پس از اینکه مشخص شد در هر لحظه از زمان موج چه مقداری داشته و مقادیر نیز به دیجیتال تبدیل شدند، حالا می‌توان آن‌ها را از طریق کابل منتقل کرد.

در آن طرف، برای فهم صدای شما توسط مخاطب، سیگنال دیجیتال باید به سیگنال آنالوگ تبدیل شود.

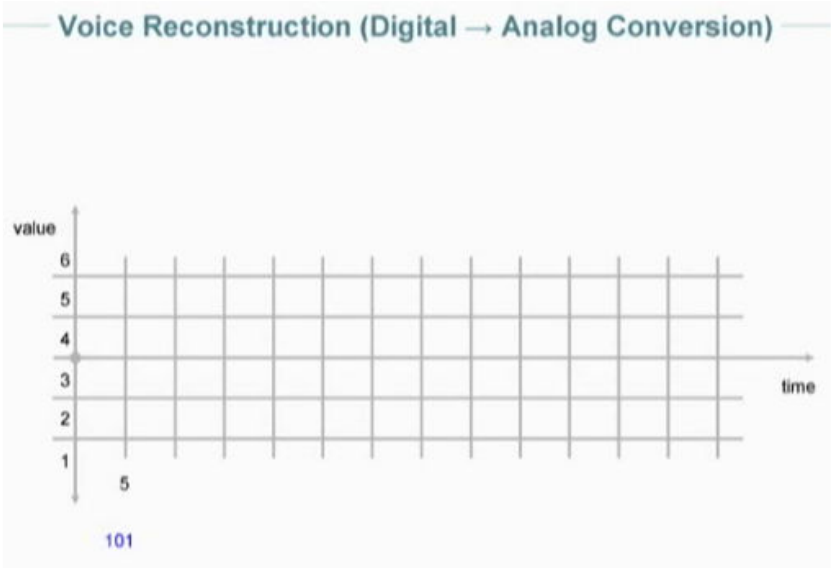
دو گام تبدیل سیگنال Digital به سیگنال Analog:

۱- تبدیل اعداد باینری (Binary) به دسیمال (Decimal) و پیدا کردن نقاط:

در این مرحله، مودمی که مسؤول تبدیل دیجیتال به آنالوگ است، منتظر دریافت اعداد باینری است.

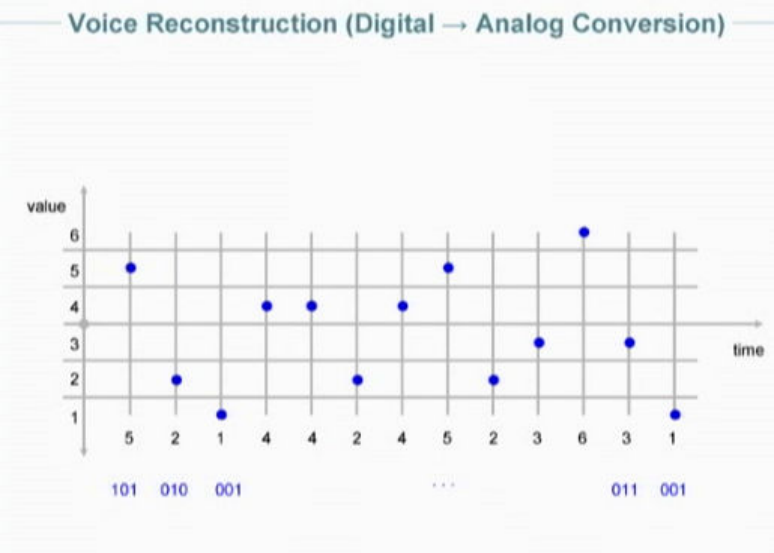
دقت کنید که در بحث انتقال، همیشه باید مقدار زمان انتظار برای دریافت یک پالس مشخص باشد. به طور مثال باید بین فرستنده و دریافت کننده تعیین شده باشد که هر یک میکروثانیه یک پالس می‌آید.

مودم پس از دریافت دیجیتال‌ها، آن‌ها را به ده‌دهی (Decimal) تبدیل می‌کند و در سطح مربوطه در محور Value یک نقطه را در نظر می‌گیرد.



عدد 101 دریافت شده است

www.Teach.Toghraee.ir

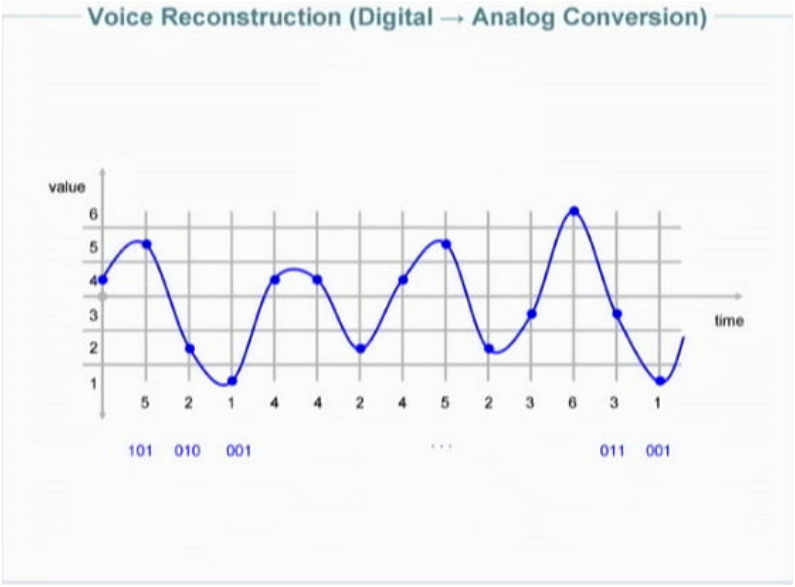


نقطه معادل اعداد باینری روی سطوح مختلف ترسیم شده است

۲- متصل کردن نقاط به یکدیگر:

پس از به دست آمدن نقاط، کافی‌ست آن‌ها را به هم متصل کنیم تا موجی دقیقاً مثل سیگنال اول تولید شود. (دقت کنید که وقتی گفته می‌شود نقاط به هم وصل شوند، در عمل منظور این است که ولتاژهای مختلف بین دو نقطه تولید شود و روی کابل ارسال شود) دقیقاً مثل سیگنال اول؟

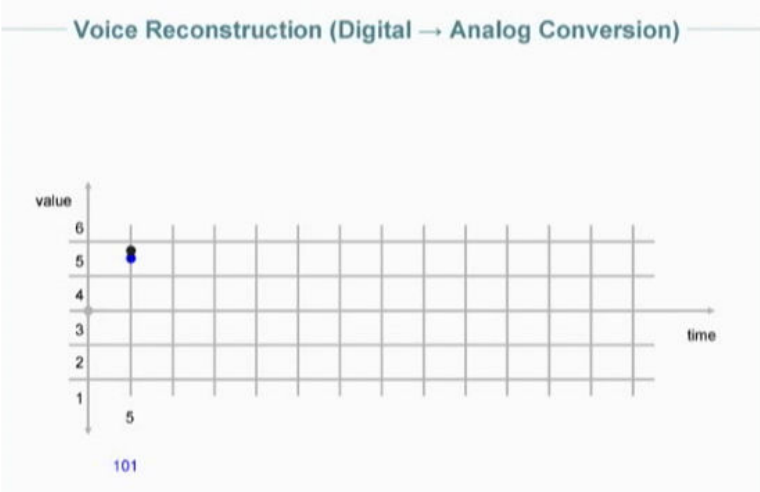
آیا این عبارت درست است؟ یعنی آیا سیگنال نهایی دقیقاً مثل سیگنال اول خواهد بود؟



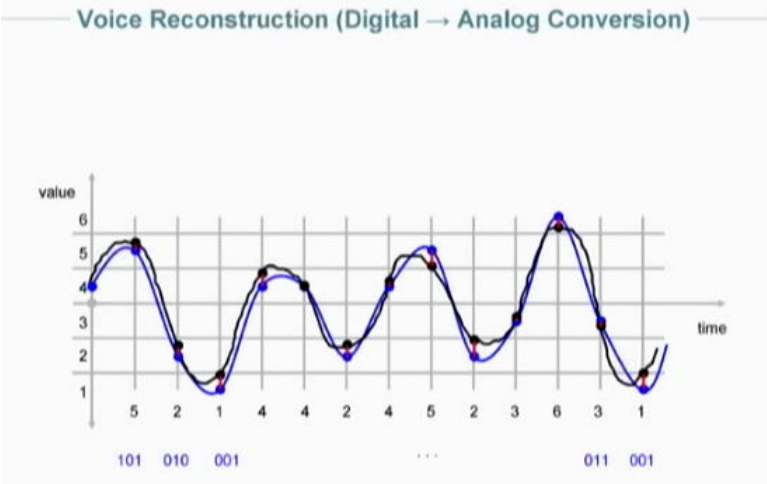
خطای تدریج (Quantization Error) :

همانطور که اکنون میدانید، در تبدیل سیگنال آنالوگ به دیجیتال، در فاز «تدریج» پایین‌ترین و بالاترین سطحِ میدان موج (محور Value) در نظرگرفته می‌شود و این محدوده به سطوح مختلفی تقسیم می‌گردد (به طور مثال ۲۵۶ سطح). سپس در فاز «نمونه برداری» در واحد زمان، به تعداد دفعات مشخصی (به طور مثال ۸۰۰۰ بار در ثانیه) نقاطی برروی موج Analog تصویر می‌شود. طبیعتاً هر نقطه در یک قسمت از تقسیم‌بندی محور Value قرار می‌گیرد (مثلاً بخشی از سیگنال در محدوده ٤ قرار می‌گیرد) که عدد مربوط به آن قسمت به آن نقطه نسبت داده می‌شود و بعد تبدیل به ۰ و ۱ شده و ارسال می‌شود. در مقصد، لازم است که این سیگنال Digital به Analog تبدیل شود. در تبدیل همین سیگنال Digital به Analog، عدد مربوط به این نقاط دریافت می‌شود و در همان محدوده مقادیر یک نقطه در نظر گرفته می‌شود.

مشکل اینجاست که تقسیم‌بندی‌های محور Value به صورت اعداد صحیح هستند (۱ و ۲ و ۳ و ...) ولی مقادیر آنالوگ همیشه به هم پیوسته و در این تقسیم‌بندی به صورت اعشاری‌اند (یعنی به طور مثال می‌توان بین دو عدد۵ و ۶، ده‌ها نقطه با مقدار اعشاری تصور کرد). در نتیجه نقطه دقیق زمان تبدیل آنالوگ به دیجیتال مشخص نیست و ما در تبدیل دیجیتال به آنالوگ، برای تمام قسمت‌های موج که در یک محدوده افتاده‌اند (مثلاً بخش‌هایی از موج که بین اعداد ۵ تا ۶ قرار می‌گیرند، چه ۵.۵ باشد و چه ۵.۸ و چه ۵.۱) یک عدد خاص (مثلاً ۵ یا ۵.۵) را در نظر می‌گیریم (چون نمیدانیم عددی که الان ۵ در نظر گرفته شده، در ابتدا ۵.۱ بوده یا ۵.۵ یا ۵.۸، همه را ۵ تصور کرده‌ایم).



مشخص است که مقداری خطا در تعیین آن نقطه وجود دارد. به این مقدار خطا که مربوط به فاز «تدریج» یا Quantization است، در اصطلاح «خطای تدریج» یا Quantization Error گفته می‌شود.



پس برای اینکه سیگنال تولید شده مشابه سیگنال ابتدایی شود یا کیفیت بهتری داشته باشد، باید Quantization افزایش یابد و Levelها بیشتر شوند تا به هم نزدیک شوند و اعدادی که به دست می‌آیند دقیق‌تر شوند. (خیلی‌ها به اشتباه تصور می‌کنند که Sampling باید افزایش یابد در حالی که مشکل اصلی در مرحله تدریج است)

طبق استاندارد بین المللی، در مخابرات ۲۵۶ سطح Quantization داریم.

سؤال: چرا ۲۵۶؟ چرا ۵۱۲ یا ۱۲۸ و یا هر عدد دیگری نه؟

پاسخ: زیرا اولاً ۲۵۶ توانی از ۲ است و نمایش آن به صورت باینری راحت‌تر است و ثانیاً تجربه و آزمایشات روی انسان‌های مختلف نشان داده که آن‌ها کیفیت سیگنال ۲۵۶ سطحی را از هر سیگنال دیگری بهتر و باکیفیت‌تر تشخیص داده‌اند و حتی جالب است که سیگنال ۵۱۲ هم روی مغز انسان نویز ایجاد می‌کند.

سؤال: چرا کیفیت فونوگراف از CD که Digital است بهتر می‌باشد؟

پاسخ: زیرا فونوگراف موسیقی از نوع Analog و به طور پیوسته است. اما موسیقی روی CD به Digital تبدیل شده است و طبق «خطای تدریج» زمانی که مجدداً به Analog تبدیل می‌شود تا ما بشنویم، با موسیقی اولیه کمی متفاوت خواهد بود.

سؤال: در مخابرات چند بار در ثانیه Sampling داریم؟

پاسخ: شخصی به نام Harry Nyquist آزمایشات زیادی انجام داد و فرضیه‌ای به نام Nyquist Theorem را ارائه داد که طبق این فرضیه برای اینکه تبدیل Digital به Analog با کیفیت خوبی انجام شود و سیگنالی بسیار شبیه به همان سیگنال Analog اولیه داشته باشیم، باید دو برابر پهنای باند فرکانسی، Sampling انجام دهیم. مثلاً برای سیستم‌های مخابراتی که دارای پهنای باند 3000 Hz هستند باید ۶۰۰۰ بار در ثانیه Sampling انجام داد.PSTN برای این که به مشکل برنخورد به جای مقدار ۶۰۰۰ بار در ثانیه، ۸۰۰۰ بار در ثانیه Sampling انجام می‌دهد.

خلاصه دیجیتالی کردن صدا:

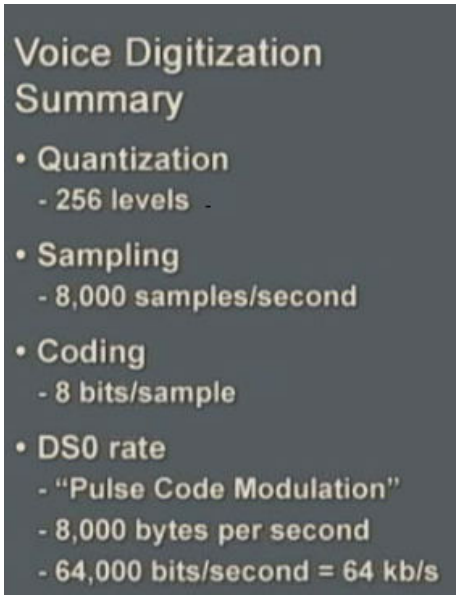
تعداد سطوح تدریج: ۲۵۶ سطح

تعداد نمونه برداری: ۸۰۰۰ بار در ثانیه

تعداد بیت در نظر گرفته شده برای هر نمونه: نهایتاً عدد ۲۵۶ را داریم پس با ۸ بیت می‌توان نمایش داد.

نرخ ارسال در یک ثانیه: ۸۰۰۰ نمونه در ثانیه، برای هر نمونه ۸ بیت، پس: ٦٤٠٠٠ بیت در ثانیه یا 64kbps نرخ ارسال در سیستم مخابرات است که این استاندارد به نام DS0 شناخته می‌شود.

نکته: واحد پهنای باند در Analog، Hz (تغییر ولتاژ) و در Digital، bps (Bits Per Second) است.



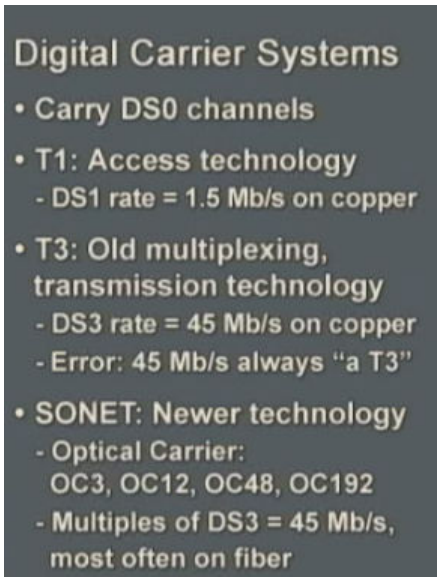
سرعت انتقال خطوط در استانداردهای مختلف:

The Digital Hierarchy: Industry Standard Line Speeds

DS0	**64 kb/s**	**one voice channel**
DS1	**1.5 Mb/s**	**24 DS0**
E1	2.0 Mb/s	32 DS0
~~DS2~~	~~6.3 Mb/s~~	~~4 DS1 = 3 E1~~
DS3	**45 Mb/s**	**28 DS1**
STM	155 Mb/s	3 DS3

دقت کنید خطوط مخابراتی ایران از نوع Analog است که نهایتا 56 Kbps است یعنی سرعت آن حتی به DS0 هم نمی‌رسد.

تکنولوژی‌های انتقال دیجیتال مشهور در دنیا :



سه تکنولوژی برای اتصالات بین سوئیچ‌ها و کاربرها در مخابرات:

1- POTS (Plain Ordinary Telephone Service):

مربوط به سال ۱۸۷٤می شود. نهایت سرعت انتقالی را که پشتیبانی می‌کند 53kbps است و البته در تکنولوژی‌های جدیدتر، تا 56kbps نیز رسیده است.

2- ISDN (Integrated Services Digital Network):

مربوط به سال ۵-۱۹٦٤می شود. سرعت انتقال 128kbps را پشتیبانی می‌کند.

Integrated Services یکی از اهداف Digital است که می‌توان data، voice، video را ارسال کرد.

سؤال: اگر بخواهیم بین دو مرکز از طریق خطوط تلفن Video conference (ویدئو کنفرانس) داشته باشید، آیا می‌توانیم خطوط مستقیم POTS را به هم متصل کنیم؟

پاسخ: خیر. آن‌ها Analog هستند و برای ویدئو کنفرانس و کارهای دیگری مانند فکس باید خطوط را به Digital تغییر داد (ISDN) و یا از مودم برای این کار استفاده کرد.

در حقیقت تلفن‌ها امکان انجام چنین کاری را به طور پیشفرض ندارند، اما با مودم و کامپیوتر می‌توان این ضعف را حذف کرد.

3- DSL (Digital Subscriber Line):

مربوط به سال ۱۹۹۸ بوده و سرعت انتقال 3Mpbs را پشتیبانی می‌کند.

مزایای Digital کردن خطوط انتقال:

1- Voice Application (کاربرد صدایی) :

۱- هرنوع صدایی را می‌توان ارسال کرد.

۲- می‌توان فشرده سازی روی صداها داشت.

2- Data Application (کاربرد داده‌ای) :

۱- اتصال به کامپیوترها به صورت راه دور(Remote).

۲- فکس کردن (Fax).

۳-اتصال WANهای مختلف (اتصال شبکه‌های گسترده مختلف از طریق خطوط).

3- Video Application (کاربرد ویدئویی) :

۱- انتقال انواع Video از طریق خطوط با کیفیت‌های مختلف، که بستگی به پهنای باند دارد.

مشهورترین ابعاد Videoها :

352*258 ابعاد VCDها است. (کیفیت پایین)

720*480 ابعاد DVD است. (کیفیت متوسط)

کیفیت High Definition (وضوح بالا) دو نوع است:

1- 1280*720 که به 720p (progressive) یا 720i (interlace) معروف است.

2- 1920*1080 که آن را 1080p یا 1080i هم می‌نامند.

تفاوت progressive و interlace :

p یعنی نوع ترسیم فریم‌های ویدئو **Progressive** (یعنی پیشرفتی) است. Progressive یعنی فریم‌های ویدئو به سرعت و به صورت پیکسل به پیکسل از بالا سمت چپ تا پایین سمت راست ترسیم می‌شوند البته تعریف دیگر آن این است که خط به خط از بالا به پایین ترسیم می‌شوند.

اما i یعنی نوع ترسیم فریم‌های ویدئو **Interlace** (یعنی در هم بافته) است. Interlace یعنی فریم‌ها خط به خط (Line by Line) به صورت یک در میان (ابتدا خط‌های فرد و سپس زوج) ترسیم می‌شوند و بنابراین کمی پرش در تصویر خواهیم داشت.

Progressive استاندارد جدیدتر برای ترسیم فریم‌هاست.

سوئیچینگ بسته‌ای

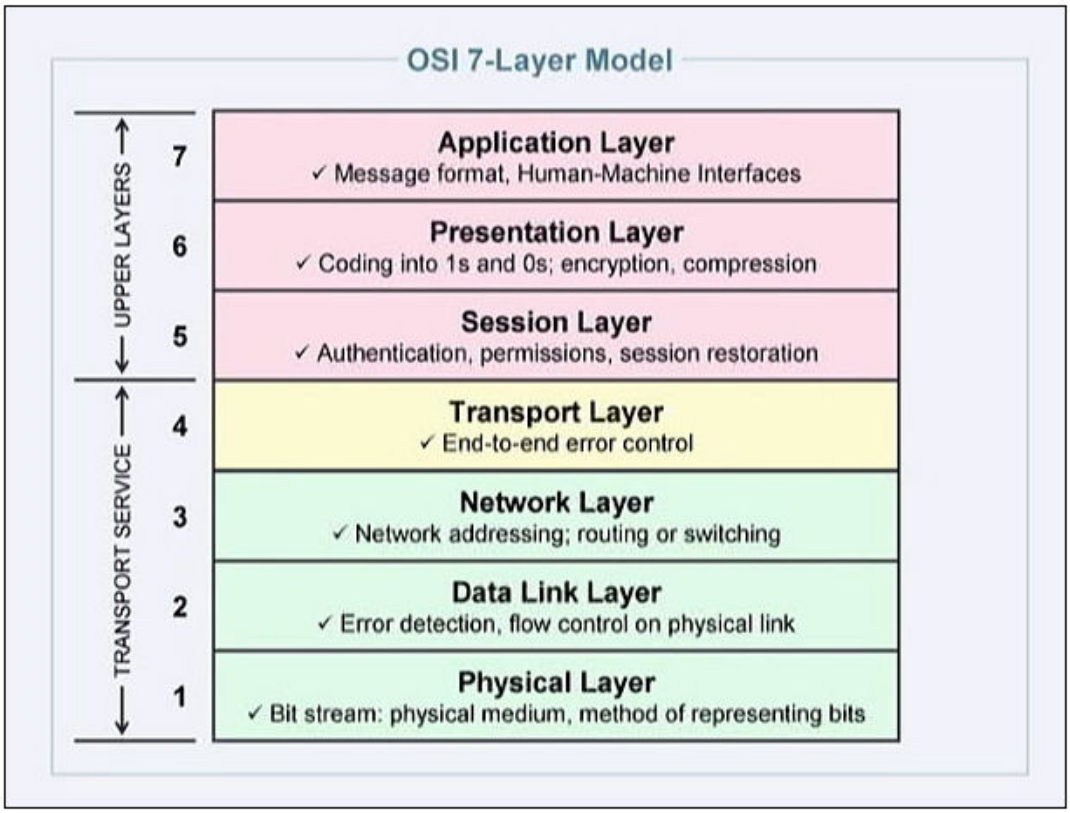
Packet Switching یا Data Switching

همانطور که قبلاً گفته شد، اتصالات بین تلفن‌ها به صورت سیستم مداری یا Circuit Switching است. یعنی قبل از اینکه کاربر شروع به تبادل داده کند، باید یک مدار اختصاصی (Dedicated Circuit) یا کانال برای او ایجاد شود.

اما نوع دیگری از اتصالات که به ویژه در شبکه‌های کامپیوتری مورد استفاده قرار می‌گیرد، Packet Switching نامیده می‌شود که در این بخش با آن آشنا می‌شویم.

آشنایی عمیق‌تر با لایه‌های مدل OSI:

با تشریح مدل OSI می‌توان کلیه مباحث شبکه را پوشاند.



چگونه نام و ترتیب این لایه‌ها را حفظ کنیم؟

در بین شبکه‌کارها این رسم است که برای حفظ کردن نام لایه‌ها، یک جمله را حفظ می‌کنند که با نام این لایه‌ها هماهنگ است.

به طور مثال جمله به زیر دقت کنید:

All People Seems To Need Data Processing

اگر بتوانید این جمله ساده را حفظ کنید، ترتیب لایه‌ها را به راحتی حفظ کرده‌اید.

معنی جمله این است: به نظر می‌رسد همه مردم به پردازش داده‌ای نیاز داشته باشند.

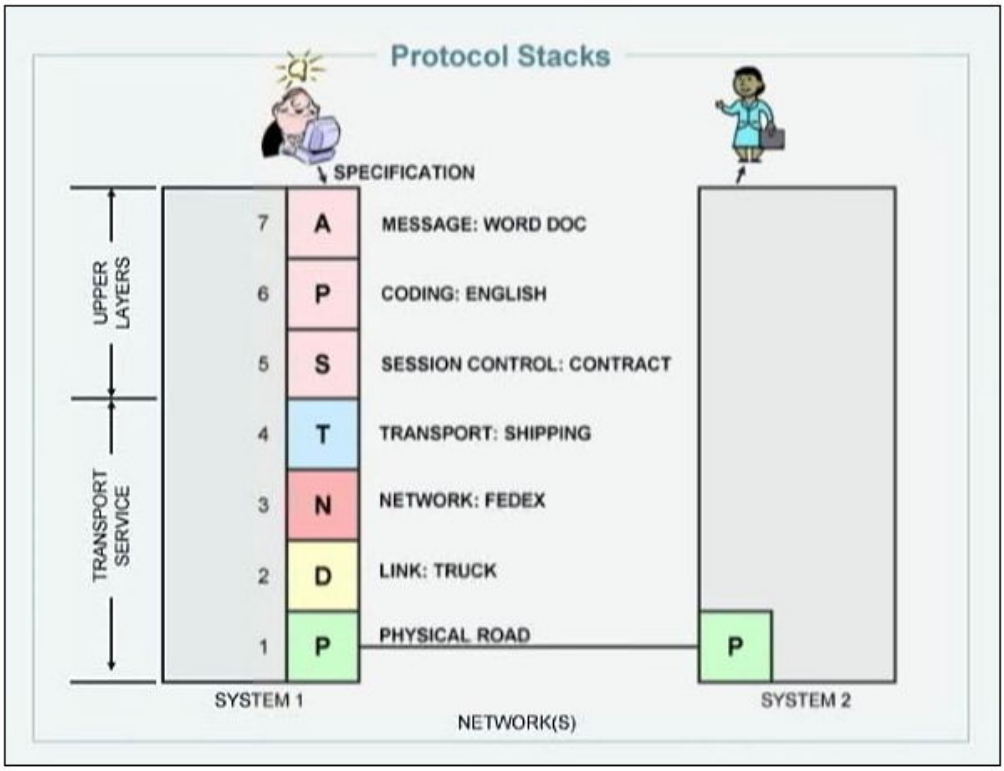
چگونه کاربرد هر لایه را حفظ کنیم؟

مدلی که در زمینه ارتباطات شبکه در OSI ارائه می‌شود شباهت‌های بسیار زیادی به ارتباطات در دنیای واقعی دارد. برای اینکه بدانید هر لایه چه وظیفه‌ای دارد، به این مثال دقت کنید:

قبل از مثال، دقت کنید که بسیاری از قوانین دنیای تکنولوژی از روی رفتار انسان‌ها وضع شده است. پس این مثال می‌تواند منبع افکار طراح مدل OSI را مشخص کند.

فرض کنید می‌خواهیم به عنوان یک کارمند در یک سازمان، با کارمند دیگری در سازمانی در شهر بغداد مکاتبه کنیم (مثلاً مسؤول بازاریابی یک شرکت هستیم و می‌خواهیم با مسؤول بازاریابی یک شرکت عراقی مکاتبه کنیم).

واضح است که نمی‌توانیم این کار را به طور مستقیم انجام دهیم، چون مشکلاتی مثل یکسان نبودن زبان و ندانستن آدرس و رعایت نکردن اصول نامه‌نگاری ممکن است نامه را بی‌اثر کند. پس باید یک روال منظم طی شود:



۱- بسیاری از کارشناسان معتقدند که هدف اصلی در یک شبکه، تبادل افکار می‌باشد. برای این که بتوانیم افکارمان را تبادل کنیم ابتدا باید آن‌ها را در برنامه‌ای مانند Word تایپ کنیم. (لایه Application یا برنامه‌های کاربردی)

۲- در مرحله بعد باید قبل از این که نامه به دست شرکت عراقی برسد ترجمه شود. به چه زبانی ترجمه شود؟ طبیعتاً به زبان مشترک دنیا یعنی انگلیسی. به آنجا که رسید، مترجم به عربی ترجمه می‌کند. پس برای این کار نامه را به مرکز دارالترجمه در سازمان تحویل می دهیم. (لایه Presentation یا ارائه)

۳- سپس نامه ترجمه شده تحویل مرکزی داده می‌شود که مسؤول برقراری ارتباط می‌باشد. این مرکز میداند چطور (طبق قوانینی خاص) با کشورها و سازمان‌های دیگر ارتباط رسمی برقرار کند. اگر به طور مثال یک نامه ضمیمه از رئیس سازمان لازم باشد این مرکز میداند و آن‌را تهیه می‌کند... (لایه Session یا جلسه)

٤- در مرحله بعد نامه از مرکز برقراری ارتباط، به مرکز مسؤول انتقال نامه به مقصد، تحویل داده می‌شود. شیوه‌های مختلفی برای ارسال وجود دارد. نامه به صورت پست پیشتاز فرستاده شود یا مثلاً به خاطر امنیت بالا، یک پیک اختصاصی آن‌را به مقصد برساند و یا اینکه به خاطر امنیت پایین، نامه را در یک صندوق در خیابان بیندازیم!!! (مثل اینترنت در بحث شبکه!!) به هر حال، این شیوه توسط مرکز برقراری ارتباط تعیین می‌شود. (لایه Transport یا انتقال)

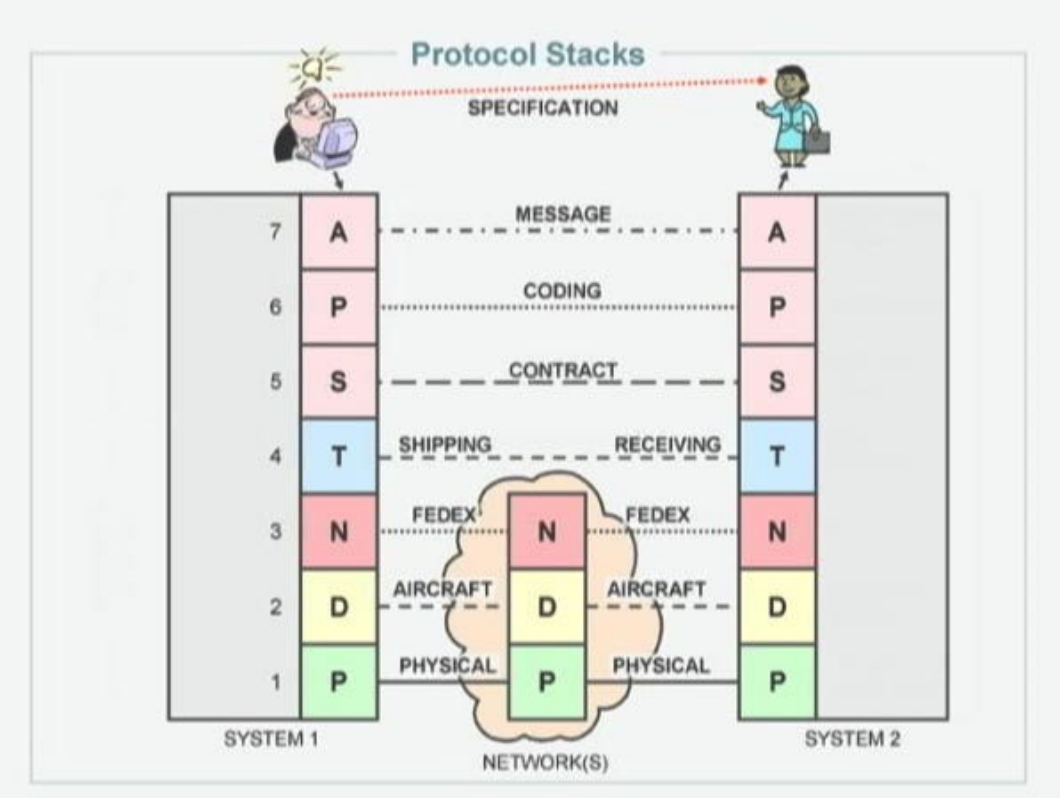
٥- در قسمت دیگری در بخش پست، آدرس دقیق مبداءِ و مقصد مشخص و بر روی نامه درج می‌گردد و تمبر به آن می‌چسپد. (لایه Network یا شبکه)

٦- در بخش دیگری از سازمان ما، این نامه و دیگر نامه‌ها که باید ارسال شوند، در یک جعبه یا قاب نهایی قرار می‌گیرند و آدرس اداره پست بعد که باید این نامه‌ها را دریافت کند، روی این قاب درج می‌گردد. (لایه Data link یا پیوند داده‌ای)

٧- و در نهایت وقتی آن قاب آماده ارسال شد، به وسیله انتقال یعنی یک ماشینِ حملِ نامه یا هر وسیله انتقال دیگر سپرده می‌شود و این رسانه آن را تا مقصد بعدی حمل می‌کند. (لایه Physical یا فیزیکی)

در مرکز پستی، آدرس روی جعبه یا قاب ممکن است تغییر کند. مثلاً نامه‌هایی که قرار است از ساوه به مشهد ارسال شوند ابتدا از سازمان ما به اداره پست ساوه، سپس از پست ساوه به پست تهران و سپس شهر بعد و در نهایت به مشهد که مقصد ماست می‌رسد. پس هر بار مقصد بعدی روی این قاب نوشته می‌شود تا در هر لحظه مشخص باشد که مقصد بعدی کجاست.

در مدل OSI دقیقاً همین روال دنبال می‌شود:



افکار در لایه Application به صورت فایل متنی پیاده‌سازی می‌شوند و در لایه Presentation به زبان 0 و 1 تبدیل می‌شوند. لایه‌ای به نام Session مسؤول برقراری ارتباط با قراردادهایی خاص بین مبدأ و مقصد می‌باشد. این لایه پس از برقراری ارتباط، اطلاعات را تحویل لایه Transport می‌دهد. این لایه تصمیم می‌گیرد با چه پروتکلی (مثلاً TCP/IP یا UDP) اطلاعات، انتقال پیدا کنند. سپس این لایه

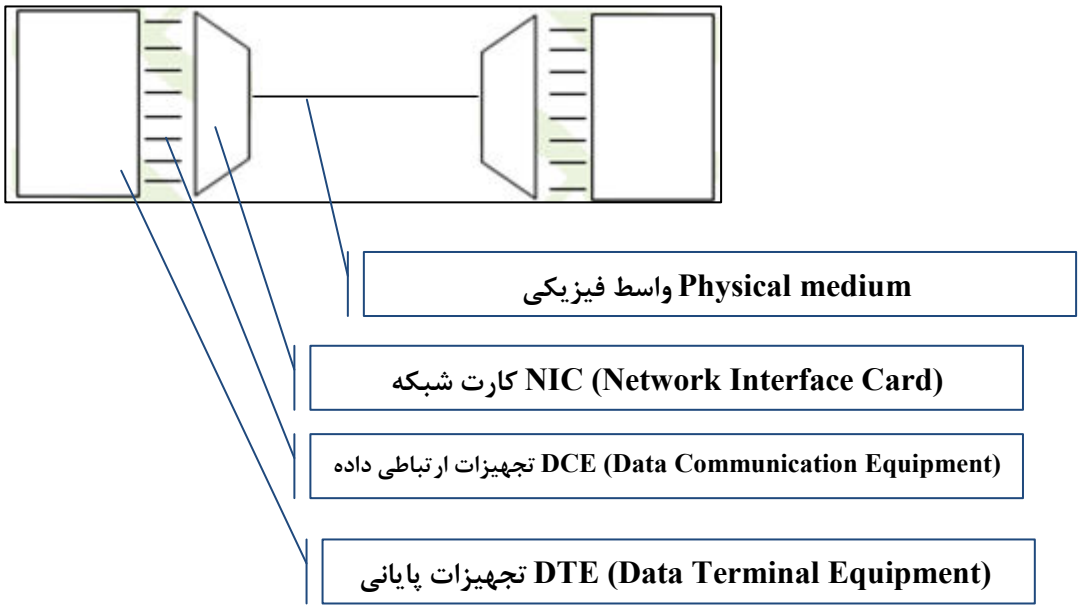
www.Teach.Toghraee.ir

اطلاعات را تحویل لایه Network می‌دهد. لایه شبکه آدرس مبدأ و مقصد را به اطلاعات اضافه می‌کند و اطلاعات تحویل لایه Data link داده می‌شود. در این لایه با توجه به آدرس مقصد، آدرس روتر بعدی به اطلاعات اضافه می‌شود و در نهایت اطلاعات به لایه Physical داده می‌شود.

نکته: در OSI، لایه‌ها ضمن ارتباط بالا به پایین و برعکس، با هم یک رابطه مجازی مستقیم هم دارند. مثلاً وقتی نامه تایپ می‌شود باید مطمئن شد که طرف مقابل هم نرم افزار Word دارد و این یعنی یک رابطه بین دو Application وجود دارد و یا لایه Transport با هم ارتباط دارند که ببینند آیا سیگنال دریافت شد یا نه؟

آشنایی با لایه فیزیکی در مدل OSI :

شکل کلی اتصال دو کامپیوتر در یک شبکه و اجزای فیزیکی مورد نیاز در این اتصال:



DTE (تجهیزات پایانه داده) :

مانند کامپیوتر، فکس، پرینتر، موبایل، دستگاه‌های پرداخت الکترونیک و... که در خطوط انتقال داده‌ای، پایان دهنده هستند و در نهایت اطلاعات به آن‌ها می‌رسد و اطلاعات را پردازش می‌کنند.

DCE (تجهیزات ارتباطی داده) :

سریال یا موازی؟

فرض کنید که می‌خواهیم ۸ بیت داده را بین دو نقطه منتقل کنیم.

چه راه‌هایی به نظرتان می‌رسد؟

طبیعتاً به دو صورت ممکن است:

۱- هشت کانال رسم کنیم و از هر یک، یک بیت بفرستیم.

۲- یک کانال رسم کنیم و ۸ بیت را یکی یکی و پشت سر هم ارسال کنیم.

به روش اول، موازی (Parallel) و به روش دوم سری (Serial) گفته می‌شود.

سؤال: فکر می‌کنید کدام روش سریع‌تر است؟ درست است، پارالل.

سؤال: اما چطور شد که با وجود سرعت بالای انتقال پارالل، این روزها همه چیز به سمت سریال شدن می‌رود؟ به طور مثال، کابل‌های پرینتر قبلاً از نوع Parallel Port بود اما اکنون از نوع USB یا Universal **Serial** Bus است. اتصال Hard disk به Mother Board قبلاً IDE یا ATA بود اما الان SATA(Serial ATA) است. چرا؟

www.Teach.Toghraee.ir