

اصول سیستم‌های مخابراتی



فصل ۱ سیستم‌های مخابراتی

مدرس: احمد توکلی



کانال تلگرام: @com_systems



ایمیل: atavakoli53@gmail.com

اطلاعات، پیام و سیگنال

اطلاعات (Information) و پیام (Messages) :

- با آنکه مفهوم اطلاعات در مخابرات نقشی اساسی دارد، اما این اصطلاح دربردارنده نکاتی معنا شناختی و فلسفی است که تعریف دقیق آن را دشوار می‌سازد. برای اجتناب از این مشکلات به جای استفاده از اصطلاح اطلاعات از واژه پیام استفاده می‌شود.
- تعریف پیام: پیام تجسم فیزیکی اطلاعاتی است که در منبع (مبدا) تولید می‌شود.
- هدف یک سیستم مخابراتی (communication system) آن است که پیام با هر شکلی که در مبدا داشته باشد، نسخه قابل قبولی از آن در مقصد بازسازی شود.
- انواع مختلفی از منابع اطلاعات وجود دارد که ماشین و بشر را نیز در بر می‌گیرد.
- پیام‌ها به شکل‌های متنوعی وجود دارند. با این وجود ما می‌توانیم پیام‌ها را به دو گروه آنالوگ و دیجیتال تقسیم کنیم. تشخیص این دو نوع پیام از یکدیگر، معیاری برای داشتن یک ارتباط موفقیت آمیز است.

اطلاعات، پیام و سیگنال

پیام آنالوگ (Analog message):

- پیام آنالوگ کمیتی فیزیکی است که متناسب با زمان تغییر می‌کند و این تغییر معمولاً به صورتی هموار و پیوسته صورت می‌گیرد.
- فشار اکوستیکی حاصل از صحبت کردن، موقعیت زاویه‌ای ژيروسکوپ هواپیما، یا شدت نور در نقطه‌ای از تصویر تلویزیونی نمونه‌هایی از پیام‌های آنالوگ هستند.
- چون اطلاعات در شکل موج متغیر با زمان نهفته است، سیستم مخابراتی آنالوگ باید بتواند این شکل موج را با میزان هماندهی قابل قبولی بازسازی کند.

اطلاعات، پیام و سیگنال

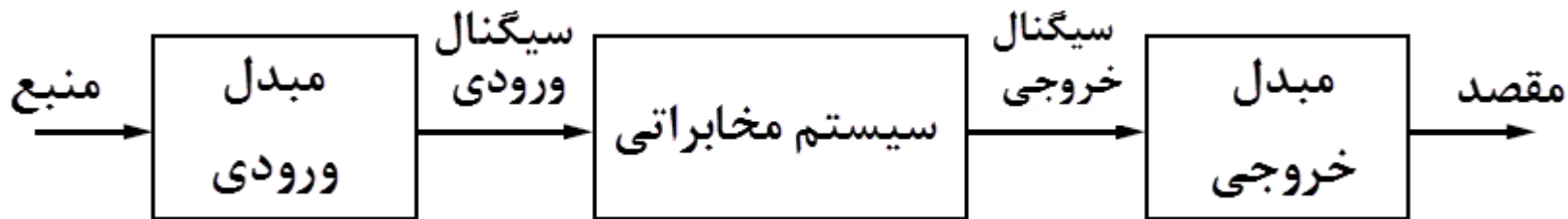
پیام دیجیتال (Digital message):

- پیام دیجیتال رشته مرتبی از نمادهای برگزیده از یک مجموعه متناهی از عناصر گسسته است.
- حروف چاپ شده بر روی این صفحه، فهرست تغییرات ساعت به ساعت دما، یا کلیدهایی که از صفحه کلید کامپیوتر فشرده می شوند، نمونه هایی از پیام های دیجیتال هستند.
- چون اطلاعات در نمادهای گسسته نهفته هستند، سیستم مخابرات دیجیتال باید بتواند این نمادها را در مقصد با دقت قابل قبولی در یک زمان معین بازسازی کند.

اطلاعات، پیام و سیگنال

سیگنال (Signal):

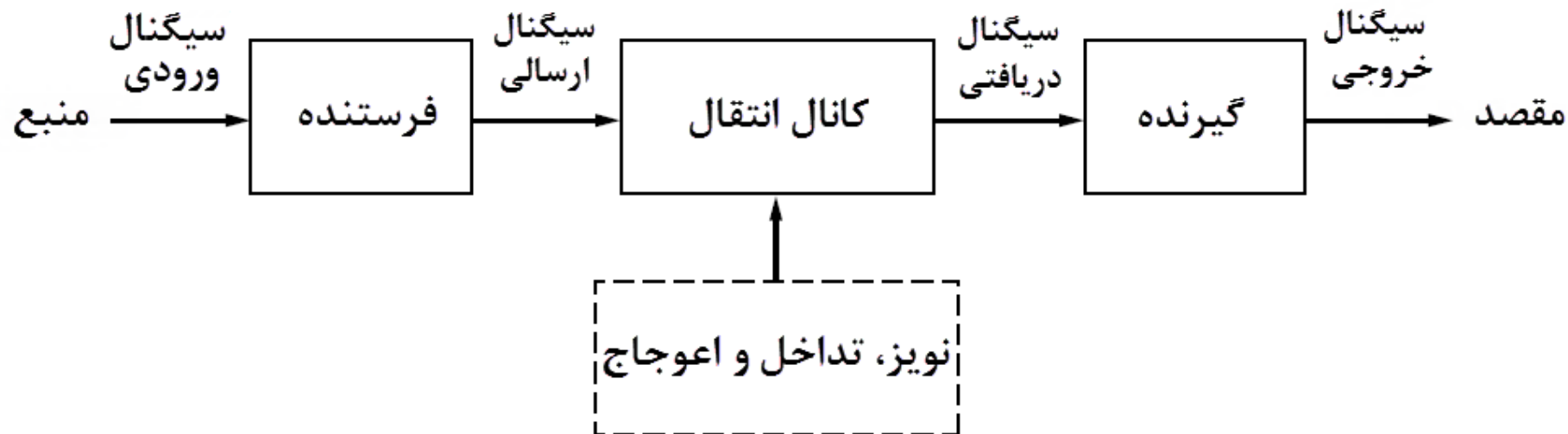
- به ندرت می توان منبع پیام آنالوگ یا دیجیتالی یافت که به خودی خود الکتریکی باشد. بنابراین، چنانچه در شکل زیر نشان داده شده، اکثر سیستم های مخابراتی در ورودی و خروجی خود از مبدل استفاده می کنند.



- مبدل ورودی (input transducer) پیام را به یک سیگنال الکتریکی مانند ولتاژ یا جریان تبدیل می کند.
- مبدل خروجی (output transducer) سیگنال خروجی را به پیام مطلوب تبدیل می کند.
- برای مثال مبدل های یک سیستم مخابراتی صوتی، میکروفون در ورودی و بلندگو در خروجی هستند.
- از این پس فرض می کنیم مبدل های مناسبی وجود دارند و توجه خود را بر انتقال سیگنال متمرکز می کنیم. به این ترتیب اصطلاحات سیگنال و پیام را به جای هم نیز به کار می بریم، زیرا سیگنال نیز مثل پیام تبلور فیزیکی اطلاعات است و می تواند تصویری واقعی از مفهوم اطلاعات به ما بدهد.

اجزای یک سیستم مخابراتی

- شکل زیر اجزای یک سیستم مخابراتی را با حذف مبدل‌ها و در نظر گرفتن آلودگی‌های ناخواسته نشان می‌دهد.
- هر سیستم مخابراتی سه جزء اصلی دارد:
- فرستنده (transmitter)، کانال انتقال (transmission channel) و گیرنده (receiver).
- هر یک از بخش‌ها نقشی ویژه‌ای در انتقال سیگنال دارد که در ادامه شرح داده می‌شود:



اجزای یک سیستم مخابراتی

- فرستنده سیگنال ورودی را پردازش می کند تا یک سیگنال مخابراتی متناسب با مشخصات کانال انتقال ایجاد کند.
- پردازش سیگنال برای انتقال تقریباً همیشه با مدولاسیون (**modulation**) همراه است و می تواند شامل کدگذاری (**coding**) هم بشود.
- کانال مخابراتی محیط واسطه الکتریکی است که نقش پل رابط بین منبع و مقصد را بر عهده دارد.
- این کانال می تواند یک زوج سیم، یک کابل هم محور (**coaxial cable**)، یک موج رادیویی، یا پرتو لیزر باشد.
- هر کانال انتقال مقداری تلفات (**loss**) یا تضعیف (**attenuation**) به سیستم وارد می کند، به طوری که با افزایش فاصله توان سیگنال به تدریج کم می شود.
- گیرنده روی سیگنال خروجی کانال انتقال عمل کرده و آن را برای تحویل به مبدل خروجی آماده می کند.
- عملیاتی که در گیرنده صورت می گیرد شامل تقویت سیگنال دریافتی جهت جبران تلفات انتقال و نیز وامدولاسیون (**demodulation**) و کدگشایی (**decoding**) برای معکوس کردن پردازش سیگنالی انجام شده در فرستنده می باشد. از دیگر کارهای مهم در گیرنده، فیلتر کردن (**filtering**) است.

عوامل ناخواسته در یک سیستم مخابراتی

- هنگام انتقال سیگنال با پیامدهای ناخواسته مختلفی مواجه می‌شویم.

- تضعیف (attenuation) از این رو ناخوشایند است که باعث کاهش شدت سیگنال در گیرنده می‌شود.

- عوامل مهم‌تر در این زمینه عبارتند از اعوجاج (distortion)، تداخل (interference) و نویز (noise) که باعث تغییر شکل سیگنال می‌شوند.

- اگر چه ممکن است که این عوامل ناخواسته در هر نقطه از خط انتقال ظاهر شوند، ولی بر اساس قرارداد استاندارد، همواره کانال انتقال را مقصر دانسته و فرستنده و گیرنده را ایده آل در نظر می‌گیریم.

عوامل ناخواسته در یک سیستم مخابراتی

- اعوجاج، اغتشاش شکل موج است که به خاطر پاسخ ناقص سیستم به سیگنال مورد نظر بوجود می آید.
- بر خلاف نویز و تداخل، با قطع شدن سیگنال، اعوجاج از بین می رود.
- اگر کانال یک پاسخ خطی ولی با اعوجاج داشته باشد، آنگاه می توان با استفاده از فیلترهای خاصی که تعدیل کننده (equalizer) نام دارند، اعوجاج را تصحیح کرد یا آن را کاهش داد.

عوامل ناخواسته در یک سیستم مخابراتی

- تداخل، به معنی تاثیر ناخواسته سیگنال‌های بیگانه‌ای است که توسط منابع انسانی شامل فرستنده‌های دیگر، خطوط نیرو، دستگاه‌ها، مدارهای سوئیچینگ و غیره تولید می‌شود.
- تداخل غالباً در سیستم‌های رادیویی که آنتن‌هایشان معمولاً در یک زمان چندین سیگنال را دریافت می‌کنند، صورت می‌گیرد.
- در سیستم‌های کابلی (cable systems) هنگامی که سیم‌های انتقال یا مدارهای گیرنده، سیگنال‌های منتشر شده از منابع نزدیک را دریافت کنند، تداخل فرکانس رادیویی (RFI) ایجاد می‌شود.
- با فیلتر کردن مناسب و قرار دادن سیگنال‌های تداخل کننده در باندهای فرکانسی متفاوت با باند سیگنال مورد نظر، می‌توان تداخل را حذف کرد.

عوامل ناخواسته در یک سیستم خبراتی

- نویز، به سیگنال‌های الکتریکی تصادفی و غیرقابل پیش بینی اطلاق می‌شود که توسط فرآیندهای طبیعی داخل و خارج سیستم تولید می‌شود.
- چنانچه تغییرات تصادفی بر روی سیگنال حامل اطلاعات سوار شود، ممکن است که قسمتی از پیام مختل شود یا اینکه کل پیام از بین برود.
- با فیلتر کردن می‌توان نویز را کاهش داد، اما مقداری نویز به صورت اجتناب ناپذیر باقی می‌ماند که نمی‌توان آن را از بین برد.
- نویز یکی از محدودیت‌های اساسی سیستم است.