پودمان سوم

تحلیل مدارهای مخابراتی

به یقین، یکی از مهم‌ترین پایه‌های توسعه اقتصادی، اجتماعی و سیاسی ارتباطات است و بخش اعظم از زمینه‌این ارتباطات در علم مخابرات شکل می‌گیرد. در واقع ما انرژی و پهنای باند محدودی را برای نقل و انتقال حجم بسیار زیادی از داده‌ها در اختیار داریم و نیاز است که ازاین منابع محدود حداکثر استفاده بشود. دراین میان، علم مخابرات، جایگاه ویژه‌ای دارد. به عنوان مثال دیگر الان بانکداری‌اینترنتی و یا سلامت از راه دور مطرح است.این کاربردها بر پایه یک ارتباط با امنیت بالا می‌تواند شکل بگیرد. امنیت شبکه و رمزنگاری که اکنون به دلیل کاربردهای تجاری‌اینترنت و مخابرات بی‌سیم بسیار مهم است یکی از حوزه‌های مخابرات می‌باشد. در سال ۲۰۰۶ تخمین زده‌اند که سود سالانه صنعت مخابرات ۱/۲ تریلیون دلار بوده است. دراین پودمان ضمن بررسی یک سیستم مخابراتی و عوامل موثر در آن به شرح هر یک از اجزا نیز پرداخته‌ایم.

شایستگی تحلیل مدارهای مخابراتی

هدف از شایستگی عبارتند از:

- 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 دیجیتالی در ارسال و دریافت امواج مخابراتی.

استاندارد عملکرد

پس از اتمام واحد یادگیری و کسب شایستگی تحلیل مدارهای مخابراتی، هنرجویان قادر خواهند بود تا:
با مفاهیم اولیه مخابرات آشناشده و اصول ارسال و دریافت امواج الکترومغناطیسی و کاربرد آن در مدارهای مخابراتی را تحلیل نماید.

مقدمه‌ای 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 بر قرار 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.

پژوهش

در مورد انواع ماهواره‌ها و کاربرد هر یک تحقیق نمایید.

سیستم‌های مخابراتی

پخش فیلم

سیستم مخابراتی

یک سیستم مخابراتی همواره دارای سه جزء اصلی می‌باشد.

فرستنده: هر فرستنده از یک منبع تولید اطلاعات، داده‌ها را به سمت گیرنده یا گیرندگان ارسال می‌کند. و داده‌های پس از پردازش و آماده‌سازی آن برای ارسال توسط یک آنتن اطلاعات را مخابره می‌کند.
یک فرستنده می‌تواند خیلی ساده و فقط یک منبع تولید سیگنال باشد و یا بسیار پیچیده مانند یک فرستنده ماهواره باشد. زمانی که شما صحبت می‌کنید تولیدکننده صدا حنجره شما است.
کانال: اطلاعات پس از ارسال از طریق یک یا چند کانال به گیرنده یا گیرندگان ارسال می‌شود. که ممکن است از طریق بی‌سیم و یا با سیم ارسال داده‌ها صورت پذیرد. نمونه‌ای از یک کانال بی‌سیم می‌توان به هوا و آب اشاره نمود. که داده‌ها با برخورد به مولکول‌های تشکیل‌دهنده هوا و آب، باعث جابه‌جایی آن شده و انتقال داده صورت می‌گیرد.

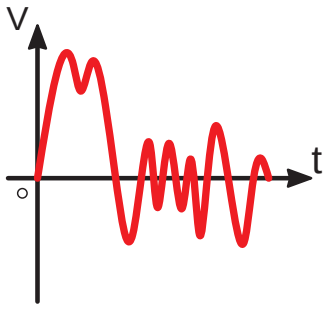
از نمونه‌های کانال با سیم می‌توان کابل تلفن را اشاره نمود.

گیرنده: داده‌ها پس از ارسال توسط یک گیرنده دریافت می‌گردد و دریافت این اطلاعات معمولاً توسط یک آنتن در گیرنده صورت می‌گیرد. پس از دریافت در صورت نیاز عمل پردازش انجام می‌شود. گوش شما در دریافت صدای اطرافتان نقش گیرنده را بر عهده دارد. از جمله گیرنده‌های پیچیده می‌توان از گیرنده رادار نام برد. تمام وسایل ارتباطی اطراف ما، مانند رادیو، تلویزیون، تلفن همراه و... شامل‌این بخش‌ها برای انتقال یا اطلاعات هستند. که این اطلاعات[1] ممکن است دیجیتال[2] یا آنالوگ[3] باشند. و به‌صورت با سیم و یا بدون سیم [4] و یا ترکیبی منتقل گردند.

عوامل تأثیر گذار در سیستم مخابراتی

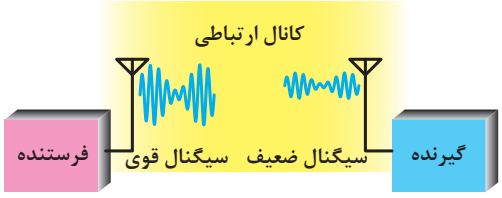
■ **نویز و اغتشاش:** هرگونه سیگنال ناخواسته که روی سیگنال اصلی تأثیر گذاشته و موجب تضعیف، تقویت و یا تغییر شکل سیگنال بشود، نویز (اغتشاش) نامیده می‌شود. منابع نویز به دو دسته نویزهای طبیعی و مصنوعی تقسیم می‌شود.

طبیعی مثل رعد و برق ـ مصنوعی مثل جرقه شمع ماشین و یا ....



یک نمونه سیگنال نویز

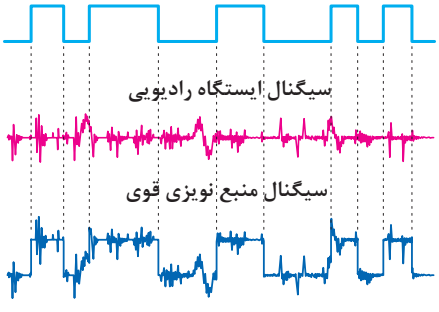
■ **تضعیف:** به دلیل فاصله بین مبدأ و مقصد، همواره سیگنال مخابراتی در گیرنده دچار تضعیف می‌گردد. بدیهی است متناسب با نوع سیستم انتقال مورد استفاده بین مبدأ و مقصد، مقدار تضعیف ایجاد شده متفاوت خواهد بود. (کمترین تضعیف مربوط به شبکه‌های فیبر نوری می‌باشد)



تضعیف

■ **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)



تداخل ایستگاه رادیویی و منبع نویزی قوی

۱ـ Data
۲ـ Digital
۳ـ Analog
۴ـ Wireless

فیلم

آشنایی با اسیلوسکوپ (۱)

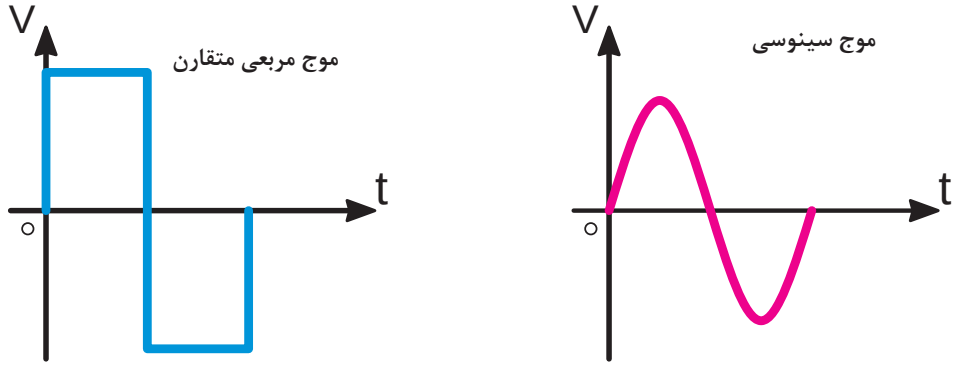
پژوهش

در مورد تأثیر نویز بر امواج رادیویی تحقیق کنید.

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. به‌طور 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.

به‌طور 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. به‌این 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. به‌طور دقیق‌تر نموداری که دارای پیوستگی نباشد، غالباً از نمونه‌برداری از سیگنال پیوسته به‌دست می‌آید.

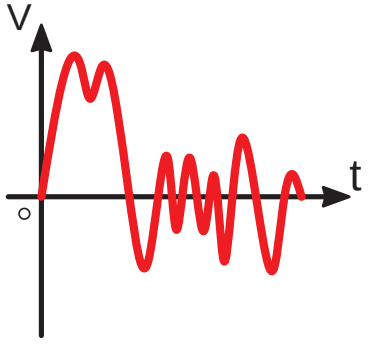
سیگنال آنالوگ نوعی از سیگنال پیوسته و سیگنال دیجیتال نوعی از سیگنال گسسته است.
صوت شما یک نمونه سیگنال آنالوگ و داده‌های تبادل شده توسط تلفن همراهتان سیگنال دیجیتال می‌باشد.

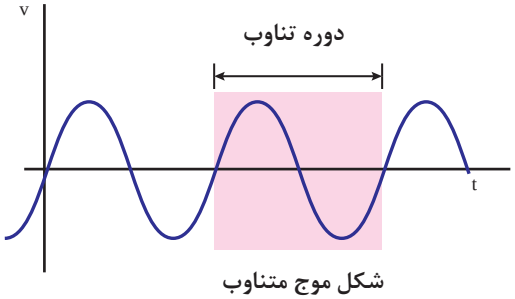
فرکانس

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)[1] می‌باشد، که مفهومی عکس زمان دارد.

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

امواج (سیگنال‌های الکترومغناطیس)[2] 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. به‌طور 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.





شکل موج متناوب

طول موج چیست؟

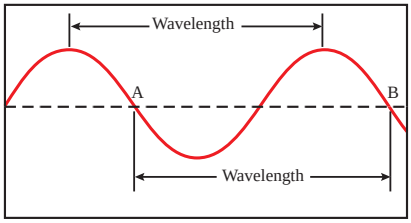
اگر یک سیگنال متناوب را در نظر بگیریم، به فاصله بین دو نقطه همسان مثل دو قله متوالی (مسافت طی شده در طول یک پریود) طول موج گفته می‌شود.
رابطه بین طول موج و فرکانس به ترتیب ذیل می‌باشد.

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

$\lambda_{(m)}$ = طول موج $v_{(\frac{m}{s})}$ = سرعت انتشار موج

$f_{(HZ)}$ = فرکانس موج $c_{(\frac{m}{s})}$ = سرعت انتشار نور در خلأ = ۳۰۰۰۰۰۰۰۰

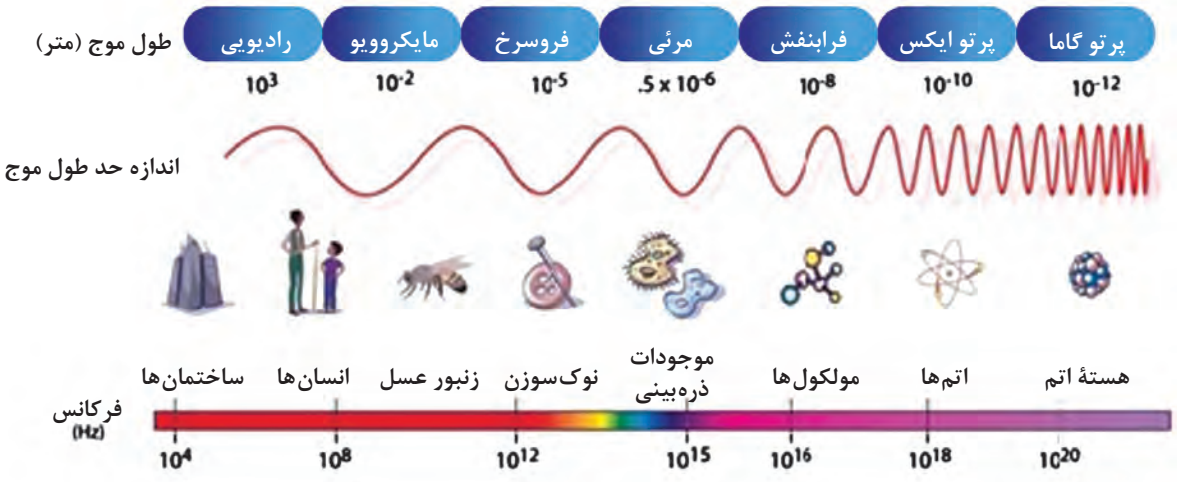
۱ـ Hertz
۲ـ Electromagnetism



محور افقی برحسب مسافت برحسب(ωt)
محور عمودی دامنه
AB : مسافت طی شده یا طول موج (λ) برحسب متر

سوال

اگر موجی با طول موج ۶۰ متر در خلأ با سرعت ۳۰۰۰۰۰ کیلومتر در ساعت در حال حرکت باشد، فرکانس موج چقدر می‌باشد؟



پخش فیلم

اندازه‌گیری فرکانس به کمک اسیلوسکوپ

فیلترها Filters

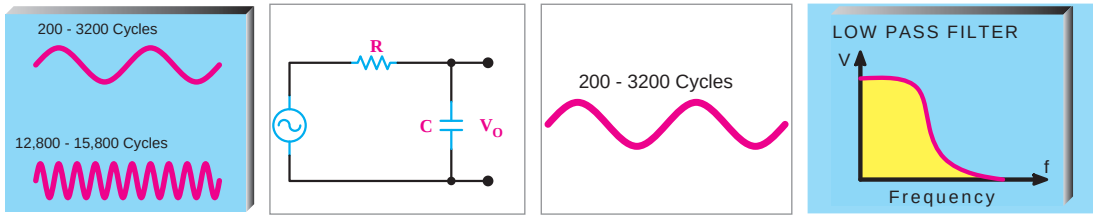
در اطراف ما سیگنال‌های مختلف از طرق گوناگون در حال انتشار می‌باشند، اما چه دلیلی باعث می‌شود تا سیگنال‌ها از یکدیگر در گیرنده تفکیک شود؟

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 $xl = R$ یا $xc = R$ می‌شود.



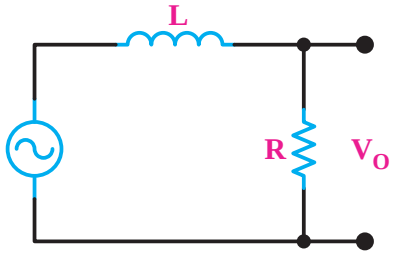
فیلتر پایین گذر RL

پاسخ فرکانسی

$$x_c = R \Rightarrow \frac{۱}{۲\pi f_c c} = R$$

$$f_c = \frac{۱}{۲\pi RC}$$ فرکانس قطع

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

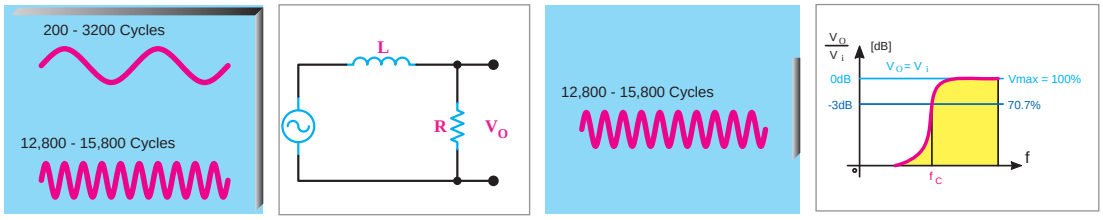


فیلتر پایین گذر RL

$$X_L = R \Rightarrow ۲\pi f_c L = R$$

$$f_c = \frac{R}{۲\pi L}$$ 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. به‌طور دقیق‌تر این فیلتر از صفر تا یک فرکانس مخصوص را حذف می‌نماید و دیگر فرکانس‌ها را عبور می‌دهد.



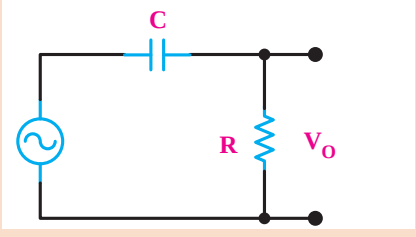
فیلتر بالاگذر RL

پاسخ فرکانسی

$$X_L = R \Rightarrow ۲\pi f_c L = R \Rightarrow \boxed{f_c = \frac{R}{۲\pi L}}$$ فرکانس قطع

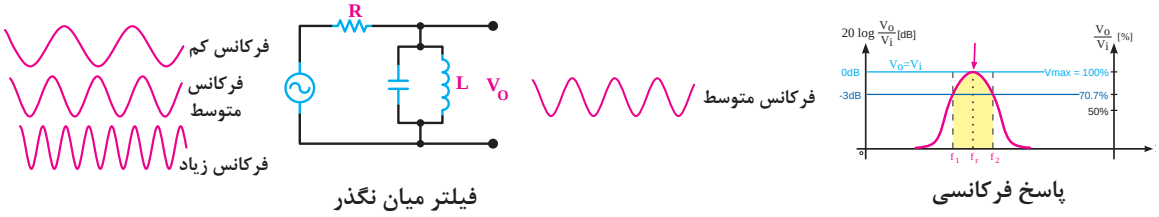
فعالیت

محاسبات و شکل موج مشابه مدار RL می‌باشد و توسط هنرجو تحلیل شود.



فیلتر بالاگذر RC

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 XL=XC می‌شود.

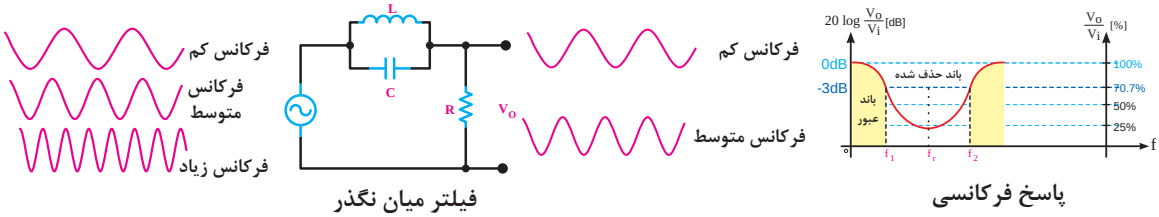
در نتیجه:

$$۲\pi f_r L = \frac{۱}{۲\pi f_r c} \Rightarrow f_r^۲ = \frac{۱}{(۲\pi)^۲ LC} \Rightarrow f_r = \frac{۱}{۲\pi\sqrt{LC}}$$

پهنای باند: عبارت است از محدوده عبور فیلتر واز رابطه $BW = f_۲ - f_۱$ 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.



فیلتر میان نگذر — پاسخ فرکانسی

کلیه روابط و محاسبات مشابه فیلتر میان گذر می‌باشد بنابراین :

فرکانس رزونانس

$$۲\pi f_r L = \frac{۱}{۲\pi f_r c} \Rightarrow f_r^۲ = \frac{۱}{(۲\pi)^۲ LC} \Rightarrow \boxed{f_r = \frac{۱}{۲\pi\sqrt{LC}}}$$

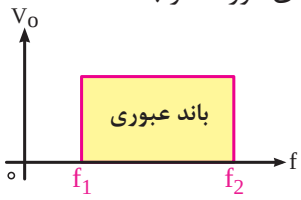
پهنای باند

$$BW = f_۲ - f_۱$$

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 خازن‌ایده‌آل می‌باشند و فیلتر واقعی نام دارند.
مثال پاسخ فرکانسی یک فیلتر میان گذرایده‌آل به‌صورت شکل روبه‌روست.



فعالیت

برای هر یک از فیلترهای بررسی شده، مدار عملی آن را بسازید.
شکل موج خروجی ولتاژ آن را در قسمت‌های مشخص شده در هر فیلتر در اسیلوسکوپ مشاهده نمایید.

پژوهش

فیلتر کریستالی چیست و چه کاربردی دارد؟

رزونانس یا تشدید Resonance

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 به‌صورت طبیعی در یک یا چند فرکانس مشخص شروع به نوسان می‌کند و با کمترین انرژی و با همان فرکانس می‌توان آن را تحریک نمود. به جسمی‌که نوسان می‌کند نوسانگر و به محرک آن نوسان‌ساز می‌گویند. به‌این فرکانس، فرکانس طبیعی گفته می‌شود. به‌طور 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.

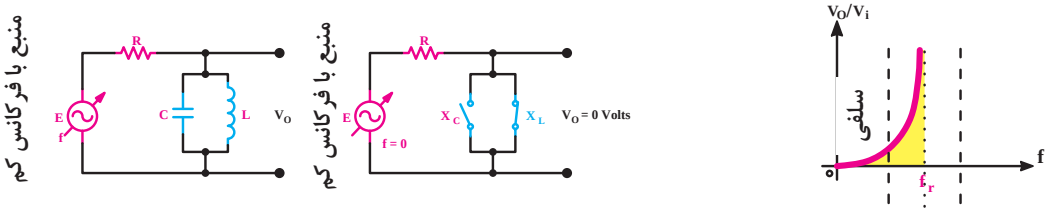
رزونانس در مدارات الکترونیکی (Resonance)

در مدارات فیلترهای بیان شده وجود عناصری مانند سلف و خازن باعث فرکانس گزینی 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 به‌دلیل 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 کاری‌این دو المان است.
فرمول به‌دست آوردن فرکانس رزونانس در مدارهای ساده شامل یک سلف و خازن معادل، برابر با فرمول ذیل می‌باشد.

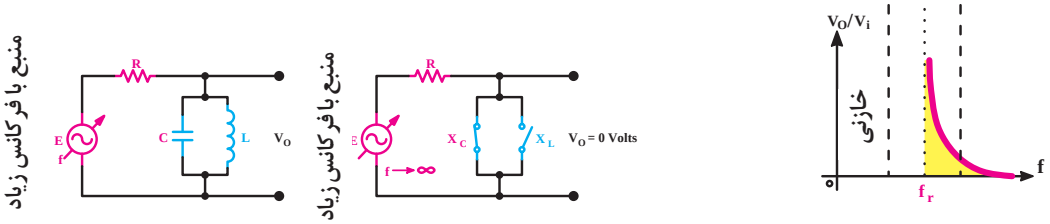
$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

این رابطه در مباحث قبلی اثبات شده است.

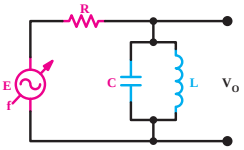
فرایند مربوط به عکس‌العمل سلف و خازن در مقابل تغییرات فرکانس ورودی و در نهایت ایجاد تشدید یا رزونانس در مدار فیلتر میان گذر در صفحه بعد نشان داده شده است.



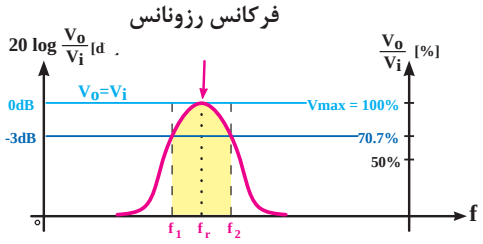
الف) رفتار مدار در فرکانس‌های کم، سلف مانند کلید بسته عمل می‌کند و باعث کاهش ولتاژ خروجی می‌شود.



ب) رفتار مدار در فرکانس‌های زیاد، خازن مانند کلید بسته عمل می‌کند و باعث کاهش ولتاژ خروجی می‌شود.



د) فیلتر میان گذر



پاسخ فرکانسی

مفهوم مدولاسیون و کدینگ Modulation

فیلم

مفهوم مدولاسیون و کدینگ

مدولاسیون عبارت است از کنترل یکی از مشخصه‌های اصلی حامل توسط پیام، به‌طوری که گیرنده بتواند اطلاعات دریافتی از قبیل صوت، موسیقی و ... را مجدد بازسازی کند (دمدولاسیون)

به‌طور کلی در عمل مدولاسیون یک موج دیتا که حاوی اطلاعات است بر روی یک موج کریر یا حامل سوار می‌شود و با یکدیگر ادغام و سپس در گیرنده توسط مدارات پیاده‌سازی (دمدولاسیون) از هم جداسازی و اطلاعات دریافت می‌شود.

این فرایند را می‌توان مشابه نامه‌ای دانست که نگارنده آن اطلاعات و پیام خود را درون آن نوشته سپس آن را توسط پوششی به نام پاکت و حاملی به نام نامه‌رسان و با کد پستی و آدرس مخصوص که دریافت‌کننده 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 می‌گذارد.

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

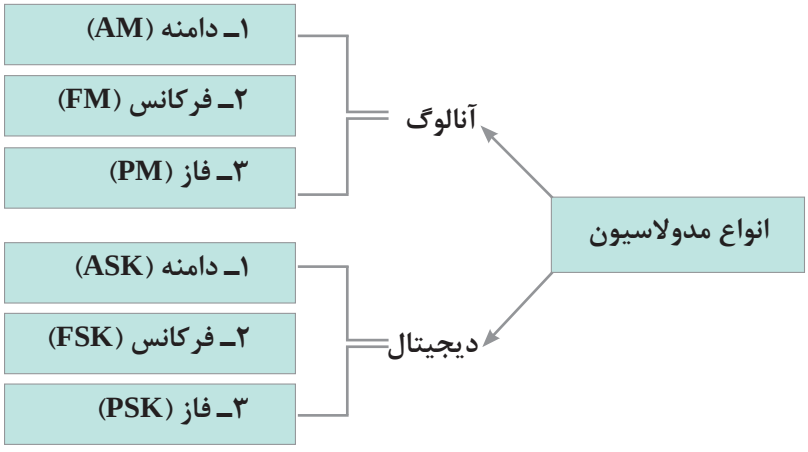
فیلم

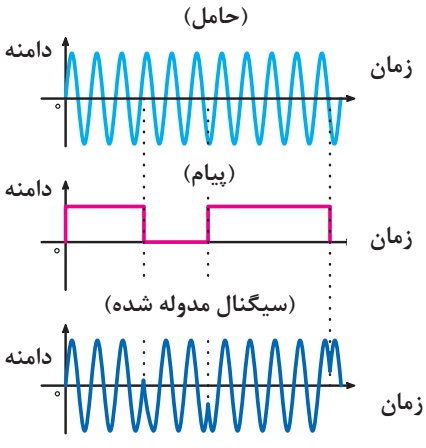
اندازه‌گیری اختلاف فاز به کمک اسیلوسکوپ

پژوهش

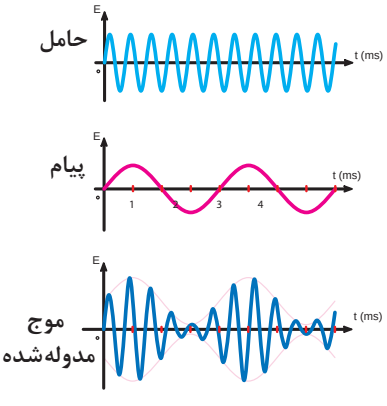
دلیل نیاز به وجود مدولاسیون چیست؟ آیا اگر سیگنال‌ها مدوله نشود امکان ارسال آن وجود دارد؟ تشریح نمایید.

انواع مدولاسیون

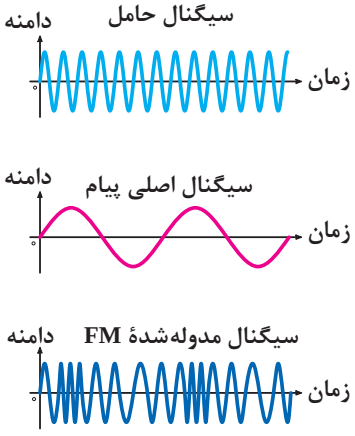




مدولاسیون PM با پیام مربعی



مدولاسیون AM با پیام سینوسی



مدولاسیون FM با پیام سینوسی

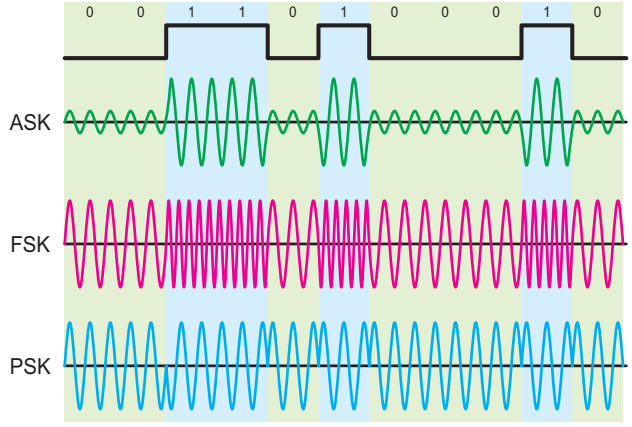
مدولاسیون دیجیتال

۱ مدولاسیون ASK (Amplitude shift keying): در این روش اطلاعات دیجیتال (۰و۱) دامنه سیگنال حامل را تغییر می‌دهد و فرکانس و فاز آن ثابت می‌ماند.

۲ مدولاسیون FSK (Frequency shift keying): در این روش اطلاعات دیجیتال (۰و۱) فرکانس حامل را تغییر می‌دهد و دامنه و فاز آن ثابت می‌ماند.

۳ مدولاسیون PSK (Phase shift keying) : دراین روش اطلاعات دیجیتال (۰و۱) 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

پژوهش

عملکرد و کاربرد مدولاسیون FM را به تفصیل بیان کنید.

فعالیت

در جدول زیر انواع دیگری از سیگنال‌های مخابراتی جهت ارتباط بین فرستنده و گیرنده آمده است. در مورد آنها تحقیق کرده و جدول زیر را تکمیل نمایید.

نوع سیگنال	طول موج	محدوده فرکانس کاری	نوع مدولاسیون	کاربرد
Wifi				
Bluetooth				
HMTR				
NRF				
SIM ۸۰۸				

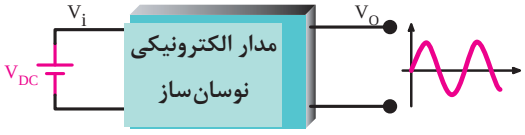
اصول کار فرستنده‌ها Transmitters

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.... به‌کار می‌رود.

بلوک دیاگرام کلی فرستنده

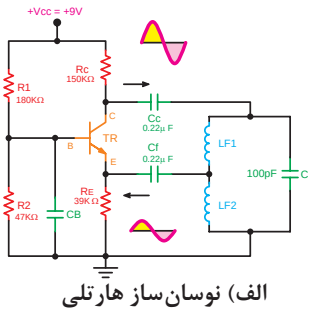
نوسان‌ساز یا اسیلاتور Oscillators

نوسان‌ساز مداری است که بدون اعمال سیگنال متناوب به ورودی آن در خروجی سیگنال متناوب تولید کند.

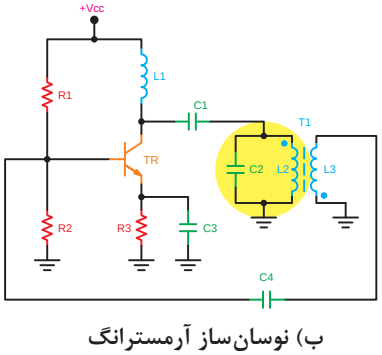


بلوک دیاگرام نوسان‌ساز سینوسی

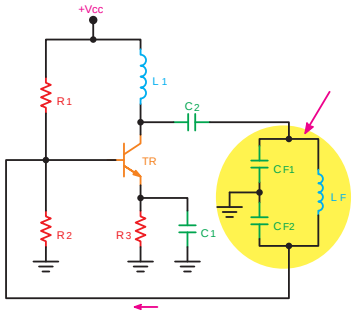
نوسان‌سازها می‌توانند انواع شکل موج‌ها مانند سینوسی ـ مربعی ـ دندان اره‌ای و مثلثی را تولید کنند. در یک تقسیم‌بندی سه نوع نوسان ساز به نام‌های ۱ـ آرمسترانگ (ترانسفورماتوری) ۲ـ هارتلی (سلفی) ۳ـ کولپیتس (خازنی) وجود دارد. صفحه بعد شکل مدار این اسیلاتورها نشان داده شده است. (شکل‌های الف و ب و ج)



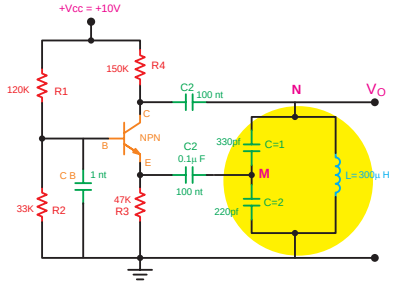
الف) نوسان‌ساز هارتلی



ب) نوسان‌ساز آرمسترانگ



د) نوسان‌ساز کولپیتس EC



ج) نوسان‌ساز کولپیتس BC

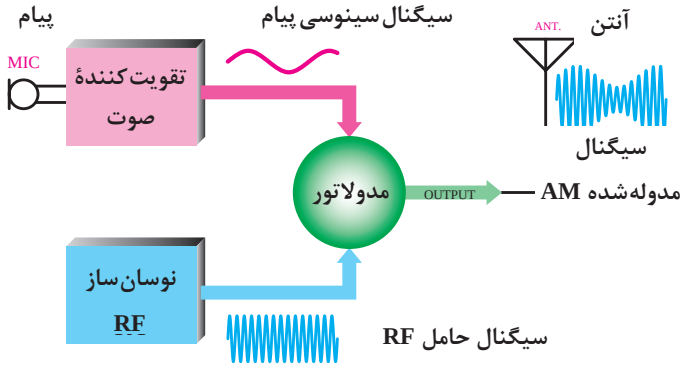
فعالیت

یک مدار نوسان ساز ساده بسازید.
با داشتن سلف و خازن مدار خود، فرکانس تشدید را به‌دست آورید.

مدولاتورها (modulators)

مدولاتورها مدارهایی هستند که سیگنال پیام را روی سیگنال حامل سوار می‌کنند و با توجه به نوع مدولاسیون انواع مختلفی مانند مدولاتور AM یا FM وجود دارد.

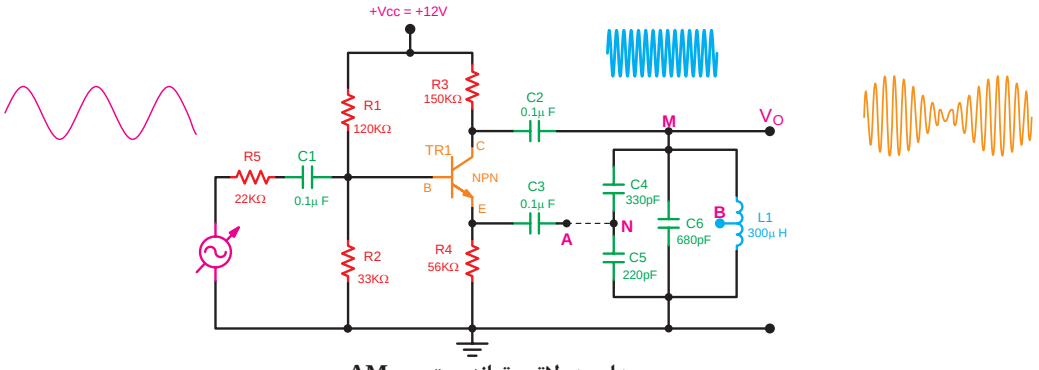
در شکل روبه‌رو بلوک دیاگرام یک نوع مدولاتور AM نشان داده شده است.



بلوک دیاگرام مدولاتور AM

بررسی مدار مدولاتور ترانزیستوری AM

همان‌گونه که در مباحث گذشته مفهوم و دلیل استفاده از مدولاسیون را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادیم اکنون به بررسی یک نمونه مدار عملی به‌عنوان فرستنده رادیویی AM می‌پردازیم.



مدار مدولاتور ترانزیستوری AM

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

فعالیت

مدار را روی برد بورد بسته و آزمایش زیر را انجام دهید.

الف) قبل از اتصال فانکشن ژنراتور AF مدار اسیلاتور را بسته و جدول زیر را به‌وسیله ولت‌مترDC کامل کنید.

I_C	V_E	V_C	V_B
mA	V	V	V

ب) به‌وسیله اسیلوسکوپ شکل موج نقطه M را اندازه‌گیری کنید و فرکانس آن‌را به‌دست آورید.

ج) با تنظیم فانکشن ژنراتور روی فرکانس F=۱kHZ آن‌را به ورودی (بیس) مدار اعمال و سپس شکل موج نقاط B و M را اندازه‌گیری و یادداشت نمایید.

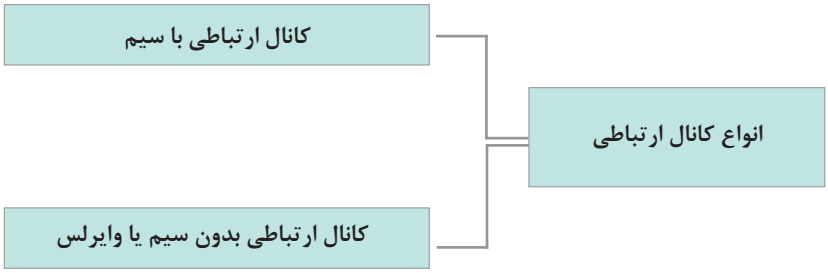
د) با تنظیم مناسب دامنه AF همچنین کلیدهای اسیلوسکوپ خروجی مدار (M) را برای حالت مدولاسیون ۵۰ درصد تنظیم و شکل آن‌را ترسیم نمایید.

فعالیت

به‌وسیله یک رادیو AM ایستگاه فرستنده آزمایشگاهی فوق را به‌دست آورید.

کانال‌های ارتباطی (Communication Channels)

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



انواع کانال‌های 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 می‌گردد. این کار سبب می‌شود تا اختلالات مغناطیسی و بیرونی تأثیر کمتری بر انتقال اطلاعات در این کانال داشته باشد.

پژوهش

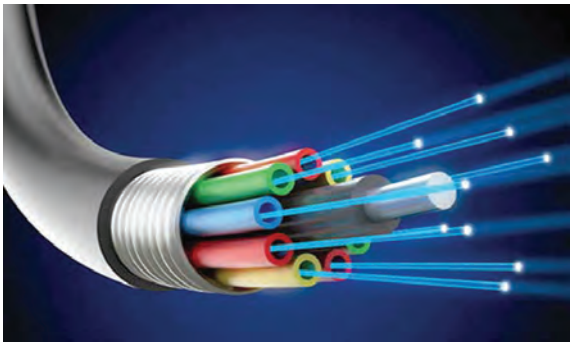
تفاوت زوج سیم تابیده با روکش و بدون روکش در چیست و کاربرد هر کدام چه می‌باشد؟

کابل کواکسیال(coaxial) : به اصطلاح هم محور، شامل یک سیم‌هادی 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 میدان‌های خارجی روی کابل یا میدان‌های تولیدی توسط کابل بر روی دستگاه‌های دیگر مقاوم است.

پژوهش

مقاومت کابل کواکسیال چه عددی است و چه کاربردی دارد؟

فیبر نوری (optical fibre): رشته یا رشته‌هایی از جنس پلاستیک یا شیشه می‌باشد که با پهنای باند بسیار بالا توسط نور می‌تواند اطلاعات را منتقل نماید. به‌طور 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 می‌باشد.



پژوهش

فیبر نوری چیست و چه کاربردهایی دارد.

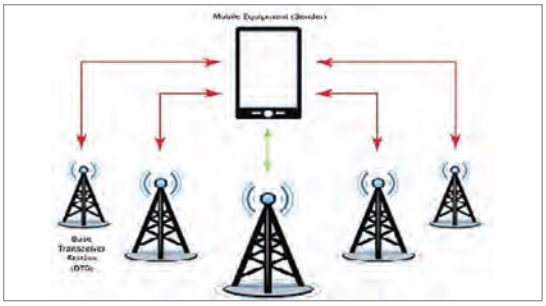
آنتن antenna

فیلم

آنتن

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 ساده‌ترین آنتن‌ها می‌توان به یک سیم ساده و یا آنتن تلویزیون اشاره نمود و از آنتن‌های موجود در رادار و ماهواره می‌توان به عنوان پیشرفته‌ترین آنتن‌ها یاد نمود.
آنتن‌ها از نمونه المان‌هایی 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.



پژوهش

انواع آنتن‌های رادیو و تلویزیونی را نام ببرید و کاربرد هر کدام را بیان کنید.

اصول کار گیرنده‌ها (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:

۱ـ حساسیت (sensitivity) بالا: یعنی توانایی گیرنده در دریافت ضعیف‌ترین امواج.

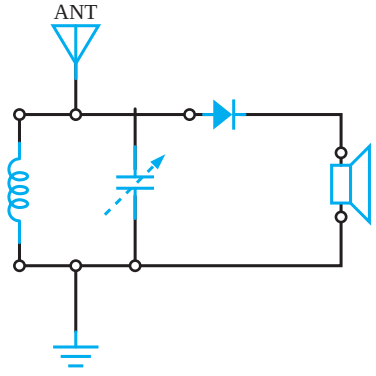
۲ـ قابلیت انتخاب (Selectivity) خوب: یعنی توانایی گیرنده در انتخاب و دریافت یک‌ایستگاه مشخص از بین چندین ایستگاه ارسالی.

۳ـ وفاداری (Fidility) : یعنی میزان شباهت سیگنال ورودی به خروجی مدار انتخاب ایستگاه در گیرنده.

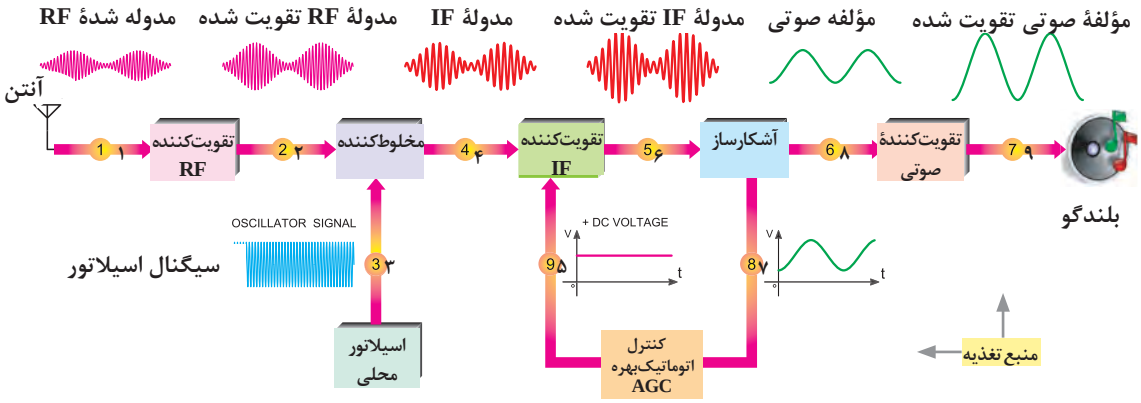
۴ـ پایداری (Stability) : یعنی میزان ثبات فرکانس رزونانس مدار انتخاب‌ایستگاه گیرنده.

لازم به توضیح است که برای یک دریافت مناسب و با کیفیت در گیرنده، فیلترها همچنین آنتن نقش به‌سزایی دارند.

شکل مقابل ساده‌ترین گیرنده رادیویی را نشان می‌دهد.



در این مدار آنتن به‌عنوان دریافت‌کننده سیگنال اولیه ـ سیم‌پیچ و خازن متغیر به‌عنوان فیلتر میان گذر و مدار انتخاب‌کننده ایستگاه ـ دیود ژرمانیم به‌عنوان آشکار ساز یا دمدولاتور ـ گوشی کریستالی به‌عنوان مبدل سیگنال الکتریکی به امواج صوتی قابل شنیدن به‌کار رفته‌اند.



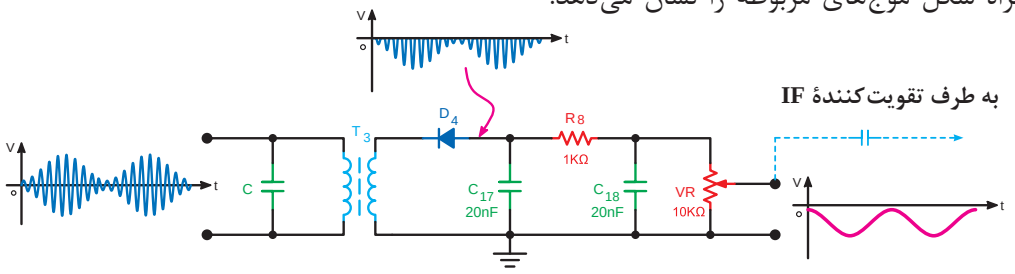
بلوک دیاگرام و شکل موج نقاط مختلف گیرندهٔ سوپرهترودین

پژوهش

سیر تکاملی گیرنده‌های رادیویی را از ابتدا تاکنون بررسی نمایید.

دمدولاسیون یا آشکارسازی Demodulation

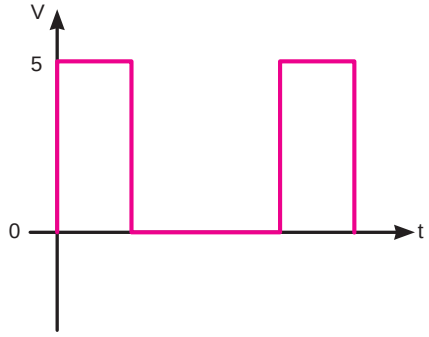
پیاده‌سازی سیگنال پیام از روی سیگنال حامل آشکارسازی یا دمدولاسیون (Demodulation) نامیده می‌شود. مدار آشکارساز ممکن است دیودی یا ترانزیستوری باشد. شکل زیر یک نوع آشکارساز دیودی به همراه شکل موج‌های مربوطه را نشان می‌دهد.



آشکارساز دیودی

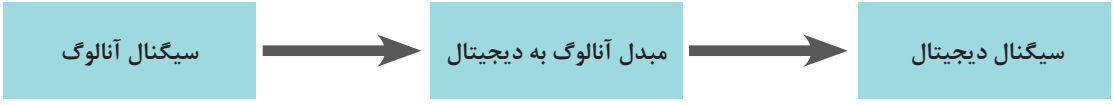
سیگنال مدوله شده از فرستنده پس از عبور از مدارهای اولیه در گیرنده و تبدیل شدن به فرکانس میانی (IF) به ورودی این مدار یعنی فیلتر LC اعمال می‌شود و پس از بازسازی مجدد به دیود رسیده و یکسو می‌شود و قسمت مثبت آن حذف می‌گردد. خازن‌های $C_{۱۸}$ و $C_{۱۷}$ با مقاومت $R_۸$ فیلتر پایین گذر نوع π تشکیل داده که فرکانس IF را حذف می‌کند و در نهایت سیگنال صوتی آشکار شده از دو سر ولوم V_R دریافت می‌شود.

یکی از انواع مدولاسیون‌ها مدولاسیون پالس است که در مخابرات رمز استفاده می‌شود.
امروزه تقریباً تمام ارتباطات تلفنی و بخش عمده مخابرات رادیویی از طریق مدولاسیون پالس صورت می‌گیرد لذا در این قسمت، مختصری در مورد چگونگی تبدیل سیگنال آنالوگ (پیوسته) به سیگنال دیجیتال (گسسته) و آماده‌سازی آن جهت ارسال می‌پردازیم:



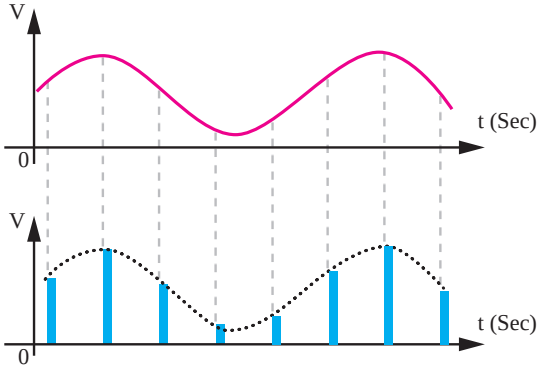
سیگنال دیجیتال: این دسته از سیگنال‌ها دارای دو مقدار کم و زیاد هستند و در آن مقدار کم با (۰) منطقی و مقدار زیاد را با (۱) منطقی نشان می‌دهند.

تبدیل سیگنال آنالوگ به دیجیتال: سیگنال آنالوگ در مداری به نام مبدل آنالوگ به دیجیتال ((ADC Analog to Digital Converter)) به سیگنال دیجیتال تبدیل می‌شود.به‌این مدار رمزساز یا Coder نیز می‌گویند.

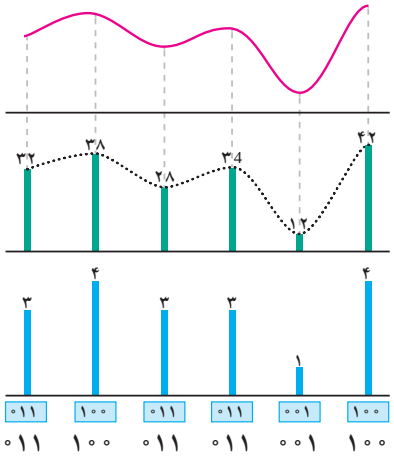


بلوک دیاگرام مدار مبدل آنالوگ به دیجیتال

فرایند تبدیل یک سیگنال آنالوگ به سیگنال دیجیتال که PCM نامیده می‌شود به اختصار توضیح داده می‌شود.



۱ ابتدا از سیگنال آنالوگ نمونه‌گیری می‌شود که به آن PAM (Pulse Amplitude Modulation) گفته می‌شود. در PAM از تکنیک نمونه‌برداری و نگهداشتن (Sample and hold) استفاده می‌شود یعنی در یک لحظه مشخص دامنه سیگنال آنالوگ خوانده می‌شود و سپس به مدت کوتاهی این دامنه ثابت نگه داشته می‌شود.



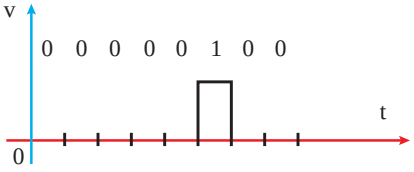
سیگنال آنالوگ و PAM حاصل از آن

۲ مرحله بعد به نمونه‌های گرفته شده از سیگنال آنالوگ در مرحله قبل یک مقدار عددی صحیح اختصاص می‌دهند که به این عمل، کوآنتیزه کردن (Quantization) گویند.

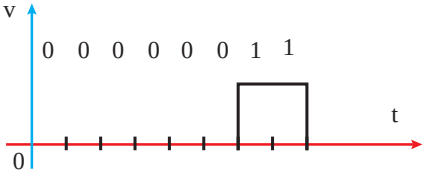
۳ در این مرحله برای مقادیر عددی اختصاص داده شده در مرحله ۲ یک کد باینری در نظر می‌گیرند.

۴ در مرحله پایانی کدهای باینری به پالس‌های دیجیتالی تبدیل می‌شوند.

شکل زیر دو نمونه پالس دیجیتالی را نشان می‌دهد.



پالس دیجیتالی معادل عدد ۴



پالس دیجیتالی معادل عدد ۳

پژوهش

در مورد کاربرد تکنولوژی Pcm در خطوط تلفنی تحقیق کنید.

سامانه‌های کنترل از راه دور

فیلم

کنترل از راه دور در جنگ

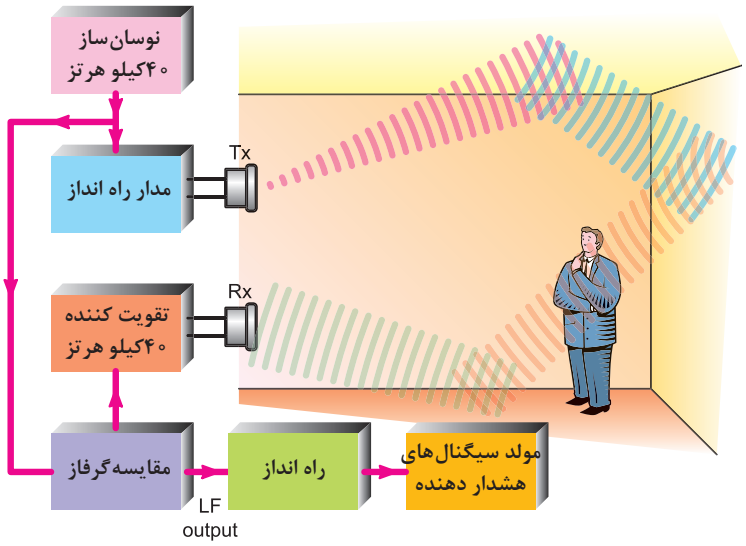
یکی از روش‌های ارسال و دریافت در مخابرات جدید سامانه‌های کنترل از راه دور می‌باشد که در صنایع نظامی، تجاری، خودروسازی، هواپیماهای بدون سرنشین و.... کاربرد چشم‌گیری دارند.

پژوهش

یک نمونه از نیمه‌هادی‌ها که به‌عنوان پاسخ‌دهنده به نور نامرئی به‌کار می‌روند را به اختصار توضیح دهید.

از رایج‌ترین این سامانه‌ها کنترل تلویزیون، کنترل ماشین‌های اسباب‌بازی، کنترل ورود و خروج افراد و... می‌باشد.

شکل مقابل یک نمونه سامانه کنترل مافوق صوت (Ultra Sonic) را نشان می‌دهد.



بلوک دیاگرام سیستم مافوق صوت حفاظتی

انواع روش‌های کنترل از راه دور

۱ـ کنترل از راه دور توسط برق شهر: دراین روش از کابل‌های انتقال برق استفاده شده و یک فرکانس بین ۶۰ تا ۱۲۰کیلو هرتز که بر روی سیم‌های مسی قرار می‌دهند، بین نیروگاه‌ها ارتباط برقرار می‌کنند که به آن PLC (Power Line Carrier) گفته می‌شود.

۲ـ کنترل از راه دور توسط امواج صوتی: ازاین روش از عامل صوت برای کنترل یک دستگاه استفاده می‌شود که از کاربردهای آن در تلفن همراه و اسباب بازی کودکان می‌باشد.

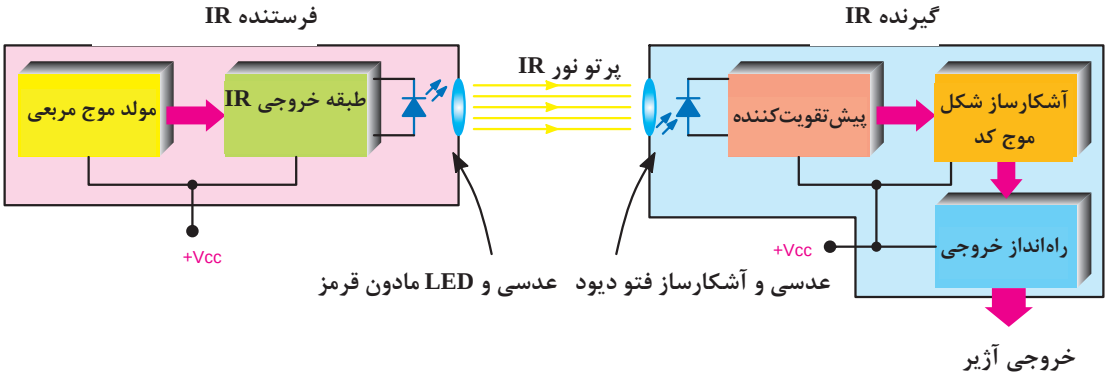
۳ـ کنترل از راه دور فراصوتی (مافوق صوت) : در سامانه‌های مسافت سنج و امور حفاظتی اماکن جهت تشخیص ورود و خروج افراد به‌کار می‌رود. از کاربردهای معروف آن به‌عنوان سنسور تشخیص مانع هنگام استفاده از دنده عقب اتومبیل می‌باشد.

۴ـ کنترل از راه دور رادیویی: در این روش با ارسال سیگنال‌های رادیویی عمل کنترل صورت می‌گیرد و از ویژگی‌های این سامانه برد بیشتر و کنترل اجسام حتی در حال حرکت می‌باشد. از کاربردهای آن کنترل هواپیمای بدون سرنشین و اسباب بازی‌ها است.

۵ـ کنترل از راه دور نوری: این سامانه به دو دسته استفاده از امواج نور مریی و نامریی تقسیم می‌شود.

الف) روش استفاده از نور مریی: در این روش از یک منبع نور به عنوان فرستنده (Tx) و یک گیرندهٔ پرتو ارسال شده (Rx) تشکیل شده است. هرگاه شعاع نوری بین گیرنده و فرستنده با عبور یک شی قطع شود در گیرنده به‌وسیله آشکارساز نوری سیگنال فرمان برای کنترل سیستم خروجی صادر می‌شود. از کاربردهای آن کنترل معابر و اماکن می‌باشد.

ب) روش استفاده از امواج نامریی: در این روش به‌جای امواج نور مریی که توسط اشخاص قابل رؤیت است از اشعه مادون قرمز استفاده می‌شود. از کاربردهای آن می‌توان به کنترل تلویزیون اشاره کرد. در شکل بلوک دیاگرام سیستم کنترل از راه دور مبتنی بر اشعه مادون قرمز نشان داده شده است.



دیگر فناوری‌های ارتباطات نوین

تکنولوژی‌های کوتاه برد از جذاب‌ترین فناوری‌های ارتباطات می‌باشند.

بلوتوث (Bluetooth): پس از مادون قرمز و ارتباط نزدیک بین وسایل مانند کنترل تلویزیون، تلفن‌های همراه و غیره، بلوتوث فناوری پر طرفداری در زمینه ارتباطات کوتاه برد است.

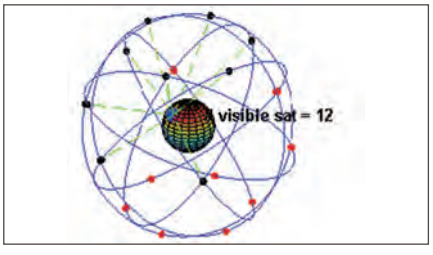
وای فای (Wi ـ Fi): یک پروتکل ارتباطی در یک استاندارد جهانی می‌باشد که برای ارتباطات کوتاه برد با سرعت بالا و امن کاربرد دارد.

GPS سیستم مکان‌یابی جهانی (Global Positioning System)

سامانه موقعیت‌یابی جهانی یا جی‌پی‌اس منظومه‌ای از ۲۴ ماهواره است که زمین را دور می‌زند و در هر مدار ۴ ماهواره قرار دارد. راکت‌های کوچکی نیز ماهواره‌ها را در مسیر صحیح نگاه می‌دارد. به این ماهواره‌ها نوستار (NAVSTAR) نیز گفته می‌شود. جهت شناسایی موقعیت جغرافیایی آنها بین ۱۰ تا ۱۰۰ متر امکان‌پذیر می‌سازد.

جی پی اس بدون وابستگی به گیرنده‌های تلفن یا رایانه عمل می‌کند و در تمام شرایط به‌صورت ۲۴ ساعت در شبانه‌روز و در تمام دنیا قابل استفاده و رایگان است.

ماهواره‌های جی پی اس هر روز ۲ بار در یک مدار دقیق دور زمین می‌گردند و سیگنال‌های حاوی اطلاعات را به زمین می‌فرستند.

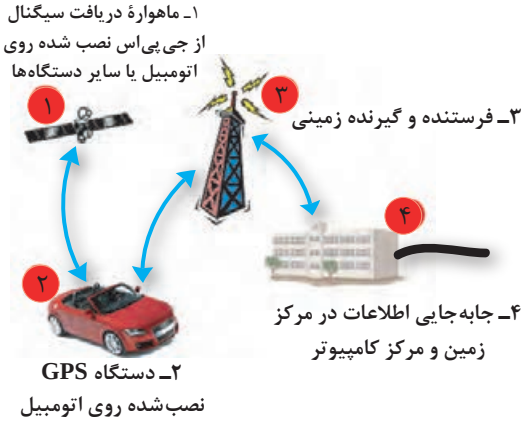


چند نمونه از گیرنده‌های جی‌پی‌اس

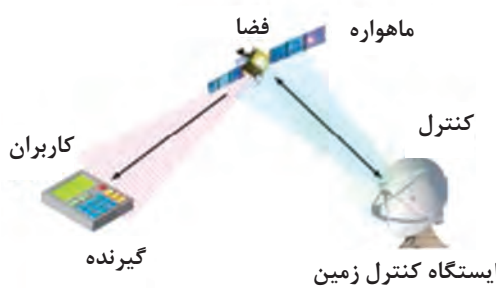
ساختار جی‌پی‌اس: جی‌پی‌اس کنونی از سه بخش اساسی تشکیل شده است. این سه بخش اصلی عبارتند از: بخش فضایی، بخش کنترل و بخش کاربر.

قسمت‌های کنترل و فضایی توسط نیروی هوایی ایالات متحده آمریکا پایه‌گذاری شده و توسعه یافته است. و اکنون نیز به‌کار خود ادامه می‌دهند. امواج منتشر شده از فضا توسط ماهواره‌های جی‌پی‌اس، توسط گیرنده‌های جی‌پی‌اس دریافت می‌شوند؛ این گیرنده‌ها به وفور در اختیار انواع کاربران قرار دارند و برای محاسبه‌کردن موقعیت سه بعدی (طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع) محل مورد نظر و زمان به‌کار می‌روند.

- بخش فضایی (Space Segment) از ۲۴ تا ۳۲ ماهواره تشکیل شده‌است که در مدار میانی زمین (Medium Earth Orbit) قرار گرفته‌اند و همچنین شامل تأسیساتی هم می‌شود که برای آماده‌سازی و پرتاب آنها به‌کار می‌روند.
- بخش کنترل (Control Segment) از یک‌ایستگاه اصلی کنترل زمینی (Master Station Control)MCU، یک ایستگاه اصلی کنترل زمینی دیگر به عنوان پشتیبان، یک میزبان آنتن‌های اختصاصی و اشتراکی برای سیستم و ایستگاه‌های پایش تشکیل شده است.
- بخش کاربری (User Segment) از صدها هزار کاربر نظامی آمریکایی و متحدان آن که از جی‌پی‌اس کدگذاری شده برای تعیین موقعیت دقیق استفاده می‌کنند و صدها میلیون کاربر مدنی، عمومی یا علمی تشکیل شده است که از امکانات موقعیت‌یابی استاندارد استفاده می‌کنند.



۱ـ ماهوارهٔ دریافت سیگنال از جی‌پی‌اس نصب شده روی اتومبیل یا سایر دستگاه‌ها
۲ـ دستگاه GPS نصب شده روی اتومبیل
۳ـ فرستنده و گیرنده زمینی
۴ـ جابه‌جایی اطلاعات در مرکز کامپیوتر



پژوهش

کاربردهای GPS را توضیح دهید.

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی (واحدهای یادگیری)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج مورد انتظار	شاخص تحقق	نمره
پودمان ۳: تحلیل مدارهای مخابراتی	۱ـ تحلیل مفاهیم پایه مخابرات	بررسی مفاهیم اولیه مخابرات و تحلیل اجزای فرستنده و گیرنده (فیلتر، مدولاتور، آنتن، آشکارساز)	بالاتر از حد انتظار	تعیین عوامل مؤثر در سیستم‌های مخابراتی، حل مسائل فیلترها (تعیین پهنای باند و فرکانس قطع)، تعیین انواع مدولاسین‌ها، تعیین انواع اسیلاتورها و فرکانس نوسان آنها، تعیین پارامترهای مدارهای مدولاتور، تعیین ویژگی‌های گیرنده و تحلیل شکل موج نقاط مختلف، تحلیل مدارهای دمدولاسیون، تعیین پارامترهای مخابرات نوین و فناوری‌های کنترل از راه دور	۳
	۲ـ تحلیل عملکرد مدارات فرستنده و گیرنده		درحد انتظار	تعیین عوامل مؤثر در سیستم‌های مخابراتی، حل مسائل فیلترها (تعیین پهنای باند و فرکانس قطع)، تعیین انواع مدولاسین‌ها، تعیین انواع اسیلاتورها و فرکانس نوسان آنها، تعیین پارامترهای مدارهای مدولاتور	۲
			پایین‌تر از حد انتظار	تعیین عوامل مؤثر در سیستم‌های مخابراتی، حل مسائل فیلترها (تعیین پهنای باند و فرکانس قطع)، تعیین انواع مدولاسین‌ها	۱
	نمره مستمر از ۵				
	نمره شایستگی پودمان				
	نمره پودمان از ۲۰				