

## مخابرات نوین

### هدف کلی

### انواع مدولاسیون های منفصل و دیجیتال

کل زمان اختصاص داده شده به فصل: ۱۱ ساعت آموزشی

### هدف های رفتاری: در پایان این فصل از فراگیرنده انتظار می رود که:

#### زمان پیشنهادی

- ۱- سیگنال پیوسته (Analog)، سیگنال منفصل (Discrete) و سیگنال دیجیتال (digital) را تعریف کند. ۱۰'
- ۲- تبدیل سیگنال پیوسته (سیگنال آنالوگ) به سیگنال منفصل را شرح دهد. ۱۰'
- ۳- مدولاسیون های منفصل PAM، PWM (PDM) و PPM را توضیح دهد. ۱۵'
- ۴- تبدیل سیگنال منفصل PAM به سیگنال دیجیتال را تحلیل کند. ۵۰'
- ۵- مدولاسیون پالسی کد شده PCM را شرح دهد. ۲۰'
- ۶- نرخ نمونه برداری (Sampling Frequency-Sampling Rate) را توضیح دهد. ۱۰'
- ۷- مفهوم نرخ بیت (Bit Rate) را شرح دهد. ۱۰'
- ۸- مدولاسیون های دیجیتال ASK، FSK، PSK را شرح دهد. ۱۰'
- ۹- هدف استفاده از کنترل از راه دور را شرح دهد. ۱۰'
- ۱۰- موارد کاربرد کنترل از راه دور در زمینه های مختلف صنعتی و خانگی را نام ببرد. ۱۰'
- ۱۱- انواع روش های کنترل از راه دور نظیر، استفاده از برق شهر، امواج صوتی، امواج ماوراء صوت، امواج رادیویی و امواج نوری را شرح دهد. ۲۵'
- ۱۲- محدوده فرکانسی مورد استفاده در انواع سیستم های کنترل از راه دور را شرح دهد. ۵'
- ۱۳- دلیل استفاده از سیستم کنترل از راه دور مبتنی بر امواج نوری مادون قرمز را توضیح دهد. ۵'
- ۱۴- عناصر نیمه هادی پاسخ دهنده به نور نامرئی مادون قرمز (IR) را شرح دهد. ۱۵'
- ۱۵- بلوک دیاگرام کلی فرستنده و گیرنده سیستم کنترل از راه دور IR را ترسیم کند. ۱۵'
- ۱۶- ماهواره را تعریف کند و مفهوم کلمه satellite را بیان کند. ۱۰'
- ۱۷- تاریخچه به وجود آمدن ماهواره و سیر تکاملی آن را توضیح دهد. ۱۵'
- ۱۸- چگونگی پرتاب ماهواره را به فضا شرح دهد. ۲۵'
- ۱۹- انواع ماهواره را نام ببرد. ۱۰'
- ۲۰- ماهواره های مخابراتی را شرح دهد. ۱۵'
- ۲۱- ماهواره های ردیاب را شرح دهد. ۱۵'
- ۲۲- مفهوم GPS را بیان کند. ۱۰'
- ۲۳- تاریخچه GPS را شرح دهد. ۱۵'

۳۰- با استفاده از نرم افزارها و یا اینترنت بتواند اطلاعات مورد نیاز خود را در زمینه مخابرات نوین کسب و تجارب خود را در اختیار سایر همکلاسی ها قرار دهد.....

۳۱- در فرایند اجرای آموزشی متناسب با شرایط و محتوا، ۴۵' آزمون های تشخیصی، تکوینی و پایانی را پاسخ دهد.....

۲۴- اجزای تشکیل دهنده GPS را نام ببرد..... ۱۰'

۲۵- بخش فضایی GPS را شرح دهد..... ۲۰'

۲۶- بخش کنترل GPS را شرح دهد..... ۳۰'

۲۷- بخش کاربری GPS را شرح دهد..... ۱۵'

۲۸- چگونگی کار GPS را توضیح دهد..... ۳۰'

۲۹- کاربردهای GPS را نام ببرد..... ۱۰'

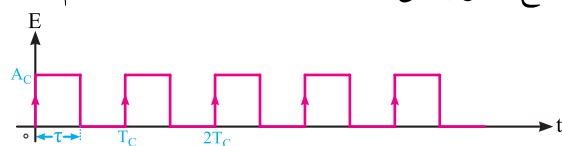
## ۱-۱۰-۱- مدولاسیون های پالس و دیجیتال (Pulse and Digital modulation)

۱-۱۰-۱-۱- پیشگفتار: اگر سیگنال کریر (حامل) به صورت

پالس (به صورت منفصل) باشد، در این صورت مدولاسیون های پالسی شکل می گیرد. مدولاسیون های پالسی به دو دسته تقسیم می شوند.

الف) مدولاسیون های منفصل: مانند PAM، PPM و PWM (PDM) هستند که کاربردهای مخابراتی و صنعتی دارند، از کاربردهای مخابراتی می توان کاربرد PPM را در اندازه گیری های رادار نام برد. از کاربردهای صنعتی این مدولاسیون می توان کنترل دور و سرعت موتور با روش های PWM را نام برد.

ب) مدولاسیون های دیجیتال: مانند PCM که در سیستم های مخابره دیجیتال (مانند تلفنی، تصویری) به کار می رود. در PCM، پیام به صورت کدهای دیجیتالی منتقل می شود. برای مسافت های طولانی تر از انواع دیگر مدولاسیون های دیجیتال مانند ASK، FSK و PSK استفاده می شود. در شکل ۱-۱۰ نمونه ای از موج حامل پالسی را با مشخصه های آن نشان داده ایم.



شکل ۱-۱۰-۱-۱- موج حامل پالسی

$T_C$

پریود حامل پالس

$$F_C = \frac{1}{T_C}$$

فرکانس حامل پالس

$A_C$

دامنه حامل پالس

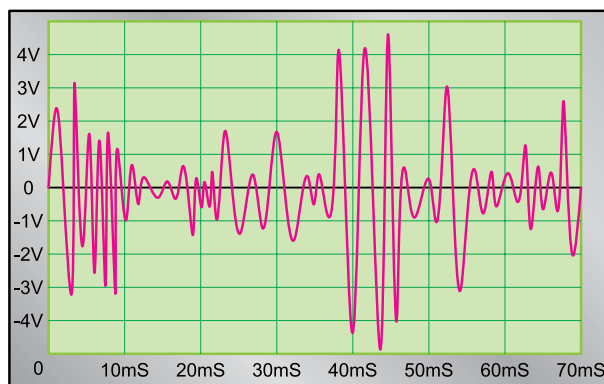
$\tau$

عرض پالس

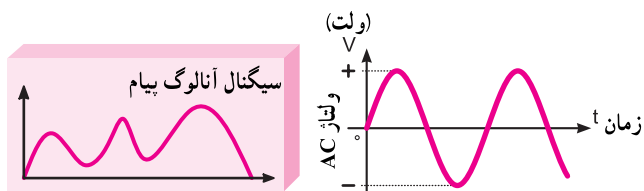
در این مبحث به بررسی اصطلاحات ذکر شده در این پیش گفتار می پردازیم.

۱-۱۰-۱-۲- سیگنال آنالوگ (پیوسته) Analog: اگر

صدای انسان را که بیانگر نوسانات فشار هوا در موقع سخن گفتن است، به سیگنال الکتریکی تبدیل کنیم موجی شبیه شکل ۱-۱۰-۲- الف ایجاد می شود. این سیگنال، یک موج پیوسته یا آنالوگ است: نمونه های دیگری از سیگنال آنالوگ در شکل ۱-۱۰-۲- ب و ج نشان داده شده است.



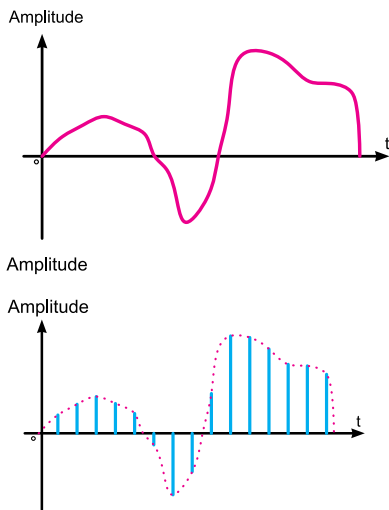
الف) سیگنال پیوسته (آنالوگ)



ج) نمونه دیگر سیگنال آنالوگ

ب) سیگنال سینوسی (آنالوگ)

شکل ۱-۱۰-۲- نمونه های سیگنال آنالوگ

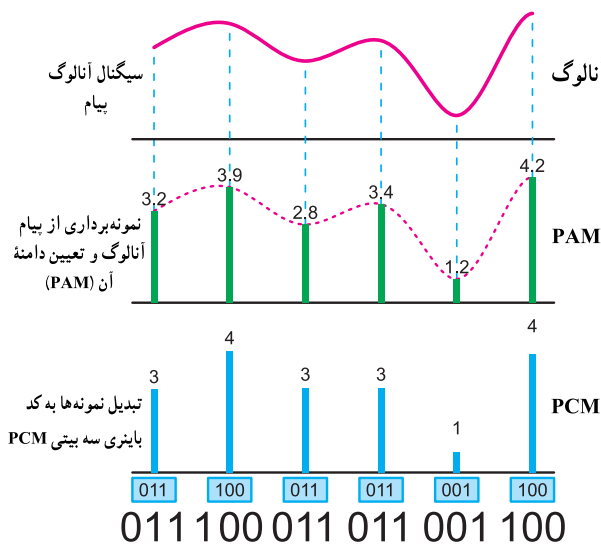


شکل ۱۰-۳ نمونه برداری از پیام و سیگنال PAM

#### ۱۰-۱-۴ مدولاسیون پالسی کد شده PCM

(Pulse Code Modulation): اگر سیگنال منفصل PAM

را با یک درجه بندی مشخص و تعریف شده به کدهای باینری تبدیل کنیم مدولاسیون PCM شکل می گیرد. این روش را کوآنتیزه کردن (Quantization) می نامند. در شکل ۱۰-۵ سیگنال آنالوگ را مشاهده می کنید که ابتدا به سیگنال PAM تبدیل شده است. در مرحله بعد سیگنال PAM را درجه بندی کرده ایم و کد معادل آن را به دست آورده ایم. در این مرحله سیگنال PAM به PCM تبدیل شده است. کد استفاده شده در این تبدیل سه بیتی است.



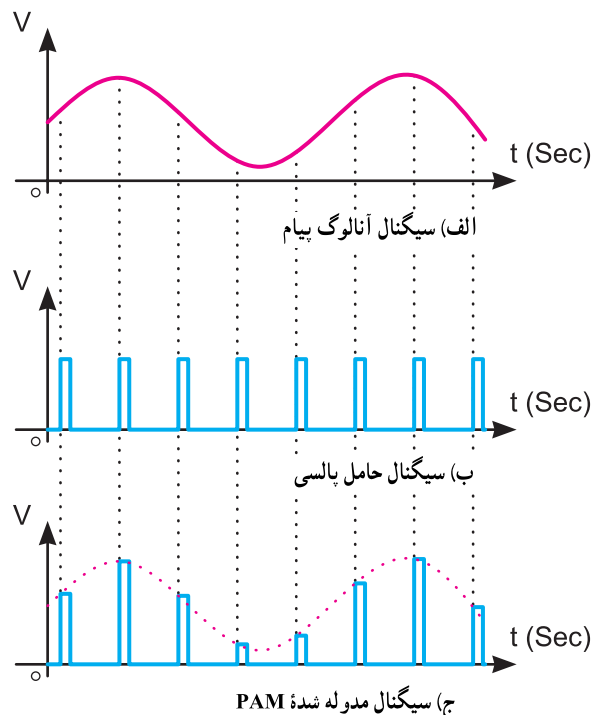
شکل ۱۰-۵ سیگنال آنالوگ و سیگنال PAM و PCM حاصل از آن

#### ۱۰-۱-۳ سیگنال منفصل (گسسته - Discrete): اگر

از سیگنال آنالوگ به صورت پالسی نمونه برداری (Sampling) کنیم، سیگنال منفصل به دست می آید. این نمونه برداری طبق شکل ۱۰-۳ در فواصل زمانی معین (Sampling Period) که زمان تناوب نمونه برداری نامیده می شود، صورت می گیرد.

عمل نمونه برداری به وسیله پالس های سیگنال حامل صورت می گیرد. در این حالت دامنه سیگنال حامل (Ac) تحت تأثیر سیگنال پیام قرار می گیرد و متناسب با آن تغییر می کند. سیگنال منفصل حاصل شده را سیگنال مدوله شده دامنه پالس (Pulse Amplitude Modulation) یا PAM می نامند.

در شکل ۱۰-۳ یک نمونه سیگنال آنالوگ پیام، حامل پالسی و سیگنال مدوله شده PAM را ملاحظه می کنید.



شکل ۱۰-۳ سیگنال پیام، حامل و سیگنال مدوله شده PAM

در شکل ۱۰-۴ نوع دیگری از پیام را ملاحظه می کنید که به صورت PAM در آمده است. در این شکل پهنای پالس های حامل بسیار کم است که به آن پالس های سوزنی (Impulse) می گویند.

مقادیر صحیح اختصاص داده شده به کد معادل باینری ۷ بیتی تبدیل می شود.

چون مقادیر نمونه برداری شده ممکن است مثبت یا منفی باشند، برای مقادیر مثبت و منفی علامتی در نظر می گیرند. برای این منظور بیت هشتمی را در سمت چپ کد ۷ بیتی قرار می دهند تا در این حالت مثبت یا منفی بودن دامنه نمونه برداری شده را تعیین کنند. اگر مقادیر نمونه برداری شده مثبت باشند از بیت (۰) و اگر منفی باشند از بیت (۱) در سمت چپ استفاده می شود.

مثلاً ۲۴+ در تبدیل به کد باینری به صورت ۰۰۱۱۰۰۰+ ۷ بیتی است نشان داده می شود.

در تبدیل عدد ۲۴+ به کد باینری، نتیجه به صورت ۱۱۰۰۰ در می آید که ۵ بیتی است. برای تبدیل آن به کد ۷ بیتی، تعداد دو بیت «۰» در سمت چپ قرار داده ایم.

با این توضیح که چون ۲۴ علامت مثبت دارد، یک صفر در سمت چپ بیت ها قرار می گیرد و به این ترتیب ۲۴+ با کد ۸ بیتی به صورت ۰۰۰۱۱۰۰۰ نشان داده می شود.

### مثال ۱-۱۰

عدد ۱۵- را به صورت ۸ بیتی نشان دهید.

$$-15 = \quad 1 \quad \quad \quad 000 \quad 1111$$

بیت ۱ معرف  
علامت منفی

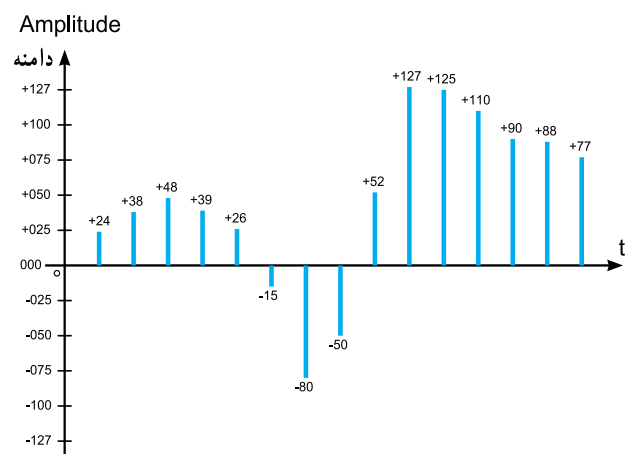
عدد معادل باینری ۱۵  
به صورت ۷ بیتی

در جدول ۱-۱۰ مقادیر سیگنال کوآنتیزه را که به صورت کد ۷ بیتی همراه با بیت علامت است، مشاهده می کنید.

یک کد سه بیتی  $2^3 = 8$  حالت را نشان می دهد. به عبارت دیگر دامنه انتخاب شده در ۸ سطح مختلف تقسیم بندی می شود. برای دقت بیشتر در مدرج کردن، باید به نمونه برداشته شده، مقادیر صحیح بیشتری اختصاص داد. لذا تعداد بیت های کوآنتیزه، افزایش می یابد. مثلاً با استفاده از کد ۷ بیتی  $2^7 = 128$  حالت را می توان نشان داد. در واقع ۱۲۸ سطح ولتاژ مختلف را می توان انتخاب نمود.

در شکل ۱-۶ یک سیگنال PAM را مشاهده می کنید که به نمونه های برداشته شده سطوح بیشتری اختصاص داده شده است. همان طور که مشاهده می شود در ۱۵ نمونه برداشته شده از پیام، سطوح ولتاژ بین حداقل ۱۵ و حداکثر ۱۲۷ وجود دارد. به عبارت دیگر بالاترین سطح ولتاژ اختصاص داده شده در شکل ۱-۶، ۱۲۷ است که لزوماً باید یک کد باینری ۷ بیتی باشد.

توجه داشته باشید که عدد ۱۲۷ از نظر کمیت معادل ۱۲۷ ولت نیست، بلکه معادل بیشترین دامنه ای است که سیگنال آنالوگ دارد.



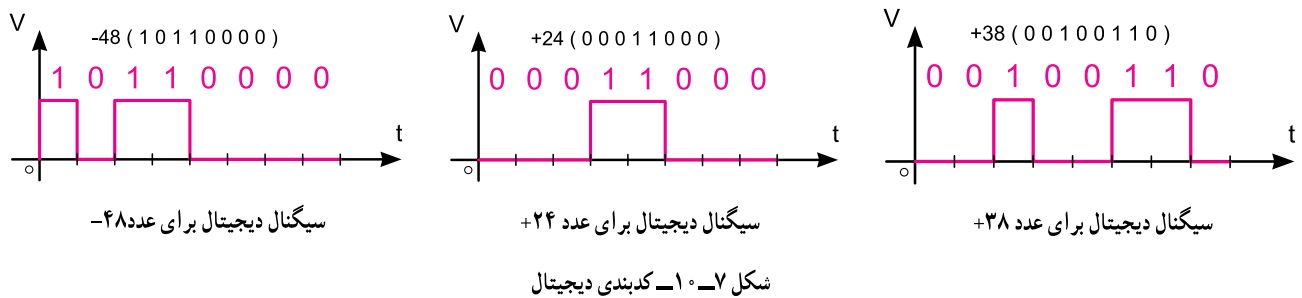
شکل ۱-۶ یک نمونه سیگنال PAM

جدول ۱-۱۰

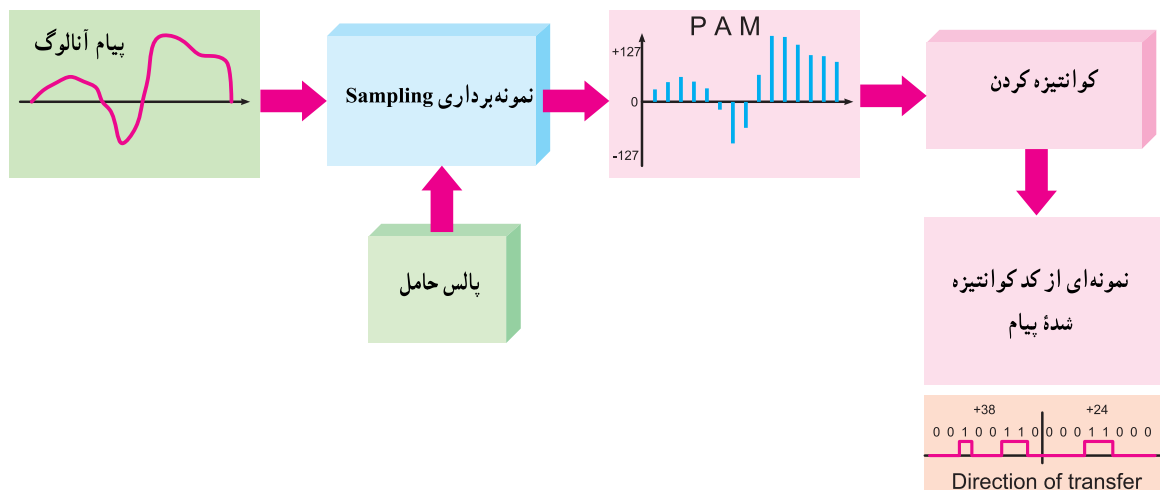
+024	0	0	0	1	1	0	0	0	-015	1	0	0	0	1	1	1	1	+125	0	1	1	1	1	0	1
+038	0	0	1	0	0	1	1	0	-080	1	1	0	1	0	0	0	0	+110	0	1	1	0	1	1	1
+048	0	0	1	1	0	0	0	0	-050	1	0	1	1	0	0	1	0	+090	0	1	0	1	1	0	1
+039	0	0	1	0	0	1	1	1	+052	0	0	1	1	0	1	0	0	+088	0	1	0	1	1	0	0
+026	0	0	0	1	1	0	1	0	+127	0	1	1	1	1	1	1	1	+077	0	1	0	0	1	1	0

بیت علامت  
۱ = منفی  
۰ = مثبت

بعد از عمل کدبندی باینری، سیگنال دیجیتال به دست می آید که در شکل ۷-۱ سه نمونه سیگنال دیجیتال برای اعداد +۲۴، +۳۸ و -۴۸ داده شده است. همان طور که ملاحظه می کنید، سیگنال خروجی PCM به دست آمده، سیگنال دیجیتال معادل تعدادی از نمونه های برداشته شده از پیام است.



در شکل ۸-۱ چهار فرایند PCM که شامل PAM، است، نشان داده شده است. کوآنتیزه کردن، کدبندی باینری و کدبندی دیجیتال به دیجیتال



شکل ۸-۱ چهار مرحله فرایند PCM

شکل ۱۰-۱ نشان می‌دهد در یک ثانیه ۸ بیت وجود دارد:

### مثال ۱۰-۲

نرخ بیت یک سیگنال دیجیتال برابر ۲۰۰۰ BPS است  
فاصله زمانی هر بیت چقدر است؟

پاسخ:

$$\text{فاصله زمانی بیت} = \frac{1}{\text{نرخ بیت}} = \frac{1}{2000} = 0.0005 \text{ Sec} = 5 \times 10^{-4} \text{ Sec}$$

$$\text{فاصله زمانی بیت} = 500 \mu\text{Sec}$$

### مثال ۱۰-۳

فاصله زمانی هر بیت یک سیگنال دیجیتالی ۱۰ میکروثانیه است  
نرخ بیت چه قدر است؟

پاسخ:

$$\text{نرخ بیت} = \frac{1}{\text{فاصله زمانی بیت}} = \frac{1}{10 \times 10^{-6}} = 10^5$$

$$\text{نرخ بیت} = 100,000 \text{ BPS}$$

### ۱۰-۱-۷- فرکانس نمونه برداری

**Sampling Frequency: (نرخ نمونه برداری - Sampling Rate)**

سرعت نمونه برداری عبارت از تعداد نمونه‌هایی است که در یک ثانیه از پیام برداشته می‌شود.

هر قدر تعداد نمونه‌ها در ثانیه بیشتر شود، هنگام تبدیل و بازسازی نمونه‌ها (سیگنال منفصل یا PAM) به سیگنال آنالوگ با تغییر شکل موج کم‌تری روبه‌رو می‌شویم.

در صورتی که بخواهیم میزان تغییر شکل موج پیام بازسازی شده را به صفر برسانیم باید تعداد نمونه‌هایی را که از پیام برمی‌داریم، بی‌نهایت باشد، که در عمل امکان‌پذیر نیست.

بنابراین ما تعداد نمونه‌های قابل قبول سیگنال پیام را به طور تقریبی بازسازی می‌کنیم. یادآور می‌شود که تعداد نمونه‌ها باید در حدی باشد که تغییر شکل اساسی

دو پارامتر در یک دستگاه مبدل آنالوگ به دیجیتال مهم است.

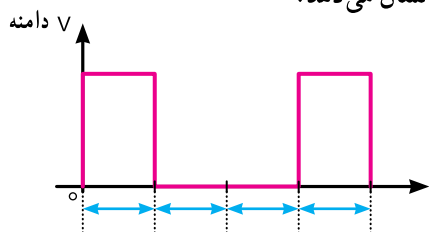
۱- سرعت نمونه برداری = تعداد نمونه‌های برداشته شده در یک ثانیه

۲- دقت نمونه برداری = تعداد مقادیر (درجات) مختلفی که می‌توان به مقدار نمونه برداشته شده اختصاص داد.

### ۱۰-۱-۵- فاصله زمانی بیت Bit Interval: فاصله

زمانی بیت، زمان لازم برای ارسال یک بیت است.

شکل ۱۰-۹ یک نمونه سیگنال دیجیتالی و فاصله زمانی یک بیت را نشان می‌دهد.



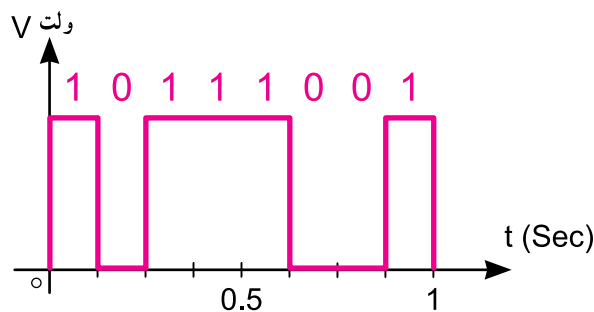
فاصله زمانی یک بیت

شکل ۱۰-۹- یک نمونه سیگنال دیجیتالی و فاصله زمانی

### ۱۰-۱-۶- نرخ بیت Bit Rate: سرعت انتشار بیت‌ها را

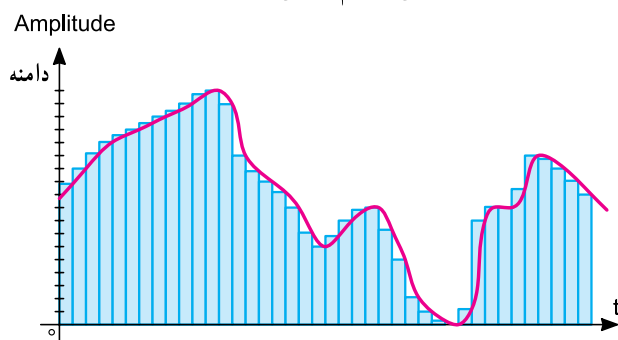
نرخ بیت می‌نامند. نرخ بیت بر حسب بیت در ثانیه Bit Per Second (BPS) می‌باشد.

در شکل ۱۰-۱۰ یک سیگنال دیجیتالی با BPS برابر ۸ رسم شده است.



شکل ۱۰-۱۰- یک نمونه سیگنال دیجیتال با BPS برابر ۸

در شکل ۱۳-۱، فرکانس حامل (تعداد نمونه‌ها = فرکانس) بسیار زیاد شده است (۴ برابر). در این حالت سیگنال بازسازی شده شباهت نسبتاً کاملی با پیام اصلی دارد.



شکل ۱۳-۱ سرعت و دقت نمونه‌برداری چهار برابر شده

همان‌طور که مشاهده می‌شود هر قدر سرعت و دقت نمونه‌برداری افزایش یابد سیگنال تبدیل شده از دیجیتال به آنالوگ، به سیگنال اصلی آنالوگ شبیه‌تر می‌شود:

اثبات شده است به منظور صحت تولید مجدد سیگنال آنالوگ با استفاده از PAM، فرکانس نمونه‌برداری باید حداقل دو برابر بالاترین فرکانس سیگنال آنالوگ باشد.

مثلاً اگر بخواهیم صدای تلفنی را با حداکثر فرکانس ۴۰۰۰ Hz نمونه‌برداری کنیم باید فرکانس نمونه‌برداری ۸۰۰۰

نمونه در ثانیه باشد. به عبارت دیگر در هر  $\frac{1}{8000}$  ثانیه باید یک نمونه سیگنال برداشته شود.

#### مثال ۴-۱۰

اگر سیگنالی دارای فرکانس ۱۰۰۰ هرتز، تا ۱۱۰۰۰ هرتز باشد نرخ نمونه‌برداری چه قدر است؟

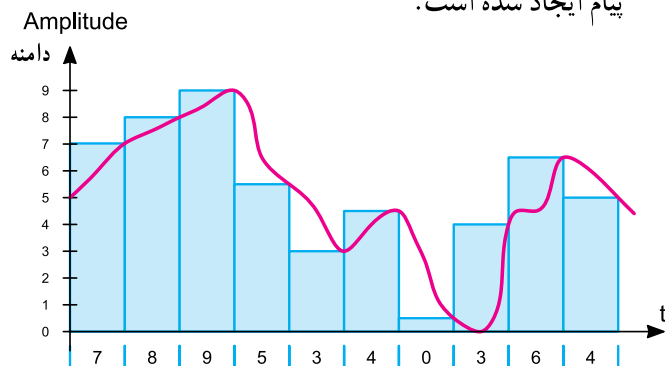
#### پاسخ:

نرخ نمونه‌برداری برابر دو برابر بالاترین فرکانس موج در سیگنال است  $22000 = 2 \times 11000$  = نرخ نمونه‌برداری لذا ۲۲۰۰۰ نمونه در ثانیه لازم است.

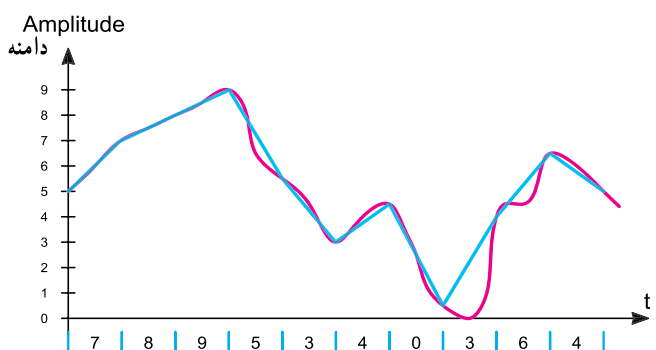
#### ۸-۱۰-۱ تعداد بیت در هر نمونه: بعد از تعیین نرخ

نمونه‌برداری باید تعداد بیت ارسالی را به ازای هر نمونه تعیین کنیم این کار بستگی به سطح دقت مورد نیاز دارد. تعداد بیت طوری انتخاب می‌شود تا دامنه سیگنال اصلی با دقت مطلوب

(اعوجاج Distortion) در سیگنال بازسازی شده ایجاد نشود، در شکل ۱۱-۱ الف نمونه‌برداری از یک نمونه پیام را ملاحظه می‌کنید. در این نمونه‌برداری تعداد پالس‌های حامل کم است و طبق شکل ۱۱-۱ ب تغییر اساسی در شکل موج پیام ایجاد شده است.

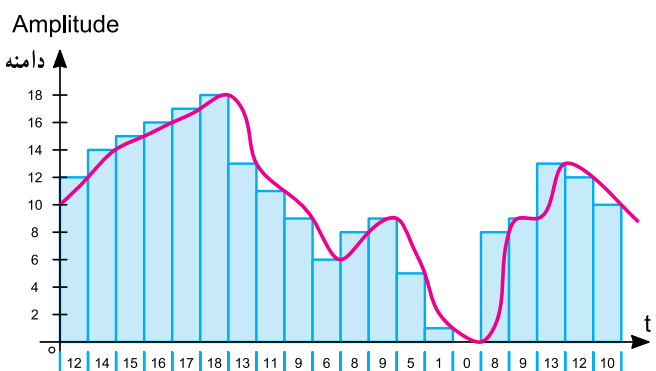


شکل ۱۱-۱ الف نمونه‌برداری از سیگنال آنالوگ



شکل ۱۱-۱ ب موج بازسازی شده

در شکل ۱۲-۱ تعداد نمونه‌ها (فرکانس حامل) بیشتر شده است. در این حالت، شکل موج بازسازی شده دارای تغییر شکل کمتری در مقایسه با شکل ۱۱-۱ است.

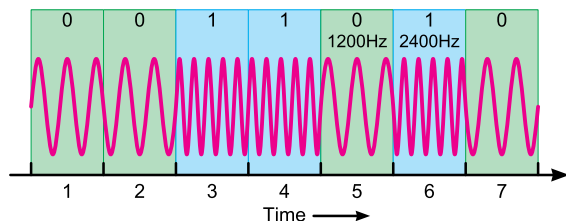


شکل ۱۲-۱ سرعت و دقت نمونه‌برداری دو برابر شده

## ۱۰-۱-۱۲- مدولاسیون FSK

(Frequency Shift Keying): در مدولاسیون

FSK برای نمایش ۰ یا ۱ باینری، فرکانس سیگنال حامل تغییر داده می‌شود و دامنه و فاز حامل ثابت باقی می‌ماند. فرکانس حامل در فاصله زمانی هر بیت مقدار ثابتی است. شکل ۱۵-۱۰ مدولاسیون FSK را نشان می‌دهد. نسبت به نویز مقاوم‌تر از ASK است.



شکل ۱۵-۱۰- مدولاسیون FSK

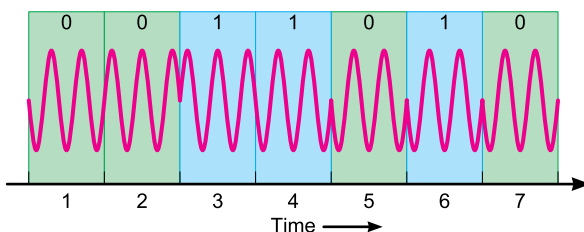
## ۱۰-۱-۱۳- مدولاسیون PSK

(Phase Shift Keying): در مدولاسیون PSK فاز

سیگنال سینوسی را برای نمایش باینری «۱» و «۰» تغییر می‌دهند. در این حالت دامنه و فرکانس حامل ثابت است. به عنوان مثال اگر برای نمایش عدد باینری (۱)، سیگنال حامل با فاز صفر درجه شروع شود، می‌توان فاز سیگنال حامل را ۱۸۰ درجه تغییر داد تا عدد باینری (۰) را ارسال نمود. فاز سیگنال حامل در طول هر بیت باینری ثابت است.

در شکل ۱۶-۱۰ مدولاسیون PSK برای یک نمونه سیگنال دیجیتالی رسم شده است.

بیت	اختلاف فاز
1	0°
0	180°



شکل ۱۶-۱۰- مدولاسیون PSK

مجدداً بازسازی شود. مثلاً هر نمونه تلفنی را باید برابر ۸ بیت کوآنتیزه کرد.

## ۱۰-۱-۹- محاسبه نرخ بیت (Bit rate): بعد از پیدا کردن

تعداد بیت‌ها در هر نمونه می‌توان نرخ بیت را با استفاده از فرمول زیر محاسبه کرد.

تعداد بیت در هر نمونه  $\times$  نرخ نمونه برداری = نرخ بیت

### مثال ۵-۱۰

اگر صدای انسان دارای فرکانس ۳۰ هرتز تا ۴۰۰۰ هرتز باشد نرخ نمونه برداری و نرخ بیت را محاسبه کنید. برای هر نمونه هشت بیت در نظر بگیرید.

$$\begin{aligned} \text{نمونه در ثانیه} &= 4000 \times 2 = 8000 \\ \text{تعداد بیت در هر نمونه} &= 8 \\ \text{نرخ بیت} &= 8000 \times 8 = 64000 \text{ bit/Sec} = 64 \text{ kbPS} \end{aligned}$$

## ۱۰-۱-۱۰- مدولاسیون‌های دیجیتال: برای ارسال

علامت صفر و یک منطقی (PCM) بهتر است به منظور کاهش پهنای باند از سیگنال سینوسی استفاده کنیم. در ادامه به شرح این نوع مدولاسیون‌ها ASK، PSK و FSK می‌پردازیم.

سیگنال مورد استفاده در این نوع مدولاسیون‌ها را سیگنال حامل اولیه می‌نامند.

## ۱۰-۱-۱۱- مدولاسیون ASK

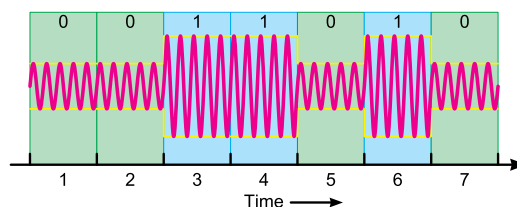
(Amplitude Shift Keying): در مدولاسیون ASK برای

نمایش ۰ یا ۱ باینری دامنه سیگنال حامل تغییر می‌کند و فرکانس و فاز حامل ثابت می‌ماند.

مقدار دامنه کاربرد در مقادیر صفر و یک باینری به عهده طراحان سیستم است:

شکل ۱۴-۱۰ یک نمونه سیگنال مدوله شده ASK را نشان

می‌دهد. ASK بسیار نویزپذیر است زیرا نویز می‌تواند روی دامنه قرار گیرد و ۰ را به ۱ و ۱ را به ۰ تبدیل کند.



شکل ۱۴-۱۰- یک نمونه سیگنال مدوله شده ASK



نیز می‌نامند. از نظر شباهت عملکرد می‌توان PWM را با مدولاسیون FM مقایسه کرد.

چنانچه موقعیت مکانی پالس حامل متناسب با دامنهٔ پیام تغییر کند، مدولاسیون PPM (Pulse Position Modulation) شکل می‌گیرد. این نوع مدولاسیون را از نظر عملکرد می‌توان با مدولاسیون فاز (PM) مقایسه کرد. به دلیل محدودیت زمانی ارائهٔ مباحث بالا در این مقطع مقدور نیست. هنرجویان علاقه‌مند می‌توانند به منابع مرتبط با این موضوع‌ها مراجعه و اطلاعات مورد نیاز را کسب نمایند.

## ۲-۱۰- الگوی پرسش

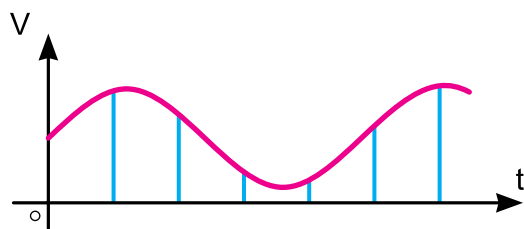
۱- شکل یک نمونهٔ سیگنال آنالوگ و دیجیتال را رسم کنید.

۲- شکل سیگنال دیجیتالی را که شامل ۸ بیت باینری به صورت (۱۱۰۱۰۰۱۰) است، رسم کنید.

۳- نرخ بیت یک سیگنال دیجیتالی ۱۰۰۰ BPS است، فاصله زمانی هر بیت را محاسبه کنید.

۴- اگر فاصلهٔ زمانی هر بیت یک سیگنال دیجیتالی ۲۰ میکروثانیه باشد نرخ بیت را محاسبه کنید.

۵- سیگنال PAM حاصل از موج شکل ۱۸-۱۰ را رسم کنید.



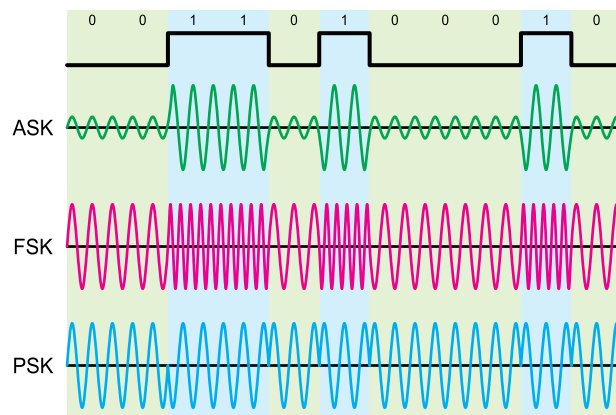
شکل ۱۸-۱۰

۶- پارامترهای مهم در تبدیل آنالوگ به دیجیتال را توضیح دهید.

۷- مدولاسیون ASK را شرح دهید. یک نمونه سیگنال مدوله شده ASK را رسم کنید.

۸- مدولاسیون FSK را شرح دهید. یک نمونه سیگنال

در شکل ۱۷-۱۰ یک نمونه سیگنال دیجیتالی و سه نوع مدولاسیون ASK، FSK و PSK حاصل از آن را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۷-۱۰ یک نمونه سیگنال دیجیتالی و سه نوع مدولاسیون PSK، FSK، ASK

۱۴-۱-۱۰ مفهوم A/D و D/A: مجموعهٔ عملیات نمونه‌برداری، تبدیل سیگنال آنالوگ به PAM و PCM به تبدیل سیگنال آنالوگ به دیجیتال می‌نامند. این تبدیل در مدارهایی به نام مبدل آنالوگ به دیجیتال یا Analog to digital Converter یا ADC انجام می‌شود. این مدارها را مدار A/D (آنالوگ به دیجیتال) می‌نامند. برای تبدیل سیگنال PCM به سیگنال پیام آنالوگ، باید عملیات برعکس اتفاق بیفتد، مدارهایی که این عملیات را انجام می‌دهند، مدارهای مبدل دیجیتال به آنالوگ یا Digital to Analog Converter نام دارد که آن را به اختصار به صورت D/A (دی تو ا) نشان می‌دهند.

۱۵-۱-۱۰ انواع دیگر مدولاسیون پالس: تاکنون دربارهٔ مدولاسیون منفصل PAM بحث کردیم. مدولاسیون‌های منفصل دیگری نیز وجود دارند. اگر بخواهیم این نوع مدولاسیون‌ها را با مدولاسیون آنالوگ (AM، FM، PM) مقایسه کنیم، از نظر شباهت عملکرد، می‌توانیم مدولاسیون PAM را با مدولاسیون AM مقایسه کنیم، چنانچه پهنای پالس‌های حامل متناسب با دامنهٔ پیام تغییر کند، مدولاسیون پهنای پالس یا PWM (Pulse width Modulation) شکل می‌گیرد. این نوع مدولاسیون را PDM (Pulse Duration Modulation)

مدوله شده FSK را رسم کنید.

۹- مدولاسیون PSK را شرح دهید.

۱۰- Pulse Code Modulation را تعریف کنید.

کامل کردنی

۱۱- سرعت انتشار بیت ها را ..... می نامند، و آن را

برحسب ..... بیان می کنند.

صحیح یا غلط

۱۲- فاصله زمانی بیت برابر با  $\frac{1}{\text{نرخ بیت}}$  است.

صحیح ☐ غلط ☐

۱۳- نرخ نمونه برداری دو برابر کمترین فرکانس موج در

سیگنال است.

صحیح ☐ غلط ☐

چهار گزینه ای

۱۴- اگر سیگنالی دارای فرکانس ۱۰۰۰ هرتز تا ۸۵۰۰

هرتز باشد نرخ نمونه برداری کدام است؟

۱- ۱۰۰۰      ۲- ۲۰۰۰

۳- ۸۵۰۰      ۴- ۱۷۰۰۰

### ۳-۱۰- سامانه های کنترل از راه دور

۱-۳-۱۰- پیشگفتار: سامانه های مدرن الکترونیکی

کاربردهای وسیعی در منازل، صنایع نظامی، امور تجاری و صنایع خودروسازی دارند. یکی از مهم ترین و کاراترین این سامانه ها، سامانه های کنترل از راه دور است که اساس عملکرد آنها مبتنی بر اصول مخابراتی است.

سیستم کنترل از راه دور زیرمجموعه ای از علم مخابرات

محسوب می شود که روش های ارسال و دریافت فرمان ها را به منظور کنترل یک وسیله مورد مطالعه قرار می دهد. سیستم های کنترل از راه دور می توانند در سیستم های حفاظت الکترونیکی به گونه ای طراحی شوند که با تماس فیزیکی یا نزدیک شدن شخصی و یا یک شیء به محوطه ممنوعه، یا تغییرات دما یا نور، یک کلید الکترومغناطیسی یا الکترونیکی را فعال کند و یک آژیر را به صدا

درآورد، یا باعث قفل شدن درهای ورودی در مکان های امنیتی یا اتومبیل ها شود.

از این سامانه در سایر زمینه های تحقیقاتی، هواشناسی، کشاورزی، نظامی و کاربرد هواپیماهای بدون سرنشین (جهت عکس برداری از مناطق کوهستانی، جنگلی) نیز می توان استفاده کرد.

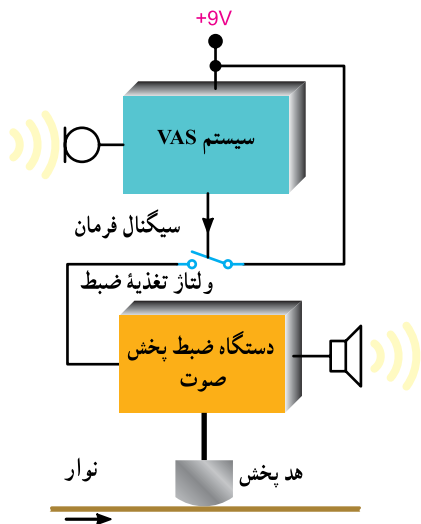
دستگاه های کنترل از راه دور به طور کلی از دو بخش اصلی تشکیل شده است، بخش اول فرستنده دستگاه است که تهیه و ارسال فرمان را جهت کنترل یک وسیله یا دستگاه، برعهده دارد. بخش دوم گیرنده است که سیگنال فرمان ارسالی از فرستنده را دریافت و دستگاه را کنترل می کند. به طور کلی گیرنده باید قابلیت انجام حداقل یک عمل الکتریکی یا الکترونیکی را داشته باشد. به عنوان مثال یکی از سامانه های کنترل از راه دور، قسمت کنترل تلویزیون های خانگی است.

نحوه انتقال فرمان از فرستنده تا گیرنده توسط امواج رادیویی، صوتی، نوری و ... انجام می پذیرد و همین امر سبب تقسیم بندی انواع روش های کنترلی از راه دور می گردد.

۲-۳-۱۰- روش های کنترل از راه دور: همان طور که گفته شد روش های انتقال فرمان در سامانه های کنترل از راه دور باعث متمایز کردن انواع آن ها می گردد لذا به طور کلی پنج روش کنترل از راه دور وجود دارد.

- کنترل از راه دور توسط برق شهر
- کنترل از راه دور توسط امواج صوتی
- کنترل از راه دور توسط امواج فراصوتی
- کنترل از راه دور توسط امواج رادیویی
- کنترل از راه دور توسط امواج نوری

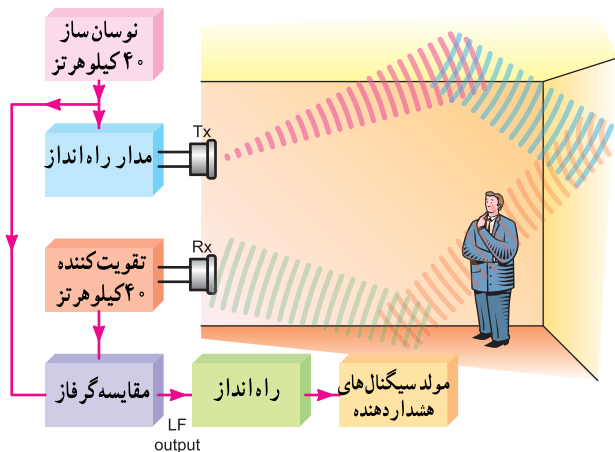
۳-۳-۱۰- کنترل از راه دور توسط برق شهر: در این روش از سیم کشی برق شهر به عنوان کانال انتقال فرمان استفاده می شود و می توان یکی از لوازم خانگی برقی را از سایر نقاط کنترل کرد. در صنعت برق فرمان های کنترل نیروگاه های برق را از طریق کابل مسی خطوط توزیع برق شبکه ارسال می کنند. فرکانس کار این سامانه (سیستم) فرستنده و گیرنده بین ۶۰ تا ۱۲۰ کیلوهرتز است.



شکل ۲۰-۱۰ بلوک دیاگرام سامانه VAS

### ۵-۳-۱۰- کنترل از راه دور توسط امواج فراصوتی: این

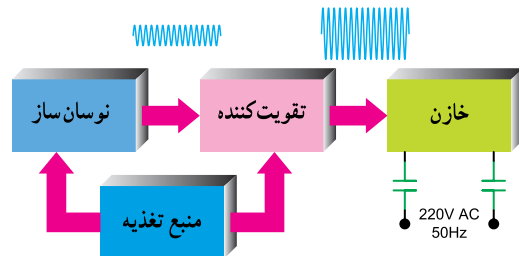
روش کنترل از راه دور در سامانه‌های مسافت سنج و یا امور حفاظتی برای ورود و خروج اشخاص به امکان استفاده می‌شود. محدوده فرکانسی مورد استفاده در این روش ۲۰ تا ۵۰ کیلوهرتز است. در شکل ۲۱-۱۰ بلوک دیاگرام یک سامانه مافوق صوت حفاظتی نشان داده شده است. در صورت ورود اشخاص به حوزه امواج، سیستم فعال می‌شود.



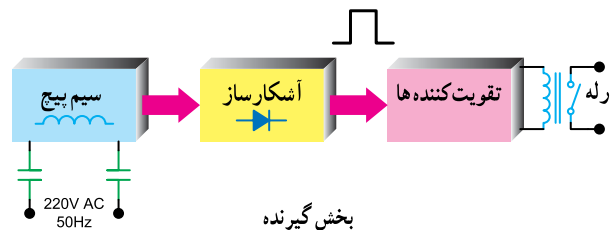
شکل ۲۱-۱۰ بلوک دیاگرام سیستم مافوق صوت حفاظتی

نوسان ساز فرستنده در این سامانه روی فرکانس ۴۰ کیلوهرتز کار می‌کند و امواج آن فضای یک اتاق را پوشش می‌دهد. این امواج در برخورد با دیواره‌های اتاق، بارها منعکس

حُسن این روش سادگی مدارهای فرستنده و گیرنده است ولی عیب مهم آن ارتباط با سیم برق است. شکل ۱۹-۱۰ بلوک دیاگرام یک سیستم (سامانه) کنترل از راه دور توسط برق شهر را نشان می‌دهد.



بخش فرستنده



بخش گیرنده

شکل ۱۹-۱۰ بلوک دیاگرام یک سامانه کنترل از راه دور توسط برق شهر

### ۴-۳-۱۰- کنترل از راه دور توسط امواج صوتی: در

این نوع کنترل از راه دور از امواج صوتی در طیف فرکانس صوتی (۲۰ هرتز تا ۲۰ کیلوهرتز) استفاده می‌شود. این نوع کنترل در سامانه‌های ضبط و پخش صدا، یا در راه اندازی یک دستگاه لوازم خانگی با صوت به کار می‌رود. عیب این روش با توجه به حساسیت آن‌ها نسبت به طیف صوتی، کارایی کم آن است. در شکل ۲۰-۱۰ بلوک دیاگرام ساده‌ای از سامانه کنترل از راه دور توسط امواج صوتی به نام VAS را ملاحظه می‌کنید. VAS اول کلمات Voice Automatic System به مفهوم کنترل اتوماتیک دستگاه توسط صوت است. از کاربردهای دیگر VAS استفاده از آن در تلفن‌های همراه، اسباب‌بازی‌ها و عروسک‌های کودکان است.

می شوند. گیرنده سامانه، امواج منعکس شده را دریافت می کند و پس از تقویت به مقایسه گر فاز انتقال می دهد. در مقایسه فاز، سیگنال دریافت شده با فاز سیگنال ۴۰ کیلوهرتز فرستاده شده مقایسه می شود. اگر شیء یا شخصی در اتاق جابه جا نشود فاز سیگنال های ارسال شده و دریافت شده یکسان خواهد بود، در صورت جابه جایی شیء یا شخص، فاز سیگنال دریافت شده تغییر می کند که میزان آن متناسب با جابه جایی جسم است. به این ترتیب سیگنال فرمانی به بخش راه انداز سامانه آلام یا زنگ خطر ارسال

می شود و حضور فرد مزاحم را اعلام می دارد. سامانه های کنترل از راه دور مبتنی بر امواج ماوراء صوت پرقدرت، بیشتر در صنایع نظامی و عملیات دریایی، ناوبری، سونار، تعیین عمق آب، به کار انداختن اژدهای آکوستیکی زیردریایی ها و کشف کشتی و زیردریایی های غرق شده به کار می روند. در شکل ۲۲-۱۰ برخی از کاربرد این سامانه کنترل از راه دور را مشاهده می کنید. این سامانه می تواند برای شناسایی نیز مورد استفاده قرار گیرد.

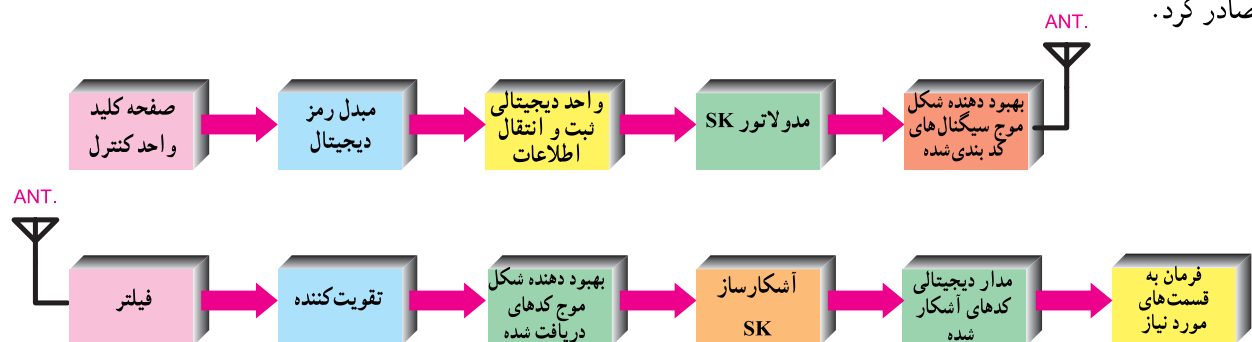


شکل ۲۲-۱۰ کاربرد امواج ماوراء صوت

### ۳-۶-۱۰- کنترل از راه دور براساس امواج رادیویی:

این روش کنترل از راه دور برای ارسال فرمان به فواصل دور یا از داخل دستگاه هایی که متحرک هستند استفاده می شود. در این روش برخلاف دو روش قبل، موانع کوچک و جهت قرار گرفتن فرستنده باعث قطع ارتباط بین فرستنده و گیرنده نمی شود، بنابراین از داخل وسیله متحرک نظیر اتومبیل، می توان به هواپیمای بدون سرنشین، اسباب بازی و غیره برای فواصل دور فرمان کنترلی صادر کرد.

محدوده فرکانس در این روش بسیار وسیع و فرکانس کار معمولاً حدود یک گیگاهرتز است. این روش پراستفاده ترین و مطمئن ترین شیوه کنترل میان وسایل متحرک و ساکن است و پهنای باند وسیع آن، قابلیت اعتماد بیشتری را ممکن می سازد. در شکل ۲۳-۱۰ بلوک دیاگرام فرستنده و گیرنده کنترل از راه دور توسط امواج رادیویی را مشاهده می کنید.



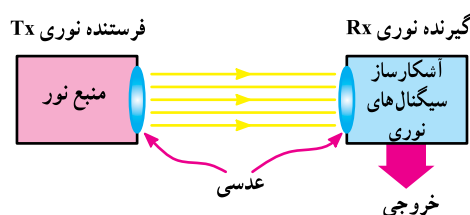
شکل ۲۳-۱۰ بلوک دیاگرام فرستنده و گیرنده

### ۷-۳-۱۰- سامانه‌های کنترل از راه دور براساس امواج

**نوری:** سیستم‌های کنترل از راه دور که عملکرد آن‌ها بر مبنای پرتو نوری است به دو دسته امواج نور مرئی و نامرئی تقسیم می‌شوند.

#### الف - سیستم کنترل از راه دور بر مبنای امواج نور

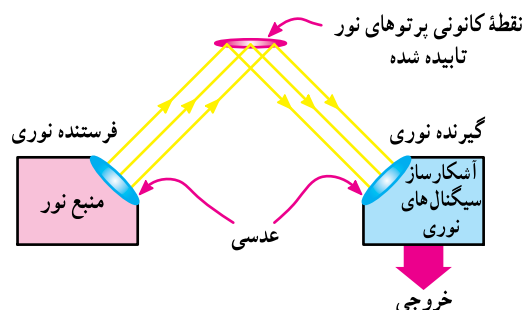
**مرئی:** این سیستم شامل یک فرستنده شعاع نوری متمرکز شده (TX) و یک گیرنده پرتو نور متمرکز شده (RX) است. گیرنده آن به گونه‌ای قرار دارد که امواج نوری را به طور مستقیم دریافت می‌کند. ممکن است نور به عدسی برخورد نماید و پس از انعکاس توسط گیرنده دریافت شود. در شکل ۲۴-۱۰ بلوک دیاگرام ساده یک سامانه کنترل از راه دور مبتنی بر شعاع نوری مستقیم را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲۴-۱۰- بلوک دیاگرام کلی سیستم کنترل از راه دور مبتنی بر پرتو نور مستقیم

در این سامانه، با عبور یک فرد یا شیء یا یک قطعه از جلوی شعاع نوری، ارتباط نوری یک فرستنده و گیرنده قطع می‌شود و خروجی آشکارساز، یک سیگنال فرمان را به مدار زنگ ارسال می‌کند و زنگ را به صدا درمی‌آورد. می‌توان به جای زنگ، یک سامانه مکانیکی مانند درب معابر، لامپ و غیره را فعال کرد.

در شکل ۲۵-۱۰ بلوک دیاگرام یک سامانه کنترل از راه دور مبتنی بر امواج نوری منعکس شده نشان داده شده است.



شکل ۲۵-۱۰- بلوک دیاگرام سیستم کنترل از راه دور مبتنی بر امواج نوری منعکس شده

در این سامانه پرتو نور مستقیماً از فرستنده به گیرنده ارسال نمی‌شود، بلکه نورهای ارسالی فرستنده توسط شیء منعکس کننده مانند عدسی به گیرنده می‌رسد.

زنگ خطر این سامانه هنگامی به کار می‌افتد که شیء منعکس کننده نور جابه‌جا شود و یا در جلوی آن شیء خارجی قرار گیرد. بنابراین از این سامانه برای آشکارسازی و اعلان خطر دود، مه و ... استفاده می‌کنند.

این سامانه در امور حفاظتی و امنیتی کاربرد ندارد و به دلیل توان مصرفی بالای فیلامان لامپ فرستنده، راندمان این سامانه و قابلیت اطمینان آن کم است.

#### ب - سیستم کنترل از راه دور بر مبنای امواج

**نامرئی:** چون امواج نورانی ارسالی از فرستنده به گیرنده توسط اشخاص قابل رؤیت است. برای رفع عیب فوق می‌توان به جای امواج نورانی مرئی از اشعه مادون قرمز استفاده کرد. در شکل ۲۶-۱۰ چند نمونه دستگاه کنترل از راه دور که با اشعه مادون قرمز کار می‌کنند را مشاهده می‌کنید.



ب



الف

شکل ۲۶-۱۰- چند نمونه دستگاه کنترل از راه دور با نور نامرئی

در شکل الف نمونه‌های معمولی این نوع کنترل کننده‌ها که برای وسایل صوتی و تصویری به کار می‌رود را آورده‌ایم. در شکل ب کنترل از راه دور یک سامانه کامپیوتری آورده شده است.

### ۸-۳-۱۰- عناصر نیمه‌هادی پاسخ‌دهنده به نور مادون

#### قرمز IR (Infra Red)

#### الف - فتودیود و دیودهای نورانی مادون قرمز:

در فرستنده سامانه کنترل از راه دور، جریان الکتریکی خروجی مدارهای فرستنده توسط دیود IR به اشعه مادون قرمز تبدیل و به