

مقدمه‌ای بر اصول مخابرات

نویسندگان:

فرهاد مظلومی، فرهاد حنفيان

اعضاء هیأت علمی دانشکده‌ی صنعت هواپیمایی کشوری

بهمن ماه ۱۳۹۲

پیش‌گفتار

دانش مخابرات از حوزه‌های مختلف و گسترده‌ای تشکیل می‌شود. گستردگی مخابرات به حدی است که پرداختن کامل به تمام حوزه‌های آن در عمل در یک کتاب امکان‌پذیر به نظر نمی‌رسد. اما، گاهی اطلاع کلی از جنبه‌های مختلف مهم مخابرات، بدون پرداختن عمیق به جزئیات هر حوزه، برای بعضی از خوانندگانی که حوزه‌ی کاری متفاوتی از مخابرات دارند می‌تواند بسیار مفید باشد. بنابراین، مطالعه‌ی این کتاب برای دانش‌جویان کارشناسی رشته‌های غیر برق (نظیر رشته‌ی کارشناسی مراقبت پرواز) و یا دانش‌جویان کاردانی رشته‌های مرتبط با برق (نظیر کاردانی مخابرات، کاردانی مخابرات هواپیمایی، و کاردانی الکترونیک هواپیمایی) مفید است.

کتاب *مقدمه‌ای بر اصول مخابرات* با توجه به سرفصل دروس مصوب وزارت علوم، تحقیقات، و فن‌آوری برای دروس سه واحدی اصول مخابرات و یا اصول فرستنده و گیرنده تهیه شده است. پیش‌نیاز این درس، یکی از دروس الکترونیک عمومی (برای رشته‌های غیر مرتبط با برق) و یا الکترونیک یک (برای رشته‌های مرتبط با برق) می‌باشد. لازم به ذکر است به جهت کاربردی بودن بیشتر این کتاب برای دانش‌جویان رشته‌های مرتبط با صنعت هواپیمایی، سعی شده است تا حد امکان از مثال‌های مرتبط با این صنعت استفاده شود.

ساختار کتاب به طور خلاصه بدین صورت است که ابتدا در فصل اول، مقدمه‌ای در مورد سیستم‌های مخابراتی و تعاریف اولیه‌ی مخابرات ارائه می‌شود. سپس در فصل دوم، به اختصار به سیگنال و سیستم و خواص آنها پرداخته می‌شود. فصل سوم نیز به نمایش سیگنال در حوزه‌ی فرکانس و تبدیل فوریه می‌پردازد. تعریف مدولاسیون و انواع آن برای سیگنال‌های پیوسته در فصل چهارم ارائه می‌شود. فصل پنجم نیز کانال انتقال و مسائل مرتبط با آن نظیر آنتن و انتشار امواج را شرح می‌دهد. فصل ششم نیز فرستنده و گیرنده و مشخصات اجزای آن را معرفی می‌کند. در انتها نیز مخابرات دیجیتال و مباحث مرتبط با آن در فصل هفتم ارائه می‌شود. لازم به ذکر است مباحث مطرح در فصول دوم و سوم به اختصار و تا حد لزوم ارائه می‌شود. در ضمن، بخش‌ها، مثال‌ها، و تمرین‌هایی که با علامت § مشخص شده‌اند می‌توانند برای دانش‌جویان غیر مرتبط با برق حذف شود.

کتاب حاضر در چندین ترم برای دانش‌جویان درس اصول مخابرات تدریس شده است و سعی شده است تا هنگام چاپ این کتاب برای عموم از کم‌ترین غلط برخوردار باشد. با این حال، از خوانندگان گرامی کتاب

تقاضا می‌شود اشتباه‌های احتمالی و یا نقطه نظرات خود را برای ارتقاء این کتاب به نحو مقتضی به نویسندگان کتاب اطلاع دهند^۱. در این جا لازم است از دانش‌جویان قبلی درس اصول مخابرات دانشکده‌ی صنعت هواپیمایی کشوری در اصلاح جملات و غلط‌های املائی تشکر شود. هم‌چنین، از آقای مجتبی چترروز (کارشناس شرکت فرودگاه‌های کشور) به جهت راهنمایی در تکمیل جدول تخصیص فرکانس قدردانی می‌شود.

فرهاد مظلومی، فرهاد حنفیان
اعضاء هیأت علمی دانشکده‌ی صنعت هواپیمایی کشوری
بهمن ماه ۱۳۹۲

^۱ آدرس پست الکترونیکی نویسنده‌ی اول به صورت mazlumi@yahoo.com است.

فهرست مطالب

فصل ۱	مقدمه‌ای بر سیستم‌های مخابراتی.....	۱
۱-۱	سیستم مخابراتی.....	۱
۲-۱	مبدل‌ها.....	۲
۳-۱	اجزای سیستم ارتباطی.....	۳
۴-۱	تغییرات نامطلوب در سیگنال.....	۴
۱-۴-۱	تضعیف.....	۵
۲-۴-۱	اعوجاج.....	۶
۳-۴-۱	تداخل.....	۶
۴-۴-۱	نویز.....	۷
۵-۱	سیستم‌های ارتباطی یک طرفه یا دو طرفه.....	۸
۶-۱	مالتیپلکس در سیستم‌های مخابراتی.....	۹
۷-۱	مراجع.....	۱۰
فصل ۲	سیگنال و سیستم.....	۱۲
۱-۲	سیگنال.....	۱۲
۱-۱-۲	انواع سیگنال.....	۱۲
۲-۱-۲	تغییر پارامتر متغیر سیگنال.....	۱۴
۳-۱-۲	دسته‌بندی سیگنال‌ها.....	۱۵
۴-۱-۲	توابع معروف.....	۱۸
۲-۲	سیستم.....	۲۲
۱-۲-۲	انواع سیستم.....	۲۳
۲-۲-۲	انواع اتصال سیستم‌ها.....	۲۴
۳-۲-۲	دسته‌بندی سیستم‌ها.....	۲۷

سیستم خطی و مستقل از زمان	۳-۲	۳۱
پاسخ ضربه	۱-۳-۲	۳۲
کانولوشن و خروجی سیستم LTI	۲-۳-۲	۳۳
مراجع	۴-۲	۳۴
فصل ۳ سیگنال در حوزه‌ی فرکانس		۳۶
مقدمه	۱-۳	۳۶
فرکانس	۲-۳	۳۷
تبدیل فوریه	۳-۳	۳۹
خواص تبدیل فوریه	۱-۳-۳	۴۱
نمایش طیف سیگنال	۲-۳-۳	۴۳
سری فوریه	۴-۳	۴۸
خواص سری فوریه	۱-۴-۳	۵۰
تابع تبدیل سیستم	۵-۳	۵۱
فیلتر	۶-۳	۵۳
انتقال فرکانس	۷-۳	۵۹
دستگاه نمایش طیف	۸-۳	۶۰
قضیه‌ی نمونه‌برداری	۹-۳	۶۲
مراجع	۱۰-۳	۶۳
فصل ۴ مدولاسیون		۶۵
مقدمه	۱-۴	۶۵
تعریف و انواع مدولاسیون	۲-۴	۶۶
مدولاسیون‌های خطی	۳-۴	۶۷
مدولاسیون AM	۱-۳-۴	۶۸
مدولاسیون DSB	۲-۳-۴	۷۶

۷۹.....	مدولاسیون SSB.....	۳-۳-۴
۸۲.....	مدولاسیون VSB.....	۴-۳-۴
۸۳.....	مدولاسیون‌های غیرخطی.....	۴-۴
۸۴.....	مدولاسیون فرکانس (FM).....	۱-۴-۴
۹۸.....	مدولاسیون فاز (PM).....	۲-۴-۴
۹۹.....	مراجع.....	۵-۴
۱۰۱.....	فصل ۵ کانال انتقال.....	
۱۰۱.....	مقدمه.....	۱-۵
۱۰۲.....	امواج الکترومغناطیسی.....	۲-۵
۱۰۵.....	انواع خطوط انتقال.....	۳-۵
۱۰۵.....	خطوط انتقال TEM.....	۱-۳-۵
۱۱۳.....	خطوط انتقال غیر TEM.....	۲-۳-۵
۱۱۴.....	فضای آزاد (هوا).....	۴-۵
۱۱۵.....	آنتن.....	۱-۴-۵
۱۲۲.....	انتشار امواج الکترومغناطیسی.....	۲-۴-۵
۱۲۵.....	طیف الکترومغناطیسی.....	۳-۴-۵
۱۲۷.....	پهنای باند و ظرفیت کانال انتقال.....	۵-۵
۱۳۰.....	مراجع.....	۶-۵
۱۳۱.....	فصل ۶ فرستنده و گیرنده.....	
۱۳۱.....	مقدمه.....	۱-۶
۱۳۲.....	فرستنده.....	۲-۶
۱۳۵.....	گیرنده.....	۳-۶
۱۳۶.....	عدد نویز.....	۱-۳-۶
۱۳۸.....	گیرنده‌ی TRF.....	۲-۳-۶
۱۳۹.....	گیرنده‌ی سوپرهتروداین.....	۳-۳-۶
۱۴۲.....	بودجه‌ی اتصال.....	۴-۶

۵-۶	مراجع.....	۱۴۴
فصل ۷ مخابرات دیجیتال.....		
۱-۷	مقدمه.....	۱۴۵
۲-۷	منبع اطلاعات دیجیتال.....	۱۴۷
۳-۷	اجزای سیستم مخابراتی دیجیتال.....	۱۴۸
۱-۳-۷	کدکننده و دیکدکننده منبع.....	۱۴۸
۲-۳-۷	کدکننده و دیکدکننده کانال.....	۱۴۹
۴-۷	مدولاسیون‌های دیجیتال.....	۱۴۹
۱-۴-۷	مدولاسیون‌های دیجیتال باند میانی.....	۱۴۹
۲-۴-۷	مدولاسیون‌های دیجیتال باند پایه.....	۱۵۳
۳-۴-۷	مدولاسیون‌های پالسی.....	۱۵۵
۵-۷	مراجع.....	۱۵۷
پیوست ۱ مقیاس دسی‌بل.....		
۱-۱	مقادیر مرجع dB.....	۱۶۰
۲-۱	کاربرد مقیاس dB در سیستم‌های چند طبقه.....	۱۶۱
پیوست ۲ اعداد مختلط.....		
۱-۲	چهار عمل اصلی.....	۱۶۶
۲-۲	مزدوج مختلط.....	۱۶۷
۳-۲	روابط مثلثاتی.....	۱۶۷
پیوست ۳ جداول.....		
۱-۳	ضرایب.....	۱۶۹
۲-۳	ثوابت ریاضی.....	۱۶۹

پ ۳-۳ ثوابت فیزیکی ۱۶۹

پ ۴-۳ واحد کمیات الکتریکی در دستگاه SI ۱۷۰

پیوست ۴ جدول تخصیص فرکانس در هواپیمایی ۱۷۱

واژه‌نامه ۱۷۳

فصل ۱ مقدمه‌ای بر سیستم‌های مخابراتی

اهداف فصل:

- در انتهای فصل، خواننده‌ی کتاب می‌تواند
- سیستم مخابراتی (ارتباطی) و پیام را تعریف کند.
- انواع پیام را نام ببرد و برای هر نوع، مثالی بیان نماید.
- مبدل را تعریف نموده برای مبدل ورودی و خروجی مثالی بزند.
- اجزای سیستم ارتباطی را نام ببرد و نقش و وظایف هر کدام از آنها را شرح دهد.
- چهار اثر نامطلوبی را که ممکن است در طی عبور سیگنال از یک سیستم ارتباطی رخ دهد نام برده هر کدام را تعریف نماید.

۱-۱ سیستم مخابراتی^۲

سیستم مخابراتی (یا سیستم ارتباطی)، سیستمی^۳ است که پیام^۴ تولید شده توسط منبع اطلاعات را به مقصد انتقال می‌دهد [۱]. به عبارت دیگر، وظیفه‌ی اصلی یک سیستم ارتباطی این است که نمونه‌ی قابل قبولی از پیام منبع را در مقصد تولید کند. از سیستم‌های مخابراتی می‌توان به سیستم‌های رادیو AM، رادیو FM، پخش تلویزیون، ارتباطات ماهواره‌ای، تلفن، اتصالات مایکروویو^۵ اشاره کرد.

در تعریف سیستم ارتباطی دو اصطلاح سیستم و پیام وجود دارند. به عبارت ساده، سیستم به مجموعه‌ای از عناصر و اجزاء گفته می‌شود که با هم در یک فرآیند منظم و تعریف شده، کار خاصی را انجام می‌دهند. در فصل بعد، انواع سیستم و خواص آنها به تفصیل مورد بررسی قرار می‌گیرد. پیام یا پیغام نیز، نمود فیزیکی اطلاعات تولید شده توسط منبع اطلاعات می‌باشد. برای مثال، اطلاعات تولید شده در ذهن یک فرد می‌تواند به شکل‌های مختلفی نظیر صحبت و یا نوشته، نمود فیزیکی پیدا کرده به پیام تبدیل شود.

^۲ Communication system

^۳ System

^۴ Message

^۵ Microwave links

فصل ۲ سیگنال و سیستم

اهداف فصل:

- در انتهای فصل، خواننده می‌تواند
- سیگنال را تعریف نموده انواع آن را نام ببرد.
- شکل سیگنال را با تغییر پارامتر متغیر مستقل رسم نماید.
- سیگنال را از لحاظ انرژی و قدرت و یا داشتن تناوب و تقارن دسته‌بندی نماید.
- سیگنالی را که توسط رابطه‌ای از توابع معروف بیان شده رسم نماید و برعکس.
- سیستم را تعریف نماید و انواع آن را از لحاظ ورودی و خروجی نام ببرد.
- نوع اتصال دو سیستم را تشخیص دهد و نام ببرد.
- خواص کیفی یک سیستم را بررسی کند و نام ببرد.
- پاسخ ضربه‌ی یک سیستم را بدست آورد.
- در یک سیستم LTI، سیگنال خروجی را با داشتن سیگنال ورودی و پاسخ ضربه‌ی سیستم بدست آورد.

۱-۲ سیگنال

سیگنال، نمایش تغییرات یک کمیت فیزیکی به صورت تابعی از یک یا چند پارامتر مستقل (معمولا زمان) است [۱]. شدت جریان، ولتاژ، درجه حرارت، و فشار هوا مثال‌هایی از سیگنال هستند.

۱-۱-۲ انواع سیگنال

سیگنال به دو دسته‌ی عمده‌ی پیوسته^{۳۸} و گسسته^{۳۹} تقسیم می‌گردد [۲، ۱] که در ادامه به تعاریف آنها پرداخته می‌شود:

^{۳۸} Continuous

^{۳۹} Discrete

فصل ۳ سیگنال در حوزه‌ی فرکانس

اهداف فصل:

- در انتهای فصل، خواننده‌ی کتاب می‌تواند
- طیف یک سیگنال داده شده در حوزه‌ی زمان را بدست آورد و رسم نماید.
- سری فوریه‌ی سیگنال متناوب داده شده در حوزه‌ی زمان را بدست آورد.
- انرژی و قدرت سیگنال را با استفاده از طیف سیگنال بدست آورد.
- مشخصه‌ی فیلترهای مختلف را رسم نماید.
- نرخ نمونه‌برداری لازم برای بازسازی کامل یک سیگنال محدود در حوزه‌ی فرکانس را با استفاده از نمونه‌هایش بدست آورد.

۳-۱ مقدمه

سیگنال‌های مورد بررسی در سیستم‌های مخابراتی، سیگنال‌هایی هستند که در آنها یک کمیت فیزیکی با زمان تغییر می‌کند (نظیر سیگنال‌های ولتاژ و جریان). به عبارت دیگر، متغیر مستقل سیگنال‌ها، زمان است. راحت‌ترین راه نمایش این نوع سیگنال‌ها، نمایش آنها در حوزه‌ی زمان است. مثال‌هایی از نمایش سیگنال در حوزه‌ی زمان در فصول قبل ارائه شده است. یک راه دیگر نمایش یک سیگنال این است که در حوزه‌ی فرکانس نمایش داده شود. به نمایش سیگنال در حوزه‌ی فرکانس به اصطلاح طیف فرکانسی^{۷۳} سیگنال نیز گفته می‌شود. هر دو بیان زمانی و فرکانسی سیگنال به یک اندازه در مخابرات ارزشمند هستند و در تحلیل سیستم‌های مخابراتی نقش مهمی دارند.

با کمک تئوری تبدیل فوریه می‌توان با داشتن بیان سیگنال در حوزه‌ی زمان، بیان آن در حوزه‌ی فرکانس (و برعکس) را بدست آورد. از نظر عملی نیز توسط دستگاه اسپکتروم‌آنالایزر، نمایش سیگنال در حوزه‌ی فرکانس به سادگی و به شکل مناسبی قابل انجام است. در این فصل، به نحوه‌ی بدست آوردن و نمایش سیگنال در حوزه‌ی فرکانس پرداخته می‌شود.

^{۷۳} Frequency spectrum

فصل ۴ مدولاسیون

اهداف فصل:

- در انتهای فصل، خواننده‌ی کتاب می‌تواند
- مدولاسیون را تعریف کند و مزایای آن را نام ببرد.
- فرم زمانی و طیف فرکانسی انواع مدولاسیون‌های خطی را بتواند بنویسد و رسم نماید.
- مدولاسیون‌های خطی را از لحاظ راندمان توان و راندمان پهنای باند مقایسه نماید.
- فرم زمانی انواع مدولاسیون‌های غیرخطی را بنویسد.
- پهنای باند سیگنال مدوله شده بصورت FM را بدست آورد.

۴-۱ مقدمه

مدولاسیون فرایندی است که طی آن، سیگنال پیام و سیگنال دیگری موسوم به حامل^۱ با هم ترکیب شده سیگنال مدوله شده را ایجاد می‌نمایند. یکی از مهم‌ترین دلایل استفاده از مدولاسیون، انتقال طیف فرکانسی سیگنال پیام به نقطه‌ای دیگر از محور فرکانس است. به طور معمول در مدولاسیون، سیگنال پیام $x(t)$ (که یک سیگنال پایین‌گذر است) به سیگنال مدوله شده $x_c(t)$ (که معمولاً یک سیگنال میان‌گذر است) تبدیل می‌گردد: $x_c(t) \xrightarrow{\text{مدولاسیون}} x(t)$. علاوه بر این، مدولاسیون می‌تواند باعث تغییر در شکل طیف نیز بشود و مؤلفه‌های فرکانسی جدیدی را اضافه یا کم کند.

مدولاسیون علل و مزایای مختلفی دارد که در ادامه به طور خلاصه آورده می‌شود [۱]:

- سهولت در تشعشع: ابعاد آنتن مورد نیاز برای تشعشع مؤثر یک سیگنال، وابستگی معکوس با فرکانس مرکزی سیگنال ارسالی دارد. از آنجایی که مدولاسیون، معمولاً سیگنال با فرکانس کم را به سیگنالی با فرکانس‌های بسیار بالاتر تبدیل می‌کند ابعاد آنتن مورد نیاز برای ارسال سیگنال مدوله شده بسیار کمتر از ابعاد آنتن سیگنال مدوله نشده خواهد بود.
- غلبه بر محدودیت‌های سخت‌افزاری: پیچیدگی و هزینه‌ی ساخت دستگاه‌های فرستنده و گیرنده وابستگی به پهنای باند نسبی سیگنال ارسالی دارد. پهنای باند نسبی یک سیگنال برابر نسبت پهنای باند سیگنال به فرکانس مرکزی آن تعریف می‌شود. برای غلبه بر پیچیدگی‌های ساخت دستگاه‌های

^۱ Carrier

فصل ۵ کانال انتقال

اهداف فصل:

- در انتهای فصل، خواننده‌ی کتاب می‌تواند
- وظیفه‌ی کانال انتقال را بیان نماید و انواع آن با ذکر مثال نام ببرد.
- طول موج را تعریف و محاسبه کند.
- سه پارامتر مهم خط انتقال TEM را نام ببرد و تعریف کند.
- مثال‌هایی از خطوط انتقال غیر TEM را عنوان کند و مفهوم فرکانس قطع را در آنها بیان نماید.
- پارامترهای یک آنتن را از الگوی تشعشی آن استخراج کند.
- نحوه‌ی انتشار امواج را در بازه‌های مختلف فرکانسی بیان نماید.

۵-۱ مقدمه

کانال انتقال در یک سیستم ارتباطی، واسطه‌ای است که از طریق آن سیگنال خروجی فرستنده به ورودی گیرنده انتقال می‌یابد. سیگنال خروجی از فرستنده به صورت امواج الکترومغناطیسی از کانال انتقال عبور می‌کند و در گیرنده به صورت سیگنال الکتریکی نظیر ولتاژ یا جریان تبدیل می‌شود. کانال انتقال می‌تواند به دو صورت الف) خطوط انتقال و ب) فضای آزاد باشد. در خطوط انتقال، امواج در طول خط انتقال هدایت می‌شود ولی در مورد فضا، امواج به صورت کروی در فضا پخش می‌شود. به همین دلیل، تلفات انتشار در فضا معمولاً بیشتر از تلفات خطوط انتقال است. اما، خطوط انتقال مستلزم امکان کشیدن کابل بین فرستنده و گیرنده است که گاهی چنین امری میسر و یا مقرون به صرفه نیست. مزایا و معایب استفاده از خطوط انتقال و فضا به عنوان کانال انتقال مخابراتی به طور خلاصه در جدول ۵-۱ آورده شده است. درضمن، یکی دیگر از مزایای استفاده از فضا به عنوان کانال انتقال این است که فرستنده و گیرنده می‌توانند جابجا شوند.

فصل ۶ فرستنده و گیرنده

اهداف فصل:

- در انتهای فصل، خواننده‌ی کتاب می‌تواند
- وظایف هر کدام از اجزای نمایش بلوکی یک فرستنده را تشریح کند.
- پارامترهای مهم یک تقویت‌کننده‌ی قدرت را نام ببرد.
- انواع مختلف گیرنده را نام ببرد.
- وظایف هر کدام از اجزای نمایش بلوکی یک گیرنده را تشریح کند.
- بودجه‌بندی توان را در یک اتصال مخابراتی محاسبه کند.

۶-۱ مقدمه

همان طوری که در بخش ۱-۳ ذکر شد یک سیستم ارتباطی از سه بخش فرستنده، گیرنده، و کانال ارتباطی تشکیل می‌شود. به طور خلاصه، فرستنده، سیگنال ورودی به سیستم ارتباطی را به شکل مناسبی برای انتقال از کانال ارتباطی تبدیل می‌کند. گیرنده نیز، تبدیل سیگنال خروجی از کانال انتقال را به شکل مناسب برای تحویل به مبدل خروجی در مقصد را به عهده دارد.

در یک سیستم ارتباطی یک جهتی (سیستم سیمپلکس)، فرستنده در منبع تولید اطلاعات و گیرنده در مقصد اطلاعات قرار دارد. در صورتی که در سیستم ارتباطی دو جهتی (نظیر سیستم دوپلکس یا نیم‌دوپلکس)، منبع اطلاعات در هر دو طرف کانال انتقال واقع است و هر دو طرف دارای فرستنده و گیرنده است. به دستگاهی که دارای فرستنده و گیرنده باشد به اصطلاح ترنسیور^{۸۸} گفته می‌شود. گاهی نیز به دلیل تضعیف زیاد بین فرستنده و گیرنده، در مسیر بین فرستنده و گیرنده دستگاه‌هایی به نام تکرارکننده^{۸۹} تعبیه می‌شود که سیگنال را دریافت و پس از تقویت مجدداً ارسال می‌نماید. در حقیقت، محل تکرارکننده نه مکان منبع اطلاعات است و نه مقصد نهایی اطلاعات؛ بلکه تکرارکننده فقط سیگنال دریافتی را بدون تغییری در اطلاعات آن با قدرت بیشتری مجدداً ارسال می‌نماید.

^{۸۸} Tranceiver

^{۸۹} Repeater

فصل ۷ مخابرات دیجیتال

اهداف فصل:

- در انتهای فصل، خواننده‌ی کتاب می‌تواند
- مزایا و معایب مخابرات دیجیتال را نام ببرد.
- مشخصات یک منبع دیجیتال را نام ببرد.
- اجزای یک سیستم مخابراتی دیجیتال را نام ببرد و وظیفه‌ی هر کدام را شرح دهد.
- انواع مدولاسیون دیجیتال باند میانی را نام ببرد و هر کدام را شرح دهد.
- انواع کدینگ خط را نام ببرد و بتواند نوع یک کدینگ خط را تشخیص دهد.
- انواع مدولاسیون پالسی را نام ببرد و هر کدام را شرح دهد.

۷-۱ مقدمه

به طور کلی، یک سیستم مخابراتی مناسب از ترکیب هماهنگ فرستنده، گیرنده، و کانال انتقال تشکیل می‌شود. همه‌ی عناصر سیستم مخابراتی، علاوه بر تطابق با یکدیگر، باید با ماهیت پیامی که قرار است مخابره شود نیز تطبیق داشته باشند. به همین دلیل با توجه به تمایز پیام‌های آنالوگ و دیجیتال، معمولاً مخابرات به دو دسته‌ی آنالوگ و دیجیتال تقسیم می‌شود. پیام در مخابرات دیجیتال از نوع دیجیتال است و می‌تواند فقط علائم محدود و مشخصی را به خود بگیرد. این امر موجب می‌شود تا یک سیستم مخابرات دیجیتال دارای خواص و عناصر مختص به خود، نسبت به سیستم مخابراتی آنالوگ باشد. بنابراین، سیستم مخابرات دیجیتال، سیستم مخابراتی است که برای انتقال پیام دیجیتال طراحی شده است و مناسب برای انتقال پیام دیجیتال است. یک سیستم مخابراتی دیجیتال خوب، سیستمی است که رشته سمبل‌های ورودی به خود را با دقت خوب و با حفظ ترتیب به مقصد انتقال دهد.

امروزه مخابرات دیجیتال در جهان فراگیر شده و در اکثر زمینه‌ها، جای‌گزین مخابرات آنالوگ شده است. علت این امر نیز مزایای مخابرات دیجیتال نسبت به مخابرات سنتی آنالوگ است. به طور خلاصه، مخابرات دیجیتال دارای مزایای زیر می‌باشد:

- سهولت در مالتیپلکس کردن: با توجه به این که سیگنال دیجیتال در زمان گسسته است، در سیستم‌های دیجیتال از مالتیپلکس حوزه‌ی زمان استفاده می‌شود (چرا؟). مالتیپلکس حوزه‌ی زمان