فصل ۱۰

مخابرات نوین

هدف کلی

انواع مدولاسیون‌های منفصل و دیجیتال

کل زمان اختصاص داده شده به فصل: ۱۱ ساعت آموزشی

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل از فراگیرنده انتظار می‌رود که: **زمان پیشنهادی**

۱ــ سیگنال پیوسته (Analog)، سیگنال منفصل (Discrete) و سیگنال دیجیتال (digital) را تعریف کند..... ۱۰′

۲ــ تبدیل سیگنال پیوسته (سیگنال آنالوگ) به سیگنال منفصل را شرح دهد..... ۱۰′

۳ــ مدولاسیون‌های منفصل PAM، PWM(PDM) و PPM را توضیح دهد..... ۱۵′

۴ــ تبدیل سیگنال منفصل PAM به سیگنال دیجیتال را تحلیل کند..... ۵۰′

۵ ــ مدولاسیون پالسی کد شده PCM را شرح دهد..... ۲۰′

۶ ــ نرخ نمونه‌برداری (Sampling Frequency–Sampling Rate) را توضیح دهد..... ۱۰′

۷ــ مفهوم نرخ بیت (Bit Rate) را شرح دهد..... ۱۰′

۸ ــ مدولاسیون‌های دیجیتال ASK، FSK، PSK را شرح دهد..... ۱۰′

۹ــ هدف استفاده از کنترل از راه دور را شرح دهد..... ۱۰′

۱۰ــ موارد کاربرد کنترل از راه دور در زمینه‌های مختلف صنعتی و خانگی را نام ببرد..... ۱۰′

۱۱ــ انواع روش‌های کنترل از راه دور نظیر، استفاده از برق شهر، امواج صوتی، امواج ماوراء صوت، امواج رادیویی و امواج نوری را شرح دهد..... ۲۵′

۱۲ــ محدودهٔ فرکانسی مورد استفاده در انواع سیستم‌های کنترل از راه دور را شرح دهد..... ۵′

۱۳ــ دلیل استفاده از سیستم کنترل از راه دور مبتنی بر امواج نوری مادون قرمز را توضیح دهد..... ۵′

۱۴ــ عناصر نیمه هادی پاسخ‌دهنده به نور نامرئی مادون قرمز (IR) را شرح دهد..... ۱۵′

۱۵ــ بلوک دیاگرام کلی فرستنده و گیرنده سیستم کنترل از راه دور IR را ترسیم کند..... ۱۵′

۱۶ــ ماهواره را تعریف کند و مفهوم کلمه satellite را بیان کند..... ۱۰′

۱۷ــ تاریخچهٔ به‌وجود آمدن ماهواره و سیر تکاملی آن را توضیح دهد..... ۱۵′

۱۸ــ چگونگی پرتاب ماهواره را به فضا شرح دهد..... ۲۵′

۱۹ــ انواع ماهواره را نام ببرد..... ۱۰′

۲۰ــ ماهواره‌های مخابراتی را شرح دهد..... ۱۵′

۲۱ــ ماهواره‌های ردیاب را شرح دهد..... ۱۵′

۲۲ــ مفهوم GPS را بیان کند..... ۱۰′

۲۳ــ تاریخچهٔ GPS را شرح دهد..... ۱۵′

۲۴ــ اجزای تشکیل‌دهندهٔ GPS را نام ببرد..... ۱۰′

۲۵ــ بخش فضایی GPS را شرح دهد..... ۲۰′

۲۶ــ بخش کنترل GPS را شرح دهد..... ۳۰′

۲۷ــ بخش کاربران GPS را شرح دهد..... ۱۵′

۲۸ــ چگونگی کار GPS را توضیح دهد..... ۳۰′

۲۹ــ کاربردهای GPS را نام ببرد..... ۱۰′

۳۰ــ با استفاده از نرم‌افزارها و یا اینترنت بتواند اطلاعات مورد نیاز خود را در زمینهٔ مخابرات نوین کسب و تجارب خود را در اختیار سایر همکلاسی‌ها قرار دهد..... ۴۵′

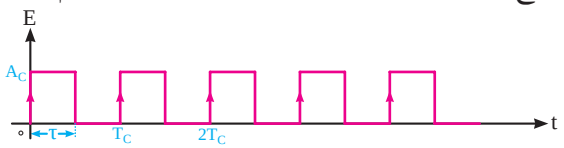
۳۱ــ در فرایند اجرای آموزشی متناسب با شرایط و محتوا، آزمون‌های تشخیصی، تکوینی و پایانی را پاسخ دهد.....

۱ـ۱۰ـ مدولاسیون‌های پالس و دیجیتال (Pulse and Digital modulation)

۱ـ۱ـ۱۰ـ پیشگفتار: اگر سیگنال کریر (حامل) به‌صورت پالس (به‌صورت منفصل) باشد، در این صورت مدولاسیون‌های پالسی شکل می‌گیرد. مدولاسیون‌های پالسی به دو دسته تقسیم می‌شوند.

الف) مدولاسیون‌های منفصل : مانند PAM، PPM و PWM (PDM) هستند که کاربردهای مخابراتی و صنعتی دارند، از کاربردهای مخابراتی می‌توان کاربرد PPM را در اندازه‌گیری‌های رادار نام برد. از کاربردهای صنعتی این مدولاسیون می‌توان کنترل دور و سرعت موتور با روش‌های PWM را نام برد.

ب) مدولاسیون‌های دیجیتال : مانند PCM که در سیستم‌های مخابره دیجیتال (مانند تلفنی، تصویری) به‌کار می‌رود. در PCM، پیام به‌صورت کدهای دیجیتالی منتقل می‌شود. برای مسافت‌های طولانی‌تر از انواع دیگر مدولاسیون‌های دیجیتال مانند ASK، FSK و PSK استفاده می‌شود. در شکل ۱ــ۱۰ نمونه‌ای از موج حامل پالسی را با مشخصه‌های آن نشان داده‌ایم.

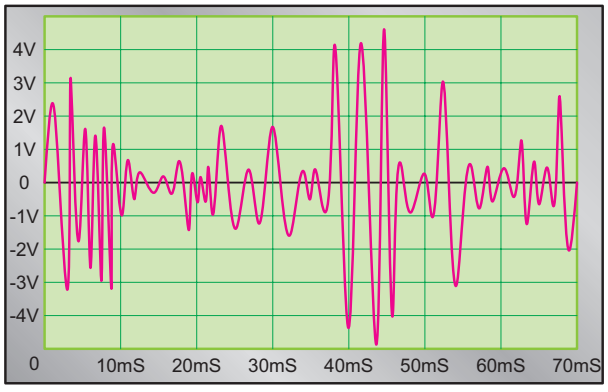


شکل ۱ــ۱۰ــ موج حامل پالسی

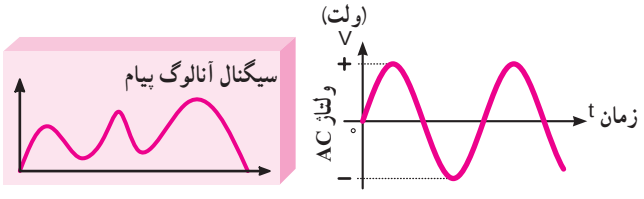
پریود حامل پالس	T_C
فرکانس حامل پالس	$F_C = \frac{1}{T_C}$
دامنهٔ حامل پالس	A_C
عرض پالس	τ

در این مبحث به بررسی اصطلاحات ذکر شده دراین پیش‌گفتار می‌پردازیم.

۲ـ۱ـ۱۰ـ سیگنال آنالوگ (پیوسته) Analog: اگر صدای انسان را که بیانگر نوسانات فشار هوا در موقع سخن گفتن است، بـه سیگنال الکتریکی تبدیل کنیم موجی شبیه شکل ۲ــ۱۰ــ الف ایجاد می‌شود. این سیگنال، یک موج پیوسته یا آنالوگ است : نمونه‌های دیگری از سیگنال آنالوگ در شکل ۲ــ۱۰ــ ب و ج نشان داده شده است.



الف) سیگنال پیوسته (آنالوگ)



ب) سیگنال سینوسی (آنالوگ)

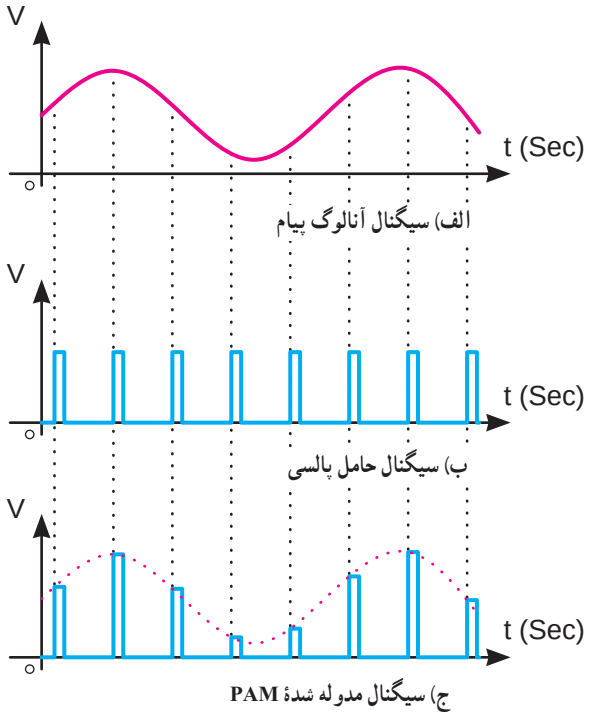
ج) نمونهٔ دیگر سیگنال آنالوگ

شکل ۲ــ۱۰ــ نمونه‌های سیگنال آنالوگ

۳ـ۱ـ۱۰ـ سیگنال منفصل (گسسته ـ Discrete): اگر از سیگنال آنالوگ به‌صورت پالسی نمونه‌برداری (Sampling) کنیم، سیگنال منفصل به‌دست می‌آید. این نمونه‌برداری طبق شکل ۳ـ۱۰ در فواصل زمانی معین (Sampling Period) که زمان تناوب نمونه‌برداری نامیده می‌شود، صورت می‌گیرد.

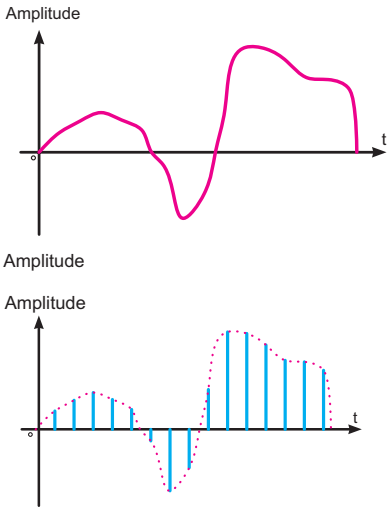
عمل نمونه برداری به وسیلهٔ پالس‌های سیگنال حامل صورت می‌گیرد. در این حالت دامنهٔ سیگنال حامل (Ac) تحت‌تأثیر سیگنال پیام قرار می‌گیرد و متناسب با آن تغییر می‌کند. سیگنال منفصل حاصل شده را سیگنال مدوله شدهٔ دامنهٔ پالس (Pulse Amplitude Modulation) یا PAM می‌نامند.

در شکل ۳ـ۱۰ یک نمونه سیگنال آنالوگ پیام، حامل پالسی و سیگنال مدوله شدهٔ PAM را ملاحظه می‌کنید.



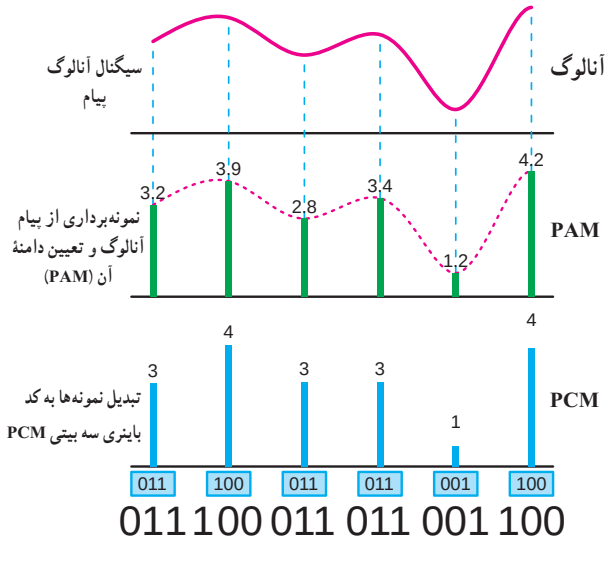
شکل ۳ـ۱۰ـ سیگنال پیام، حامل و سیگنال مدوله شدهٔ PAM

در شکل ۴ـ۱۰ نوع دیگری از پیام را ملاحظه می‌کنید که به‌صورت PAM در آمده است. در این شکل پهنای پالس‌های حامل بسیار کم است که به آن پالس‌های سوزنی (Impulse) می‌گویند.



شکل ۴ـ۱۰ـ نمونهٔ دیگری از پیام و سیگنال PAM

۴ـ۱ـ۱۰ـ مدولاسیون پالسی کدشده PCM (Pulse Code Modulation): اگر سیگنال منفصل PAM را با یک درجه‌بندی مشخص و تعریف شده به کدهای باینری تبدیل کنیم مدولاسیون PCM شکل می‌گیرد. این روش را کوآنتیزه‌کردن (Quantization) می‌نامند. در شکل ۵ـ۱۰ سیگنال آنالوگ را مشاهده می‌کنید که ابتدا به سیگنال PAM تبدیل شده است. در مرحلهٔ بعد سیگنال PAM را درجه‌بندی کرده‌ایم و کد معادل آن را به‌دست آورده‌ایم. در این مرحله سیگنال PAM به PCM تبدیل شده است. کد استفاده شده در این تبدیل سه بیتی است.



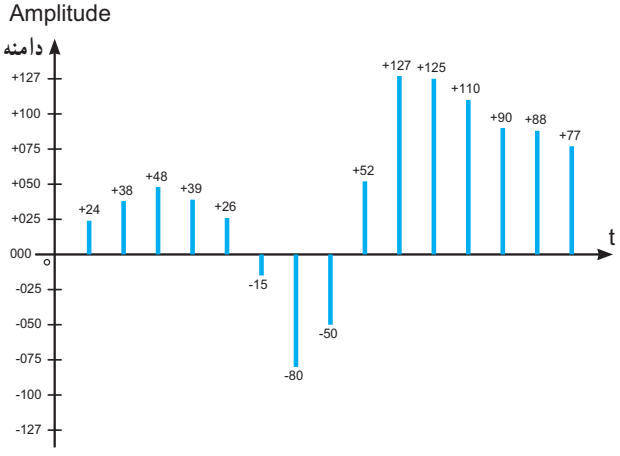
شکل ۵ـ۱۰ـ سیگنال آنالوگ و سیگنال PAM و PCM حاصل از آن

یک کد سه بیتی $۲^۳ = ۸$ حالت را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر دامنه انتخاب شده در ۸ سطح مختلف تقسیم‌بندی می‌شود.

برای دقت بیشتر در مدرج کردن، باید به نمونه برداشته شده، مقادیر صحیح بیشتری اختصاص داد. لذا تعداد بیت‌های کوآنتیزر، افزایش می‌یابد. مثلاً با استفاده از کد ۷ بیتی $۲^۷ = ۱۲۸$ حالت را می‌توان نشان داد. در واقع ۱۲۸ سطح ولتاژ مختلف را می‌توان انتخاب نمود.

در شکل ۶ــ۱۰ یک سیگنال PAM را مشاهده می‌کنید که به نمونه‌های برداشته شده سطوح بیشتری اختصاص داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود در ۱۵ نمونهٔ برداشته شده از پیام، سطوح ولتاژ بین حداقل |۱۵| و حداکثر |۱۲۷| وجود دارد. به‌عبارت دیگر بالاترین سطح ولتاژ اختصاص داده شده در شکل ۶ــ۱۰، ۱۲۷ است که لزوماً باید یک کُد باینری ۷ بیتی باشد.

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



شکل ۶ــ۱۰ــ یک نمونه سیگنال PAM

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

چون مقادیر نمونه‌برداری شده ممکن است مثبت یا منفی باشند، برای مقادیر مثبت و منفی علامتی در نظر می‌گیرند. برای این منظور بیت هشتمی را در سمت چپ کد ۷ بیتی قرار می‌دهند تا در این حالت مثبت یا منفی بودن دامنهٔ نمونه‌برداری شده را تعیین کنند. اگر مقادیر نمونه‌برداری شده مثبت باشند از بیت (۰) و اگر منفی باشند از بیت (۱) در سمت چپ استفاده می‌شود.

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

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

با این توضیح که چون ۲۴ علامت مثبت دارد، یک صفر در سمت چپ بیت‌ها قرار می‌گیرد و به این ترتیب ۲۴+ با کد ۸ بیتی به صورت ۰۰۰۱۱۰۰۰ نشان داده می‌شود.

مثال ۱ــ۱۰

عدد ۱۵− را به‌صورت ۸ بیتی نشان دهید.

۱۵− = ۱ ۰۰۰ ۱۱۱۱

عدد معادل باینری ۱۵ به صورت ۷ بیتی	بیت ۱ معرف علامت منفی

در جدول ۱ــ۱۰ مقادیر سیگنال کوآنتیزه را که به صورت کد ۷ بیتی همراه با بیت علامت است، مشاهده می‌کنید.

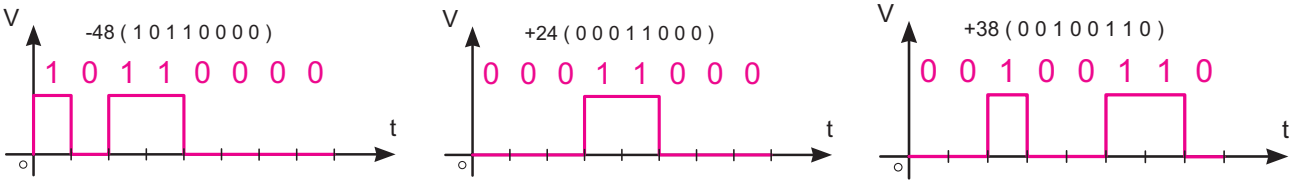
جدول ۱ــ۱۰

+024	0	0	0	1	1	0	0	0	-015	1	0	0	0	1	1	1	1	+125	0	1	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	0
+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	0
+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	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	1

بیت علامت
۱= منفی
۰= مثبت

بیت علامت
۱= منفی
۰= مثبت

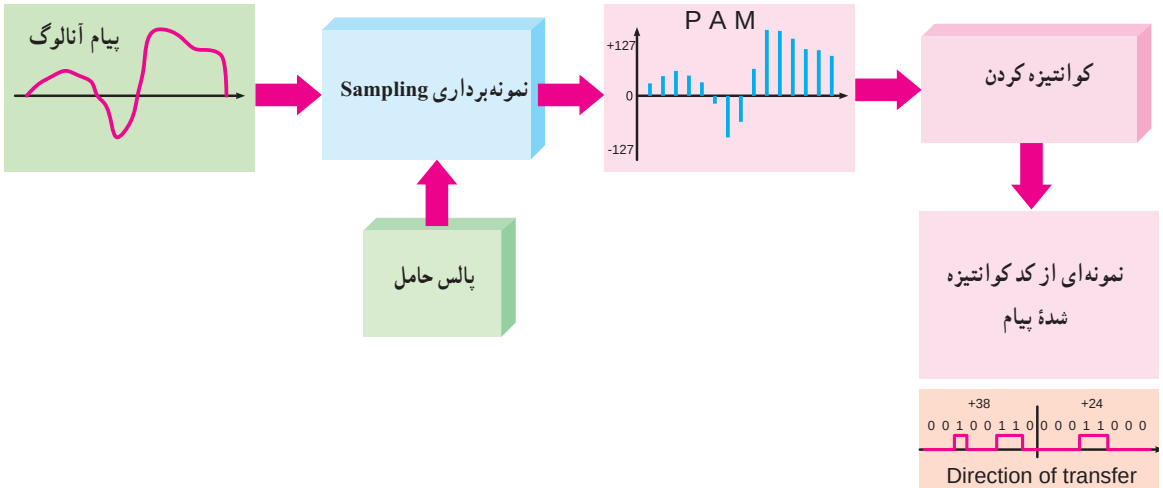
بعد از عمل کدبندی باینری، سیگنال دیجیتال به‌دست می‌آید که در شکل ۷ــ۱۰ سه نمونه سیگنال دیجیتال برای اعداد ۲۴+، ۳۸+ و ۴۸– داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌کنید، سیگنال خروجی PCM به‌دست آمده، سیگنال دیجیتال معادل تعدادی از نمونه‌های برداشته شده از پیام است.



سیگنال دیجیتال برای عدد ۴۸–
سیگنال دیجیتال برای عدد ۲۴+
سیگنال دیجیتال برای عدد ۳۸+

شکل ۷ــ۱۰ کدبندی دیجیتال

در شکل ۸ــ۱۰ چهار فرایند PCM که شامل PAM، کوآنتیزه کردن، کدبندی باینری و کدبندی دیجیتال به دیجیتال است، نشان داده شده است.



شکل ۸ــ۱۰ چهار مرحلهٔ فرایند PCM

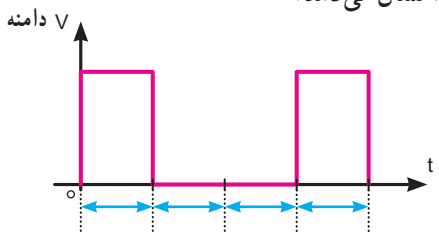
دو پارامتر در یک دستگاه مبدل آنالوگ به دیجیتال مهم است.

۱ــ سرعت نمونه‌برداری = تعداد نمونه‌های برداشته شده در یک ثانیه

۲ــ دقت نمونه‌برداری = تعداد مقادیر (درجات) مختلفی که می‌توان به مقدار نمونهٔ برداشته شده اختصاص داد.

۵ـ۱ـ۱۰ـ فاصله زمانی بیت Bit Interval: فاصلهٔ زمانی بیت، زمان لازم برای ارسال یک بیت است.

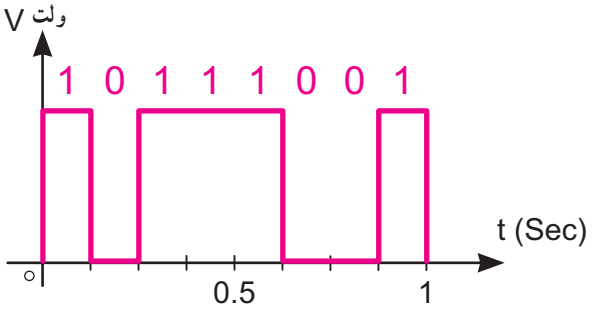
شکل ۹ــ۱۰ یک نمونه سیگنال دیجیتالی و فاصلهٔ زمانی یک بیت را نشان می‌دهد.



شکل ۹ــ۱۰ یک نمونه سیگنال دیجیتالی و فاصلهٔ زمانی

۶ـ۱ـ۱۰ـ نرخ بیت Bit Rate: سرعت انتشار بیت ها را نرخ بیت می‌نامند. نرخ بیت برحسب بیت در ثانیه Bit Per Second (BPS) می‌باشد.

در شکل ۱۰ــ۱۰ یک سیگنال دیجیتالی با BPS برابر ۸ رسم شده است.



شکل ۱۰ــ۱۰ یک نمونه سیگنال دیجیتال با BPS برابر ۸

شکل ۱۰ــ۱۰ نشان می‌دهد در یک ثانیه ۸ بیت وجود دارد :

مثال ۲ـ۱۰

نرخ بیت یک سیگنال دیجیتالی برابر ۲۰۰۰BPS است فاصلهٔ زمانی هر بیت چقدر است؟

پاسخ:

$$\text{فاصلهٔ زمانی بیت} = \frac{۱}{\text{نرخ بیت}} = \frac{۱}{۲۰۰۰} = ۰/۰۰۰۵\text{Sec} = ۵\times۱۰^{-۴}\text{Sec}$$

$$\text{فاصلهٔ زمانی بیت} = ۵۰۰\ \mu\text{Sec}$$

مثال ۳ـ۱۰

فاصلهٔ زمانی هر بیت یک سیگنال دیجیتالی ۱۰ میکروثانیه است نرخ بیت چه‌قدر است؟

پاسخ:

$$\text{نرخ بیت} = \frac{۱}{\text{فاصله زمانی بیت}} = \frac{۱}{۱۰\times۱۰^{-۶}} = ۱۰^{+۵}$$

$$\text{نرخ بیت} = ۱۰۰,۰۰۰\ \text{BPS}$$

۷ـ۱ـ۱۰ـ فرکانس نمونه‌برداری

Sampling Frequency: (نرخ نمونه‌برداری ـ Sampling Rate)

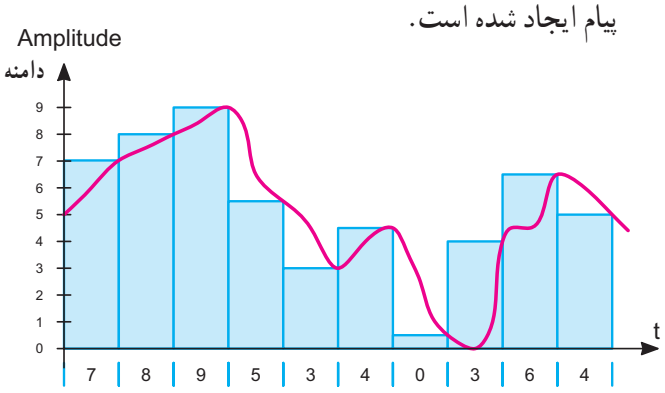
سرعت نمونه برداری عبارت از تعداد نمونه‌هایی است که در یک ثانیه از پیام برداشته می‌شود.

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.

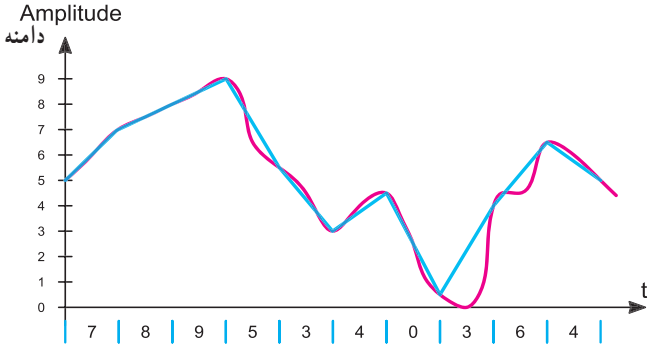
در صورتی که بخواهیم میزان تغییر شکل موج پیام بازسازی شده را به صفر برسانیم باید تعداد نمونه‌هایی را که از پیام برمی‌داریم، بی‌نهایت باشد، که در عمل امکان‌پذیر نیست.

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

(اعوجاج Distortion) در سیگنال بازسازی شده ایجاد نشود، در شکل ۱۱ــ۱۰ــ الف نمونه‌برداری از یک نمونهٔ پیام را ملاحظه می‌کنید. در این نمونه‌برداری تعداد پالس‌های حامل کم است و طبق شکل ۱۱ــ۱۰ــ ب تغییر اساسی در شکل موج پیام ایجاد شده است.

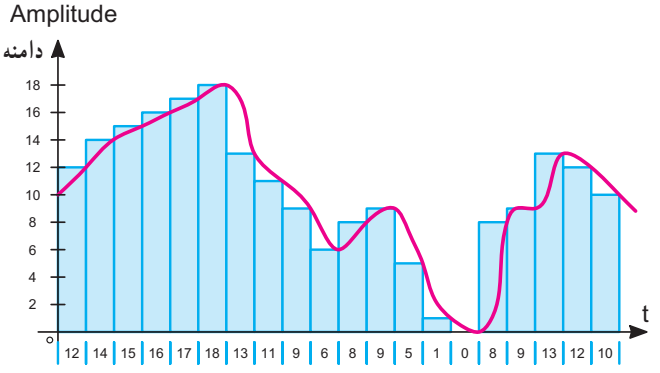


شکل ۱۱ــ۱۰ــ الف) نمونه‌برداری از سیگنال آنالوگ



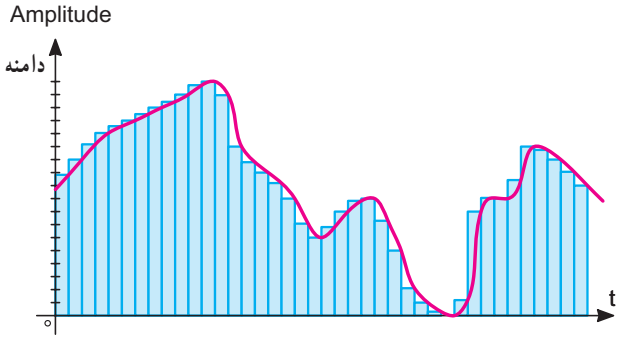
شکل ۱۱ــ۱۰ــ ب) موج بازسازی شده

در شکل ۱۲ــ۱۰ تعداد نمونه‌ها (فرکانس حامل) بیشتر شده است. در این حالت، شکل موج بازسازی شده دارای تغییر شکل کمتری در مقایسه با شکل ۱۱ــ۱۰ است.



شکل ۱۲ــ۱۰ــ سرعت و دقت نمونه‌برداری دو برابر شده

در شکل ۱۳ــ۱۰، 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 ۱۳ــ۱۰ــ سرعت و دقت نمونه‌برداری چهار برابر شده

همان‌طور که مشاهده می‌شود هرقدر 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 اگربخواهیم صدای تلفنی را با حداکثر فرکانس ۴۰۰۰HZ نمونه‌برداری کنیم باید فرکانس نمونه‌برداری ۸۰۰۰ نمونه در ثانیه باشد. به عبارت دیگر در هر $\frac{۱}{۸۰۰۰}$ ثانیه باید یک نمونه سیگنال برداشته شود.

مثال ۴ـ۱۰

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

پاسخ:

نرخ نمونه‌برداری برابر دو برابر بالاترین فرکانس موج در سیگنال است ۲۲۰۰۰ = ۲ × ۱۱۰۰۰ = نرخ نمونه‌برداری لذا ۲۲۰۰۰ نمونه در ثانیه لازم است.

۸ـ۱ـ۱۰ـ 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 موردنیاز دارد. تعداد بیت طوری انتخاب می‌شود تا دامنهٔ سیگنال اصلی با دقت مطلوب

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

۹ـ۱ـ۱۰ـ 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 × نرخ نمونه‌برداری = نرخ بیت

مثال ۵ـ۱۰

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

نمونه در ثانیه ۸۰۰۰ = ۲ × ۴۰۰۰ نرخ نمونه‌برداری

۸ × ۸۰۰۰ = تعداد بیت در هر نمونه × نرخ نمونه برداری= نرخ بیت

= ۶۴۰۰۰ bit/Sec = ۶۴ kbPS

۱۰ـ۱ـ۱۰ـ مدولاسیون‌های دیجیتال: برای ارسال علایم صفر و یک منطقی (PCM) بهتر است به‌منظور کاهش پهنای باند از سیگنال سینوسی استفاده کنیم. در ادامه به شرح این نوع مدولاسیون‌ها ASK، PSK و FSK می‌پردازیم.

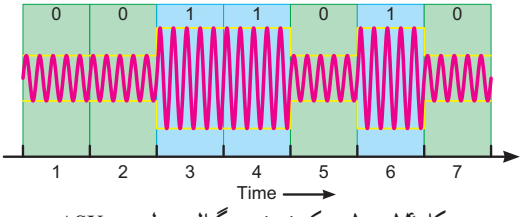
سیگنال مورد استفاده در این نوع مدولاسیون‌ها را سیگنال حامل اولیه می‌نامند.

۱۱ـ۱ـ۱۰ـ مدولاسیون ASK

(Amplitude Shift Keying): در مدولاسیون ASK برای نمایش ۰ یا ۱ باینری دامنهٔ سیگنال حامل تغییر می‌کند و فرکانس و فاز حامل ثابت می‌ماند.

مقدار دامنهٔ کاریر در مقادیر صفر و یک باینری به عهده طراحان سیستم است :

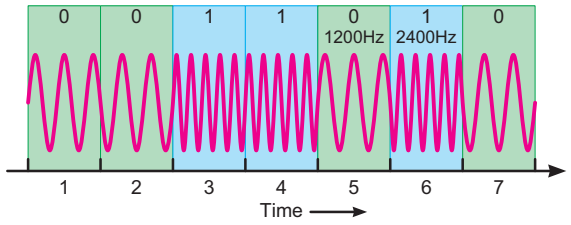
شکل ۱۴ـ۱۰ یک نمونه سیگنال مدوله شده ASK را نشان می‌دهد. ASK بسیار نویزپذیر است زیرا نویز می‌تواند روی دامنه قرار گیرد و ۰ را به ۱ و ۱ را به ۰ تبدیل کند.



شکل ۱۴ـ۱۰ـ یک نمونه سیگنال مدوله شده ASK

۱۲ـ۱ـ۱۰ـ 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 ۱۵ـ۱۰ مدولاسیون FSK را نشان می‌دهد. FSK نسبت به نویز مقاوم‌تر از ASK است.



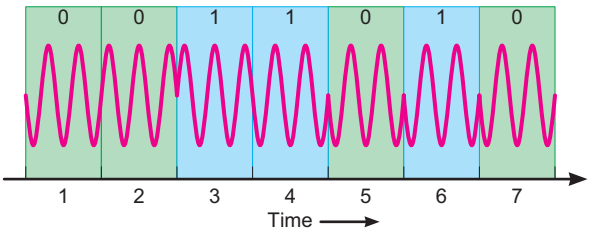
شکل ۱۵ـ۱۰ـ مدولاسیون FSK

۱۳ـ۱ـ۱۰ـ مدولاسیون PSK

(Phase Shift Keying): در مدولاسیون PSK فاز سیگنال سینوسی را برای نمایش باینری «۱» و «۰» تغییر می‌دهند. دراین 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.

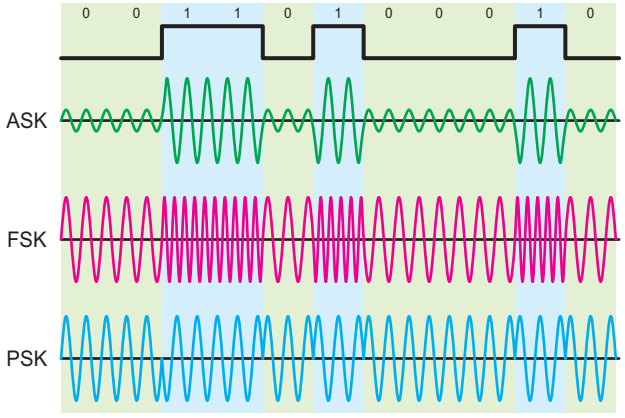
در شکل ۱۶ـ۱۰ مدولاسیون PSK برای یک نمونه سیگنال دیجیتالی رسم شده است.

بیت	اختلاف فاز
1	0^0
0	180^0



شکل ۱۶ـ۱۰ـ مدولاسیون PSK

در شکل ۱۷ــ۱۰ یک نمونه سیگنال دیجیتالی و سه نوع مدولاسیون ASK، FSK و PSK حاصل از آن را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۷ــ۱۰ یک نمونه سیگنال دیجیتالی و سه نوع مدولاسیون PSK، FSK، ASK

۱۴ـ۱ـ۱۰ـ مفهوم A/D و D/A: مجموعهٔ عملیات نمونه‌برداری، تبدیل سیگنال آنالوگ به PAM و PAM به PCM را تبدیل سیگنال آنالوگ به دیجیتال می‌نامند. این تبدیل در مدارهایی به نام مبدل آنالوگ به دیجیتال یا Analog to digital Convertor یا ADC انجام می‌شود. این مدارها را مدار A/D (اِ تو دی) 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 Digital to Analog Convertor نام دارد که آن را به اختصار به‌صورت D/A (دی تو اِ) نشان می‌دهند.

۱۵ـ۱ـ۱۰ـ 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 و 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) 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.

۲ـ۱۰ـ الگوی پرسش

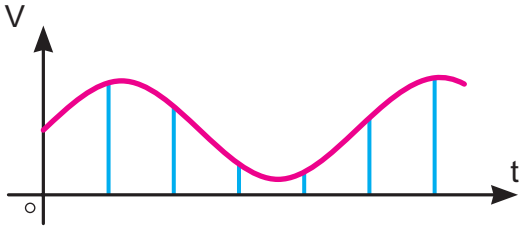
۱ــ شکل یک نمونهٔ سیگنال آنالوگ و دیجیتال را رسم کنید.

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

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

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

۵ــ سیگنال PAM حاصل از موج شکل ۱۸ــ۱۰ را رسم کنید.



شکل ۱۸ــ۱۰

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

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

۸ ــ مدولاسیون FSK را شرح دهید. یک نمونه سیگنال

مدوله شده FSK را رسم کنید.

۹ــ مدولاسیون PSK را شرح دهید.

۱۰ــ Pulse CodeModulation را تعریف کنید.

کامل کردنی

۱۱ــ سرعت انتشار بیت‌ها را ..... می‌نامند، و آن را برحسب ..... بیان می‌کنند.

صحیح یا غلط

۱۲ــ فاصلهٔ زمانی بیت برابر با $\frac{۱}{\text{نرخ بیت}}$ است.

صحیح ☐ غلط ☐

۱۳ــ نرخ نمونه‌برداری دو برابر کمترین فرکانس موج در سیگنال است.

صحیح ☐ غلط ☐

چهارگزینه‌ای

۱۴ــ اگر سیگنالی دارای فرکانس ۱۰۰۰ هرتز تا ۸۵۰۰ هرتز باشد نرخ نمونه‌برداری کدام است؟

۱ــ ۱۰۰۰ ۲ــ ۲۰۰۰

۳ــ ۸۵۰۰ ۴ــ ۱۷۰۰۰

۳ـ۱۰ـ سامانه‌های کنترل از راه دور

۱ـ۳ـ۱۰ـ پیشگفتار: سامانه های مدرن الکترونیکی کاربردهای وسیعی در منازل، صنایع نظامی، امور تجاری و صنایع خودروسازی دارند. یکی از مهم‌ترین و کاراترین این سامانه‌ها، سامانه‌های کنترل از راه دور است که اساس عملکرد آنها مبتنی بر اصول مخابراتی است.

سیستم کنترل از راه دور زیرمجموعه‌ای از علم مخابرات محسوب می‌شود که روش‌های ارسال و دریافت فرمان‌ها را به منظور کنترل یک وسیله مورد مطالعه قرار می‌دهد. سیستم‌های کنترل از راه دور می‌توانند در سیستم‌های حفاظت الکترونیکی به گونه‌ای طراحی شوند که با تماس فیزیکی یا نزدیک شدن شخصی و یا یک شیء به محوطهٔ ممنوعه، یا تغییرات دما یا نور، یک کلید الکترومغناطیسی یا الکترونیکی را فعال کند و یک آژیر رابه صدا درآورد، یا باعث قفل شدن درهای ورودی در مکان‌های امنیتی یا اتومبیل‌ها شود.

از این سامانه در سایرزمینه‌های تحقیقاتی، هواشناسی، کشاورزی، نظامی و کاربرد هواپیماهای بدون سرنشین (جهت عکس‌برداری از مناطق کوهستانی، جنگلی) نیز می‌توان استفاده کرد.

دستگاه‌های کنترل از راه دور به‌طورکلی 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 می‌کند. به‌طورکلی گیرنده باید قابلیت انجام حداقل یک عمل الکتریکی یا الکترونیکی را داشته باشد. به عنوان مثال یکی از سامانه‌های کنترل از راه دور، قسمت کنترل تلویزیون‌های خانگی است.

نحوهٔ انتقال فرمان از فرستنده تا گیرنده توسط امواج رادیویی، صوتی، نوری و ... انجام می‌پذیرد و همین امر سبب تقسیم‌بندی انواع روش‌های کنترلی از راه دور می‌گردد.

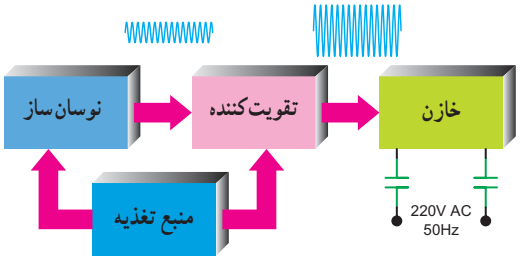
۲ـ۳ـ۱۰ ـ روش‌های کنترل از راه دور: همان‌طور که گفته شد روش‌های انتقال فرمان در سامانه‌های کنترل از راه دور باعث متمایز کردن انواع آن‌ها می‌گردد لذا به‌طور کلی پنج روش کنترل از راه دور وجود دارد.

- 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

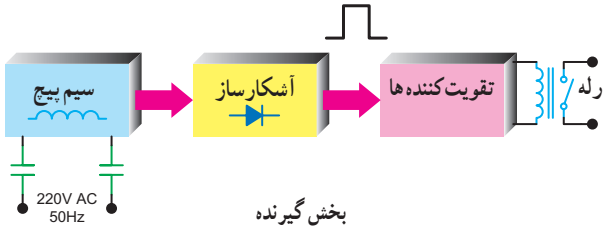
۳ـ۳ـ۱۰ ـ کنترل از راه دور توسط برق شهر: در این روش از سیم کشی برق شهر به عنوان کانال انتقال فرمان استفاده می‌شود و می‌توان یکی از لوازم خانگی برقی را از سایر نقاط کنترل کرد.

در صنعت برق فرمان‌های کنترل نیروگاه‌های برق را از طریق کابل مسی خطوط توزیع برق شبکه ارسال می‌کنند. فرکانس کار این سامانه (سیستم) فرستنده و گیرنده بین ۶۰ تا ۱۲۰ کیلوهرتز است.

حُسن این روش سادگی مدارهای فرستنده و گیرنده است ولی عیب مهم آن ارتباط با سیم برق است. شکل ۱۹ــ۱۰ بلوک دیاگرام یک سیستم (سامانه) کنترل از راه دور توسط برق شهر را نشان می‌دهد.



بخش فرستنده



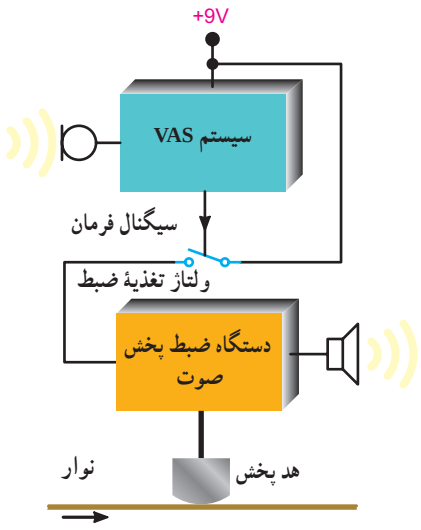
بخش گیرنده

شکل ۱۹ــ۱۰ــ بلوک دیاگرام یک سامانه کنترل از راه دور توسط برق شهر

۴ـ۳ـ۱۰ ـ 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 راه‌اندازی یک دستگاه لوازم خانگی با صوت به کار می‌رود.

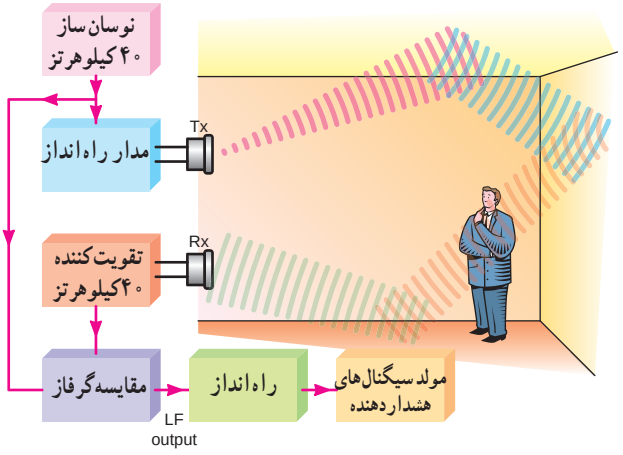
عیب این روش با توجه به حساسیت آن‌ها نسبت به طیف صوتی، کارآیی کم آن است. در شکل ۲۰ــ۱۰ بلوک دیاگرام ساده‌ای از سامانه کنترل از راه دور توسط امواج صوتی به نام VAS را ملاحظه می‌کنید. VAS اول کلمات Voice Automatic System به مفهوم کنترل اتوماتیک دستگاه توسط صوت است. از کاربردهای دیگر VAS استفاده از آن در تلفن‌های همراه، اسباب‌بازی‌ها و عروسک‌های کودکان است.



شکل ۲۰ــ۱۰ــ بلوک دیاگرام سامانه VAS

۵ـ۳ـ۱۰ ـ کنترل از راه دور توسط امواج فراصوتی: این روش کنترل از راه دور در سامانه‌های مسافت سنج و یا امورحفاظتی برای ورود و خروج اشخاص به اماکن استفاده می‌شود. محدوده فرکانسی مورد استفاده در این روش ۲۰ تا ۵۰ کیلوهرتز است.

در شکل ۲۱ــ۱۰ بلوک دیاگرام یک سامانه مافوق صوت حفاظتی نشان داده شده است. در صورت ورود اشخاص به حوزهٔ امواج، سیستم فعال می‌شود.



شکل ۲۱ــ۱۰ــ بلوک دیاگرام سیستم مافوق صوت حفاظتی

نوسان‌ساز 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

می‌شوند. گیرندهٔ سامانه، امواج منعکس شده را دریافت می‌کند و پس از تقویت به مقایسه‌گر فاز انتقال می‌دهد. در مقایسه فاز، فاز سیگنال دریافت شده با فاز سیگنال ۴۰ کیلوهرتز فرستاده شده مقایسه می‌شود. اگر شیء یا شخصی در اتاق جابه‌جا نشود فاز سیگنال‌های ارسال شده و دریافت شده یکسان خواهد بود، در صورت جابه‌جایی شیء یا شخص، فاز سیگنال دریافت شده تغییر می‌کند که میزان آن متناسب با جابه‌جایی جسم است. به این ترتیب سیگنال فرمانی به بخش راه‌انداز سامانه آلارم یا زنگ خطر ارسال می‌شود و حضور فرد مزاحم را اعلام می‌دارد.

سامانه‌های 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 اژدرهای آکوستیکی زیردریایی‌ها و کشف کشتی و زیردریایی‌های غرق شده به‌کار می‌روند.

در شکل ۲۲ــ۱۰ برخی از کاربرد این سامانه کنترل از راه دور را مشاهده می‌کنید. این سامانه می‌تواند برای شناسایی نیز مورد استفاده قرار گیرد.

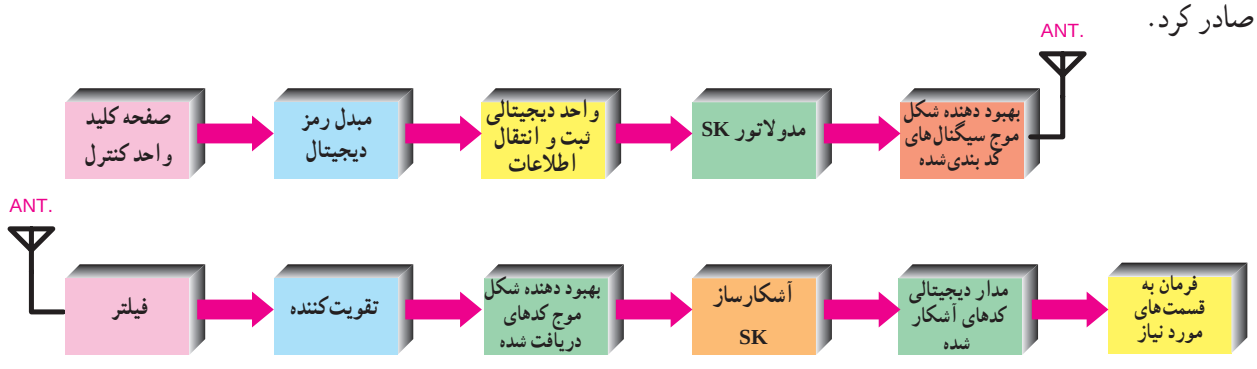
شکل ۲۲ــ۱۰ــ کاربرد امواج ماوراء صوت

۶ـ۳ـ۱۰ـ کنترل از راه دور براساس امواج رادیویی:

این روش کنترل از راه دور برای ارسال فرمان به فواصل دور یا از داخل دستگاه‌هایی که متحرک هستند استفاده می‌شود. در این روش برخلاف دو روش قبل، موانع کوچک و جهت قرار گرفتن فرستنده باعث قطع ارتباط بین فرستنده و گیرنده نمی‌شود، بنابراین از داخل وسیله متحرک نظیر اتومبیل، می‌توان به هواپیمای بدون سرنشین، اسباب‌بازی 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 پراستفاده‌ترین و مطمئن‌ترین شیوهٔ کنترل میان وسایل متحرک و ساکن است و پهنای باند وسیع آن، قابلیت اعتماد بیشتری را ممکن می‌سازد. در شکل ۲۳ــ۱۰ بلوک دیاگرام فرستنده و گیرندهٔ کنترل از راه دور توسط امواج رادیویی را مشاهده می‌کنید.

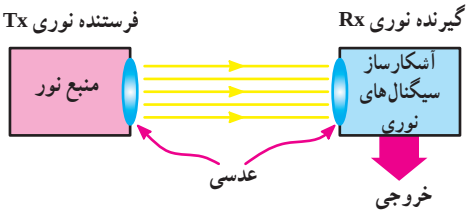


شکل ۲۳ــ۱۰ــ بلوک دیاگرام فرستنده و گیرنده

۷ـ۳ـ۱۰ـ 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.

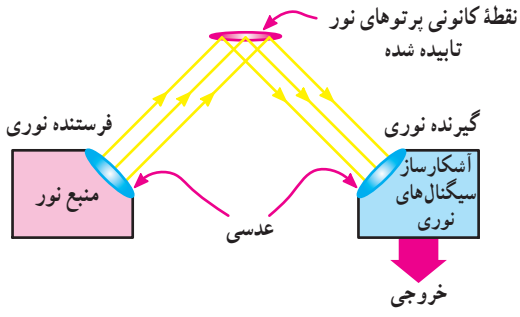
الف ــ سیستم کنترل از راه دور برمبنای امواج نور مرئی : این سیستم شامل یک فرستنده شعاع نوری متمرکز شده (TX) و یک گیرنده پرتو نور متمرکز شده (RX) است. گیرنده آن به‌گونه‌ای قرار دارد که امواج نوری را به‌طور مستقیم دریافت می‌کند. ممکن است نور به عدسی برخورد نماید و پس از انعکاس توسط گیرنده دریافت شود. در شکل ۲۴ــ۱۰ بلوک دیاگرام ساده یک سامانه کنترل از راه دور مبتنی بر شعاع نوری مستقیم را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲۴ــ۱۰ــ 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 ۲۵ــ۱۰ بلوک دیاگرام یک سامانه کنترل از راه دور مبتنی بر امواج نوری منعکس شده نشان داده شده است.



شکل ۲۵ــ۱۰ــ 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 ــ 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 ۲۶ــ۱۰ چند نمونه دستگاه کنترل از راه دور که با اشعه مادون قرمز کار می‌کنند را مشاهده می‌کنید.

الف ب

شکل ۲۶ــ۱۰ــ چند نمونه دستگاه کنترل از راه دور با نور نامرئی

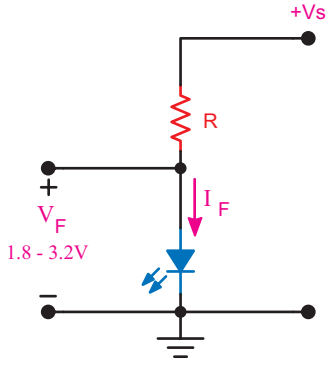
در شکل الف نمونه‌های معمولی این نوع کنترل‌کننده‌ها که برای وسایل صوتی و تصویری به کار می‌رود را آورده‌ایم. در شکل ب کنترل از راه دور یک سامانهٔ کامپیوتری آورده شده است.

۸ـ۳ـ۱۰ـ عناصر نیمه‌هادی پاسخ‌دهنده به نور مادون قرمز (Infra Red) IR

الف ــ فتودیود و دیودهای نورانی مادون قرمز : در فرستندهٔ سامانه کنترل از راه دور، جریان الکتریکی خروجی مدارهای فرستنده توسط دیود IR به اشعه مادون قرمز تبدیل و به

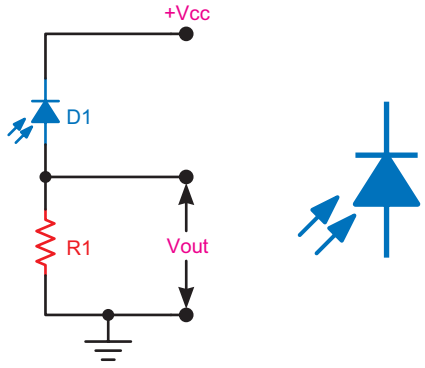
طرف فتودیود گیرندهٔ سیستم ارسال می‌شود. سپس گیرنده، نور جذب شده توسط فتودیود را به جریان الکتریکی تبدیل می‌کند. این دیودها با توجه به ساختار داخلی پیوند PN در فرکانس‌های ۳۰۰ کیلوهرتز تا ۳۰ مگاهرتز کار می‌کنند.

در شکل ۲۷ــ۱۰ نحوهٔ بایاس دیودهای نورانی مادون قرمز که مشابه دیود نورانی معمولی است را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲۷ــ۱۰ــ بایاس دیود نورانی

نماد مداری فتودیود و روش استفاده از فتودیود را که به‌صورت معکوس بایاس می‌شود در شکل ۲۸ــ۱۰ آمده است.

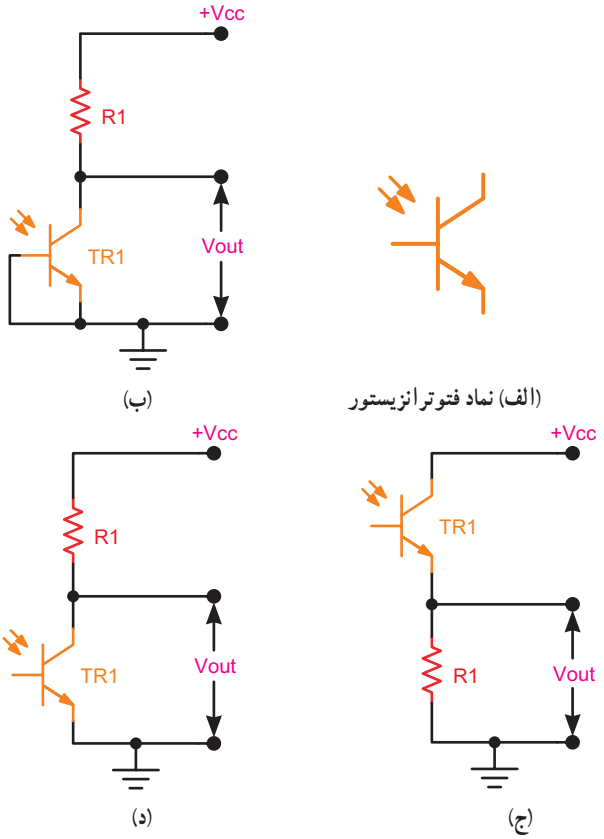


(الف) نماد فتودیود (ب) روش استفاده از فتودیود

شکل ۲۸ــ۱۰ــ بایاس فتودیود و نماد آن

ب ــ فتوترانزیستور: ساختمان کریستالی فتوترانزیستورها مانند ترانزیستورهای سیلیکونی معمولی است که از پیوندهای PNP یا NPN ساخته شده‌اند، پس به‌طور ذاتی دارای دو پیوند حساس به نور هستند. در شکل ۲۹ــ۱۰ــ الف نماد فتوترانزیستور نشان داده شده است. فتوترانزیستورها به سه روش بایاس می‌شوند (شکل ۲۹ــ۱۰ ب و ج و د) در هر سه روش پیوند بیس کلکتور در بایاس معکوس قرار دارد و مانند یک فتودیود عمل می‌کند.

در اکثر موارد، از شکل‌های ۲۹ــ۱۰ج و د در مدارها استفاده می‌شود.



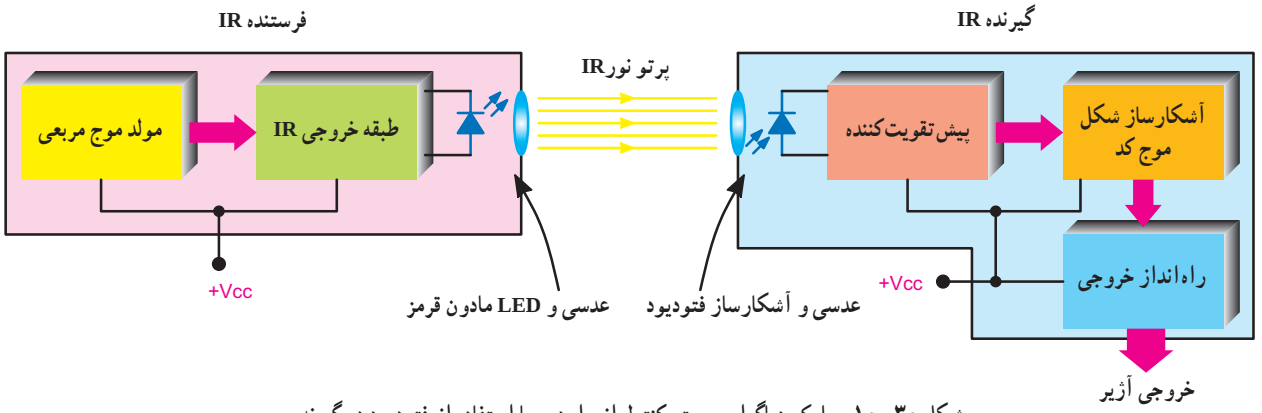
شکل ۲۹ــ۱۰ ــ روش‌های مختلف استفاده از فتوترانزیستور و نماد آن

پایه بیس ترانزیستور در این حالت‌ها به صورت باز قرار می‌گیرد. در اثر برخورد نور در ترانزیستور I_B ایجاد می‌شود، این جریان تقویت شده و از امیتر جریان $I_E=(1+\beta)I_B$ جاری می‌شود و ولتاژی در دوسر R_1 ایجاد می‌کند. حساسیت فتوترانزیستورها نسبت به فتودیودها به مراتب بیشتر است.

در شکل ۳۰ــ۱۰ بلوک دیاگرام کلی سیستم کنترل از راه دور مبتنی بر امواج IR که کاربرد حفاظتی دارد را مشاهده می‌کنید. در شرایطی که سامانه فعال است چنانچه نور IR به هر دلیلی قطع شود، آژیر به صدا درمی‌آید. فرستنده این سامانه شامل یک مولد موج مربعی است که طبقه خروجی IR را راه‌اندازی می‌کند.

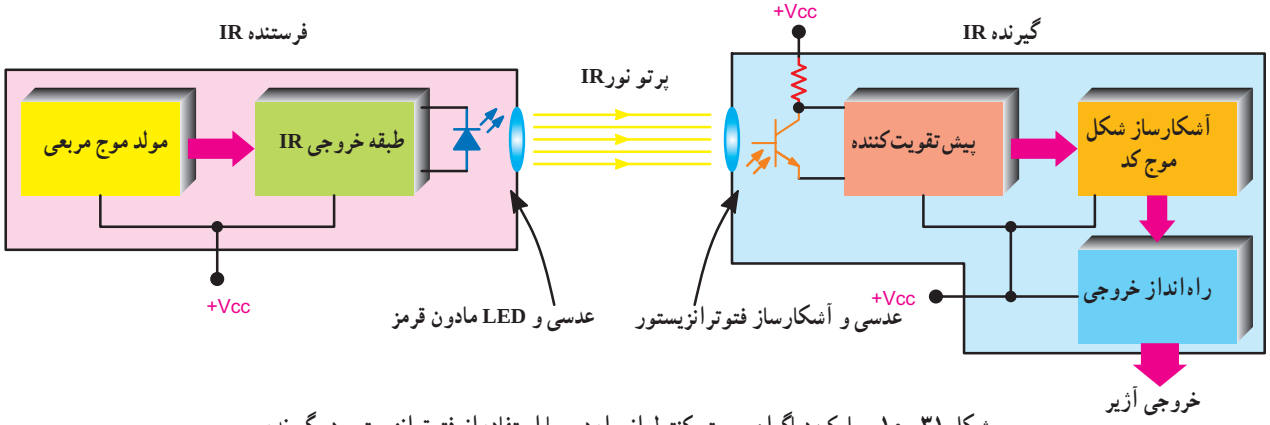
در گیرنده از فتودیود استفاده شده است. امواج دریافتی

توسط فتودیود پس از تقویت در مدار پیش تقویت کننده، در مدار آشکارساز کُد آشکار می‌شود. موج آشکار شده به مدار راه‌انداز خروجی ارسال می‌شود. طبقه راه‌انداز خروجی ابزارهایی نظیر رله، زنگ یا ... را به‌کار می‌اندازد.



شکل ۳۰ـ۱۰ـ بلوک دیاگرام سیستم کنترل از راه دور با استفاده از فتودیود در گیرنده

در شکل ۳۱ـ۱۰ بلوک دیاگرام دیگری از سامانه کنترل از راه دور که در گیرنده آن از فتوترانزیستور استفاده شده است را مشاهده می‌کنید.



شکل ۳۱ـ۱۰ـ بلوک دیاگرام سیستم کنترل از راه دور با استفاده از فتوترانزیستور در گیرنده

۴ـ۱۰ـ الگوی پرسش

۱ـ دلیل استفاده از سامانه‌های کنترل از راه دور را توضیح دهید.

۲ـ روش‌های کنترل از راه دور را نام ببرید.

۳ـ سامانه کنترل از راه دور به کمک برق شهر را به‌طور اختصار شرح دهید.

۴ـ عیب سامانه کنترل از راه دور به روش امواج صوتی را شرح دهید.

۵ـ فرکانس کار سامانه کنترل از راه دور به کمک امواج فراصوتی را توضیح دهید. سپس یک سیستم کاربردی از نوع پرقدرت آن را شرح دهید.

۶ـ کاربرد سامانه کنترل از راه دور براساس امواج رادیویی را شرح دهید.

۷ـ بلوک دیاگرام اصلی سامانه کنترل از راه دور مبتنی بر امواج نوری مستقیم را ترسیم کنید.

۸ــ کاربرد سامانه کنترل از راه دور مبتنی بر امواج نوری انعکاسی را بنویسید.

۹ــ معایب سامانه کنترل از راه دور براساس امواج نور مرئی را بنویسید.

۱۰ــ فرکانس کار دیودهای مادون قرمز چه‌قدر است؟

۱۱ــ دلیل استفاده از فتوترانزیستور به جای فتودیود را توضیح دهید.

۱۲ــ بلوک دیاگرام کلی سامانه کنترل از راه دور با استفاده از فتوترانزیستور را ترسیم کنید.

۱۳ــ Voice Automatic System را تعریف کنید.

کامل کردنی

۱۴ــ VAS اول کلمات ... ... است و به مفهوم ..... توسط صوت است.

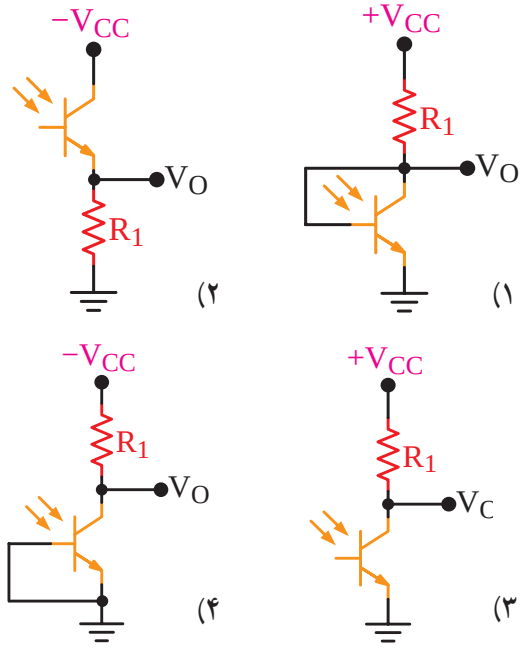
صحیح یا غلط

۱۵ــ فرکانس سامانهٔ کنترل از راه دور توسط برق شهر بین ۶۰ تا ۱۲۰ کیلوهرتز است.

صحیح ☐ غلط ☐

چهارگزینه‌ای

۱۶ــ کدام روش استفاده از فتوترانزیستور صحیح است؟



شکل ۳۲ــ۱۰

برای هنرجویان علاقه‌مند

برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد رمزگذار و رمزگشای کنترل از راه دور (PT2262 و PT2272) از طریق اینترنت تحقیق کنید.

۵ ـ ۱۰ ـ ماهواره

۱ـ ۵ ـ ۱۰ـ پیشگفتار: ماهواره یا قمر مصنوعی به دستگاه‌های ساخت بشر گفته می‌شود که در مدارهایی در فضا به دور زمین یا سیارات دیگر می‌چرخند.

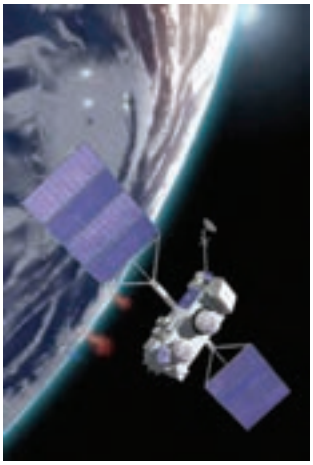
ماهواره‌ها در مواردی مانند مطالعهٔ کائنات، ردیابی و تعیین موقعیت مکانی در سطح جهان، هواشناسی، انتقال اطلاعات صوت و تصویر و امور نظامی کاربرد فراوانی دارند.

۲ـ ۵ ـ ۱۰ـ ماهواره چیست؟ : واژه انگلیسی Satellite از کلمهٔ لاتین Satelles به معنی همراه، دنباله‌رو یا محافظ شخصی گرفته شده است.

ماهواره، محفظه‌ای فلزی به شکل کره، استوانه یا مخروط است.

پوشش فلزی ماهواره باید بسیار مقاوم باشد، زیرا این وسیله نوسان‌های حرارتی شدیدی را باید تحمل کند.

شکل ۳۳ــ۱۰ یک نمونه ماهواره را نشان می‌دهد.



شکل ۳۳ــ۱۰ شکل ظاهری یک نمونه ماهواره

برای آن که بتوان ماهواره را در مدار ثابتی نگه داشت و در صورت لزوم محل آن را تغییر داد، تجهیزات ویژهٔ اصلاح جهت و مکان‌یابی ماهواره‌ها ساخته شده است.

در ماهواره‌ها یک دستگاه تأمین‌کننده انرژی وجود دارد که به‌وسیلهٔ یک فرستنده رادیویی از روی زمین هدایت می‌شود و همیشه فعال است.

قسمت اعظم این دستگاه از باتری‌ها و مولدهای خورشیدی تشکیل شده است که انرژی لازم را از نور خورشید می‌گیرند. سلول‌های خورشیدی روی بال‌هایی قرار می‌گیرند که در طرفین ماهواره‌ها نصب شده‌اند، به این بال‌ها «پانل‌ها یا صفحه‌های خورشیدی» می‌گویند، هرچه این بال‌ها بزرگ‌تر باشد، انرژی الکتریکی بیشتری فراهم می‌شود. برای مأموریت‌های دراز مدت از باتری‌های کوچک اتمی نیز استفاده می‌شود. در شکل ۳۴ــ۱۰ یک نمونه ماهواره، با سلول‌های خورشیدی را ملاحظه می‌کنید.

شکل ۳۴ــ۱۰ــ یک نمونه ماهواره با سلول‌های خورشیدی

سرعت حرکت ماهواره‌ها، به فاصلهٔ آنها از زمین بستگی دارد.

هرچه ارتفاع مداری که ماهواره روی آن حرکت می‌کند بیشتر باشد سرعت آن نیز بیشتر است. سریع‌ترین ماهواره تقریباً هر ۹۰ دقیقه یک بار زمین را دور می‌زند. این ماهواره‌ها در ارتفاع پایین قرار دارند و به آن‌ها ماهواره‌های متحرک می‌گویند.

تعدادی از ماهواره‌ها، هر ۲۴ ساعت یک بار زمین را دور می‌زنند، یعنی همان زمانی که زمین نیز به دور خود می‌چرخد.

کسی که از زمین به آسمان نگاه می‌کند، این‌گونه ماهواره‌ها را همیشه در مکان ثابتی می‌بیند این ماهواره‌ها در ارتفاع بالا، حدود ۳۶۰۰۰ کیلومتری قرار دارند.

در شکل ۳۵ــ۱۰ مدارهای مختلف حرکت ماهواره نشان داده شده است.

شکل ۳۵ــ۱۰ــ مدارهای مختلف حرکت ماهواره

تاریخچه و بیان موارد تاریخی صرفاً جهت اطلاعات عمومی بوده، لذا از آنها آزمون به عمل نمی‌آید.

۳ـ۵ـ۱۰ـ تاریخچه: در روز چهارم اکتبر سال ۱۹۵۷ ساعت ۱۴ به وقت مسکو، تاس خبرگزاری شوروی سابق، خبر پرتاب نخستین ماهواره را به سراسر جهان مخابره کرد. خبر فوق‌العاده مهیج بود. این ماهواره را اسپوتنیک۱ (Sputink 1) نامیدند. بعد از ۲۱ روز باتری‌های ماهواره تخلیه شدند و بعد از ۹۲ روز اسپوتنیک۱ با لایه‌های ضخیم جو برخورد کرد و به‌طور کامل سوخت.

در سوم نوامبر سال ۱۹۵۷ یعنی کمتر از یک ماه بعد از پرتاب اسپوتنیک۱، روس‌ها با پرتاب اسپوتنیک۲ به فضا، آمریکایی‌ها را به حیرت واداشتند. همراه با این فضاپیما سگی به عنوان موجود زنده به فضا فرستاده شد. این سگ به مدت ۷ روز درون اتاقک دربسته و غیرقابل نفوذ خود دور زمین چرخید، در

این مدت همهٔ واکنش‌ها و اعمال حیاتی بدن حیوان ارزیابی می‌شد و نتایج آنها به زمین مخابره می‌گردید. تا این که اکسیژن ذخیره شده در اتاقک به پایان رسید و سگ به علت فقدان اکسیژن مُرد. روس‌ها موفق شدند آن اتاقک و سرنشینش را همان‌طور که درنظر داشتند از فضا بیرون آورند و به زمین برگردانند.

در شکل ۳۶ــ۱۰ نمونه‌هایی از تصاویر اسپوتنیک را ملاحظه می‌کنید.

نمونهٔ ساخته‌شده اسپوتنیک

سکوی اولیه پرتاب (طرح اولیه) اسپوتنیک

شکل ۳۶ــ۱۰ــ نمونه‌هایی از فرایند اجرایی فضاپیمای اسپوتنیک

پرتاب اسپوتنیک۱، بیش از همه آمریکایی‌ها را که در همان زمان خود را برای پرتاب ماهواره‌ای اختصاصی به فضا آماده می‌کردند، غافلگیر کرد. در سال ۱۹۵۵ رئیس جمهور وقت آمریکا دستور ساخت یک موشک باربری به نام ونگارد (Vangurd) را صادر کرد، اما با پرتاب اسپوتنیک۱، ادامهٔ این برنامهٔ در حال اجرا، متوقف گردید. بدین‌ترتیب نخستین ماهوارهٔ آمریکا یعنی کاوشگر۱ (Explorer1) در ۳۱ ژانویه ۱۹۵۸ به فضا پرتاب شد. موشک ونگارد نیز در سال ۱۹۵۸ به فضا پرتاب شد. در شکل ۳۷ــ۱۰ سکوی پرتاب ماهوارهٔ امید ایران نشان داده شده است.

بنا به گزارش خبرگزاری‌ها دوشنبه شب چهاردهم بهمن‌ماه یکهزاروسیصد و هشتادوهفت، ماهوارهٔ ملی امید به فضا پرتاب شد و در مدار تعیین شده قرار گرفت، «ماهواره بر» آن سفیر ۲ نام داشت، کلیهٔ قطعات و اجزای این ماهواره و ماهواره بر از جمله موتور«ماهواره بر» که از فناوری بسیار بالایی برخوردار است، به دست متخصصان افتخار آفرین صنایع هوا فضای کشور ایران طراحی و تولید شده است.

شکل ۳۷ــ۱۰ــ سکوی پرتاب ماهوارهٔ امید ایران

از سال ۱۹۶۰ تا سال ۱۹۶۵ هر سال بیش از ۱۰۰ ماهواره به فضا فرستاده شدند. در سال ۱۹۷۰ دانشمندان به کمک رایانه و نانوتکنولوژی موفق به اختراع سازه‌ها و تجهیزات پیشرفته‌تری برای ماهواره شده‌اند.

به علاوه کشورهای دیگر و همین‌طور سازمان‌های تجارتی مبادرت به خریداری و ارسال ماهواره‌ها نموده‌اند. در سال‌های اخیر بیشتر از ۴۰ کشور ماهواره در اختیار دارند و نزدیک به ۳۰۰۰ ماهواره در مدارها به اجرای مأموریت‌های خود می‌پردازند.

۴ـ۵ـ۱۰ـ ماهواره‌ها چگونه به فضا می‌روند؟ برای این که جسمی از حوزه‌های جاذبهٔ زمین خارج و به فضا پرتاب شود باید شتابی بیش از شتاب جاذبهٔ زمین داشته باشد و برای رسیدن به چنین شتابی باید انرژی مصرف کرد. در حرکت اجسام پرتابی،

قانون کنش و واکنش نیوتن صادق است. طبق این قانون هر عملی یک عکس‌العمل دارد که اندازهٔ آن به اندازهٔ عمل اول است و جهت آن مخالف جهت عمل اول است.

یک توپ جنگی که گلوله‌ای را پرتاب می‌کند خودش به سمت مقابل یعنی به عقب رانده می‌شود. اگر بادکنکی را پُر از باد کنید و آن را رها سازید، چون فشار داخل بادکنک بیش از فشار محیط است، هوا به سرعت از آن خارج می‌شود و بادکنک نیز در جهت مخالف خروج هوا، به حرکت درمی‌آید. در محفظهٔ احتراق ماهواره بر(موشک) نیز همین اتفاق رُخ می‌دهد. البته در آنجا عملیات به وسیلهٔ لوله خروجی گاز و تجهیزات دیگر کنترل و تنظیم می‌شود. در مثال بادکنک باید گفت که بادکنک رها شده و بی‌هدف به این‌سو و آن‌سو می‌رود، اما شکل لوله خروجی گاز در ماهواره‌بر(موشک) به‌گونه‌ای است که شدت رانش و فوران گاز را تقویت می‌کند و سبب پیش‌روی موشک در جهتی معین می‌شود. هرچه فشار خروجی (مقدار گازی که در هر ثانیه از خروجی موشک به بیرون فوران می‌کند) و سرعت گاز بیشتر باشد، نیروی پیش‌برنده موشک بزرگ‌تر خواهد بود.

موشک‌های باربری که ماهواره‌ها را به فضا می‌برند، باید شتاب گریز از جاذبه بالایی داشته باشند. در واقع با سرعت ۷/۹ کیلومتر بر ثانیه می‌توان زمین را ترک کرد. برای رسیدن به چنین سرعتی انرژی فوق‌العاده زیادی صرف می‌شود. اما با اجرای عملیات پرتاب در نقاط جغرافیایی خاص می‌توان مقدار این انرژی را کاهش داد. در شکل ۳۸ــ۱۰ پرتاب ماهواره توسط موشک نشان داده شده است.

شکل ۳۸ــ۱۰ــ پرتاب ماهواره توسط موشک

۵ـ۵ـ۱۰ـ انواع ماهواره‌ها: ماهواره‌ها برای هدف‌های مختلفی پرتاب می‌شوند و عبارت‌اند از :

۱ــ ماهواره‌های مخابراتی

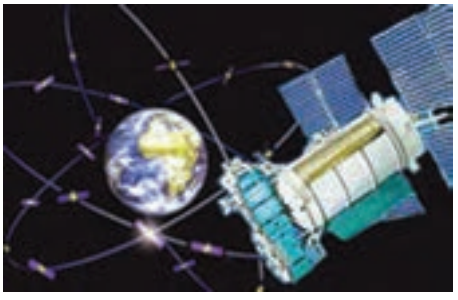
۲ــ ماهواره‌های ردیاب

۳ــ ماهواره‌های نظامی

۴ــ ماهواره‌های منابع زمینی

۵ــ ماهواره‌های هواشناسی. در شکل ۳۹ــ۱۰ نمونه‌هایی از تصاویر ماهواره‌ها را ملاحظه می‌کنید.

ارتباط ماهواره با ایستگاه‌های مختلف



استقرار ماهواره‌های مختلف در مدار زمین

شکل ۳۹ــ۱۰ــ نمونه‌هایی از تصاویر ماهواره‌ها

۶ـ۵ـ۱۰ـ ماهواره‌های مخابراتی: ماهواره‌های مخابراتی در واقع ایستگاه‌های تقویت‌کنندهٔ سیگنال‌ها هستند. این ماهواره‌ها از نقطه‌ای امواج را دریافت و به نقطهٔ دیگر ارسال می‌کنند. یک ماهواره مخابراتی می‌تواند در آن واحد هزاران تماس تلفنی و چندین برنامهٔ شبکهٔ تلویزیونی را تحت پوشش قرار دهد. این ماهواره‌ها اغلب در ارتفاعات بلند و برفراز یک ایستگاه در زمین قرار داده می‌شوند.

یک ایستگاه مخابراتی در زمین مجهز به آنتن بسیار بزرگ برای دریافت و ارسال سیگنال‌هاست. گاهی چندین ماهواره که به‌طور مشترک در یک مدار کوتاه‌تر قرار گرفته‌اند امواج را دریافت و با انتقال دادن سیگنال‌ها به یکدیگر آنها را به کاربران روی زمین در اقصی نقاط آن می‌رسانند. سازمان‌های تجارتی مانند تلویزیون‌ها و شرکت‌های مخابراتی در کشورهای مختلف از کاربران دائمی این نوع ماهواره‌ها هستند.

بشقاب‌های ماهواره‌ای زمینی علائم تلفنی و تلویزیونی را به ماهواره می‌فرستند، ماهواره نیز آنها را ضمن پردازش، به یک ایستگاه زمینی دیگر مخابره می‌کند.

ماهواره‌ها می‌توانند علائم را هم به سراسر یک قاره و هم به یک نقطهٔ معین ارسال کنند. ماهواره‌های پخش مستقیم می‌توانند علائم تلویزیونی را هم به یک گیرنده بشقابی و هم به تلویزیون‌های مستقل به گیرنده‌های بزرگ‌تر مخابره کنند.

حوزهٔ ماهواره منطقه‌ای است که در زمین تحت پوشش پرتو ارسالی آنتن ماهوارهٔ مخابراتی قرار می‌گیرد. شکل حوزه ماهواره باید تاحد امکان با شکل منطقهٔ مورد نظر منطبق باشد و این مهم با طراحی دقیق آنتن یا ترکیب پرتوهای مختلف حاصل می‌شود.

در شکل ۴۰ــ۱۰ یک نمونه ارتباط ماهواره‌ای نشان داده شده است.

شکل ۴۰ــ۱۰ــ ارتباط ماهواره با شبکهٔ تلفن همراه

شوخی موجب بروز اختلاف و به‌هم زدن دوستی‌ها می‌شود. از شوخی بپرهیزید.

در شکل ۴۰ــ۱۰ ماهواره مخابراتی به‌طور مستمر، ضمن دریافت اطلاعات از شبکهٔ سلولی، از طریق فرستندهٔ مخابراتی موبایل و سرور (server) اصلی، وضعیت ارتباط بین گوشی همراه را با سایر گوشی‌ها مشخص می‌کند و در صورت نیاز با ماهواره‌های دیگر نیز ارتباط برقرار می‌نماید.

۷ـ۵ـ۱۰ـ ماهواره‌های ردیاب: به کمک ماهواره‌های ردیاب، کلیهٔ هواپیماها، کشتی‌ها و خودروها برروی زمین قادر به مکان‌یابی با دقت بسیار زیاد خواهند بود. علاوه بر خودروها و وسایل نقلیه، اشخاص عادی نیز می‌توانند از شبکهٔ ماهواره‌های ردیاب بهره‌مند شوند. در واقع سیگنال‌های این شبکه‌ها در هر نقطه‌ای از زمین قابل دریافت‌اند.

۶ـ۱۰ـ پیشگفتار

در گذشته، زمانی که تکنولوژی پیشرفتهٔ امروزی وجود نداشت، مردم و به‌خصوص اشخاصی مانند سیّاحان و جهانگردان گاهی اوقات در یک گسترهٔ جغرافیایی مانند شهرها و کشورهای بیگانه، از مکان دقیق خود باخبر نبودند و حتی گاهی نیز در بیابان‌ها و دریاها مسیر خود را گم می‌کردند. از سوی دیگر در دنیای قدیم استفاده از ستارگان ــ قطب‌نما و سایر عوامل طبیعی تا اندازه‌ای راه‌گشای بشر بوده است.

امروزه پیچیدگی‌های جغرافیایی،اعم از بافت شهرها، خیابان‌ها، اصولاً زمینهٔ استفاده از این‌گونه روش‌ها (استفاده از عوامل طبیعی) را تاحد زیادی منتفی و بی‌معنا کرده است.

در شرایط فعلی، با گسترش فناوری‌های گوناگون، این مشکل توسط یک سیستم ماهوارهٔ مدرن و پیشرفته به نام GPS (Global positioning system) که به معنای سیستم مکان‌یابی جهانی است، رفع شده است.

در حقیقت دنیای امروز، دنیایی است که هیچ فردی در آن گم نخواهد شد و همه‌چیز بر روی تمام نقاط زمین قابل شناسایی است. این قدرت دست‌یابی به سیستم‌های شناسایی را، ماهواره‌ها و براساس کامپیوترها در اختیار بشر قرار داده‌اند.

GPS یک سیستم هدایت یا ناوبری (Navigation) ماهواره‌ای است. در شکل ۴۱ــ۱۰ یک نمونه از این ارتباط را ملاحظه می‌کنید.

شکل ۴۱ــ۱۰ــ یک نمونه ارتباط ماهواره‌ای

۱ـ۶ـ۱۰ـ تاریخچهٔ GPS: اولین ماهواره GPS در سال ۱۹۷۸ به سفارش وزارت دفاع آمریکا ساخته شد.

این سیستم در ابتدا برای مصارف نظامی تهیه شد ولی از سال ۱۹۸۰ استفاده عمومی از آن آزاد شد.

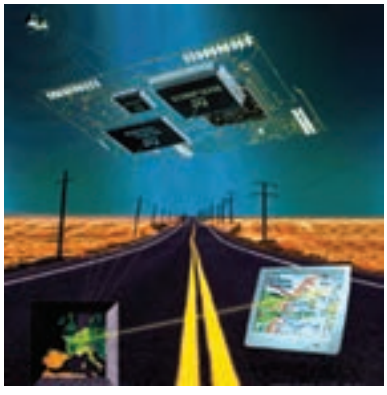
در سال ۱۹۹۴ شبکه‌ای شامل ۲۴ ماهواره تشکیل گردید که امروزه تعداد آنها به عدد ۲۸ رسیده است.

روس‌ها نیز سیستمی مشابه GPS به نام Glonass دارند که از نظر کارایی و توان عملیاتی به پای GPS نمی‌رسد. گیرنده‌های مشترک GPS-Glonass در حال حاضر در بازار ایران یافت می‌شوند.

در شکل ۴۲ــ۱۰ نمای یک ماهوارهٔ GPS از روی زمین و گیرنده GPS نشان داده شده است.

الف ــ نمای یک ماهوارهٔ GPS از زمین

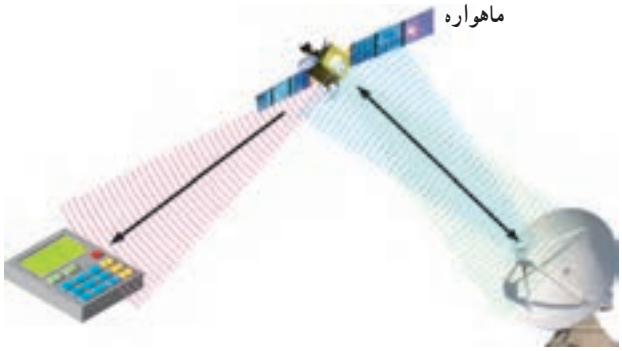
ب ــ یک نمونه گیرندهٔ ماهوارهٔ GPS



ج ــ یک نمونهٔ تراشه مربوط به ماهواره GPS

شکل ۴۲ ــ۱۰ــ نمای یک ماهوارهٔ Gps و گیرندهٔ آن

۲ـ۶ـ۱۰ـ اجزای تشکیل‌دهنده سیستم GPS: سیستم GPS از سه بخش، فضا، کنترل و کاربران طبق شکل ۴۳ــ۱۰ تشکیل شده است.



شکل ۴۳ــ۱۰ــ سیستم GPS شامل سه بخش فضا، کنترل و کاربران

معمولاً وقتی درباره GPS صحبت می‌شود منظور دستگاه گیرندهٔ GPS است. اما این دستگاه به تنهایی کاری انجام نمی‌دهد. گیرندهٔ GPS در ارتباط با ماهواره و ایستگاه کنترل زمینی قابل استفاده است.

در شکل ۴۴ــ۱۰ نمونه کامل ارتباط در سیستم GPS نشان داده شده است.

۱ــ ماهوارهٔ دریافت سیگنال از GPS نصب شده روی اتومبیل یا سایر دستگاه‌ها
۲ــ گوشی GPS نصب شده روی اتومبیل
۳ــ فرستنده و گیرندهٔ زمینی
۴ــ جابه‌جایی اطلاعات در مرکز زمینی و مرکز کامپیوتر

شکل ۴۴ ــ۱۰ــ نمونه کامل ارتباط در یک سیستم GPS

۳ـ۶ـ۱۰ـ بخش فضا (space segment): این بخش شامل ۲۴ ماهواره است که در ۶ صفحهٔ مداری با شیب ۵۵ درجه نسبت به صفحه استوا، در حال چرخش‌اند. در هر صفحهٔ مداری چهار ماهواره وجود دارد. همواره ۲۱ ماهواره فعّال و ۳ ماهواره آمادهٔ به کار (stand by) به صورت یدک در مدار قرار دارند تا درصورت بروز اشکال در ماهواره‌های فعال، جایگزین شوند.

در شکل ۴۵ ــ۱۰ بخش فضا با ۲۴ ماهواره نشان داده شده است.

شکل ۴۵ ــ۱۰ــ بخش فضا با ۲۴ ماهواره

ماهواره‌ها می‌توانند طوری در مدارشان حرکت کنند که در صورت لزوم، کار ماهواره‌ای را که دچار مشکل شده است به انجام برسانند. هر مدار، دایره‌ای با ارتفاع تقریبی ۲۰۱۸۳ کیلومتر نسبت به سطح دریا است.

مدارها تقریباً هر روز از زمین ردیابی و کنترل می‌شوند. این آرایش فلکی ماهواره‌های GPS امکان مشاهده حداقل چهار ماهواره را در هر نقطه از زمین و هر ساعت از شبانه‌روز فراهم می‌کند.

ماهواره‌های GPS ، وسیله‌ای برای حمل فرستنده‌های رادیویی، ساعت‌های اتمی، کامپیوترها و تجهیزات مختلفی که برای عملکرد سیستم استفاده می‌شود، هستند. تاکنون تعداد زیادی ماهواره به کار گرفته شده و تعداد بیشتری هم در طراحی هستند. در حال حاضر ۶ نسل از ماهواره‌ها وجود دارند.

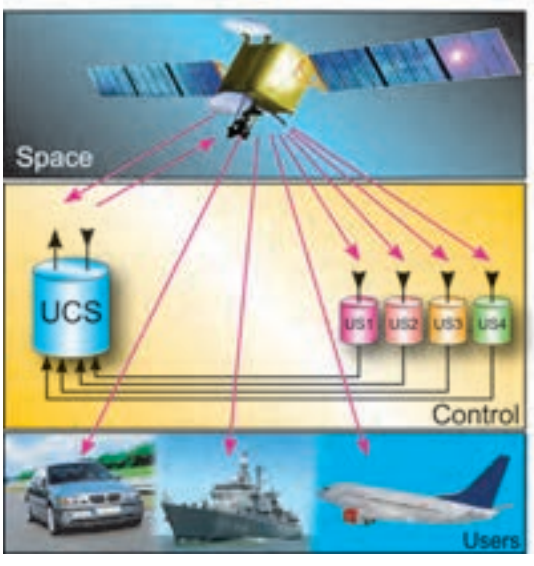
هر ماهواره حدوداً ۱۰ سال فعال می‌ماند در نتیجه ماهواره‌ها در پایان مأموریت به موقع برگردانده می‌شوند و ماهواره‌های

جایگزین به فضا پرتاب می‌گردند. انرژی مصرفی هر ماهواره کمتر از ۵۰ وات است. این ماهواره‌ها انرژی خود را توسط باتری خورشیدی که طول هرکدام ۵/۵ متر است از خورشید تأمین می‌کنند. همچنین باتری‌هایی نیز برای زمان‌های خورشید گرفتگی و یا مواقعی که در سایه زمین حرکت می‌کنند به همراه دارند.

۴ـ۶ـ۱۰ـ بخش کنترل (Control segment): بخش کنترل شامل ۵ ایستگاه زمینی (یک ایستگاه اصلی و چهار ایستگاه فرعی در اطراف دنیا است)، این ایستگاه‌ها همه متعلق به وزارت دفاع آمریکا است و توسط آن کشور اداره می‌شود.

هزینهٔ نگه‌داری این سیستم سالانه بیش از ۵۰۰ میلیارد تومان است. در شکل ۴۶ ــ ۱۰ قسمت کنترل برج مراقبت فرودگاه از طریق GPS نشان داده شده است، شکل ۴۷ ــ ۱۰ نشان می‌دهد بخش کنترل شامل ۵ ایستگاه است.

شکل ۴۶ ــ ۱۰ــ قسمت کنترل برج مراقبت فرودگاه از طریق GPS



شکل ۴۷ ــ ۱۰ــ بخش کنترل با ۵ ایستگاه

هر۵ ایستگاه، ایستگاه‌های ردیابی هستند که به گیرنده‌های GPS جهت ردیابی ماهواره‌ها مجهز شده‌اند.

داده‌های به‌دست آمده از ردیابی به ایستگاه کنترل اصلی ارسال می‌گردد. در این ایستگاه، داده‌ها پردازش می‌شود و از آنجا ساعت ماهواره‌ها و داده‌های مداری ماهواره‌ها محاسبه و تصحیح می‌گردد.

به‌طور کلی وظیفهٔ بخش کنترل، کنترل و تعیین مسیرهای ماهواره‌ها، مشاهده و بررسی صحت کار ماهواره‌ها و بررسی رفتار ساعت اتمی و بالاخره اعمال پیام ناوبری به درون سیگنال ماهواره‌هاست.

۵ـ۶ـ۱۰ـ بخش کاربران (User segment): این بخش کلیهٔ کاربران نظامی و غیرنظامی را شامل می‌شود. در این بخش کاربردها، تجهیزات و استراتژی تعیین موقعیت GPS اهمیت پیدا می‌کند. پیشرفت محصولات تجاری GPS وابسته به کاربردهای کاربران است.

در واقع بخش کاربران از گیرنده‌هایی تشکیل می‌شود که کدها یا فاز موج حامل را دنبال می‌کنند و در بیشتر موارد پیام ناوبری ماهواره را استخراج می‌کنند. کدها و حامل دریافتی از ماهواره در پردازشگر موجود در گیرنده پردازش می‌شود و به کمک آن چهار پارامتر زمان، ارتفاع، طول و عرض جغرافیایی به‌دست می‌آید.

گسترش انواع کاربردهای شهری و گاهی رشد بازار، باعث گسترش تجهیزات GPS شده است.

گرچه ممکن است همهٔ کاربران به یک لوازم برای کاربردهای مختلف نیاز داشته باشند، امّا معمولاً ترکیب خاصی از سخت‌افزار و نرم‌افزار آن لازم است. امروزه بازار گیرنده‌های GPS بسیار رشد کرده است، به‌طوری که هم‌اکنون هزاران گیرندهٔ مختلف وجود دارد. گیرنده‌های قابل حمل دستی یا آنهایی که روی اتومبیل‌ها، کشتی‌ها، هواپیماها، زیردریایی‌ها، تانک‌ها، کامیون‌ها و اتوبوس‌ها نصب می‌شوند. در شکل ۴۸ ــ ۱۰ چند نمونهٔ گوشی GPS را که توسط کاربران مورد استفاده قرار می‌گیرد ملاحظه می‌کنید.

شکل ۴۸ــ۱۰ــ چند نمونه گوشی GPS قابل نصب روی خودرو

۶ـ۶ـ۱۰ـ GPS چگونه کار می‌کند؟ سیگنال‌هایی که هر ماهواره GPS ارسال می‌کند شامل : کُد شناسایی ماهواره RPN (Random-Code Pseudo)، داده تقویمی (almanac) و داده‌های مربوط به خود ماهواره و تاریخ و زمان (Ephemeris) است.

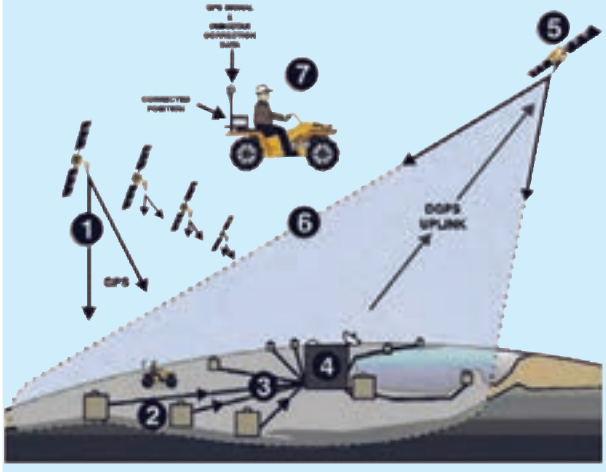
می‌توان شیوهٔ کار GPS را به‌طور ساده به صورت زیر بررسی کرد. هر ماهواره پیامی را ارسال می‌کند به‌طور ساده می‌گوید : من ماهواره شمارهٔ X هستم، موقعیت فعلی من Y است و این پیام در زمان Z ارسال شده است، هرچند که این شکل ساده شدهٔ پیام ارسالی است ولی می‌تواند کل طرز کار سیستم را بیان نماید. گیرندهٔ GPS پیام را می‌خواند و داده‌های almanac و ephemeris را جهت استفادهٔ بعدی آن‌ها ذخیره می‌نماید. این اطلاعات می‌توانند برای تصحیح و یا تنظیم ساعت درونی GPS نیز به‌کار روند.

حال برای تعیین موقعیت، گیرندهٔ GPS زمان‌های دریافت شده را با زمان خود مقایسه می‌کند. تفاوت این دو، مشخص‌کنندهٔ فاصله گیرنده GPS از ماهوارهٔ مزبور است. این عملی است که دقیقاً یک گیرنده GPS اجرا می‌کند. با استفاده از حداقل سه ماهواره، GPS می‌تواند طول و عرض جغرافیایی مکان خود را تعیین نماید (که آن را تعیین دوبُعدی می‌گویند). با تبادل با چهار یا بیشتر ماهواره، یک GPS می‌تواند موقعیت سه‌بعدی مکان خود را تعیین نماید که شامل طول و عرض و ارتفاع جغرافیایی است.

با اجرای پشت سرهم این محاسبات، GPS می‌تواند سرعت و جهت حرکت خود را نیز به دقت مشخص نماید. امروزه در بعضی از مکان‌های ایران، قادر به دریافت اطلاعات از ماهواره‌ها تا ۱۰ دستگاه هستیم و به‌حداقل ۴ تا ۵ ماهواره در هر زمان، از شبانه‌روز و در هر مکان، دسترسی داریم.

برای هنرجویان علاقه‌مند

در شکل ۴۹ــ۱۰ یک تصویر را ملاحظه می‌کنید. در این تصویر موقعیت مکانی موتور سوار توسط GPS تعیین می‌شود. نحوهٔ برقراری ارتباط را با ماهواره و ایستگاه زمینی تشریح کنید. فایل تصویری مربوط به شکل به صورت gif است اگر آن را بیابید، مسیر ارتباط را نشان می‌دهد.



شکل ۴۹ــ۱۰ــ تعیین موقعیت مکانی موتور سوار

۷ـ۶ـ ۱۰ـ کاربردهای GPS : GPSها در زمین، دریا و هوا کاربردهای متنوعی دارند. اساساً GPS در هر جایی قابل استفاده است مگر در نقاطی که امکان وصول امواج ماهواره در آن‌ها نباشد.

استفاده‌های زمینی GPS بسیار گسترده‌تر است. هرکسی که می‌خواهد بداند در کجا قرار دارد، راهش به چه سمتی است و یا با چه سرعتی درحرکت است می‌تواند از یک GPS استفاده کند. در خودروها نیز وجود GPS به امری عادی بدل خواهد شد. سیستم‌هایی درحال تهیه است تا در کنار هر جاده‌ای با فشار دادن یک کلید، موقعیت به یک مرکز اورژانس انتقال یابد، (به‌وسیلهٔ انتقال موقعیت فعلی به یک مرکز توزیع) سیستم‌های پیچیدهٔ دیگری موقعیت هر خودرو را در یک خیابان ترسیم می‌کنند. این سیستم‌ها بهترین مسیر را برای رسیدن به یک هدف خاص به راننده پیشنهاد می‌کنند.

هر چه نقشه‌های منطقه‌ای که در حافظه گیرنده ذخیره می‌شود دقیق‌تر باشد سرویس‌هایی هم که از GPS می‌توان دریافت کرد با ارتقای بیشتری خواهد بود. برای مثال می‌توان از GPS مسیر نزدیک‌ترین پمپ بنزین، تعمیرگاه و یا ایستگاه قطار را سؤال نمود و مسیر پیشنهادی را دنبال کرد. دقت مکان‌یابی این سیستم در حد چندمتر است که بسته به کیفیت گیرنده تغییر می‌کند.

از دیگر کارهای GPS عبارت‌اند از : پیش‌بینی زلزله، کنترل امورمربوط به حمل و نقل و ترافیک، کنترل جابه‌جایی سدها و برج‌های بلند، پیش‌بینی وضع هوا، تعیین موقعیت سکوهای دریایی نفتی، مین‌یابی، اسکن (scan) کردن دریا و کاربردهای وسیع نظامی.

۷ـ۱۰ـ الگوی پرسش

۱ــ مفهوم Satellite چیست؟

۲ــ برای مکان‌یابی هواپیماها از کدام ماهواره استفاده می‌شود؟

۳ــ مفهوم GPS چیست؟

۴ــ اجزای تشکیل‌دهندهٔ GPS کدام‌اند؟

۵ــ بخش فضایی GPS شامل چند ماهواره است؟

۶ــ مفهوم RPN در GPS چیست؟

کامل‌کردنی

۷ــ GPS اول کلمات ..... است و به معنای ..... است.

صحیح یا غلط

۸ــ در GPS بخش کنترل شامل ۵ ایستگاه زمینی است و هر ۵ ایستگاه، ایستگاه‌های ردیابی است.

صحیح ☐ غلط ☐

چهارگزینه‌ای

۹ــ در سیگنال‌هایی که هر ماهواره ارسال می‌کند، RPN به مفهوم ..... است.

۱) داده تقویمی

۲) تاریخ و زمان

۳) داده‌های مربوط به خود ماهواره

۴) کد شناسایی ماهواره

فهرست منابع و مآخذ

۱ــ MC Growhill Book Company Electeronic communication Lioyd temes 1988.

۲ــ inc Delmar Publisher Electeronic Communication ThomasA. Adamson 1990.

۳ــ Lab volt Practical electronic Volume2 Buck Engineering Company1987.

۴ــ تألیف ــ جرج کندی ترجمه ــ دکتر فرخ حجت کاشانی، صفی‌الدین صفوی نائینی، سیستم‌های مخابراتی الکترونیکی حسینیان 1370

۵ــ Moscow Mir Publisher Foundamental of radio Izherebtsor

۶ــ Electronic Aid Theory manual for telecommunication Lawrence Omarn JR, B.A

۷ــ مجموعه Service manual مربوط به کارخانجات سازندهٔ گیرنده‌های رادیویی

۸ــ Learn Electronics Through Troubleshooting Wayne Lemons

۹ــ مدارهای کاربردی الکترونیک نوری مترجم : پوپک حجت‌زاده، کانون نشر علوم

۱۰ــ مهندس سید محمود صموتی، اصول کار و تحلیل مدارهای دستگاه تلفن الکترونیکی ــ واحد تحقیق شرکت افزارآزما انتشارات صموتی

۱۱ــ سایت‌های اینترنتی مرتبط و کاتالوگ‌های شرکت‌های مختلف مخابراتی