مشخصه های اصلی حامل توسط پیام، به طوری که گیرنده بتواند اطلاعات دریافتی از قبیل صوت، موسیقی و ... را مجدد بازسازی کند (دمدولاسیون). به طور کلی در عمل مدولاسیون یک موج دیتا که حاوی اطلاعات است بر روی یک موج کریر یا حامل سوار می شود و با یکدیگر ادغام و سپس در گیرنده توسط مدارات پیاده سازی (دمدولاسیون) از هم جداسازی و اطلاعات دریافت می شود.

این فرایند را می توان مشابه نامه ای دانست که نگارنده آن اطلاعات و پیام خود را درون آن نوشته سپس آن را توسط پوششی به نام پاکت و حاملی به نام نامه رسان و با کد پستی و آدرس مخصوص که دریافت کننده مشخصی را معین کرده به مقصد مورد نظر ارسال و مخاطب پس از دریافت پاکت نامه محتویات آن را دریافت و بقیه عوامل از جمله پاکت را کنار می گذارد.

بسته به اینکه کدام مشخصه از سیگنال حامل تحت تأثیر پیام قرار گیرد (دامنه - فاز و فرکانس) بنابراین سه نوع مدولاسیون Phase ، AM و FM خواهیم داشت.

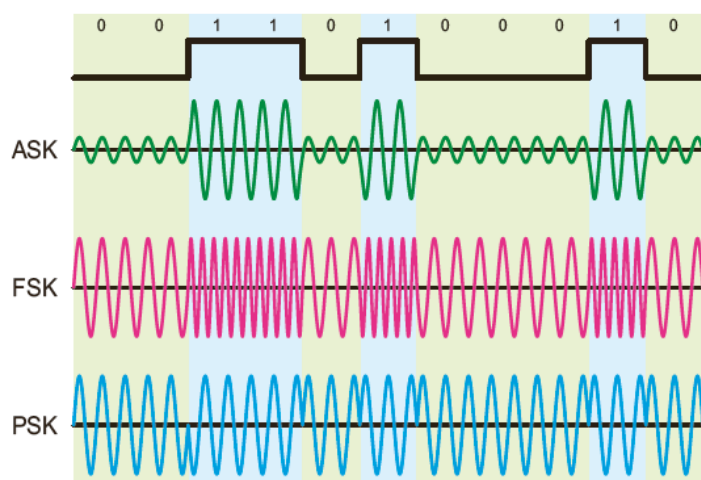
انواع مدولاسیون



مدولاسیون دیجیتال

۱. مدولاسیون ASK (Amplitude shift keying): در این روش اطلاعات دیجیتال (۰ و ۱) دامنه سیگنال حامل را تغییر می‌دهد و فرکانس و فاز آن ثابت می‌ماند.
۲. مدولاسیون FSK (Frequency shift keying): در این روش اطلاعات دیجیتال (۰ و ۱) فرکانس حامل را تغییر می‌دهد و دامنه و فاز آن ثابت می‌ماند.
۳. مدولاسیون PSK (Phase shift keying): در این روش اطلاعات دیجیتال (۰ و ۱) فاز حامل را تغییر می‌دهد و فرکانس و دامنه ثابت می‌ماند.

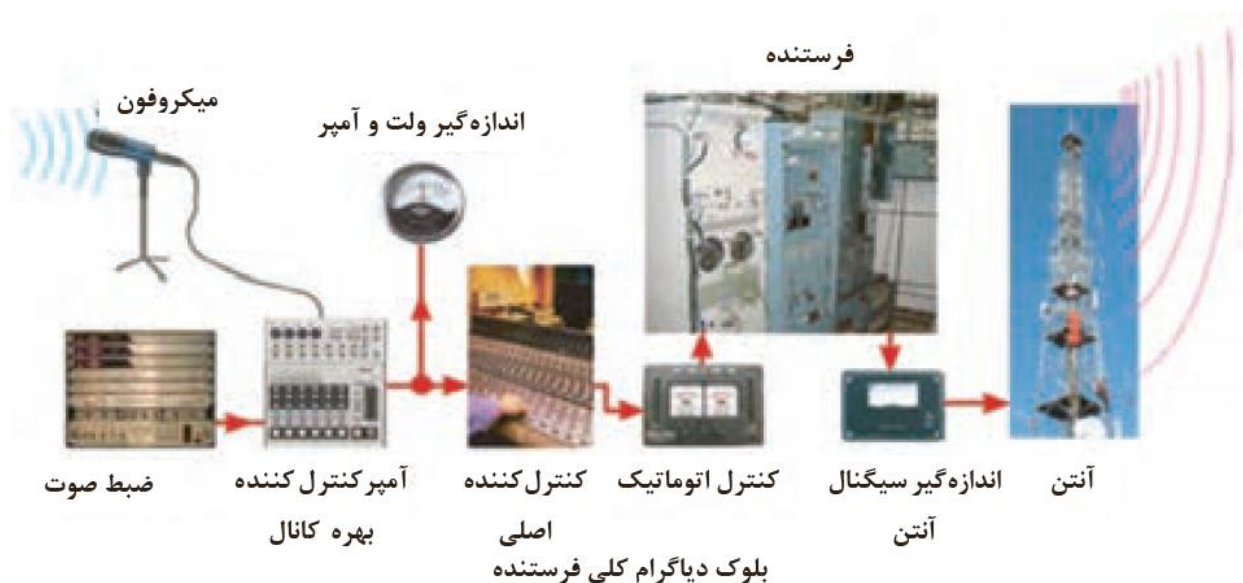
شکل زیر یک نمونه سیگنال پیام دیجیتال و سه نوع مدولاسیون دیجیتال را نشان می‌دهد.



یک نمونه سیگنال دیجیتالی و سه نوع مدولاسیون ASK, FSK, PSK

اصول و کار فرستنده ها (Transmitters)

فرستنده‌های رادیویی کاربرد وسیعی در سطح جهانی دارند و در ابعاد بزرگ و کوچک ساخته می‌شوند. ساده‌ترین آن مثل بی‌سیم پلیس، تاکسی تلفنی، ... و انواع بزرگ تر مثل فرستنده‌های رادیویی و تلویزیونی و... می‌باشد. در فرستنده‌ها مداراتی از قبیل نوسان سازها، مدولاتورها، آنتن و... به کار می‌رود.



نوسان ساز یا اسیلاتور

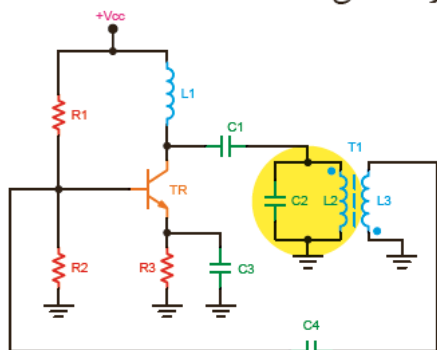


بلوک دیاگرام نوسان ساز سینوسی

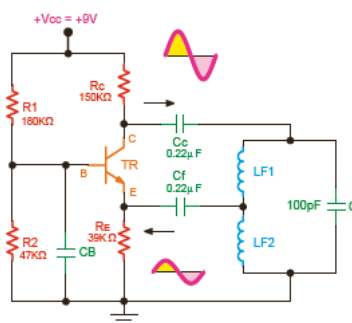
نوسان ساز مداري است که بدون اعمال سیگنال متناوب به ورودی آن در خروجی سیگنال متناوب تولید کند.

نوسان سازها می توانند انواع شکل موج ها مانند سینوسی - مربعی - دندان اره ای و مثلثی را تولید کنند. در یک تقسیم بندی سه نوع نوسان ساز به نام های ۱- آرمسترانگ (ترانسفورماتوری) ۲- هارتلی (سلفی) ۳- کولپیتس (خازنی) وجود دارد. صفحه بعد شکل مدار این اسیلاتورها نشان داده شده است.

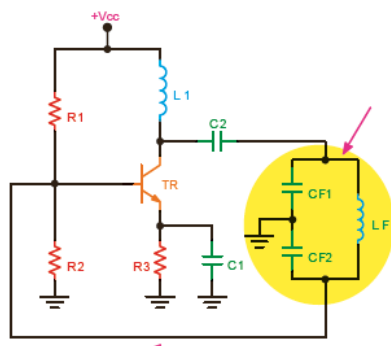
(شکل های الف و ب و ج)



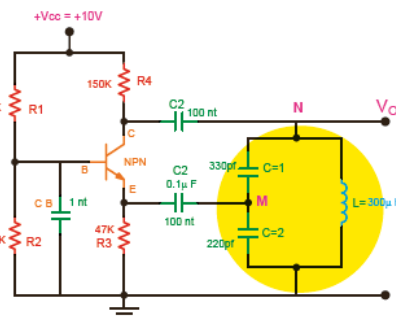
ب) نوسان ساز آرمسترانگ



الف) نوسان ساز هارتلی

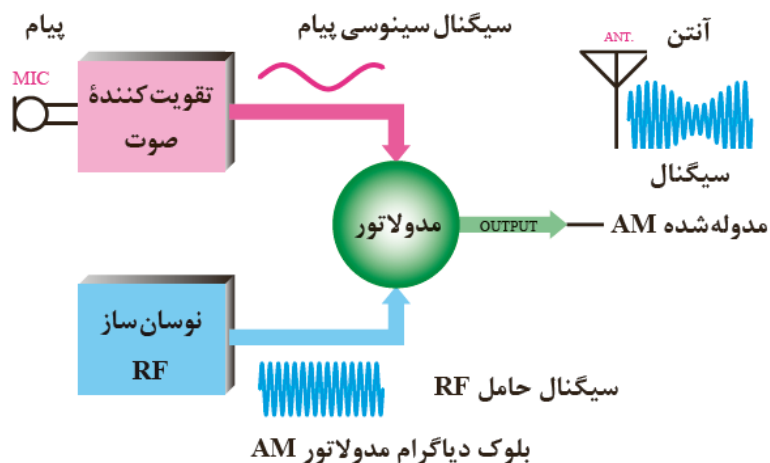


د) نوسان ساز کولپیتس EC



ج) نوسان ساز کولپیتس BC

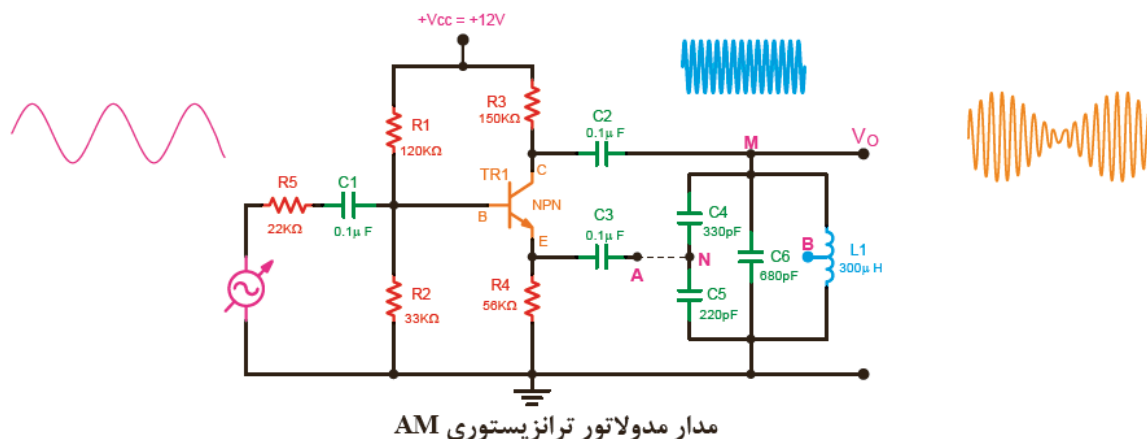
مدولاتورها



مدولاتورها مدارهایی هستند که سیگنال پیام را روی سیگنال حامل سوار می کنند و با توجه به نوع مدولاسیون انواع مختلفی مانند مدولاتور AM یا FM وجود دارد. در شکل روبه رو بلوک دیاگرام یک نوع مدولاتور AM نشان داده شده است.

بررسی مدولاتور ترانزیستوری AM

همان گونه که در مباحث گذشته مفهوم و دلیل استفاده از مدولاسیون را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادیم اکنون به بررسی یک نمونه مدار عملی به عنوان فرستنده رادیویی AM می پردازیم.



مدار از دو قسمت تشکیل شده است. یک اسیلاتور نوع کول پیتس که سیگنال حامل را تولید می کند و یک منبع فانکشن ژنراتور صوتی (AF) که سیگنال پیام را تولید می کند.

کانال های ارتباطی

فضای بین گیرنده و فرستنده که از آن طریق انتقال اطلاعات صورت می گیرد کانال ارتباطی نام دارد.

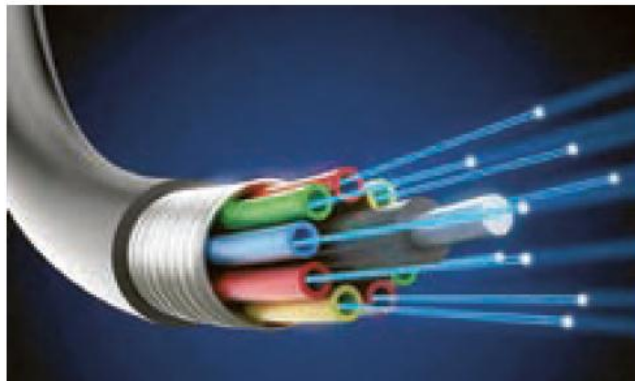


انواع کانال های ارتباطی با سیم

زوج سیم تابیده: در این نوع کانال، دو سیم هادی با روکش عایق و یا بدون روکش عایق با زاویه مشخصی به یکدیگر تابیده می گردد. این کار سبب می شود تا اختلالات مغناطیسی و بیرونی تأثیر کمتری بر انتقال اطلاعات در این کانال داشته باشد.



کابل کواکسیال (coaxial): به اصطلاح هم محور، شامل یک سیم هادی است که توسط یک عایق منعطف محصور گشته است و این کابل، در هنگام ارسال یا دریافت اطلاعات به دلیل داشتن شیلد (shield) در برابر هر گونه تشعشع و تابش ناشی از میدان های خارجی روی کابل یا میدان های تولیدی توسط کابل بر روی دستگاه های دیگر مقاوم است.



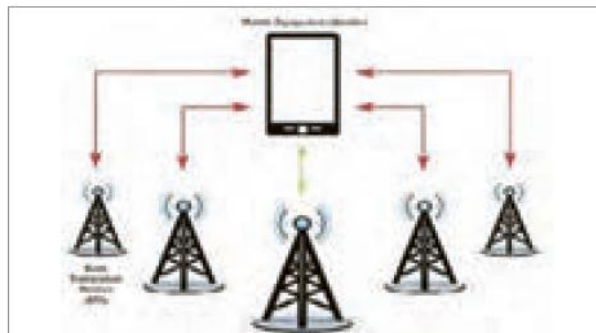
فیبر نوری (optical fibre): رشته یا رشته هایی از جنس پلاستیک یا شیشه می باشد که با پهنای باند بسیار بالا توسط نور می تواند اطلاعات را منتقل نماید. به طور کلی یک سیستم ارتباطی یا فیبر نوری از سه قسمت تشکیل شده است. (۱) فرستنده (۲) محیط انتقال (فیبر نوری) (۳) گیرنده که فرستنده یک چشمه نوری مثل LED یا دیود لیزری و گیرنده یک نوع دیود آشکارساز نوری می باشد.

آنتن antenna

آنتن چیست؟ آنتن یک تجهیز مخابراتی است که برای ارسال داده از فرستنده و دریافت داده در گیرنده کاربرد دارد.

آنتن انواع مختلفی دارد که براساس نوع سیستم ارسال و دریافت و فرکانس و کاربرد متفاوت است. طراحی و انتخاب نوع آنتن در مخابرات از اهمیت بسیاری برخوردار است. از ساده ترین آنتن ها می توان به یک سیم ساده و یا آنتن تلویزیون اشاره نمود و از آنتن های موجود در رادار و ماهواره می توان به عنوان پیشرفته ترین آنتن ها یاد نمود.

آنتن‌ها از نمونه‌المان‌هایی هستند که در آن تشدید صورت می‌گیرد و پس از قرارگیری در فرکانس تشدید برای ارسال و دریافت داده آماده می‌گردند. همچنین خواص آنها در حالت فرستنده و گیرنده شبیه به هم است.



اصول کار گیرنده ها (Receivers)

گیرنده‌های رادیویی دستگاه‌هایی هستند که امواج ارسالی که از فرستنده و از طریق کانال ارتباطی می‌رسند را شناسایی و توسط مدارات مخصوص خود ایستگاه‌های مورد نظر را دریافت می‌کنند. یک گیرنده خوب دارای چهار ویژگی به شرح زیر می‌باشد:

- ۱- **حساسیت (sensitivity) بالا:** یعنی توانایی گیرنده در دریافت ضعیف‌ترین امواج.
- ۲- **قابلیت انتخاب (Selectivity) خوب:** یعنی توانایی گیرنده در انتخاب و دریافت یک ایستگاه مشخص از بین چندین ایستگاه ارسالی.
- ۳- **وفاداری (Fidelity):** یعنی میزان شباهت سیگنال ورودی به خروجی مدار انتخاب ایستگاه در گیرنده.
- ۴- **پایداری (Stability):** یعنی میزان ثبات فرکانس رزونانس مدار انتخاب ایستگاه گیرنده.