بنام خدا

این نوشتار ترجمه فصل اول کتابی با مشخصات زیر است:

TELECOMMUNICATION SWITCHING SYSTEMS AND NETWORKS, Second Edition
T. Viswanathan and Manav Bhatnagar
© 2015 by PHI Learning Private Limited, Delhi.

مترجم:

امیدرضا معروضی

تاریخ ترجمه: زمستان ۱۴۰۰ هجری خورشیدی

عنوان پیشنهادی مترجم برای کتاب: سودهی در شبکه‌های مخابراتی

مطالب این کتاب برای دانشجویان کارشناسی رشته مهندسی برق در دروس اصول سامانه‌های مخابراتی، مخابرات دیجیتال و سامانه‌های انتقال مخابراتی قابل استفاده است.

سخنی با خواننده

ضرورت ترجمه متون تخصصی با توجه به طیف محدود مخاطبان و محدودیتهای زبان همواره مورد تردید بوده است. مخالفان ترجمه متون تخصصی استدلال می‌کنند که با توجه به سطح علمی بالای مخاطبان متون تخصصی بسیاری از آنها توانایی خواندن متون به زبان اصلی را دارند و در واقع خواندن مطالب به زبان اصلی با توجه به کمبود لغات فارسی برای بیان مفاهیم علمی و چالش‌های ترجمه عبارات مخفف شده و نظایر آن، گاهی از خواندن متن ترجمه شده ساده‌تر است.

اما با توجه به نفوذ و گسترش علوم مختلف در سطوح مختلف اجتماع و خارج شدن آن از حلقه محدود دانشگاه، رفتن به سمت توسعه ادبییات نوشتاری و گسترش قابلیت‌های زبان فارسی برای مواجهه با مفاهیم جدید مطرح در علوم و فنون جدید امری اجتناب ناپذیر است. از طرفی در حوزه زبانشناسی گفته می‌شود که نحوه تفکر و یادگیری هر فرد بشدت تحت تأثیر زبان قرار دارد و لذا اگر متنی ترجمه شده را بخوانیم مطالب با سرعت و سهولت بیشتری در ذهن می‌نشیند و ماندگار می‌شود.

متأسفانه در ادبیات نوشتاری متون علمی و فنی شاهد استفاده بی‌پروایانه و غیرضروری از لغات و اصطلاحات زبان‌های خارجی هم با رسم الخط فارسی و هم به زبان انگلیسی هستیم. بطوریکه در میان جملات و بندهای متن بارها شاهد استفاده از حروف غیر فارسی به خصوص در مورد اصطلاحات فنی و مخففات هستیم. من سعی داشته‌ام از این مسئله پرهیز کنم و تا حد امکان متن ترجمه شده یکپارچه و با رسم الخط زبان فارسی باشد. تنها استثنا روابط ریاضی است که بناچار با رسم الخط غیرفارسی در متن آورده شده است. هرجا که کلمات و اصطلاحات جدید و دیرآشنا بنظر برسند عبارت انگلیسی آن بصورت پانویس در متن آورده شده است تا خواننده را با آن واژگان و مفهوم آن بهتر آشنا کند.

بسیاری از کلمات مصطلح فعلی در متون و زبان فارسی از زبانهای خارجی وام گرفته شده است که افزایش روزافزون آنها باعث مشکلاتی در شیوه تلفظ و دستور زبان و بتدریج آلودگی زبانی خواهد شد. درباره واژه گزینی و معادلهای فارسی این کلمات فرهنگستان زبان و مترجمان سعی و تلاش وافر ولی ناکافی داشته‌اند. اینجانب در ترجمه لغات خارجی سیاست زیر را اتخاذ کرده‌ام. برخی از کلمات، مانند کانال، باند، وب بخاطر استفاده مکرر و تلفظ مأنوس با زبان ما جا افتاده‌اند و نیازی به ترجمه ندارند. برای برخی از کلمات خارجی هم با کوششهای انجام شده قبلی توسط مترجمان و یا فرهنگستان معادل مناسب وجود دارد ولی کمتر استفاده شده است. اینجانب در چنین مواردی واژه معادل را در متن بکار برده و صورت متداول قبلی را هم در داخل کروشه آورده‌ام برای مثال همبندی [توپولوژی] یا تراسو [ترانزیستور] تا هم به خوانایی متن لطمه نخورد و هم بتدریج ذهن خواننده با کاربرد لغات معادل آشنا شود. برخی لغات هم مصطلح هستند ولی به بافت زبان ما نمی‌خورند و باید با عبارت معادل فارسی جایگزین شود که تا کنون اینکار صورت نگرفته است. در چنین مواردی سلیقه شخصی خود را دخالت داده و معادل‌هایی که به نظر اینجانب مناسب بوده را استفاده کرده‌ام. مانند وراگو [تلفن]، ورابین [تلویزیون]، دیداره [ویدئو]. البته همان شیوه قبلی آوردن معادل قدیمی در کروشه را برای آشنا ساختن خواننده با کلمات پیشنهادی جدید در این مورد هم اعمال کرده‌ام. طبیعی است که سلیقه فردی ممکن است مقبول طبع قرار نگیرد و معادل‌های پیشنهادی خود بخود با استفاده نشدن از طرف خوانندگان از صحنه زبان محو خواهند شد. ولی حتی اگر چند واژه جدید هم معادل مقبولی بیابند و بتدریج رواج یابند بخشی از اهداف من در اقدام به ترجمه این کتاب محقق شده است. برای اینگونه واژه ها جدولی در انتهای متن ترجمه ارائه شده است.

یکی از مشکلات مهم ترجمه متون فنی و علمی، معادل‌سازی برای مخففات است. فلسفه استفاده از مخففات در زبان انگلیسی خلاصه نویسی مفاهیم پر تکرار است. در واقع هر مخفف یک قرارداد زبانی بین نویسنده و خواننده برای بیان یک مفهوم پرکاربرد است که در قالب یک یا دو واژه نمی‌گنجد و بارها در متن کاربرد دارد. زبان انگلیسی چند برتری به زبان فارسی از لحاظ مخفف‌سازی دارد. نخست آنکه فرم نوشتاری گسسته زبان انگلیسی امکان گزینش راحت حروف از بین واژه‌های عبارت چند واژه‌ای فراهم می‌کند و بخاطر نوشتن دنبال هم حروف بزرگ به راحتی می‌توان اصطلاح مخفف شده را نوشت. برای مثال عبارت

Very Large Scale Integration: VLSI

حال سعی کنیم همین کار را بر روی عبارت ترجمه شده اعمال کنیم:

یکپارچه‌سازی در مقیاس خیلی بزرگ: یمخب

راهی برای مشخص کردن حروف انتخاب شده برای تشکیل عبارت مخفف وجود ندارد.

مشکل مهمتر نحوه تلفظ عبارت مخفف شده در زبان فارسی است. در زبان انگلیسی با توجه به مشخص بودن حروف صدادار و نوع راحت هجی کردن حرف به حرف مخفف را ساده‌تر می‌شود خواند. برای نمونه VLSI بصورت (وی اِل اِس آی) خوانده می‌شود ولی یمخب را می‌شود به چند شیوه خواند (یِ میم خِ بِ) یا (یَمخُب) یا (یَمُخب) . از لحاظ ظاهری هیچ راهی که به خواننده متن فارسی یادآوری کند که عبارتی که می‌خواند یک مخفف است و نه یک واژه متداول وجود ندارد ولی در زبان انگلیسی با توجه به اینکه در واژه‌های عادی توالی حروف بزرگ وجود ندارد خواننده به راحتی متوجه است که واژه VLSI یک مخفف است و باید خوانش حرف به حرف را انجام بدهد.

مخفف با تلفظ فارسی آن است. برای نمونه VLSI را بصورت وی اِل اِس آی بنویسیم. برای رعایت ساده نویسی شاید ویئلئس‌آی هم مناسب باشد. ولی خواندن آن عبارت هنوز برای فارسی زبانان مأنوس نیست. اگر بخواهیم رعایت فارسی خوانی را هم بکنیم بهتر است ترجمه را بصورت ویلسی بنویسیم و بخوانیم. برای آنکه به خواننده یادآوری کنیم که با یک عبارت مخفف روبرو هست پیشنهاد می کنم آنرا درون علامتی نوشتاری نظیر « » بنویسیم یعنی به شکل «ویلسی». راه بهتر شاید این باشد که مخفف را از روی ترجمه عبارت بسازیم. برای نمونه عبارت مخفف 3GPP را در نظر بگیرید:

The Third Generation Partnership Project: 3GPP

معادل فارسی عبارت فوق، برنهاد مشارکت نسل سوم است که با انتخاب حروف برنهاد مشارکت نسل سوم آنرا بصورت «بهمن۳» خلاصه می‌کنیم. در انتخاب معادل برای مخفف‌ها هر جا امکان داشته از روش اخیر استفاده شده یعنی انتخاب حروف از روی عبارت ترجمه شده بوده است. ولی در مواردی که مخفف مناسبی از این روش بدست نیامده همان روش اول یعنی انتخاب حروف از روی مخفف اصلی و فارسی سازی آن برای راحتی نوشتن و خواندن مد نظر بوده است. جدولی از مخففات هم در انتهای متن ترجمه آورده‌ام.

در انتها استدعا دارم چنانچه نظر و پیشنهادی درباره ترجمه دارید و یا اگر انتقادی بر معادل‌های انتخاب شده دارید با استفاده از نشانی رایانامه زیر مرا مطلع سازید:

marouzi@shahroodut.ac.ir

امیدرضا معروضی

عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعتی شاهرود

سودهی در شبکه‌های مخابراتی

ویراست دوم

مؤلفان: تیاگاراجان ویسواناتان–مناف بهاتنگر

مترجم: امیدرضا معروضی

فصل اول

مقدمه

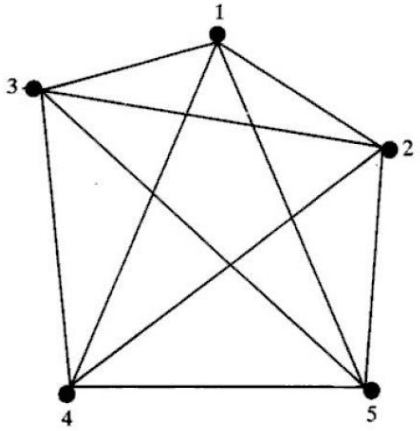
مخابرات راه دور از دورانی که انواع نشانه‌ها، طبل‌زنی و تیرنشانه [سمافور] برای انتقال پیام بکار گرفته می‌شدند تا دوران مدرن که از اخباره[سیگنال]های برقی، موجتابشی [رادیویی] و برقنوری در مخابره راه دور استفاده می‌کنیم، تحول زیادی یافته است. بکارگیری اخباره نوری تولید شده از منبع لیزری و انتقال آن روی تار نوری باخلوص زیاد از آخرینِ این تحولات است. در شبکه‌های مخابراتی، اخباره‌های حاوی اطلاعات بین واحدهایی که در فواصلی دور از هم قرار دارند، مبادله می‌شوند. هر واحد ارتباط می‌تواند یک رایانه، انسان، دستگاه نمابر، وراچاپگر، پایانه داده و مواردی از این دست باشد. عملیات تبادل داده به صورت مکالمات وراگویانه[تلفنی]، انتقال فایل بین رایانه‌ها یا مبادله پیام بین پایانه‌های داده، بین میلیاردها واحد مستقر در اطراف و اکناف تمام دنیا انجام می‌شوند. در مکالمات وراگویانه، طرف منشأ ارتباط را *متقاضی* و طرف مقصد ارتباط را *مخاطب* می‌نامیم. در سایر شیوه‌های تبادل اطلاعات طرفین ارتباط را به ترتیب *مبدأ* و *مقصد* می‌نامیم.

تنها وقتی هدف غایی مخابرات راه دور محقق می‌شود که هر واحد در هر جای این دنیا بتواند با تمام واحدهای دیگر در هر کجا در سرتاسر دنیا ارتباط برقرار کند. شبکه‌های مخابراتی راه دور نوین سعی دارند که این ایده "اتصال جهانی" را ایجاد کنند. اتصال شبکه‌های مخابراتی توسط ادوات سودهی[کلیدزنی][1]صورت می‌گیرد. در این کتاب ادوات سودهی و شبکه‌های مخابرات راه دوری که از آنها استفاده می‌کنند را مطالعه خواهیم کرد.

[1]switching systems

۱-۱ تحولات شبکه‌های مخابراتی راه دور

به لحاظ تاریخی شروع دوران مخابرات برقی با ارسال اخباره‌های ورانگاری[تلگراف] روی سیم آغاز شد. ورانگاری از ۱۸۳۷ در بریتانیای کبیر و از ۱۸۴۵ در فرانسه رواج یافت. مارس ۱۸۷۶ الکساندر گراهام بل دستگاه وراگوی[تلفن] خود را ساخت و نشان داد اخباره صوتی را می‌توان در مسافت دور انتقال داد. اختراع گراهام بل از اختراعات نادری بود که بی‌درنگ عملیاتی شد. نمایش او وراگویی را پایه نهاد.



شکل ۱-۱ شبکه با مسیرهای ارتباطی نقطه به نقطه

گراهام بل یک ارتباط وراگویی نقطه به نقطه را به نمایش گذاشت. در شکل ۱-۱ شبکه‌ای از ارتباطات نقطه به نقطه نشان داده شده است. در چنین شبکه‌ای متقاضی، خط ارتباطی مناسب را برای تماس با مخاطب انتخاب می‌کند. برای جلب توجه مخاطب بایستی قبل از شروع مکالمه روی یک مسیر ارتباطی نوعی *علامت‌دهی*، مثل ارسال زنگ، صورت بگیرد. چنانچه مخاطب مشغول باشد بایستی این وضعیت از طریق علامت‌دهی به اطلاع متقاضی برسد.

در شکل ۱-۱ پنج واحد ارتباطی و ۱۰ خط ارتباطی نقطه به نقطه وجود دارد. در حالت کلی اگر n واحد ارتباط در شبکه نقطه به نقطه موجود باشد به $n(n-1)/2$ خط ارتباطی نیاز داریم. بیایید ترتیبی فرضی برای واحدهای ارتباطی در نظر بگیریم. برای اتصال واحد ارتباطی اول به سایر واحدها به $n-1$ خط ارتباطی نیاز داریم. حال با توجه به اینکه اتصال واحد دوم و اول قبلاً برقرار شده برای اتصال واحد دوم به سایر واحدها به $n-2$ خط ارتباطی نیاز خواهیم داشت. برای واحد سوم $n-3$ خط و برای اتصال واحد چهارم به $n-4$ خط نیاز داریم و به همین ترتیب تا آخرین واحد که به

هیچ خطی نیاز نخواهد بود زیرا آخرین واحد طی مراحل قبلی به تمام واحدهای دیگر اتصال یافته است. تعداد کل خطوط ارتباطی مورد نیاز L را از رابطه زیر بدست می‌آوریم:

$$L = n-1+n-2+\cdots+1+0 = n(n-1)/2 \qquad (۱-۱)$$

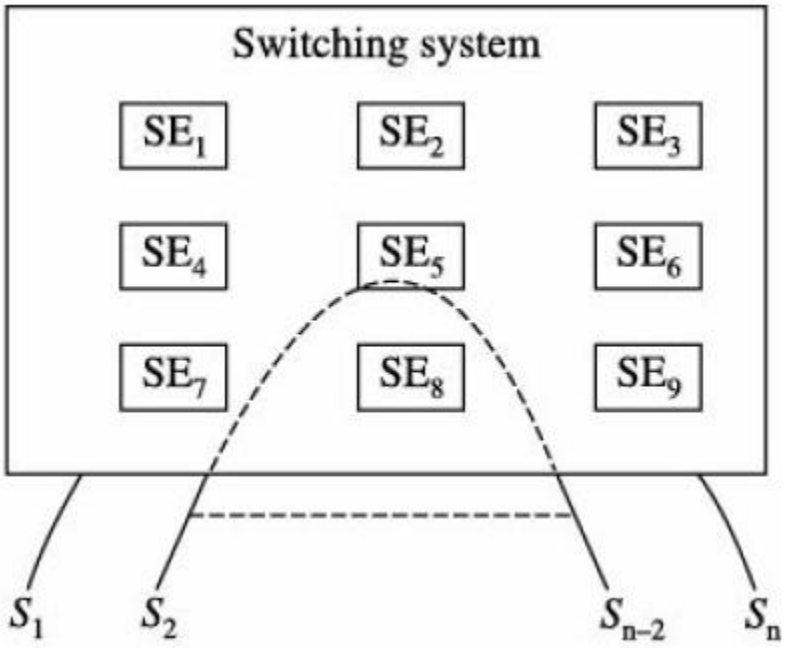
به چنین شبکه‌هایی که بین هر دو طرف ارتباط یک خط ارتباطی اختصاصی وجود دارد، *شبکه‌های متصل کامل* گفته می‌شود. تعداد مسیرهای ارتباطی در شبکه‌های متصل کامل حتی برای مقادیر متوسط n عدد بزرگی خواهد بود. برای مثال برای ایجاد اتصال کامل بین ۵۰ مشترک به ۱۲۲۵ خط ارتباطی نیاز خواهیم داشت. درنتیجه برای بهره برداری عملی از شبکه وراگو در مقیاسی حتی متوسط، علاوه بر دستگاه‌های وراگوی بل و مقدار زیادی زوج سیم مسی، به *سامانه سودهی* نیاز خواهیم داشت.

۱-۱-۱ سامانه‌های سودهی

سامانه سودهی[کلیدزنی] با نامهای دیگری چون *اداره سودهی*، *مرکز سودهی*، *مرکز تبادل وراگو*،*گره سودهی* و یا به اختصار *سوده* هم خوانده می‌شود. با ظهور سامانه های سودهی، مشترکین بجای آنکه بطور مستقیم بهم اتصال یابند، مطابق آنچه در شکل ۱-۲ نشان داده شده است به سامانه سودهی متصل می‌شوند. هر سامانه سودهی از چندین عنصر سوده[سوئیچ] تشکیل شده است. در شکل ۱-۲ نه عنصر سودهی دیده می‌شوند. هر گاه مشترکی بخواهد با مشترک دیگری ارتباط برقرار کند، اتصال بین آنها در سامانه سودهی با بکارگیری یک یا چند عنصر سودهی انجام خواهد شد. واژه سودهی با توجه به این امر که ارتباط دو طرف مشخص با انتخاب دو یا چند سوده انجام شدنی است، اتخاذ شده است. در شکل ۱-۲ اتصال بین مشترک S_2 و مشترک S_{n-1} با انتخاب عنصر سودهی SE_5 نشان داده شده است.

در چنین آرایشی لازم است تنها یک اتصال از هر مشترک به سامانه سودهی وجود داشته باشد و لذا تعداد خطوط ارتباطی با تعداد مشترکین متصل به سامانه سودهی برابر خواهد شد. حال باید از طریق علامت‌دهی درخواست ارتباط و قطع اتصالات بین مشترکین را به سامانه سودهی اطلاع داد. همچنین باید ترتیبی اتخاذ شود که مشغول بودن مخاطب را به همین طریق تشخیص داد و به اطلاع متقاضی ارتباط رساند. به کارهایی که سامانه سودهی برای قطع و وصل

ارتباط بین مشترکین انجام می‌دهد، *امور پردازش برخوانی*[1] گفته می‌شود که بخشی از *امور راهبری* است که توسط سوده انجام می‌شود.



شکل ۱-۲ اتصال مشترکین توسط سامانه سودهی

سامانه‌های سودهی اولیه دستی بودند و متصدی داشتند. خیلی زود محدودیتهای سودهی دستی شناسایی شدند و سودهی خودکار جانشین آن شد. سامانه‌های سودهی خودکار را به دو دسته *برقسازه‌ای [الکترومکانیکی]* و *برقواره‌ای [الکترونیکی]* می‌توان تقسیم بندی کرد. دسته برقسازه‌ای شامل سامانه‌های *گام به گام* و سامانه‌های *متقاطع* است. سامانه گام به گام بیشتر به افتخار مخترع آن آ.ب. استروگر با نام سامانه سودهی استروگر شناخته می‌شود. در سامانه سودهی استروگر، مدارات مرتبط با عناصر سودهی امور راهبری را هم برعهده دارند. در سامانه‌های سودهی متقاطع، عملیات راهبری از عناصر سودهی منفک و برعهده واحد جدیدی بنام زیرسامانه *راهبری مشترک* گذاشته شده است. اتصالات در زیرسامانه راهبری مشترک توسط رله و ضامن بر روی یک واحد سیم بندی شده انجام می‌شوند. این زیرسامانه‌ها ظرفیت محدودی دارند و اصلاح آنها برای اتصالات بیشتر، عملاً ناممکن است. در سوده برقواره‌ای امور راهبری توسط رایانه و پردازنده انجام می‌گیرد. بنابراین به این نوع سامانه‌ها، سامانه‌های دارای *راهبری با برنامه ذخیره شونده*

[1] call processing functions

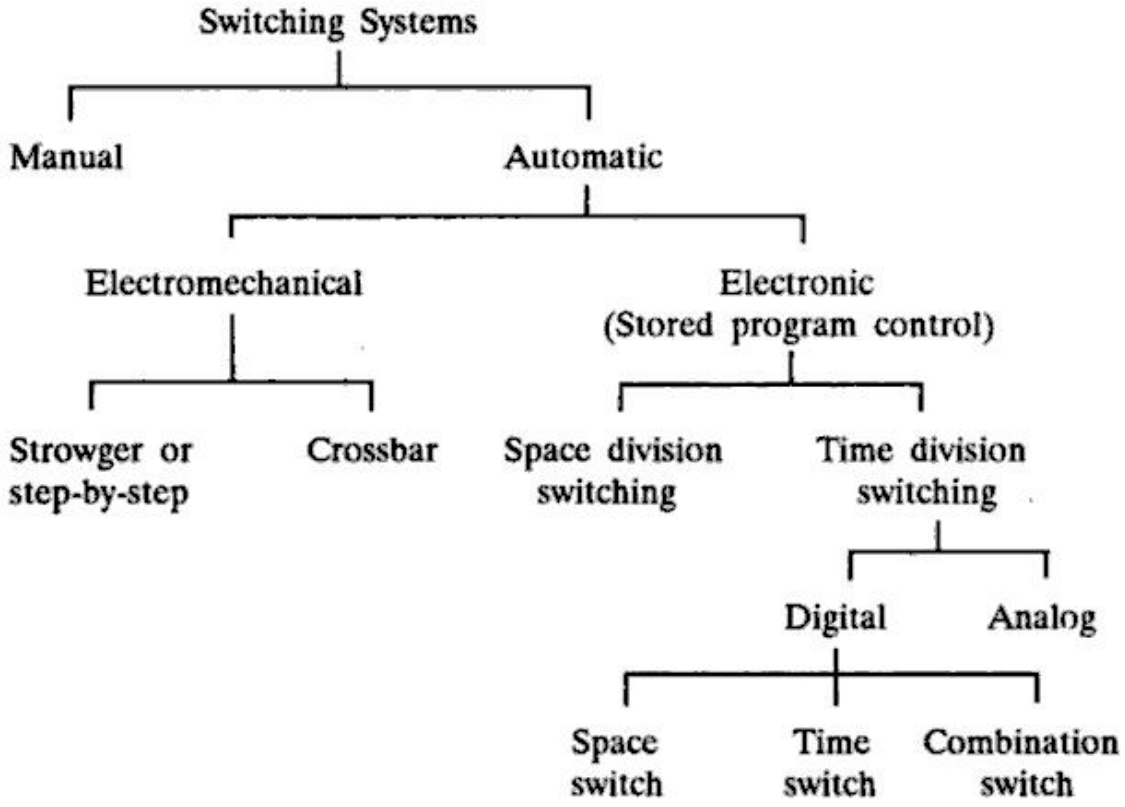
«*اسپیسی*»[1] یا به اختصار برنامه پذیر هم گفته می‌شود. برای ایجاد تغییر در عملیات راهبری می‌توان امکانات جدیدی به سوده‌های برنامه‌پذیر افزود. در سامانه‌های سودهی برقواره‌ای، طرح سودهی *جدا در مکان* یا *جدا در زمان* را می‌توان بکار گرفت. در طرح جدا در مکان در تمام مدت مکالمه مسیر مجزا و اختصاصی بین متقاضی و مخاطب ایجاد می‌شود، در صورتی که در طرح جدا در زمان چندین زوج از مشترکین از یک مسیر سودهی شده بطور اشتراکی استفاده می‌کنند. طرح سودهی جدا در مکان در سوده‌های استروگر و متقاطع هم بکار گرفته شده است. یک مرکز تبادل برقواره‌ای می‌تواند زیرسامانه‌های ماتریسی متقاطع را برای اجراء سودهی جدا در مکان استفاده کند. به عبارت دیگر، یک سوده متقاطع دارای راهبری برنامه پذیر را می‌توان یک سوده برقواره‌ای دانست.

در طرح سودهی جدا در زمان، نمونه‌هایی از اخباره صحبت در بازه‌های زمانی ثابت انتقال می‌یابند. در واقع، این انتقال مقدار نمونه‌ها بجای شکل موج‌ها است که امکان استفاده اشتراکی بیش از یک زوج مشترک را از مسیر سودهی شده بطور همزمان فراهم می‌کند. سودهی جدا در زمان می‌تواند گزارا [آنالوگ] یا شمارا [دیجیتال] باشد. در حالت گزارا سطوح برقمایه[ولتاژ] نمونه برداری شده همانطور که هستند انتقال می‌یابند، حال آنکه در حالت شمارا نخست بصورت دودویی کدگذاری و سپس انتقال داده می‌شوند. اگر مقادیر کدگذاری شده در طی یک بازه زمانی از ورودی به خروجی انتقال داده شوند، روش *سودهی مکانی* را خواهیم داشت. چنانچه مقادیر را ذخیره کنیم و در بازه‌های بعدی به خروجی انتقال دهیم، به این روش *سودهی زمانی* گفته می‌شود. با ترکیب سودهی‌های مکانی و زمانی هم می‌توان سوده شمارای جدا در زمان را طرحریزی کرد. در شکل ۱-۳ رده بندی‌های سامانه‌های سودهی بطور موجز نشان داده شده است.

توسعه سریع مخابرات راه دور در مراحل ابتدایی حیرت انگیز است. پس از اختراع وراگو در ۱۸۷۶، گراهام بل شرکت وراگوی بل را در ۱۸۷۷ تأسیس کرد. در همان سال در شهر بوستون ایالات متحده یک تخته سودهی دستی برای ۶ مشترک برپا شد. در سال ۱۸۷۸ یک مرکز تبادل دستی انتفاعی برای ۲۱ مشترک در نیوهاون کانکتیکات راه‌اندازی شد. یازده سال بعد در سال ۱۸۸۹، استروگر سامانه سودهی خودکار گام به گام را اختراع کرد. نخستین مرکز تبادل خودکار که ۱۰۰ مشترک داشت، در سال ۱۸۹۲ در لاپورت ایندیانا راه‌اندازی شد. برای مدت مدیدی در حدود ۵۰ سال، تخته‌های سودهی دستی و مراکز تبادل استروگر هر دو استفاده می‌شدند. اما پس از گذشت یکی دو دهه، بخاطر

[1] Stored Program Control (SPC)

سایش و فرسودگی اجزاء برقسازه‌ای، اطمینان‌پذیری سوده‌های استروگر کاهش پیدا کردند. این امر انگیزه تحقیق برای ایجاد فناوری سودهی بدیل مطمئن‌تری را فراهم کرد و در اواخر دهه ۱۹۱۰ سوده متقاطع اختراع شد. با این وجود اولین سوده متقاطع در سال ۱۹۳۸ به بهربرداری عملی رسید.



شکل ۱-۳ رده بندی سامانه‌های سودهی

در اواخر دهه ۱۹۶۰ بود که با اختراع رایانه‌های شمارا، سوده‌های برقواره‌ای برنامه‌پذیر بازار داغی یافتند. این سوده‌ها از نوع جدا در مکان بودند که اغلب از ماتریسی متقاطع برای سودهی استفاده می‌کردند. حتی امروز هم از سوده‌های جدا در مکان به نحوی گسترده استفاده می‌شود. با افزایش تقاضای ارتباطات وراگویی، نیاز به استفاده مؤثرتر از منابع سودهی احساس می‌شد، که این امر منجر به اختراع سودهی جدا در زمان در اواسط دهه ۷۰ گردید. امروزه تقریباً تمام سوده‌ها بر اساس مفاهیم طرح جدا در زمان طراحی می‌شوند. با ابداع فنون جداسازی زمانی، شیوه‌ای جدید در انتقال اطلاعات بنام *شیوه انتقال نابهنگام «اتم»*[1] پدید آمد و اکنون بسیار رایج است.

[1]Asynchronous Transfer Mode (ATM)

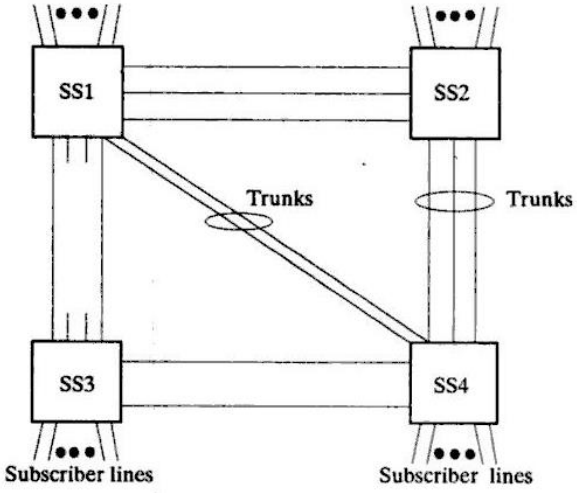
در فصلهای ۲ و ۳ با سوده‌های برقسازه‌ای آشنا می‌شویم. شبکه‌های برقواره‌ای جدا در مکان را در فصل ۴ بررسی می‌کنیم. در فصل ۵ شماراسازی اخباره صحبت که از ارکان اصلی شبکه‌های سودهی برقواره‌ای جدا در زمان است را آورده‌ایم و در فصل ۶ روش سودهی جدا در زمان و«اتم» شرح داده شده‌اند.

۱-۱-۲ شبکه‌های سودهی

مشترکین پراکنده در اطراف دنیا همگی نمی‌توانند به یک سامانه سودهی واحد متصل باشند، مگر آنکه سامانه سوده غول‌آسایی در آسمان باشد که همه مشترکین بطور مستقیم به آن وصل شوند. هر چند سامانه‌های مخابرات ماهواره‌ای تمام سطح زمین را پوشش می‌دهند و با استفاده از آنتنهای ارزان قیمتی روی پشت بام می‌توان چنین کاری را عملی کرد ولی در حال حاضر ظرفیت محدود این سامانه‌ها اجازه چنین کاری را به ما نمی‌دهد. قسمت عمده شبکه‌های مخابراتی روی زمین قرار دارد و مشترکین از طریق سیمهای مسی به سامانه‌های سودهی آن وصل می‌شوند. بخاطر محدودیتهای فنی و مهندسی انتقال اخباره‌ها روی زوج سیم مسی، فاصله مشترکین تا مرکز سودهی نباید بیشتر از چند ده کیلومتر باشد.

ارتباط بین مشترکین یک منطقه را می‌توان با بکارگیری چند مرکز سودهی مجزا که در نقاط جغرافیایی مناسب در آن منطقه استقرار می‌یابند، محقق نمود. برای ایجاد ارتباط بین مشترکین در مناطق مختلف لازم است شبکه‌ای از مراکز سودهی تشکیل بدهیم. در شکل ۱-۴ یک شبکه سودهی مخابرات راه دور نشان داده شده است.

خطوط رابط بین مراکز سودهی را *تراسیم[ترانک]* و انشعابات مشترکین را *خطوط مشترکین* یا *خطوط محلی* می‌نامیم. تعداد تراسیمهای بین دو مرکز سودهی بسته به میزان آمدوشد [ترافیک] بین آنها می‌تواند متفاوت باشد. با اتصال مراکز سودهی نصب شده در مناطق مختلف شهر توسط خطوط تراسیم، شبکه درون شهری شکل گرفت و شبکه‌های سودهی ایجاد شدند. بعد مراکز سودهی شهرهای مختلف بهم متصل شدند و *وراگویی دوربرد* متولد شد. نخستین ارتباط تجاری بین شهری در سال ۱۸۸۴ بین بوستون و نیویورک به بهره‌برداری رسید. در سال ۱۹۱۵ نخستین ارتباط سراسری ترا قاره‌ای، نیویورک را به سانفرانسیسکو متصل کرد، و نخستین ارتباط بین قاره‌ای توسط امواج کوتاه موجتابشی بین لندن و نیویورک در سال ۱۹۲۷ ایجاد شد.



شکل ۱-۴ یک شبکه سودهی مخابرات راه دور

با افزایش سامانه‌های سودهی اتصال دادن آنها به یکدیگر پیچیده‌تر شد. راه حل این موضوع با سامان دادن اتصالات بین مراکز بصورت سلسله مراتبی و بکارگیری چند مرکز سودهی پشت سر هم برای ایجاد اتصال بین مشترکین پیدا شد. در شکل ۱-۴ دیده می‌شود که برای اتصال بین مشترکین متصل به سامانه‌های سودهی SS2 و SS3 نیاز است مسیری از SS1 یا SS4 برقرار شود. در یک ساختار سلسله مراتبی، هر شهر یک مرکز تبادل اصلی یا مرکزی دارد که برای مسیریابی آمدوشدهای درون شهری استفاده می‌شود. مراکز تبادل مناطق دیگر شهر یا بطور مستقیم یا با واسطه مرکزی دیگر به مرکز تبادل اصلی متصل هستند. از مرکز تبادل اصلی برای مسیریابی آمدوشد دو مرکز تبادل در همان شهر هم می‌توان بهره گرفت. در فصل ۹ راجع به استانده‌های بین المللی سلسله مراتب سودهی بحث شده است. بر اساس ملاحظات جغرافیایی و میزان آمدوشد و تعداد تخمینی مشترکین هر سامانه سودهی است که الگوی اتصالات و اندازه‌گذاری هر سامانه سودهی مشخص خواهد شد. در فصل ۸ مطالبی در مورد طراحی و تحلیل سامانه‌های سودهی در شبکه‌های مخابرات راه دور بر اساس مفاهیم مهندسی آمدوشد بیان شده است.

۱-۱-۳ خطوط ارتباطی

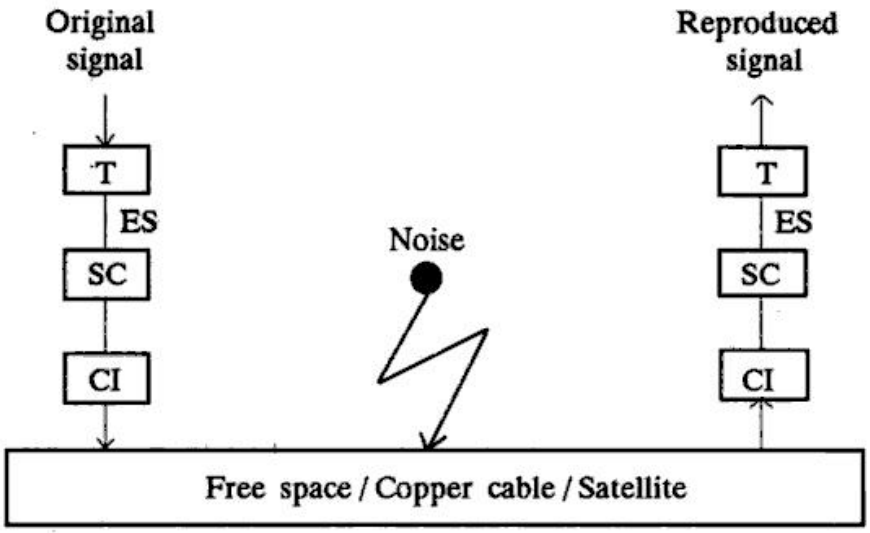
یک شبکه سودهی وراگویی متشکل از سامانه‌های سودهی، تراسیم‌ها، خطوط مشترکین و دستگاه‌های وراگویی است. تراسیم‌ها و خطوط مشترکین در اصل خطوط ارتباطی هستند که اخباره اطلاعات را از نقطه‌ای به نقطه دیگر انتقال

می‌دهند. اصولاً تنها دو نوع خط ارتباطی داریم–برقی و نوری. در شکل ۱–۵ خطوط ارتباطی برقی و نوری نشان داده شده‌اند. در اولی اطلاعات با استفاده از کارمایه [انرژی] برقی و در دومی با کارمایه نوری انتقال داده می‌شوند.

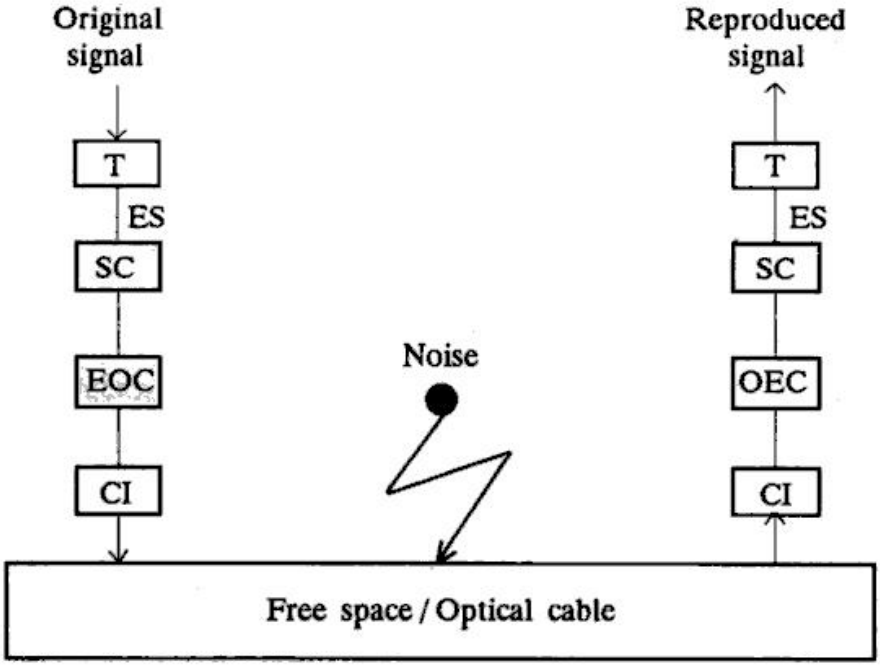
اطلاعاتی که باید روی آنها انتقال داده شوند الزاماً چنین اخباره‌هایی نیستند. مثلاً اخباره صحبت انسان از نوع امواج صوتی است. در نتیجه قبل از ارسال اخباره اطلاعات روی سامانه مخابراتی باید آن را بصورت اخباره برقی یا نوری تبدیل کرد. مبدلها این تبدیل انرژی را انجام می‌دهند(شکل ۱–۵ را ببینید). مبدلهایی برای تبدیل کارمایه[انرژی] صوتی، نور و گرما به کارمایه برقی و بالعکس وجود دارند. اما برای تبدیل کارمایه صوتی به نوری بطور مستقیم با فناوری‌های حال حاضر مبدلی نداریم. در نتیجه برای بکارگیری خطوط ارتباطی نوری به ناچار از فرآیند تبدیل دو مرحله‌ای، نخست تبدیل صوت به برق و بعد تبدیل اخباره برقی به نوری باید کمک بگیریم. به عبارت دیگر، ورودی منابع نوری فعلی باید اخباره‌های برقی باشند و خروجی آشکارسازهای نوری اخباره‌های برقی هستند. بنابراین، اخباره-های اولیه در سمت ارسال ابتدا به اخباره برقی و بعد با استفاده از مبدل برقی به نوری «ایئوک»[1]به اخباره نوری تبدیل می‌شوند و در سمت دریافت اخباره نوری ابتدا با استفاده از آشکارسازهای نوری «اوئیک»[2]به اخباره برقی و بعد بصورت اخباره اصلی بازسازی خواهد شد.

برای انتقال اخباره رسانه‌ای لازم است. این رسانه می‌تواند برای خطوط ارتباطی برقی، فضای آزاد، بافه[کابل] مسی و یا فضای آزاد همراه با ماهواره مخابراتی باشد. در خطوط ارتباطی نوری می‌توان از انتشار خط دید در فضای آزاد یا تار نوری به عنوان رسانه انتقال استفاده کرد. به دو جنبه از رسانه انتقال باید توجه کرد. نخست اینکه بطور کلی رسانه‌های انتقال دارای تضعیف هستند، یعنی وقتی اخباره‌ای روی آنها انتشار می‌یابد، توان اخباره ضعیف می‌شود. و در یک نقطه ممکن است آنقدر سطح توان پائین بیاید که دیگر نتوانیم متوجه حضور اخباره بشویم.

[1]Electrical to Optical Converter (EOC)
[2] Optical to Electrical Converter(OEC)



(a) An electrical communication system



(b) An optical communication system

CI = channel interface EOC = electrical to optical converter
ES = electrical signal OEC = optical to electrical converter
SC = signal conditioner T = transducer.

شکل ۱-۵ اجزاء یک سامانه مخابراتی

در ثانی، رسانه انتقال در برابر نوفه [نویز] خارجی که باعث اخلال در اخباره حاوی اطلاعات می‌شود، آسیب‌پذیر است. برای مثال، یک سیم مسی می‌تواند به عنوان آنتن عمل کرده و تشعشعات برقربایشی [الکترومغناطیسی] خارجی را بگیرد که روی اخباره اطلاعاتی که حمل می‌کند، تداخل ایجاد کند. یا بصورتی مشابه، اخباره‌های در حال انتشار در فضای آزاد می‌توانند تحت تأثیر پدیده‌های جوّی قرار بگیرند. مشخصات تضعیف رسانه‌های انتقال مختلف متفاوتند و با درجات مختلفی در معرض نوفه قرار دارند. بر همین اساس نیاز است که اخباره‌های حاوی اطلاعات را قبل از ارسال در رسانه انتقال به شیوه مناسبی سامان داد تا اثر تضعیف و نوفه در سطح قابل قبولی مهار شود و اخباره ارسالی بصورتی قابل فهم و واضح به گیرنده برسد. چنین ساماندهی‌هایی می‌تواند شامل تقویت، پالایش، محدودسازی پهنای-باند، درهمتابی و واتابی اخباره‌های ارسالی باشند. تار نوری نسبت به بافه[کابل] مسی در مقابل نوفه خارجی مصونیت بیشتری دارد و ظرفیت ذاتی حمل اطلاعات آن هم بیشتر است. در نتیجه یکی از مهمترین سامانه‌های انتقال مخابراتی، خطوط ارتباطی تار نوری هستند. در فصل ۷ این سامانه ها را بررسی می کنیم.

از بحث فوق واضح است که کیفیت اخباره در هرنقطه از سامانه مخابراتی به میزان توان تلف شده در حین انتقال و توان نوفه سوار شده بر آن بستگی دارد. در نهایت آنچه اهمیت دارد سطح توان اخباره در قیاس با توان نوفه است. بنابراین در سامانه‌های مخابراتی شاخص کیفی اخباره، نسبت توان اخباره به توان نوفه (S/N) است از آنجا که S/N نسبت است، بدون واحد است. اما به افتخار گراهام بل، آن را با واحد *بل* می‌خوانیم. بعدها معلوم شد که واحد بل آنطور که ابتدا تعریف شده کاربرد چندانی ندارد و به واحدی کوچکتر بنام *دسی‌بل*(dB) تغییر یافت. در پیوست انتهای این فصل دسی‌بل و شاخص‌های اندازه‌گیری مربوط به آن توضیح داده شده‌اند.

در اینجا باید نکته مهمی را یادآور شد. در بسیاری از متون مخابراتی از واژه *کانال* برای اشاره به رسانه انتقال مادی[فیزیکی] استفاده شده است. واژه کانال، در قاموس مخابرات به یک لوله مخابراتی با مشخصات و قابلیت‌های خاص اشاره دارد که در سطح انتزاعی بالاتری قرار می‌گیرد. برای مثال منظور از کاتال صحبت وراگویی، لوله مخابراتی با پهنای باند ۳٫۱ کیلوهرتز و برخی مشخصات معین دیگر است. به نحو مشابه، منظور از کانال ورانگاری[تلگراف]، لوله‌ای با قابلیت حمل اخباره ورانگاری است. یک کانال می‌تواند با انواع مختلف محیط انتقال مادی [فیزیکی] تحقق یابد. در واقع، ممکن است جهت راه‌اندازی یک کانال بین دو طرف ارتباط معین، بیش از یک رسانه انتقال بطور متوالی بکار گرفته شوند. در این کتاب از واژه کانال برای مشخص کردن یک لوله مخابراتی صرفنظر

از رسانه انتقال استفاده می‌کنیم. همچنین از واژه *مدار* بمعنای ترکیبی از دو کانال که ارتباط دوسویه بین دو نقطه را میسر می‌سازد، استفاده می‌کنیم.

تراسیم[ترانک] را بصورت خطوط ارتباطی پرظرفیتی که قابلیت انتقال تعداد زیادی کانال صوتی را بطور همزمان دارند، طراحی می‌کنند. در مقابل، حلقه مشترک معمولاً برای انتقال تنها یک کانال صوتی در هر زمان طراحی شده است. یک تراسیم عادی ۲۴ یا ۳۲ کانال صوتی را درهمتابی می‌کند. مجموعه خطوط تراسیم، درهمتاب، واتاب و دیگر سخت‌افزارهای مربوطه، *سامانه انتقال* نام دارند. با استفاده از مفهوم *سلسله مراتب انتقال* که در فصل ۹ معرفی شده است، می‌توانیم خطوط تراسیم بسیار پرظرفیتی که توانایی حمل صدها و هزاران کانال صوتی را بصورت همزمان دارند، طراحی کنیم. خط ارتباطی مشترک و سخت افزار مربوط به آن را با نام *حلقه مشترک* یا *سامانه حلقه محلی*می‌شناسیم. اگر در حلقه محلی از رسانه انتقال فضای آزاد استفاده شده باشد، آن را با نام سامانه *بی‌سیم در حلقه محلی*، *«ویل»*[1]می‌خوانیم. می‌دانیم که در وراگوی سیار هم از فضای آزاد به عنوان رسانه انتقال استفاده می‌شود. اما تفاوت اساسی بین «ویل» و وراگوی سیار این است که «ویل» خط ارتباط بین دو نقطه ثابت، یعنی محل استقرار مشترک و مرکز تبادل متصل به او است، حال آنکه در وراگوی سیار خط ارتباط بی‌سیم، ارتباط دستگاه ارتباطی سیار و نزدیکترین ایستگاه پایه را ایجاد می‌کند، که با جابجا شدن دارنده وراگوی سیار ممکن است تغییر کند. مخابرات سیار را در فصل ۱۲ توضیح داده‌ایم.

۱-۱-٤ شبکه‌های خاص منظوره

پس از محکم شدن جایای مفهوم اتصالات سودهی شده در وراگو، در نیمه نخست قرن بیستم متخصصین مخابرات به فکر ارائه سایر خدمات غیرصوتی از طریق سوده‌ها و شبکه‌های سودهی افتادند. منظور از سایر خدمات بکارگیری لوازمی دیگر در محل مشتری است، از قبیل دستگاه ورامتن [تلکس]، وراچاپگر [تله پرینتر]، نمابر [فکس]. مشخصه‌های اخباره این دستگاه‌ها بسیار متفاوت است. برای مثال، مشخصه‌های برقی اخباره وراچاپگر، مانند سطح برقمایه[ولتاژ]، جریان و توان و همچنین پهنای باند آن، کاملاً با اخباره وراگویی فرق دارد. همچنین الزامات و

[1] Wireless In Local Loop (WILL)

ضروریات نحوه علامت‌دهی این دستگاه‌ها تفاوت مشهودی دارند. به خاطر همین تفاوت‌ها در مشخصه‌های برقی و الزامات علامت‌دهی است که باید شبکه‌های ارتباطی ویژه‌ای برای ارائه خدمات مختلف توسعه یابند که بطور مستقل از هم کار می‌کنند. نمونه‌هایی از این شبکه‌ها عبارتند از:

- شبکه ورانگاری [تلگراف]
- شبکه ورامتن [تلکس]
- شبکه وراگو [تلفن]
- شبکه داده
- شبکه هشداردهی

از میان شبکه‌های خاص منظوره که در بالا ذکر کرده‌ایم، در این کتاب به شبکه وراگو و شبکه داده می‌پردازیم. شگفت انگیزترین شبکه مخابراتی موجود، شبکه وراگویی عمومی «پستن»[1]است که به سامانه وراگویی قدیمی «پاتز»[2] هم معروف است. در متن استانده‌ها به «پستن»، شبکه سوده عمومی وراگویی «گستن»[3] گفته می‌شود. در این کتاب از همان عبارت مصطلح «پستن» استفاده خواهیم کرد. «پستن» در طول ۱۲۰ سال از شروع کار وراگو در سال ۱۸۷۹ تا کنون تحول زیادی یافته است. بیش از یک میلیارد وراگو در جهان از طریق خطوط زمینی (بافه مسی) به این شبکه متصل هستند. اطمینان‌پذیری و دسترس‌پذیری دو ضرورت بسیار مهم در «پستن»هستند. مردم با برداشتن دسته گوشی وراگو، طبق معمول منتظر شنیدن بوق آزاد هستند و جالب است که در ۹۹,۹۹٪ موارد این انتظار برآورده می‌شود– چیزی که تقریباً هیچکس توجهی به آن ندارد. برای دستیابی به این ضرورت است که باید «پستن» بصورت *سامانه‌ای با دسترسی بالا* و طول عمری حدود ۳۰ سال طراحی شود.

دومین دسته از شبکه‌های مخابراتی مهم شبکه‌های انتقال داده هستند که با نام شبکه‌های رایانه‌ای هم شناخته شده‌اند. این شبکه‌ها قدمت زیادی ندارند (۴۵–۴۰ سال) و از تلفیق فناوری‌های مخابراتی و رایانشی پدید آمده‌اند. استفاده اشتراکی از منابع سخت‌افزاری، نرم‌افزاری و داده در سامانه‌های رایانه‌ای با بکارگیری این شبکه‌ها امکان‌پذیر شده است. شبکه‌های داده غالباً از زیرسازه‌های ارتباطی و سودهی شبکه‌های وراگو استفاده می‌کنند. اگر نرخ انتقال بیشتری

[1]Public Switched Telephone Network (PSTN)
[2]Plain Old Telephone System (POTS)
[3]General Switched Telephone Network (GSTN)

لازم باشد، از *خطوط اجاره‌ای* نقطه به نقطه استفاده می‌کنند. خطوط اجاره‌ای همان خطوط وراگو است که در مسیر خود مرکز تبادل سودهی را حذف کرده باشند. به آنها *خط بی‌تبادل* یا *خط سودهی نشده* هم گفته می‌شود. شبکه داده را می‌توان بصورت شبکه وراگویی در نظر گرفت که بجای دستگاه وراگو، رایانه‌ها جایگزین شده و با یکدیگر در ارتباط هستند. اما برای ارتباط رایانه‌ها چیزی فراتر از اتصال مادی [فیزیکی] صرف لازم است. برای تبادل داده، پرونده[فایل] و برنامه‌ها و برای مسیریابی آمدوشد داده به مجموعه‌ای از تشریفات [پروتکل] و سازوکارهای نرم‌افزاری نیاز داریم.

ایده‌ها و مفاهیم برخاسته از برنهاد[پروژه]هایی که توسط مرکز برنهاد[پروژه]های تحقیقاتی پیشرفته، «آرپا»[1] وزارت دفاع ایالات متحده پشتیبانی می‌شدند، تأثیر بسزایی در توسعه شبکه‌های داده گذاشتند. این تأثیر چنان بنیادی بوده که فناوری حاصل از این ایده‌ها و مفاهیم را گاهی با نام فناوری «آرپا» می‌خوانند. به آن فناوری اینترنت یا تشریفات راهبری انتقال «تیسپیی»[2] / تشریفات اینترنت «آیپی»[3] هم گفته می‌شود. دو تشریفات استانده اصلی این فناوری «تیسپیی» و «آیپی» نام دارند.

شبکه‌های اولیه، سامانه‌های رایانه‌ای هم خانواده یا سامانه‌های متجانس را بهم متصل می‌کردند. پروژه شبکه «آرپانت»[4] که در اواخر دهه ۱۹۶۰ شروع شد، یکی از پیشروترین تلاشها در جهت اتصال سامانه‌های نامتجانس بود. یکی دیگر از شبکه‌های داده بزرگ و دارای کاربرد عام که تعداد بسیار زیادی رایانه و ادوات جانبی پراکنده در نقاط مختلف را به کاربران اتصال داده شبکه «تیمنت»[5]ست که در سال ۱۹۷۰ ایجاد شده است. به دنبال توسعه شبکه‌های «آرپانت» و «تیمنت»، جلوداران عرصه رایانه، شبکه‌های اختصاصی خود را برای اتصال سامانه‌های رایانه‌ای خود ارائه دادند. معماری سامانه‌ای شبکه «ثنا»[6]شرکت «آیبیئم»[7]، و معماری شبکه شمارا «دنا»[8] شرکت تجهیزات شمارا «دک»[9] مثالهایی از چنین شبکه‌ها هستند. تا سال ۱۹۸۰، ارزش هنگفت شبکه‌های مخابرات رایانه‌ای، بخصوص در محافل پژوهشی و

[1]Advanced Research Projects Agency (ARPA)
[2]Transmission Control Protocol (TCP)
[3]Internet Protocol (IP)
[4]ARPANET
[5]TYMNET
[6]System Network Architecture (SNA)
[7]International Business Machines (IBM)
[8]Digital Network Architecture (DNA)
[9]Digital Equipment Corporation (DEC)

گروه‌های تخصصی کاربران شناسایی شده بود. توسعه‌دهندگان سیستم عامل یونیکس خیلی زود متوجه امتیازات شبکه‌سازی شدند و برنامه‌ای ساده بنام «یویوسیپی»[1] (روگرفت[کپی] یونیکس به یونیکس) برای مبادله پرونده[فایل] و رایانامه بین دستگاه‌های یونیکسی نوشتند. برمبنای همین برنامه «یویوسیپی» دو شبکه «یویونت»[2] (شبکه کاربران یونیکس) و «یوزنت»[3]ایجاد شدند. شبکه «یوزنت» علاوه بر انتقال پرونده[فایل] و رایانامه خدمت جدیدی بنام *خبرنامه*[نت نیوز] را پشتیبانی می‌کند. خبرنامه یک تخته‌اعلان است که تمام کاربران می‌توانند مطالب خود را در آن درج نمایند تا توسط کاربران دیگر شبکه دیده شوند.

در محافل دانشگاهی نیز انجمن علوم رایانه ایالات متحده به کمک بنیاد ملی علوم، شبکه‌ای را برای خدمت رسانی به دانشکده‌های علوم رایانه‌ای تمام دانشگاه‌های آن کشور راه‌اندازی کرد. در این شبکه که «سیئس‌نت»[4] نام داشت از امکانات انتقال سایر شبکه‌ها استفاده می‌شد ولی واسط کاربری یکسانی در آن ایجاد شده بود. شبکه دانشگاهی دیگری که از دانشگاه شهر نیویورک و دانشگاه ییل پا گرفت و برای اتصال تمام دانشکده‌ها در تمام دانشگاه‌ها ایجاد شد، شبکه «بیت نت»[5] نام دارد. هم اکنون این شبکه مرزهای آمریکای شمالی را در نوردیده و پایگاه‌های بزرگی در اروپا، ژاپن و استرالیا دارد. در اروپا این شبکه را شبکه تحقیقات دانشگاهی اروپا «ایرن»[6] می‌خوانند. در بریتانیای کبیر، شبکه مجزایی بنام شبکه ائتلافی دانشگاهی «ژانت»[7] تعداد بسیار زیادی از دانشگاه‌ها و آزمایشگاه‌های پژوهشی را تحت پوشش دارد. اینترنت همچنین می‌تواند رایانه‌های داخل یک ساختمان و یا یک پردیس [کمپ] را به هم متصل کند که باعث ظهور فناوری‌های شبکه محلی «لن»[8] نظیر *اترنت*[9]و *حلقه جواز*[10]شده است. خیلی زود شبکه‌ها در تمام دنیا مثل قارچ رشد کردند. هر شبکه برای خودش یک جزیره بود. سپس گام بعدی توسعه شبکه‌های داده، دومرتبه با جلوداری «آرپانت»، فرا رسید و آنچه امروز *اینترنت* می‌نامیم، متولد شد. در بخش ۱–۷ در مورد این گام دوم توسعه بحث بیشتری می‌کنیم. فصل ۱۳ کاملاً به شبکه‌های داده تخصیص یافته است.

[1]Unix-to-Unix CoPy (uucp)
[2]Unix's Users NETwork (UUNET)
[3]USENET
[4]Computer Science NETwork (CSNET)
[5]Because It's Time NETwork (BITNET)
[6]European Academic Research Network (EARN)
[7]Joint Academic NETwork (JANET)
[8]Local Area Network (LAN)
[9]ethernet
[1] token ring [0]

از آنجاکه اصول سودهی و شبکه‌های سودهی در تمام شبکه‌های خاص منظوره نقشی محوری دارند، فنون سودهی شبکه‌های داده با شبکه‌های خاص منظوره دیگر متفاوت هستند. بیشتر شبکه‌ها از روش *سودهی مداری* استفاده می‌کنند، که در آن بین مبدأ و مقصد قبل از شروع تبادل داده اصلی، یک مسیر ارتباطی یا کانال برقرار می‌شود. تا زمانیکه یکی از دو طرف ارتباط اتصال را قطع نکرده، این مسیر و منابع کانال در تمام مدت ارائه خدمات ارتباطی فقط به مبدأ و مقصد اختصاص دارند. چنانچه در طول زمان ارتباط آمدوشد مداومی در جریان باشد، از منابع تخصیص یافته بصورتی کارآمد استفاده شده است. ولی اگر آمدو شد مانند مورد خدمات داده، ناپیوسته باشد، مسیر بین زمانهای ارائه خدمات معطل خواهد بود که باعث می‌شود از منابع شبکه بصورت ناکارآمد استفاده شود. برای رفع این مشکل، شبکه‌های داده از روش سودهی دیگری بنام *سودهی بسته‌ای* استفاده می‌کنند. منشأ بسیاری از ایده‌های پیشرو سودهی بسته‌ای از جمله بکارگیری سودهی بسته‌ای در شبکه‌های موجتابشی [رادیویی] و برروی کانال مخابرات ماهواره‌ای، برنهاد[پروژه]«آرپا» بوده است. چنین فنون سودهی را در فصل ۱۳ بررسی می‌کنیم.

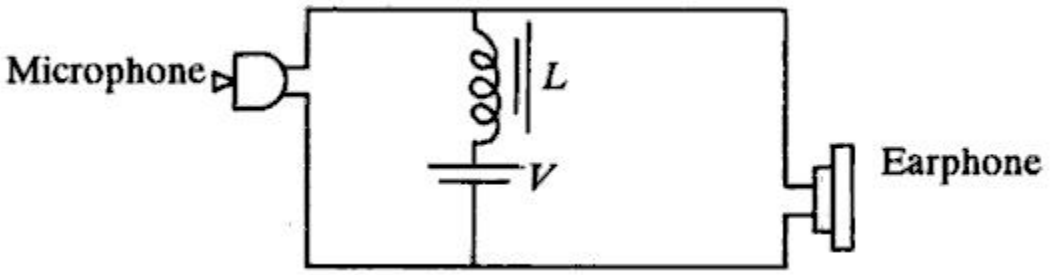
در یک برهه معلوم شد که اداره و نگهداری شبکه‌های خاص منظوره انفرادی مختلف بسیار پرهزینه است. این امر باعث طرح یک پرسش شد: آیا می‌توان یک شبکه سودهی برای ارائه خدمات متنوع طراحی کرد؟ اکنون گرایش غالب در مخابرات طراحی شبکه‌های چندکاره است. ایده اصلی در شبکه‌های چندکاره *شماراسازی* خدمات است. چنانچه تمام اخباره‌های خدمات مختلف را بتوانیم در یک حوزه مشترک شمارا نمائیم، شبکه‌ای که بتواند اخباره‌های شمارا را منتقل نماید می‌تواند خدمات متنوعی را ارائه کند. شبکه خدمات یکپارچه شمارا «آیسدین»[1]که در فصل ۱۴ مورد بحث قرار می‌گیرند، بر اساس چنین رهیافتی توسعه یافته‌اند. راجع به گرایش‌های فعلی در مخابرات در بخش ۱–۷ بیشتر صحبت می‌کنیم.

۱–۲ ارتباط ساده وراگو

مدار وراگو در ساده‌ترین شکل، یک ارتباط یکسویه بین دو طرف ارتباط ایجاد می‌کند، که یک طرف گیرنده (شنونده) و طرف دیگر فرستنده (گوینده) است. این شیوه ارتباط که در شکل ۱–۶ نشان داده شده است را *ارتباط*

[1]Integrated Services Digital Network (ISDN)

ساده[1]می‌نامیم. دهنی و گوشی در این سامانه ارتباطی وراگویانه مبدل هستند. دهنی صحبت را به اخباره برقی تبدیل می‌کند و گوشی برق را به اخباره صوتی برمی‌گرداند.



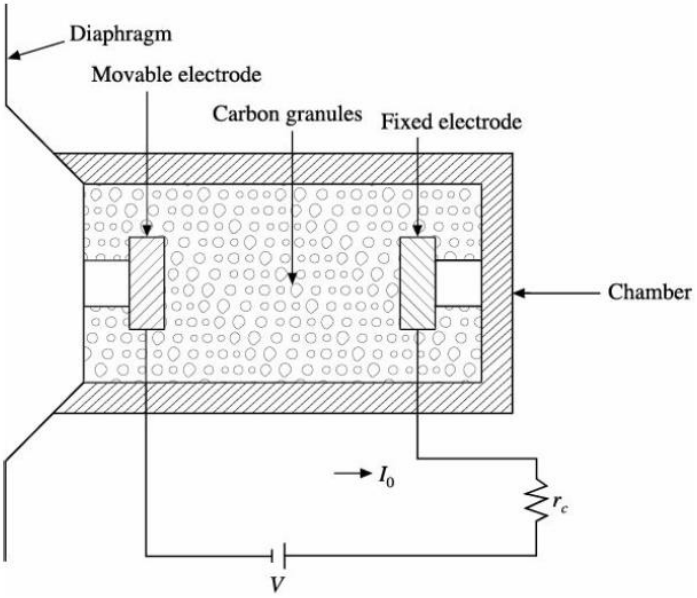
شکل ۱–۶ مدار ساده وراگو

متداولترین دهنی، دهنی کربنی است. دهنی کربنی اخباره‌هایی با وضوح بالا ایجاد نمی‌کند ولی اخباره‌های برقی قوی با سطح کیفی قابل قبول برای مکالمات وراگویانه را می‌تواند تولید کند. در دهنی کربنی، همانطور که در شکل ۱–۷ نمایش داده شده، مقدار مشخصی از ذرات ریز کربن در یک جعبه قرار داده شده‌اند. این ذرات رسانا هستند و مقاومت برقی آنها به چگالی حجمی آنها وابسته است. وقتی ذرات کربن متراکم شوند مقاومت برقی کاهش می‌یابد و با بازتر شدن فاصله بین ذرات کربن مقاومت برقی آنها افزایش خواهد یافت. یکطرف جعبه منعطف است و بطور سازواره‌ای [مکانیکی] به یک غشاء لرزان اتصال دارد. ارتعاش غشاء ناشی از برخورد صدا با آن باعث قبض و بسط ذرات کربن و در نتیجه تغییر مقاومت برقی آن می‌شود. اگر برقمایه[ولتاژ] ثابتی به دهنی اعمال شود، جریان در مدار متناسب با میزان ارتعاش غشاء تغییر خواهد کرد. به لحاظ نظری دهنی کربنی مانند یک مدگردان دامنه عمل می‌کند. وقتی صدا به غشاء برخورد می‌کند، مقاومت لحظه‌ای دهنی بصورت زیر خواهد بود:

$$r_i = r_0 - r\sin\omega t \qquad (۲–۱)$$

که در این رابطه r_0 مقاومت حالت سکون دهنی در غیاب اخباره صوتی است و r بیشینه نوسان مقاومت ذرات کربن دهنی و r_i مقاومت لحظه‌ای است. علامت منفی در رابطه ۱–۲ بیانگر این است که افزایش فشردگی ذرات کربن باعث کاهش مقاومت می‌شود و بالعکس.

[1]simplex



شکل ۱–۷ مبدل دارای ذرات کربن

اگر پاگیری [امپدانس] سایر عناصر مداری خارج از دهنی را درمدار شکل ۱–۶ درنظر نگیریم، بدون از دست رفتن کلیت، جریان لحظه‌ای دهنی عبارت است از:

$$i = V/(r_0 - r\sin\omega t) = I_0(1 - m\sin\omega t)^{-1} \qquad (۳–۱)$$

که در این رابطه $I_0 = \dfrac{V}{r_0}$ جریان سکون دهنی و $m = r/r_0 < 1$ است. بر اساس بسط دو جمله‌ای رابطه ۱–۳ را می‌توان بصورت زیر درآورد:

$$i = I_0\left(1 + m\sin\omega t + m^2\sin^2\omega t + \cdots\right) \qquad (۴–۱)$$

اگر مقدار m کوچک باشد، که در عمل اینچنین است، از جملات مرتبه بالا می‌توان صرفنظر کرد:

$$i = I_0(1 + m\sin\omega t) \qquad (۵–۱)$$

که همان معادله مدگردانی دامنه، «آئم»[1] حاصل می‌شود. بنابراین، ذرات کربن دهنی، روی جریان مستقیم I_0 مثل یک حامل در اخباره مدگردانی شده دامنه، مدگردانی اعمال می‌کنند. مقدار m بیانگر شاخص مدگردانی «آئم» است.

[1] Amplitude Modulation (AM)

جملات مرتبه بالا در رابطه ۱-۴ اعوجاج‌های همسازه‌ای [هارمونیکی] هستند، از اینرو لازم است تا مقدار m به حد کافی کوچک باشد تا اثر این اعوجاج‌ها قابل صرفنظر باشد. از رابطه ۱-۵ معلوم است که در صورتیکه جریان سکون I_0 صفر باشد، جریان خروجی متناوب i دهنی هم صفر می‌شود. بنابراین عبور جریان ثابت از مدار دهنی الزامی است که به این جریان، *جریان فعالساز* گفته می‌شود و مقدار آن ۲۳ تا ۲۵ میلی آمپر است. در شکل ۱-۶ خودالقاء برای اخباره‌هایی در محدود بسامد صوتی پاگیری زیادی دارد و عبور آن را مسدود می‌کند ولی اجازه می‌دهد که جریان مستقیم به راحتی از برقنباره[باتری] به دهنی و مدار گیرنده جریان پیدا کند. بدین ترتیب، اخباره صوتی تولید شده در دهنی بدون آنکه به داخل برقنباره[باتری] انشعاب یابد، به گیرنده انتقال می‌یابد و در آنجا به صوت تبدیل می‌شود.

گوشی معمولاً یک آهنربای برقی است که یک غشاء آهنربایی[مغناطیسی] در مجاورت آن قرار گرفته و بین آنها یک شکاف هوایی وحود دارد. با عبور جریان از سیم پیچ آهنربای برقی نیرویی ناشی از میدان ربایشی[مغناطیسی] آهنربا به غشاء وارد می‌شود. جریان بسامد صوتی دهنی، نوساناتی در نیروی اعمال شده ایجاد می‌کند که باعث ارتعاشاتی در غشاء و بازتولید صوت خواهد شد. برای بازتولید صحیح صوت لازم است که غشاء آهنربایی نسبت به وضعیت آزاد خود در یک جهت جابجا شود. جریان فعالساز اینکار را انجام می‌دهد. در بعضی از مدارها بجای استفاده از جریان ثابت برای ایجاد این جابجایی از یک آهنربای دائمی بدین منظور استفاده می‌شود. شار آهنربایی لحظه‌ای بین دو قطب آهنربای گوشی که از غشاء آهنربایی می‌گذرد عبارت است از:

$$\phi_i = \phi_0 + \phi \sin \omega t \qquad (۱-۶)$$

که ϕ_0 شار آهنربایی [معناطیسی] ثابت ناشی از جریان حالت سکون یا آهنربای دائم است و ϕ بیشینه دامنه تغییرات شار آهنربایی و ϕ_i شار آهنربایی لحظه ای است. در رابطه ۱-۶ فرض کرده‌ایم جابجایی غشاء لرزان نسبت به فاصله هوایی ناچیز است و مقاومت ربایشی[رلوکتانس] مسیر ثابت است. نیروی لحظه‌ای وارد بر غشاء با مربع شار لحظه‌ای مسیر متناسب است. لذا:

$$F = K(\phi_0 + \phi \sin \omega t)^2 \qquad (۱-۷)$$

که K ضریب تناسب است. با بسط طرف دوم رابطه ۱-۷ بدست می‌آوریم:

$$F = K\left(\phi_0^2 + \phi^2 \sin^2 \omega t + 2\phi_0 \phi \sin \omega t\right) \quad (۸-۱)$$

که با توجه به اینکه $\phi/\phi_0 << 1$ از جمله دوم طرف دوم رابطه ۱–۸ می توان صرفنظر کرد و خواهیم داشت:

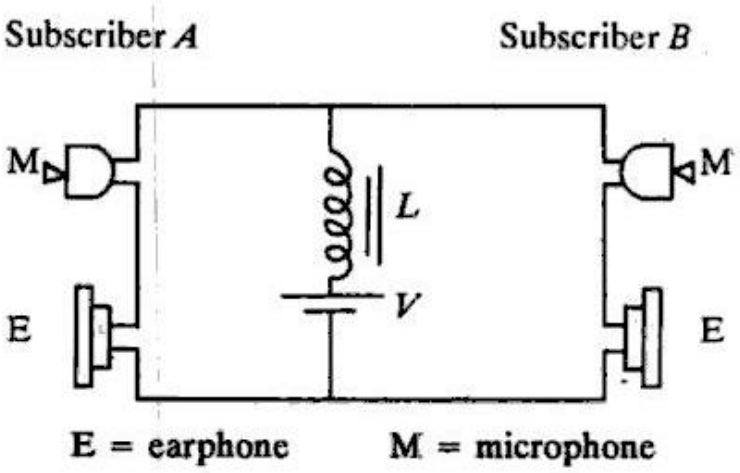
$$F = K\phi_0^2\left(1 + K_1 I_0 \sin \omega t\right) \quad (۹-۱)$$

$I_0 \sin \omega t$ جریان گذرا از سیم پیچ است. بنابراین مشاهده می کنیم که نیروی وارد بر غشاء متناسب با اخباره تولید شده در دهنی است.

در یک سامانه مخابراتی عادی، اطلاعات بصورت دوطرفه مبادله می‌شوند. هر واحد مخابراتی هم می‌تواند ارسال کند و هم دریافت کند هر چند بصورت همزمان چنین اتفاقی نمی‌افتد. هر واحد در هر لحظه یا گیرنده و یا فرستنده است. هر گاه یک طرف فرستنده است طرف دیگر دریافت کننده است و بالعکس. به چنین شکلی از ارتباط که جریان اطلاعات دوطرفه است ولی نه بطور همزمان *ارتباط نیمه دوطرفه*[1] گفته می‌شود. اگر ارتباط دوسویه همزمان داشته باشیم آنرا *ارتباط دوطرفه کامل*[2] می‌نامیم.

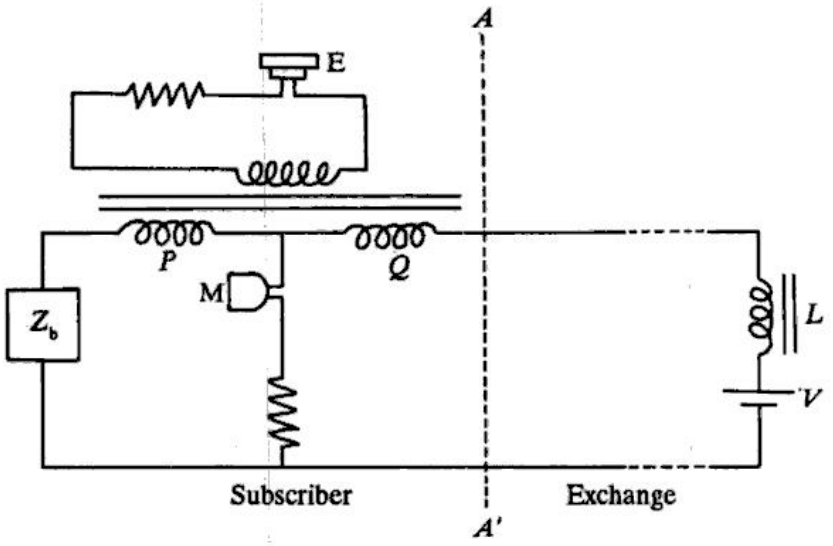
با گذاشتن یک فرستنده و یک گیرنده در شکل ۱–۶ می توان آن را به یک وسیله مخابراتی نیمه دوطرفه مطابق شکل ۱–۸ درآورد. در این مدار صحبت A توسط B و همچنین در گوشی A شنیده می‌شود. اخباره صوتی که در سمت گوینده شنیده می‌شود را *همنوا*[3] می‌نامند. مقدار معینی از همنوایی مفید و لازم است. شنیدن صدای صحبت در گوشی گوینده بازخوردی است که با استفاده از اخباره همنوایی شنیده شده در گوشی، گوینده سطح بلندی صدای خود را بطور خودکار تنظیم می‌کند. اگر همنوایی در کار نباشد گوینده داد می‌زند و چنانچه همنوایی زیادی شنیده شود، سطح صدای خود را کاهش خواهد داد. در مدار شکل ۱–۸ صحبت با تمام شدت به عنوان همنوایی شنیده می‌شود که مطلوب نیست.

[1] half duplex
[2] full duplex
[3] sidetone



شکل ۱–۸ مدار نیمه دوطرفه وراگو

در مدار نشان داده شده در شکل ۱–۹ بخشی کوچکی از اخباره صحبت گوینده با تمام اخباره صوتی دریافت شده از طرف دیگر تلفیق و در گوشی پخش می‌شود. پاگیری Z_b قدری بیشتر یا کمتر از پاگیری قسمت سمت راست خط AA' انتخاب می‌شود. در نتیجه اخباره صوتی ناشی از دهنی M تقریباً به نسبت برابر با قدری اختلاف بیشتر یا کمتر در سیم پیچ های P و Q تقسیم می‌شود. از آنجا که جریان در این دوسیم پیچ در جهت مخالف همدیگر هستند، فقط بخش کمی از اخباره همنوایی در سیم پیچ ثانویه القاء می‌شود. اخباره دریافتی از طرف دیگر از هر دو سیم پیچی P و Q در یک جهت عبور می‌کند و اخباره بزرگی در گیرنده القاء می‌کند.



شکل ۱–۹ مدار وراگو با همنوایی القایی

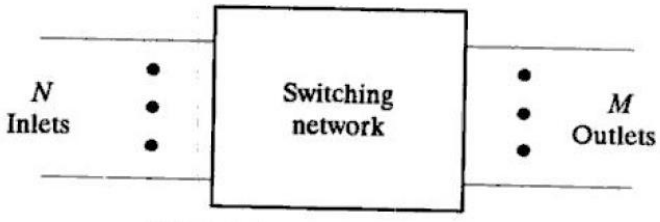
۱-۳ مبانی سامانه‌های سودهی

مجموعه مدارهای ورودی و خروجی، که به ترتیب *خط ورود*[1] و *خط خروج*[2] نامیده می‌شوند، عنصر مهمی در یک سامانه سودهی یا مرکز تبادل هستند. کارکرد اولیه هر سامانه سودهی ایجاد یک مسیر برقی بین هر خط ورود و هر خط خروج است. سخت افزار لازم برای ایجاد چنین اتصالاتی را *ماتریس سودهی* یا *سوسازه*[3] می‌نامند. گاهی هم از واژه *شبکه سودهی* برای مشخص کردن سخت افزارداخل سامانه سودهی استفاده می‌شود. دقت کنید که شبکه سودهی قسمتی از سامانه سودهی است و نباید با شبکه سوده مخابراتی که در بخش ۱-۱-۲ راجع به آنها بحث شد، اشتباه شود. در شکل ۱-۱۰ (آ) یک شبکه سودهی دارای N خط ورود و M خط خروج نشان داده شده است. اگر M=N باشد شبکه سودهی را *متقارن* می‌گوئیم. در این کتاب بیشتر سوده‌های متقارن را بررسی می‌کنیم. همانطور که در شکل ۱-۱۰ (ب) نشان داده شده، هر خط ورود/خط خروج می تواند به یکی از خطوط مشترکین محلی و یا خط تراسیم [ترانک] بین مراکز وصل شود. وقتی تمام خطوط ورودی و خروجی به خطوط مشترکین وصل شده باشند، شکل منطقی اتصالات به صورت شکل ۱-۱۰ (ج) خواهد بود. از آنجا که در چنین وضعیتی خطوط خروجی به سمت خطوط ورودی تا خورده‌اند، به این سوده، *سوده تاخورده*[4] گفته می‌شود. امکان دارد که تمام اتصالات خطوط ورودی/خطوط خروجی در یک سوده برای مبادلات بین مراکز دیگر مورد استفاده قرار گیرند. در چنین وضعیتی مرکز تبادل از مشترکین محلی پشتیبانی نمی‌کند و به آن *مرکز ترابرد*[5] گفته می‌شود. چنین شبکه‌سودهی در شکل ۱-۱۰ (د) نشان داده شده که آن را *شبکه تانخورده*[6] هم می‌نامیم. در شکل ۱-۱۰(ب) کلی‌ترین مدل یک سوده نشان داده شده که می‌تواند چهار نوع اتصال ایجاد کند:

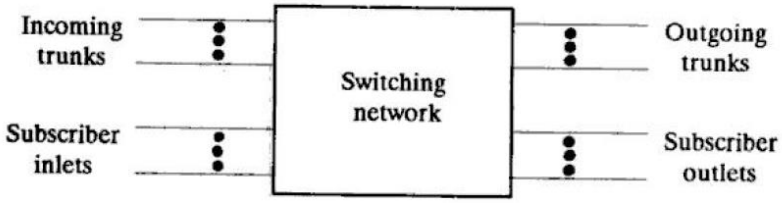
۱) اتصال محلی بین دو مشترک در سامانه
۲) مکالمه خارج شونده بین یک مشترک و تراسیم خارج شونده از مرکز سودهی
۳) مکالمه وارد شونده از یک تراسیم وارد شونده و یک مشترک محلی

[1] inlet
[2] outlet
[3] switching fabric
[4] folded switch
[5] transit switch
[6] unfolded switch

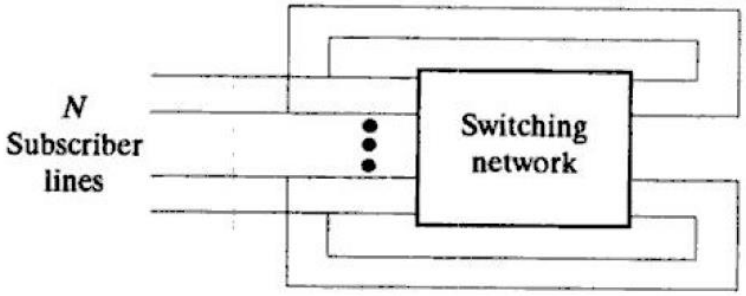
۴) مکالمات گذری از یک تراسیم وارد شونده به یک تراسیم خارج شونده



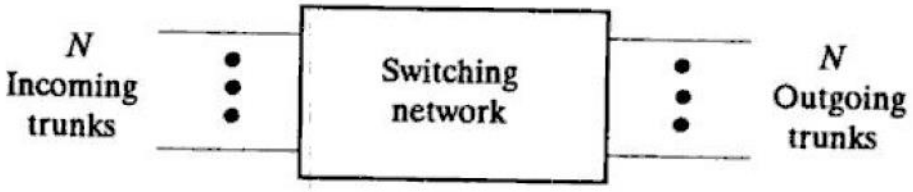
شکل ۱-۱۰ (آ) مدل یک سوده



شکل ۱-۱۰ (ب) اتصالات خطوط ورودی/خروجی



شکل ۱-۱۰ (ج) سوده تاخورده



شکل ۱-۱۰(د) سوده تانخورده

سوده تاخورده اتصالات نوع اول و سوده‌های تانخورده اتصالات نوع چهارم را ایجاد می‌کنند. در یک سوده تاخورده دارای N مشترک، حداکثر N/2 مکالمه یا تبادل اطلاعات همزمان داریم. سوده را می‌توان به نحوی طراحی کرد که N/2 مسیر سودهی لازم را تأمین نماید که در اینصورت سوده را *بی‌انسداد*[1] می‌نامیم. در سوده تانخورده دارای N خط ورود و N خط خروج می‌توان N مبادله اطلاعاتی را بصورت همزمان انجام داد. در نتیجه برای ناانسدادی بودن یک سوده تانخورده، آن سوده باید بتواند N مسیر ارتباطی بین خطوط ورودی و خروجی بطور همزمان ایجاد کند. در سوده بی‌انسداد مادامی که یک مشترک آزاد باشد، هر مشترک دیگر می‌تواند با او تماس بگیرد. به عبارت دیگر رد اتصال با مشترکین هیچگاه بخاطر کمبود منابع سوده نیست. اما، خیلی بندرت پیش می‌آید که تمام مشترکین بطور همزمان بهم متصل باشند. بنابراین بصرفه‌تر است که تعداد مسیرهای سوده را بر اساس میانگین اتصالات همزمان مورد انتظار طراحی کنیم. در چنین حالتی، گاهی ممکن است رد اتصال درخواست مشترکین بخاطر عدم وجود مسیر آزاد کافی در سوده صورت پذیرد. در صورت وقوع چنین رخدادی، مشترک دچار انسداد می‌شود و لذا این سوده را *با انسداد*[2] می‌نامیم. در سوده‌های باانسداد، بیشینه تعداد مسیرهایی که بطور همزمان می‌توانند سودهی شوند از بیشینه تعداد مکالمات ممکن بین مشترکین اگر همگی فعال باشند، کمتر است. بیشینه تعداد مسیرهای سودهی شده همزمان ممکن برای هر سوده را *ظرفیت سودهی*[3] می‌گوئیم. احتمال رد درخواست اتصال مشترکین را *احتمال انسداد* می‌نامیم. هر سوده چه با انسداد و چه بی انسداد، باید *اتصال کامل*[4] یا *دسترسی کامل*[5] که همان اتصال تمام خطوط ورودی و خروجی به یکدیگر است را فراهم کند. عبارت اتصال کامل را نباید با شبکه کاملاً متصل که در بخش ۱-۱ ذکر شد، اشتباه کرد. یک سوده متصل کامل لزوماً یک شبکه کاملاً متصل را ایجاد نمی‌کند. بمنظور اجتناب از اشتباه، در این کتاب از عبارت دسترسی کامل استفاده می‌کنیم. در برخی از سوده‌های دارای طراحی‌های خاص، فقط وقتی می‌توان از ظرفیت آن بطور کامل استفاده کرد که آمدوشد دارای توزیع خاصی باشد. به این سوده‌ها، *سوده مبنا*[6] گفته می‌شود.

[1] nonblocking
[2] blocking
[3] switching capacity
[4] full connectivity
[5] full availability
[6] baseline switch

تمام مراکز تبادل بر اساس بیشینه آمدوشد متوسط تخمینی همزمانی که *آمدوشد ساعت شلوغ*[1]نام دارد، طراحی می‌شوند. با نگاه به آمدوشدهای وراگویی ضبط شده مشخص می‌شود که حتی در مراکز شلوغ، هیچگاه بیش از ۲۰ تا ۳۰ درصد از مشترکین بطور همزمان فعال نخواهند بود. از اینرو طراحی سامانه‌های سودهی بر اساس اشتراکی بودن منابع انجام می‌گیرد و تا هر وقت که مکالمه‌ای در حال انجام باشد، منابع لازم به آن مکالمه تخصیص داده می‌شوند. آمدوشد تخمینی ساعت شلوغ ، مقدار منابع اشتراکی لازم را تعیین می‌کند. وقتی آمدوشد از میزان در نظر گرفته شده در طراحی بیشتر می‌شود، مشترکین با انسداد مواجه می‌شوند. اگر طراحی مناسب باشد، احتمال انسداد ناچیز خواهد بود. در واقع، کارآیی سامانه سودهی هم از دیدگاه کاربر و هم از دید طراح آن بررسی می‌شود. در مهندسی آمدوشد، که در فصل ۸ مورد بررسی قرار می‌دهیم، با هر دو جنبه سروکار داریم. بار روی یک منبع سودهی برحسب مشغول بودن آن اندازه‌گیری می‌شود. شاخص اندازه‌گیری *شدت آمدوشد*[2]است و بصورت کسر مشغول بودن منبع در طی یک زمان معین مشاهده تعریف می‌شود. واضح است که این شاخص بدون واحد است، ولی آن را با واحدی بنام *ارلانگ (E)* اندازه می‌گیرند که به افتخار یکی از واضعان متقدم نظریه آمدوشد [ترافیک]، مهندس وراگویی دانمارکی آ.ک. ارلانگ[3]نامگذاری شده است.

۱-٤ برسنجه[پارامتر]های سامانه‌های سودهی

وقتی طراحی سامانه‌های سودهی مطرح می‌شود، انتخاب‌ها و طرح‌های زیادی در دسترس است. لذا برای انتخاب طرح مناسب، مقایسه و ارزیابی طرح‌های مختلف ضروری است. برای انجام اینکار برسنجه‌های [پارامترهای] طراحی به ما کمک می‌کنند. در این بخش مجموعه‌ای از برسنجه‌های مشخص کننده سامانه‌های سودهی را معرفی خواهیم کرد. این برسنجه‌ها عمومی هستند و صرفنظر از فناوری و معماری برای تمام سامانه‌های سودهی کاربرد دارند.

سوسازه [سوئیچ فابریک] جزئی اساسی در هر سامانه سودهی است. عناصر سودهی و مدارات مرتبط به آنها بطور عمده در این قسمت قرار دارند. یک قاعده کلی این است که، قیمت سوده بطور مستقیم با تعداد عناصر سودهی

[1]busy hour traffic
[2]traffic intesity
[3]A.K.Erlang

متناسب است. بنابراین طرحی بهتر است که کمترین عناصر سودهی را داشته باشد. اگر کل سامانه سودهی در نظر باشد، هزینه‌های سایر عناصر را هم باید لحاظ کرد. در سامانه‌های دارای راهبری مشترک، هزینه زیرسامانه راهبری مشترک عاملی کلیدی است. برخی اجزاء سخت‌افزاری ثابت رایج مانند مولد جریان زنگ، مولد انواع نواها و منابع تغذیه هم هزینه دارند. سوده را می‌توان با بکارگیری عناصر سودهی «اسئی»[1] بصورتی یک یا چند مرحله‌ای ساخت. هر چه تعداد این مراحل بیشتر باشد، زمان راه‌اندازی مکالمه هم بخاطر درگیر شدن تعداد بیشتری از عناصر سودهی در مراحل مختلف، افزایش می‌یابد. در اکثر طراحی‌ها از تمام منابع سودهی حتی وقتی از ظرفیت سوده بطور کامل استفاده می‌شود، بهره نمی‌گیریم و بخشی از منابع معطل می‌مانند. یکی از شاخص‌های طراحی کسری از سخت‌افزارها است که در بار کامل مورد استفاده قرار می‌گیرند. حال با لحاظ کردن عوامل فوق، برسنجه‌های مهم یک سوده را برمی‌شماریم:

۱- تعداد خطوط ورودی/خروجی (خطوط مشترکین) N

۲- تعداد عناصر سودهی S

۳- هزینه سامانه سودهی C

$$C = C_s \times S + C_c + C_{ch}$$

در رابطه فوق C_s هزینه یک عنصر سودهی، C_c هزینه راهبری مشترک، C_{ch} هزینه سخت‌افزارهای مشترک هستند .سخت‌افزارهای مشترک بدون درنظر گرفتن منابع تغذیه معمولاً درصد ناچیزی از کل سخت‌افزار است و هزینه آن برای طرحهای مختلف حدوداً ثابت است. لذا در بیشتر موارد در محاسباتمان C_{ch} را در نظر نمی‌گیریم.

۴- ظرفیت سودهSC

۵- قابلیت رفع و رجوع آمدوشد TC

با تقسیم ظرفیت سوده بر بیشینه بار به لحاظ نظری بدست می‌آید: $TC = \frac{2SC}{N}$

۶- ضریب بهره وری تجهیزات EUF

از تقسیم تعداد عناصر سودهی درگیر در ظرفیت کامل بر کل تعداد عناصر سودهی بدست می‌آید:

[1] Switching Elements (SE)

$$EUF = \frac{(S)_{SC}}{(S)_T}$$

۷- تعداد مراحل سودهی K

بمنظور کاهش تعداد عناصر سودهی سامانه سودهی بصورت چند مرحله‌ای طراحی می‌شود. با اینکار نسبت به طرحهای تک مرحله‌ای، عناصر سودهی بشدت کاهش می‌یابند. بسیار مفید است که شاخصی برای بازتاب میزان کاهش حاصل شده داشته باشیم. بدین منظور برسنجه *میزان کاهش عناصر سودهی*[1] را بصورت زیر تعریف می‌کنیم:

۸- ضریب کاهش عناصر سودهی λ

$$\lambda = \frac{(S)_{\sin gle_stage}}{(S)_{multi_stage}}$$

۹- زمان متوسط سودهی در هر مرحله T_{st}

۱۰-زمان راه‌اندازی برخوانی T_s

$$T_s = K \times T_{st} + T_0$$

T_0 زمان لازم برای انجام کارهایی به غیر از سودهی است. در سامانه‌های راهبری مشترک که عملیات راهبری از عملیات سودهی تفکیک شده‌اند، مقدار T_0 بزرگ است. در سامانه‌های استروگر از مقدار T_0 می‌توان چشم‌پوشی کرد.

۱۱-شاخص هزینه ظرفیت «دوسیا» CCI

با تقسیم ظرفیت سوده بر هزینه هر خط مشترک بدست می‌آید:

$$CCI = \frac{N(SC)}{C}$$

هرچه «دوسیا» بیشتر باشد، طرح بهتر است. با داشتن قابلیت رفع و رجوع آمدوشد، رفتار آماری واقعی آمدوشد و مشخصه پایایی هر مکالمه، محاسبه تخمین معقولی برای احتمال انسداد سامانه سودهی امکان‌پذیر است. در فصل ۸ نحوه مسدود شدن سامانه‌های سودهی را مفصل بررسی می‌کنیم. ولی در چند فصل قبل آن که طراحی سامانه را مطرح می‌کنیم از محاسبه ساده احتمال انسداد استفاده کرده‌ایم. باید توجه داشت که احتمال انسداد هم شاخصی برای کارآیی

[1] switching element advantage factor

و هم یک برسنجه طراحی است. برای داشتن احتمال انسداد کم در میدان عمل، باید شاخص قابلیت رفع و رجوع آمدوشد سامانه سودهی را در مرحله طراحی به درستی اندازه‌گذاری کنیم. اینکار براساس تخمین آمدوشد انجام می‌گیرد.

۱-۵ اجزاء سامانه‌های سودهی

هر سامانه سودهی سه جزء اصلی دارد:

- سازه سودهی
- زیرسامانه راهبری
- زیرسامانه علامت‌دهی

سازه سودهی که به آن *ماتریس سودهی* و یا *سوسازه* هم گفته می‌شود، از تعدادی عناصر سودهی تشکیل شده که به نحوی خاص به یکدیگر متصل می‌شوند. عناصر سودهی در داخل سازه معمولاً با آرایش هندسی خاصی قرار دارند. با فعال کردن مجموعه‌ای از یک یا چند عنصر سودهی یک مسیر ارتباطی بین یک خط ورودی و یک خط خروجی شکل می‌گیرد. سازه سودهی امکان برقراری ارتباط لااقل از یک مسیر را بین هر زوج خط ورود / خروج یا به عبارتی دسترسی کامل را ضمانت می‌کند. سازه می‌تواند به گونه‌ای طراحی شده باشد که چندین مسیر ارتباط مختلف برای ایجاد اتصال بین هر زوج خط ورود/خروج وجود داشته باشد. چنین سازه‌هایی امکان تحمل خرابی تا درجه خاصی را فراهم می‌سازند، یعنی با از کار افتادن یک عنصر سودهی یا یک خط ارتباط، امکان اتصال بین یک زوج خط ورود/خروج از بین نمی‌رود. اگر برای اتصال هر زوج خط ورود/خروج فقط یک مسیر ارتباطی وجود داشته باشد با خراب شدن یک عنصر سودهی یا خط ارتباطی امکان برقراری ارتباط بین زوج خط ورود/خروج مربوطه از دست خواهد رفت. سوده‌های استروگر اولیه این مشکل را داشتند. طرح‌های بعدی بهبود یافتند تا بیشتر از یک مسیر ارتباطی داشته باشند. جالب است که بدانید حتی برخی از سوسازه‌های جدید که با فناوری نیمه‌هادی‌های بسیار مجتمع «ولسی»[1] ساخته می‌شوند، همین مشکل یک مسیر به ازاء یک زوج خط ورود/خروج را دارند. برای این سئوال که چرا هنوز چنین سازه‌هایی با وجود اینکه در مقابل خرابی تحمل‌پذیری ندارند ساخته می‌شوند، دلایل متعددی وجود دارد.

[1] Very Large Scale Integration (VLSI)

نخست آنکه اطمینان‌پذیری فناوری «ولسی» چندین مرتبه مقداری از ابزارهای برقسازه‌ای بیشتر است. نرخ خرابی در فناوری «ولسی»خیلی کم است. ثانیاً سازه‌های تک مسیره اجزای کمتری دارند و الگوهای اتصال عناصر در آنها بسیار ساده‌تر است که آنها را مناسب ساخت توسط فناوری«ولسی»می‌کند. ثالثاً بسیاری از سازه‌های تک مسیره دارای قابلیت خودمسیردهی[1]ذاتی هستند به عبارتی اگر نشانی خط خروج روی خطوط ورود گذاشته شود، مسیر بر اساس نشانی خط خروج بطور خودکار در سازه استقرار می‌یابد. و آخر از همه، باید متذکر شد که در سامانه‌های سودهی برقواره‌ای تک خطاها را می توان با تخصیص مجدد خطوط ورودی/خروجی یدکی به مشترکین طرف ارتباط بصورت پویا، پوشش داد.

زیرسامانه راهبری [کنترل] مسئول تمام اتفاقات در درون سامانه‌های سودهی است. زیرسامانه راهبری در برخی از سامانه‌های سوده، جزئی یکپارچه از ماتریس سوده است. به چنین سامانه‌هایی، *سامانه سودهی راهبری مستقیم*[2]می-گوئیم. به آن دسته از سامانه‌های سودهی که واحد راهبری خارج از شبکه سودهی است، *سامانه سودهی راهبری مشترک*[3]گفته می‌شود. مراکز سودهی استروگر از نوع راهبری مستقیم هستند ولی سوده‌های متقاطع و برقواره‌ای از نوع راهبری مشترک هستند. تمام سامانه‌های راهبری برنامه پذیر هم از نوع راهبری مشترک هستند. گاهی راهبری مشترک را راهبری غیرمستقیم و یا راهبری ثبتی هم می‌نامند.

رخدادهای بیرونی مانند برداشتن گوشی تلفن توسط یک مشترک هستند که باعث شروع فعالیت‌های راهبری داخل یک سوده می‌شوند. در این زمان، زیرسامانه راهبری، فرمان ارسال بوق آزاد روی خط مشترک مربوطه را به زیرسامانه علامت‌دهی می‌دهد. وقتی متقاضی شماره‌گیری را انجام داد، تفسیر شماره و تشخیص خط خروج متناظر با این شماره که خط ورود متقاضی باید به آن متصل شود، نیز برعهده زیرسامانه راهبری است. درست است که ماتریس سودهی است که مسیرهای اتصال را تأمین می‌کند ولی برقراری مسیر با فعال‌سازی عناصر سودهی مناسب و ایجاد خطوط ارتباطی لازم برای استقرار مسیر بین زوج خطوط ورودی/خروجی، در واقع توسط زیرسامانه راهبری انجام می‌گیرد. البته در مورد ماتریس‌های سودهی خود مسیرده اینکار بصورتی دیگر انجام می‌شود. در مورد این ماتریس‌ها، زیرسامانه راهبری فقط کافی است نشانی خط خروجی را روی خطوط ورودی قرار بدهد. با گذاشتن گوشی توسط مشترک که

[1]self-routing
[2]direct control
[3]common control

علامت پایان مکالمه است، زیرسامانه راهبری عملیات غیرفعال کردن عناصر سودهی دخیل و آزادسازی خطوط ارتباطی در مسیر مکالمه را آغاز می‌کند. سامانه سودهی بین خطوط ورودی/خروجی متصل به خطوط مشترکین و آنهایی که به تراسیم متصل هستند، فرقی قائل نمی‌شود. این وظیفه زیرسامانه راهبری است که تفاوت بین آنها را متوجه شود و اخباره علامت‌دهی ورودی از این خطوط را بدرستی تفسیر کند یا به کمک زیرسامانه علامت‌دهی اطلاعات علامت‌دهی درست را روی این خطوط ارسال کند.

سومین جزء اصلی هر سامانه سودهی، زیرسامانه علامت‌دهی است که دو نوع علامت‌دهی مختلف را تأمین کند:

۱- علامت‌دهی روی حلقه مشترک

۲- علامت‌دهی بین مراکز تبادل

در سامانه‌های سودهی اولیه بین زیرسامانه راهبری و علامت‌دهی مرز روشنی وجود نداشت. به عملیات راهبری داخل سوده *علامت‌دهی درون مرکز تبادل*[1] *و یا ثبتی*[2]هم گفته می‌شد. بخاطر استفاده از ثباتها برای دریافت و هدایت ارقام شماره های وراگوی مخاطب از خط مشترکین یا تراسیم بود که عبارت علامت‌دهی ثبتی متداول شد. از آنجا که در سوده‌های اولیه ارتباط بین مراکز تبادل به معنای مبادله شماره‌های داخل ثباتها بود، به علامت‌دهی بین مراکز تبادل، *علامت‌دهی بین ثباتی*[3]هم گفته می‌شد.

نوع دیگر علامت‌دهی، علامت‌دهی سراسری در شبکه یا *علامت‌دهی انتها- به-انتها*[4]نام دارد. منظور کلی امکاناتی است که توسط زیرسامانه علامت‌دهی فراهم می‌شوند تا متقاضی و مخاطب بتوانند اطلاعات علامت‌دهی را مبادله کنند. در واقع، پایه کارکرد سامانه‌های رایانه‌ای پاسخگویی صوتی که این روزها در راه‌آهن، هواپیمایی و یا خدمات پرس و جوی وراگویانه با آنها مواجه شده‌ایم را همین علامت‌دهی انتها به انتها بنا نهاده است. شکل دیگر علامت‌دهی انتها به انتها *علامت‌دهی خط*[5]است. در این نوع از علامت‌دهی، تجهیزات انتهای خط که پایش بخشی یا همه مدارات درگیر در مکالمات را برعهده دارند، اطلاعات را مبادله می‌کنند.

[1]intraexchange signalling
[2]register signalling
[3]interregister signalling
[4]end-to-end signalling
[5]line signalling

الزامات و شکل ظاهر علائم خطوط مشترکین و تراسیم تفاوت زیادی دارند و از استانده‌های بین‌المللی تبعیت می‌کنند. اما عملیات راهبری استانده نیستند و تعریف و نحوه پیاده‌سازی آنها برعهده سازنده سامانه‌های سودهی گذاشته شده است. علامت‌دهی حلقه مشترک وابسته به نوع دستگاه مورد استفاده در محل مشترک متفاوت است. برای مثال نحوه علامت‌دهی در وراگوی دارای شماره‌گیر چرخان، شماره‌گیر نوایی دکمه فشاری و وراگوی شمارا کاملاً متفاوت است و شکل ظاهری علائم آنها نیز تفاوت زیادی دارند.

علامت‌دهی شماره‌گیرهای چرخان را در بخش ۲-۱ ، شماره‌گیر نوایی را در بخش ۳-۲ و علامت‌دهی شمارا را در فصل ۱۱ توضیح داده‌ایم.

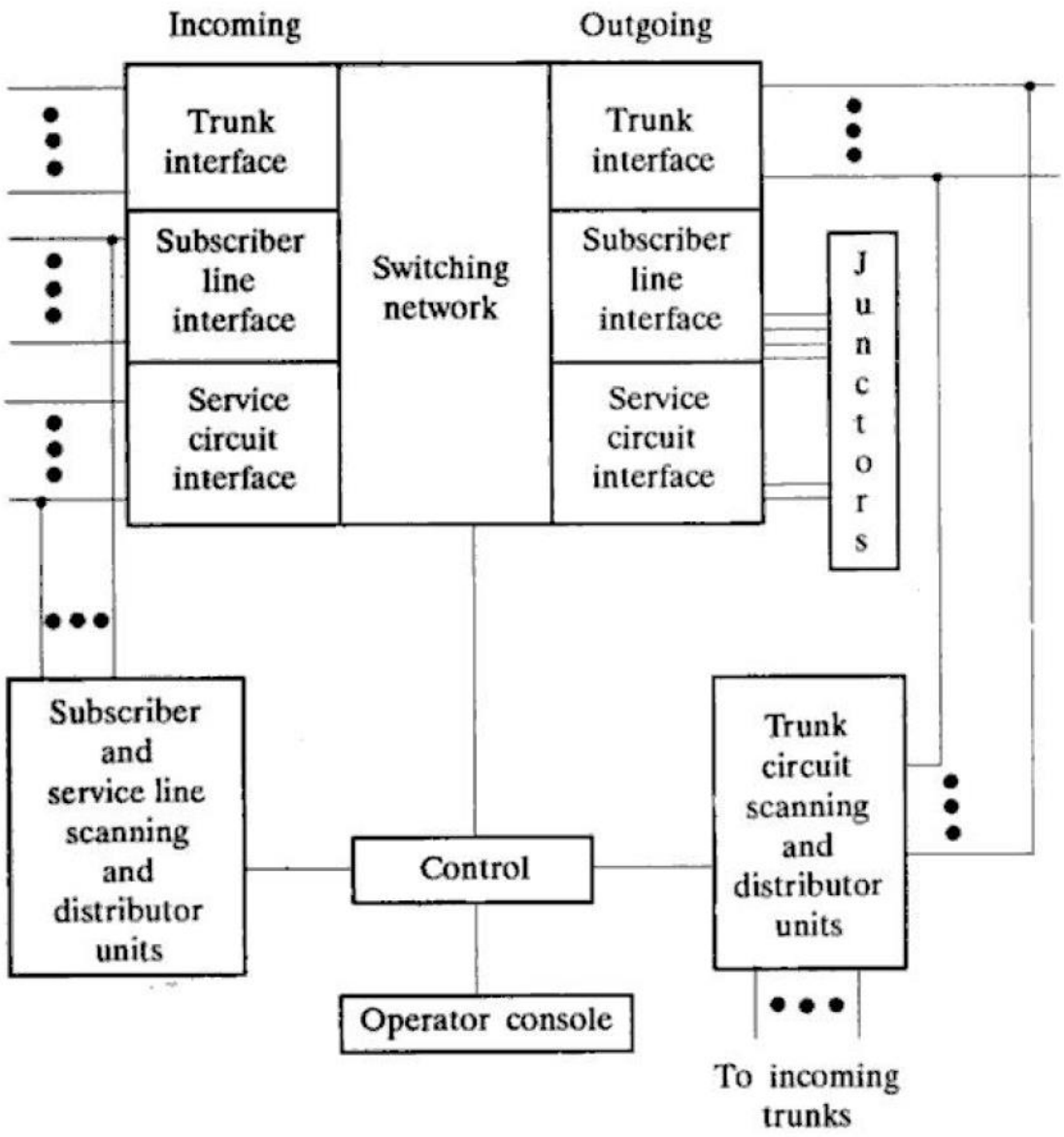
روشهای علامت‌دهی را به دو دسته اصلی *علامت‌دهی داخل باند*[1] و *علامت‌دهی کانال مشترک*، «دوسیئس»[2] می‌توان تقسیم کرد. در روش علامت‌دهی داخل باند که با نام *علامت‌دهی به ازاء تراسیم* هم شناخته می‌شود، از همان کانال انتقال صحبت کاربران، اخباره‌های راهبری آن مکالمه را هم عبور می‌دهیم. اما در «دوسیئس»، برای انتقال علائم یک گروه از کانالهای صوتی و یا تراسیم‌ها از کانال اشتراکی جداگانه استفاده می‌شود. «دوسیئس» اخیراً در شبکه‌های مخابراتی بکار گرفته شده است. «دوسیئس» مفهومی نیرومند بوده و اساس کار بسیاری از خدمات ارزش افزوده در شبکه‌های مخابراتی نوین است.

بیشتر شبکه‌های وراگویی فعلی از تجهیزات علامت‌دهی داخل باند استفاده می‌کنند. اما بدون شک در آینده نزدیک تمام شبکه‌های وراگویی بتدریج به سمت «دوسیئس» تحول می‌یابند. در واقع «دوسیئس» روش علامت‌دهی استانده شبکه خدمات یکپارچه شمارا «آیسدین» است. تا کنون ۷ استانده با نام *سامانه‌های علامت‌دهی شماره ۱-۷* «دوئس۱-دوئس۷» منتشر شده است. همچنین یک نسخه اصلاحی برای «دوئس۵» بنام «دوئس۵ دوم» وجود دارد. همچنین دو استانده منطقه‌ای بنام‌های «آر۱» و «آر۲» داریم که به ترتیب در آمریکای شمالی و اروپا بکار گرفته می‌شوند. در واقع، از استانده «آر۲» در بخشهایی از شبکه مخابراتی هند استفاده می‌شود. استانده‌های «دوئس۱» تا «دوئس۵» به روشهای

[1] Inchannel signalling
[2] Common channel signalling

علامت‌دهی داخل باند اختصاص دارند. استانده‌های «دوئس۶» و «دوئس۷» هم متعلق به روشهای علامت‌دهی کانال مشترک هستند. در فصل ۱۱ بطور کامل، جزئیات روشهای علامت‌دهی را شرح داده‌ایم.

در شکل ۱–۱۱ عناصر مختلف سامانه سودهی و اتصال درونی آنها را نشان می‌دهد. خطوط مشترکین به مدارات واسط خط مشترک و خطوط تراسیم هم به مدارات واسط خط تراسیم منتهی می‌شوند. از خطوط خدمات برای نگهداری و آزمایش بهره‌برداری می‌شود. اتصال تاخورده به خط مشترک و خط خدمات، توسط مدار اتصال دهنده انجام می‌شود. ممکن است بعضی از سامانه‌های سودهی برای برقراری اتصالات محلی از سازوکار داخلی ویژه بدون نیاز به مدار اتصال دهنده هم بهره بگیرند.



شکل ۱-۱۱ عناصر یک سامانه سودهی

پایش خطوط و دریافت اطلاعات علامت‌دهی برعهده واحدهای جاروب خط محول شده است و واحدهای توزیع هم اخباره علامت‌دهی را روی خطوط ارسال می‌کنند. متصدی برای انجام نگهداری و مدیریت سامانه سودهی از طریق پیشانه [کنسول] می تواند با آن تعامل داشته باشد.

۱-۶ سامانه سودهی دستی

با ابداع سامانه‌های سودهی خودکار، سامانه‌های دستی تقریباً از گود خارج شدند. امروزه تنها برای اتصال مکالمات وارده به یک مرکز وراگوی خصوصی خودکار «پابکس»[1] به خطوط داخلی است که از متصدی کمک می‌گیریم. حتی همین مورد هم با معرفی روش *شماره‌گیری مستقیم خطوط داخلی*«دید»[2]که در مورد آن در فصل ۹ توضیح می‌دهیم، در حال برچیده شدن است. به هر حال، بحث در مورد نحوه سازماندهی سامانه‌های سودهی دستی به فهم بسیاری از اصول سودهی در سامانه‌های مخابراتی کمک شایانی خواهد نمود.

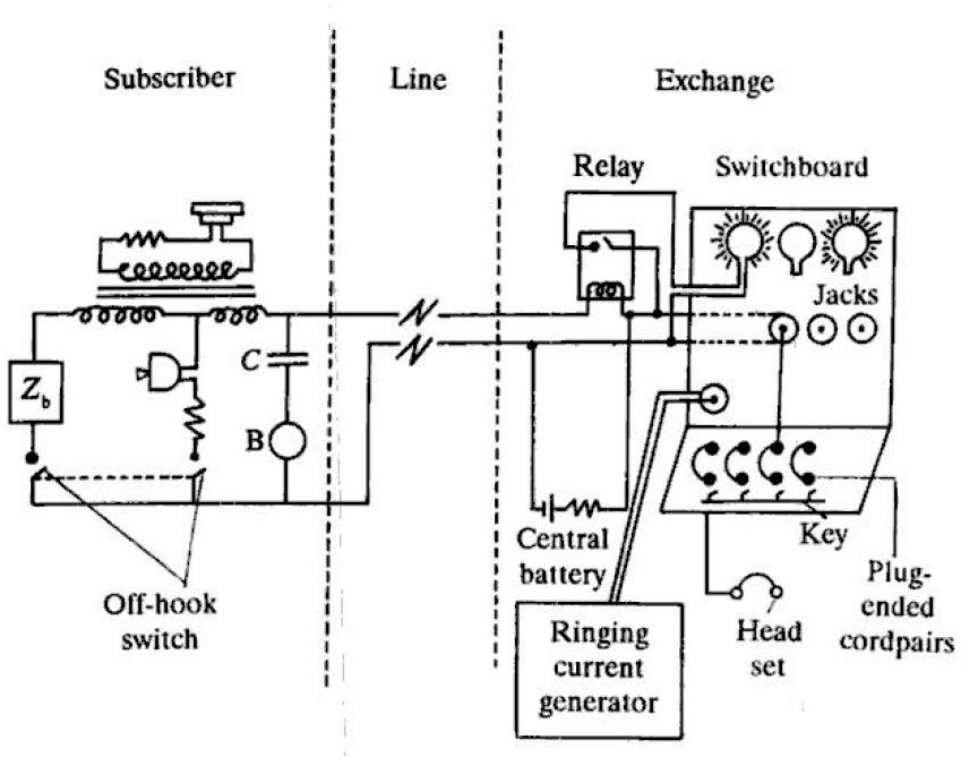
همانطور که در بخش ۱-۲ بیان شد، برای اینکه دهنی بتواند اخباره‌های برقی متناظر با شکل موج صحبت را ایجاد کند بایستی آن را فعال کرد. در سامانه‌های سودهی خیلی قدیمی یک برقنباره [باتری] در محل مشترک اینکار را انجام می‌داد. بعدها این برقنباره به مرکز تبادل انتقال یافت. بر همین پایه، سامانه‌های اولیه سودهی به دو دسته تقسیم می‌شوند:

- مراکز تبادل دارای برقنباره محلی«البی»
- مراکز تبادل دارای برقنباره مرکزی «سیبی»

در روش اول برای تأمین توان دهنی، درون دستگاه وراگوی مشترکین پیل خشک کار گذاشته می‌شد. این پیل‌ها توان محدودی داشتند و نمی‌توانستند اخباره‌های علامت‌دهی را روی خطوط طویل به مرکز تبادل بفرستند. از اینرو، دستگاه مشترکین به مولد برق آهنربایی مجهز بود. مشترک با چرخاندن دسته جریان برق متناوب مورد نیاز برای بکارانداختن نشانگر در مرکز تبادل را فراهم می‌ساخت. همین موضوع باعث شده است که «البی» با عنوان *مراکز آهنربایی*[3]هم شناخته شوند. نیاز به تعویض مکرر پیل خشک و ضرورت انجام کار ملال آوری چون چرخاندن دسته مولد باعث شد که «سیبی» پدیدار شود و دستگاه مشترک از یک برقنباره قوی در محل مراکز تبادل فعال شود. اکنون تمام مراکز تبادل وراگویی از نوع «سیبی» هستند. با ابداع مخابرات سیار، «البی»ها دوباره رواج یافتند، جایی که از پیل خشک برای فعال کردن واحد سیار استفاده می‌شود. اگر منابع تغذیه مطمئن و ارزان قیمت در دسترس باشند، بازگشت «البی»ها

[1]Private Automatic Branch eXchange (PABX)
[2]Direct Inward Dialing (DID)
[3]Magneto-exchange

در مراکز محلی روی زمین هم در آینده چندان دور از تصور نیست. در شکل ۱-۱۲ یک «سیبی» دستی نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۲ مرکز تبادل دستی با برقنباره مرکزی

سامانه از یک یا دو تخته اتصال[1] دستی تشکیل یافته است. خطوط مشترکین به حفره‌های اتصال روی این تخته‌ها منتهی شده‌اند. برای هر مشترک یک حفره اتصال وجود دارد. بالای هر حفره یک لامپ کوچک است که توجه متصدی را به خود جلب می‌کند. وقتی یک مشترک گوشی دستگاه وراگو را برمی‌دارد، کلید زبانه‌ای زیر گوشی بسته می‌شود و جریانی از دستگاه وراگو و سیم‌پیچ رله لامپ متناظر آن روی تخته اتصال عبور خواهد کرد. رله عمل کرده و لامپ مربوط به خط آن مشترک روشن می‌شود. متصدی با استفاده از یک زوج سیم الصاق، سرافزارش[هدست] را به خط مشترک وصل می‌کند. هر زوج سیم الصاق، شامل دو سیم است که به همدیگر متصل هستند و در انتهای آنها الصاقه (شاخه فلزی اتصال) قرار گرفته است. الصاقه داخل حفره اتصال فرو می‌رود. برای ایجاد ارتباط، متصدی الصاقه سیم اتصال را در حفره اتصال مشترک قرار می‌دهد و کلید سیم مربوطه را در موقعیت اتصال به سرافزار خود قرار می‌دهد.

[1]Switchboard

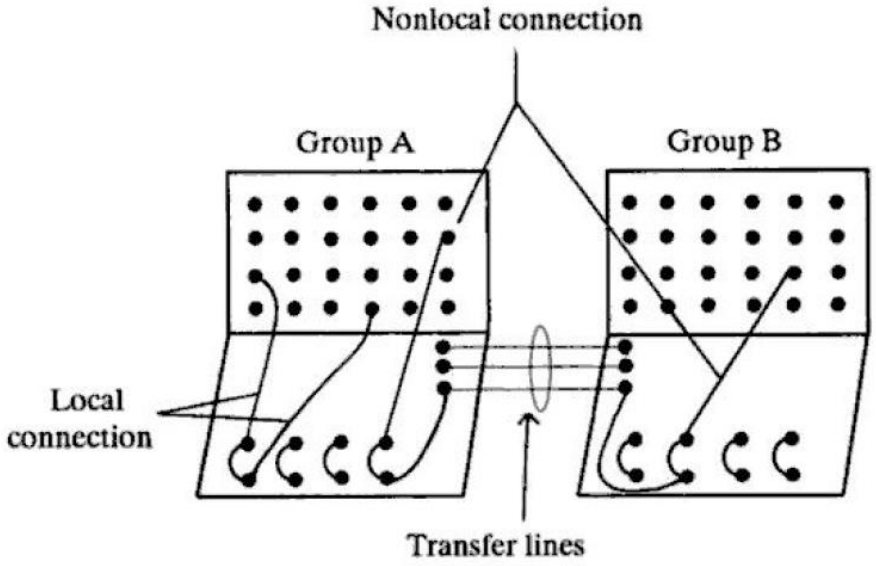
با دریافت شماره مخاطب از متقاضی، متصدی آزادن بودن خط مخاطب را وارسی می‌کند و اگر خط مخاطب آزاد باشد، با اتصال یک زوج سیم الصاق به خط مخاطب اخباره زنگ را برای او ارسال می‌کند. مدار زنگ در دستگاه مشترک معمولاً زنگ اخبار است که با حرف B در شکل ۱-۱۲ نشان داده شده است و خازن C بصورت سری با آن قرار دارد. این مدار همیشه به خط متصل باقی می‌ماند. خازن اجازه می‌دهد که جریان متناوب زنگ ارسالی از مرکز تبادل از زنگ اخبار عبور کند ولی از عبور جریان مستقیم حلقه جلوگیری می‌کند. چنانچه خط مخاطب مشغول باشد، متصدی به متقاضی این امر را اطلاع می‌دهد. اگر مخاطب پاسخ دهد، چراغ خط او روشن می‌شود. متصدی شاخه اتصال انتهای دیگر زوج سیم الصاق را در حفره اتصال مخاطب قرار داده و اتصال متقاضی و مخاطب را برقرار می‌کند. در مرکز تبادل دستی، راهبری کامل ارتباطات در اختیار متصدی قرار دارد. اوست که سامانه علامت‌دهی را بکار می‌اندازد، ارتباط را برقرار می‌کند و پس از خاتمه مکالمه، ارتباط را قطع می‌کند.

چنانچه خطوط اشتراک ۲۰۰ مشترک به یک تخته اتصال ختم شده باشد، امکان برقراری ۱۰۰ مکالمه همزمان بین آنها وجود دارد. بدین منظور به ۱۰۰ زوج سیم الصاق نیاز داریم. ولی یک متصدی نمی‌تواند ۱۰۰ مکالمه همزمان را راهبری کند. ولی خیلی بندرت پیش می آید که تمام مشترکین بطور همزمان بخواهند مکالمه نمایند. با فرض اینکه در هر زمان حداکثر ۲۰ مشترک (۱۰ مکالمه) در حال گفتگو با هم باشند به ۱۰ زوج سیم الصاق نیاز خواهیم داشت. امّا اگر بیش از ۲۰ مشترک بخواهند همزمان مکالمه نمایند، چه اتفاقی خواهد افتاد؟ زوج سیم الصاق کافی برای ایجاد ارتباط در دسترس متصدی نیست و بناچار درخواست مکالمه رد می‌شود. همچنین امکان رد شدن درخواست مکالمه مشترکین حتی در صورت در اختیار بودن زوج سیم الصاق، با توجه به محدودیت تعداد مکالماتی که یک متصدی بطور همزمان می‌تواند راهبری نماید، وجود دارد. بطور کلی می‌توان گفت رد درخواست مشترکین ممکن است بخاطر عدم وجود مدارات سودهی کافی یا بخاطر عدم وجود مدارات راهبری به مقدار کافی باشد.

وقتی تعداد مشترکین زیاد باشد برای رفع و رجوع درخواستها به چند تخته اتصال و چند متصدی نیاز داریم. در چنین وضعیتی دو نوع تخته اتصال در مرکز تبادل وجود دارد:

- تخته اتصال تک پایانه‌ای
- تخته اتصال چند پایانه‌ای

گاهی هم از عبارات ناچندتایی[1]و چندتایی[2]برای این دو نوع تخته اتصال استفاده می‌شود. در تخته اتصال تک پایانه‌ای، خط مشترک فقط به یکی از تخته‌های اتصال منتهی می‌شود ولی در نوع چندپایانه‌ای، خط مشترک به چند تخته اتصال منتهی می‌شود. در نوع تک پایانه‌ای مشترکین به چند گروه مجزا تقسیم و هر گروه به یک تخته اتصال وصل هستند. هر تخته اتصال توسط یک متصدی راهبری می‌شود. وقتی متقاضی در یک گروه بخواهد با مخاطبی در همان گروه مکالمه نماید، متصدی مربوطه اتصال را برقرار خواهد نمود. در صورتیکه متقاضی و مخاطب در دو گروه مختلف باشند همانطور که در شکل ۱–۱۳ می‌بینید از خطوط انتقال رابط بین دو تخته اتصال استفاده می‌شود. بر اساس ترافیک تخمینی بین دو گروه مشترک تعداد خطوط انتقال محاسبه می‌شود. توجه داریم که در برقراری ارتباط بین گروهی، هر دو متصدی گروه‌های مربوطه دخالت دارند.



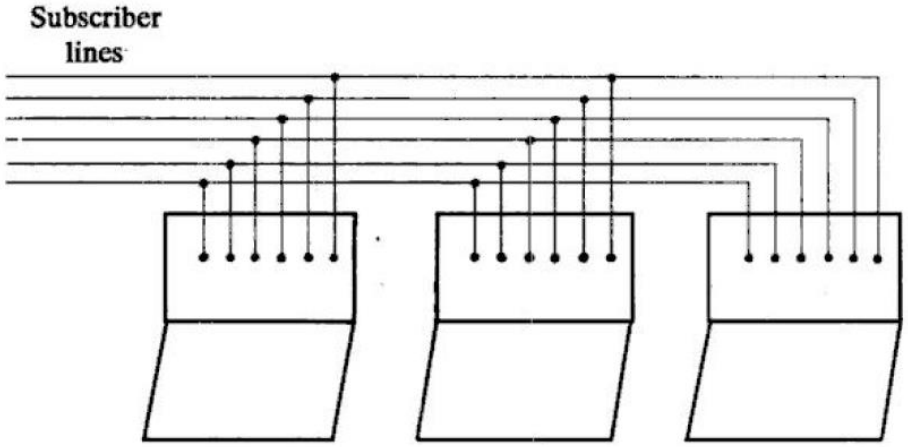
شکل ۱– ۱۳ تخته‌های اتصال تک پایانه‌ای دارای حفره اتصال انتقالی

بیشینه مکالمات همزمان داخل هر گروه به تعداد زوج سیمهای الصاق در دسترس و تعداد مکالمات همزمانی که متصدی می‌تواند آنها را راهبری کند، هر کدام که کمتر باشند، محدود می‌شود. تعداد مکالمات همزمان بین گروهی هم به تعداد خطوط انتقال بین آن دو گروه محدود می‌شود. یک ایراد اساسی وارد بر سامانه‌های تک پایانه‌ای این است که فارغ از شرایط آمدوشد سنگین و سبک در شبکه همیشه تعداد متصدیان و تخته‌های اتصال در سامانه ثابت

[1]nonmultiple
[2]multiple

است. در طی شرایط آمدوشد سبک تعداد مکالمات همزمان بسیار کمتر از تعداد مکالمات در شرایط آمدوشد سنگین است. با این وجود احتمال آنکه تعداد معدودی مکالمه بین گروهی همچنان نیاز باشد، زیاد است. هر مکالمه بین گروهی دو متصدی را درگیر می‌کند. بنابراین حتی برای تعداد کمی مکالمه بین گروهی باید تمام متصدیان گوش به زنگ و آماده باشند.

در تخته اتصال چندپایانه‌ای دیگر نیازی به دو متصدی برای برقراری مکالمه بین گروهی وجود ندارد. همانطور که در شکل ۱-۱۴ نشان داده شده، خطوط مشترکین به تمام تخته‌های اتصال وصل هستند. این آرایش این مزیت را دارد که یک متصدی می‌تواند ارتباط بین هر دو مشترک متصل به سامانه را برقرار کند.



شکل ۱-۱۴ تخته اتصال چند پایانه‌ای

حال می توان بسته به میزان مکالمات همزمان تخمینی در اوقات مختلف تعداد متصدیان را تعیین کرد. این شیوه نیز دو ایراد اساسی دارد. نخست آنکه بخاطر حجم انبوه اتصالات داخلی اطمینان‌پذیری کاهش می‌یابد. در ثانی، قرار دادن سر خط تمام مشترکین در یک تخته اتصال به نحوی که براحتی در دسترس متصدی باشد، مشکلات زیادی دارد. ارتفاع تخته اتصال زیاد می‌شود و خطوط بالای تخته به راحتی در دسترس متصدی نخواهد بود.

هر چه تعداد مشترکین بیشتر می‌شد و به هزار مشترک یا بیشتر می‌رسید، کار سودهی دستی دشوار و دشوارتر می‌شد و نیاز به مراکز سودهی خودکار بیشتر احساس می‌شد.

۱-۷ گرایش‌ها در شبکه‌های مخابراتی

گرایش‌های مخابراتی و رایانشی تغییرات بنیادی را در شیوه زندگی مردم در سرتاسر گیتی ایجاد کرده است. شیوه سازماندهی امور، نحوه تولید و دادوستد، شیوه مدیریت، و نحوه خلق و نگهداری ثروت بکلی دگرگون شده است. تحولات ما را بسوی یک جامعه جهانی اطلاعاتی که کالای اساسی در آن اطلاعات رایانشی است، سوق داده است. جامعه قرن ۲۱ را باید با عنوان *جامعه شبکه‌ای اطلاعات رایانشی، «نیس»*[1]نامگذاری کرد. در کانون چنین جامعه‌ای یک زیرساخت مخابراتی توانمند وجود دارد. از دیدگاه کاربردی این زیرساخت را می‌توان به اسم *زیرساخت جهانی اطلاعات «جی۲»*[2]نامید. تحقق این جامعه به چهار عامل کلیدی زیر وابسته است:

۱) اتصال
۲) پهنای باند
۳) توان پردازش
۴) خدمات و کاربردها

هر چهار عامل در حال تحول هستند. با گذشت زمان، نیاز ما به سرعت بیشتر، پردازش بهتر، اتصال گسترده‌تر و پشتیبانی از کاربردهای پیچیده در حال رشد است.

از این چهار عامل دوتای اول بطور مستقیم به مخابرات مربوط هستند. برای بهبود دادن اتصال و پهنای باند چهار گزینه فناورانه اصلی داریم:

۱) بافه[کابل] مسی پرسرعت
۲) تار نوری
۳) مخابرات ماهواره‌ای
۴) مخابرات بی‌سیم یا موجتابی کوتاه‌برد

[1]Networked Electronic Information Society (NIES)
[2]Global Information Infrastructure (GII)

بیایید نخست نگاهی به اتصالات در شبکه عمومی وراگو که گسترده‌ترین شبکه دنیا است، داشته باشیم. همانطور که در بخش ۱-۱-۴ هم بیان شد، در حال حاضر میلیاردها مشترک در این شبکه عضو هستند. تخمین زده می‌شود طول سیمهای شبکه وراگو ۱۲ برابر فاصله زمین تا خورشید است. به عبارت دیگر از ۱۸۷۹ که وراگویی آغاز شده، ۱٫۸ میلیارد کیلومتر بافه مسی در دل زمین دفن شده‌اند. قابلیت حمل اطلاعات بر روی بافه مسی همواره در حال بهبود بوده است و حتی امروز هم بافه مسی یکی از رسانه‌های انتقال محبوب در سامانه‌های مخابراتی است. با وجود چنین آمارهای تأمل برانگیزی در طول ۱۲۰ سال تلاش، تنها یک ششم جمعیت جهان به بزرگترین شبکه مخابراتی متصل هستند. بافه‌کشی تمام روستاها، منازل و دفاتر کار و اتصال آنها به شبکه کار طاقت‌فرسایی است که انجام آن چندین قرن طول می‌کشد. واضح است که این رهیافت در کوتاه مدت کاربرد نخواهد داشت.

بنظر می‌رسد که موجتابی کوتاه‌برد راه حل مشکل اتصال در مناطق شهری است. مخابرات سیار پیشران فناوری‌های موجتابی کوتاه‌برد بوده است. از سال ۱۹۹۲ که وراگویی سیار آغاز شده، میلیون‌ها مشترک از آن استفاده می‌کنند. نشانه‌های آشکاری وجود دارند که بیانگر این است که مشترکین جدید اتصال سیار را بر اتصال از طریق خطوط زمینی ترجیح می‌دهند. مشترکین مخابرات سیار هم اکنون تعدادشان از مشترکین خطوط زمینی بیشتر شده است. مخابرات سیار در ۹۰ درصد کشورها دایر شده و در ۱۰۰ کشور تعداد مشترکین مخابرات سیار بیش از مخابرات ثابت است. برای رشد سریع موجتابی کوتاه‌برد سه دلیل عمده وجود دارد. نخست آنکه ارتباط موجتابانه کاملاً مطمئن است. دوم آنکه وقتی شبکه موجتابی در جای خود نصب شد، اضافه کردن مشترک جدید وقت و زمان بسیار کمی لازم خواهد داشت. دلیل سوم از بابت مسائل تجاری است. امکان استفاده از کارتهای از پیش‌پرداخت شده بدون آنکه لازم به اشتراک منظم وجود داشته باشد، برای کاربران موقت و عامه بسیار جذاب است. بنابراین بکارگیری فناوری موجتابی کوتاه‌برد، آشکارا دسترسی به شبکه مخابراتی را به نحوی چشمگیر افزایش داده است.

برای اتصال روستاهای دوردست به شبکه باید بدنبال راه‌حلی دیگر بود. اگر بخواهیم از فناوری موجتابی کوتاه‌برد استفاده کنیم باید شبکه مخابرات سیار را تا مناطق دورافتاده گسترش دهیم که کار ساده‌ای نیست. اینجاست که مخابرات ماهواره‌ای راه‌حلی عملی محسوب می‌شود. ایجاد اتصال از طریق ماهواره با اختلاف سریعترین راه‌حل است. با استفاده از ارتباط ماهواره‌ای حتی دورافتاده‌ترین نقاط را در عرض چند ساعت می‌توان به نقشه جهانی شبکه افزود. از اینرو با بکارگیری موجتابی کوتاه‌برد و ماهواره با همدیگر می‌توان مشکل اتصال به شبکه را حل کرد.

حال بیایید توجهات را به سمت افزایش پهنای باند معطوف کنیم. دیدیم که اتصال به شبکه در مناطق شهری از طریق موجتابی کوتاه‌برد و در مناطق دورافتاده با استفاده از ارتباط ماهواره‌ای میسر می‌شود. اما آیا این فناوری‌ها قادر هستند پهنای باند لازم را فراهم سازند؟ یک ارتباط ماهواره‌ای نوعی در حال حاضر پهنای باندی معادل ۸۰۰–۱۰۰۰ مگاهرتز را فراهم می‌سازد. همینطور یک ارتباط موجتابی کوتاه‌برد هم چندین مگاهرتز پهنای باتد دارد. میزان پهنای باند مورد نیاز را نوع خدماتی که کاربر انتظار دارد از شبکه دریافت نماید، تعیین می‌کند. خدماتی که برای «نیس» درنظر است را می توان به دو مقوله تعاملی و توزیع شده تفسیم نمود. انتقال و توزیع تعاملی صدا با وضوح بالا و دیداره [ویدئو] با کیفیت و سایر شیوه‌های اطلاع‌رسانی از ضروریات این خدمات هستند. بدین منظور ایجاد لوله‌های ارتباطی فراخ باندی که بتوانند نرخ‌انتقال در حدود ۱۰۰ مگاهرتز به بالا را بین مکان استقرار مشترکین فراهم آورند، ضروری است. تنها بافه‌های مسی پرسرعت و تار نوری چنین پهنای باندی دارند. صد البته، پهنای باند تارنوری چندین مرتبه مقداری از بافه مسی بیشتر است.

حال با مشکلی روبرو هستیم. موجتابی کوتاه‌برد و مخابرات ماهواره‌ای اتصال را بهبود می‌دهند اما پهنای باند محدودی دارند. بافه مسی پرسرعت و تارنوری که پهنای باند زیادی دارند، به لحاظ اتصال با محدودیتهای زیادی روبرو هستند. امیدواریم که تمام این فناوری‌ها با ایفای نقشهایی مکمل شبکه جامعه اطلاعاتی فردا را شکل دهند. هدف مخابرات راه دور در سالهای پیش رو، آشکارا، ایجاد شبکه گسترده خدمات چندگانه برای جمعیتی هر چه بیشتر از مردم جهان است. این شبکه، شبکه یکپارچه خدمات شمارای پهن باند «بی–آیسدین»[1] نام دارد که در فصل ۱۵ آن را شرح داده‌ایم.

اولین شبکه چندکاره عمده‌ای که طراحی شده و در سطح جهان پیاده‌سازی شده است، شبکه خدمات یکپارچه شمارا «آیسدین» نام دارد که قابلیت ارائه خدمات چندرسانه‌ای مختلفی مانند صوت، داده، دیداره [ویدئو] و نمابر را دارد. این شبکه آنطور که در ۱۹۸۴ طرح‌ریزی شده بود، یک لوله شمارا با کمینه ظرفیت ۱۴۴ کیلوبیت بر ثانیه و بیشینه ۲۰۴۸ کیلو بر ثانیه فراهم می‌ساخت. نابسندگی این ظرفیت برای تحقق بخشیدن به اهداف «نیس» باعث شد که خیلی زود «بی–آیسدین» مطرح شود که در آن یک لوله شمارا با کمینه ظرفیت ۱۵۵ مگابیت بر ثانیه بین محل استقرارمشترکین پیشنهاد شده است. در «بی–آیسدین» رایانه نقشی مهمی بازی می‌کند.

[1] Broadband-ISDN

مدیریت چندین خدمت روی یک شبکه مشترک مستلزم امکانات علامت‌دهی بسیار پیچیده‌ای است. علامت دهی کانال مشترک که در اواسط دهه ۷۰ میلادی ارائه شد، اکنون بصورت شبکه علامت‌دهی تکامل یافته‌ای درآمده است. تلفیق استفاده وسیع از رایانه در شبکه «بی-آیسدین» و شبکه قدرتمند علامت دهی باعث شده مفهوم *شبکه هوشمند* مطرح شود. شبکه‌هایی برنامه‌ریزی شده برای اینکه سازگار، روشمند، پرمایه، پذیرا و در یک کلام هوشمند باشند. ترجمه رایانشی بلادرنگ مثالی از قابلیتهای ممکن برای اینگونه شبکه‌های هوشمند است. مکالمه وراگویی که گوینده ژاپنی صحبت می‌کند ولی شنونده کلمات را به زبان انگلیسی می‌شنود و برعکس شدنی خواهند بود. پیام ورانگاری که به زبان هندی از دهلی ارسال شده، را می‌توان در بنگلور به زبان دراویدی دریافت کرد. هرچند تحقق چنین مثالهایی اکنون دور از ذهن هستند ولی در چند دهه آینده ممکن است رنگ واقعیت بگیرند.

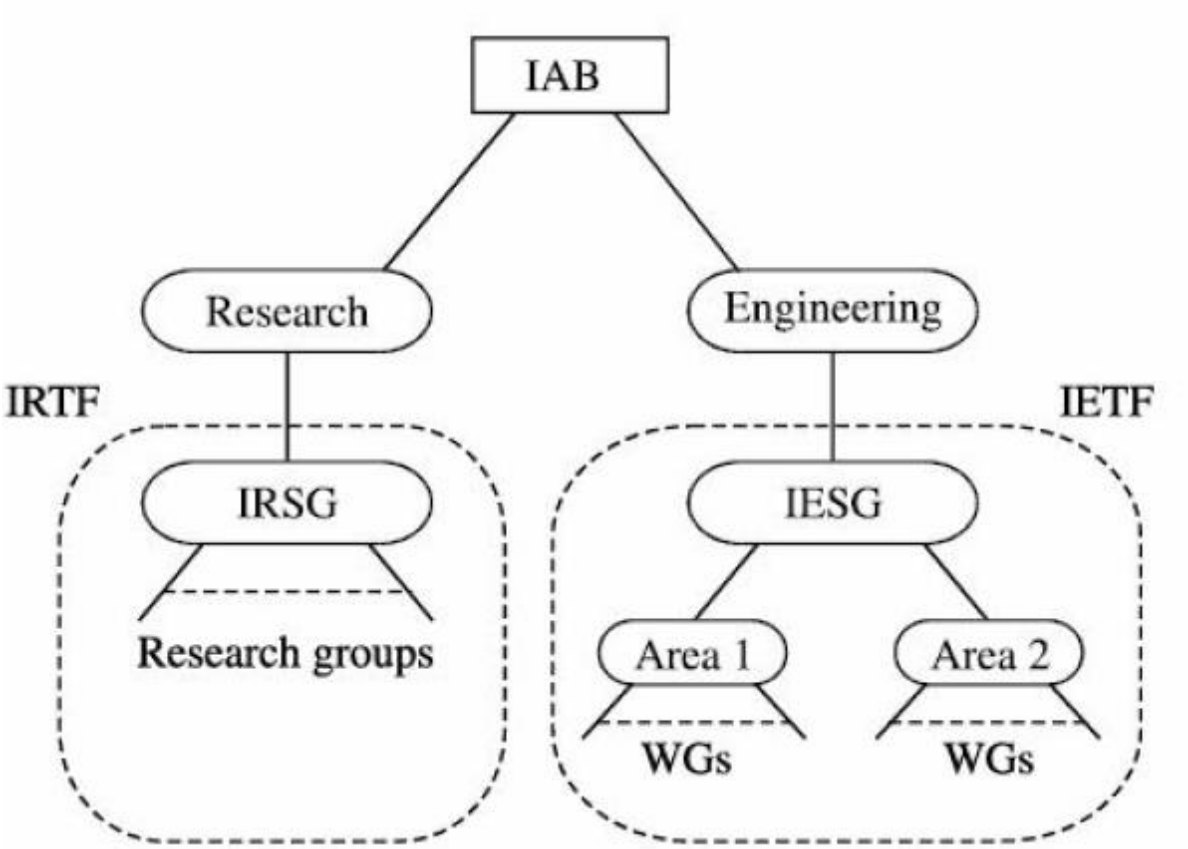
وقتی «آرپا» بر اهمیت ایجاد اتصال بین جزایر شبکه‌ای درحال رشد در تمام دنیا پی برد، گام دوم توسعه شبکه‌های انتقال داده شروع شد. در این گام، «آرپا» با چندین سازمان دیگر در ایالات متحده ائتلاف کرد. بطور خاص بنیاد ملی علوم با «آرپا» همکاری می‌کرد. ایده ایجاد اینترنت به عنوان شبکه‌ای از شبکه‌ها برآیند همکاری این سازمان‌ها بود. از زمان ظهور اینترنت در ۱۹۸۰، این شبکه طی ۱۵ سال نخست افتان و خیزان به رشد خود ادامه داد. طی ۱۰ سال تعداد مشترکین هر ۱۸ ماه دو برابر می‌شد. تا سال ۲۰۰۱، اینترنت درحدود ۵۰ میلیون رایانه در بیش از ۱۰۰ کشور داشت و ۸۰۰ میلیون کاربر از آن استفاده می‌کردند. و هنوز رشد چشمگیر آن ادامه داشت. در اینجا لازم به یادآوری است که چنین رشدی بدون بهره‌گیری از زیرساخت مخابراتی که حاصل صد سال تلاش بود، ناممکن بوده است. استفاده از زیرساخت شبکه وراگویی برای دسترسی بخش عظیمی از جمعیت به اینترنت در کوتاه مدت کاری معقول بود.

با این رشد سریع اینترنت با چالش‌هایی برای گسترش روبرو شد که در طراحی اولیه پیش‌بینی نشده بودند. به ویژه مدیریت اسامی و نشانی‌دهی یکتای رایانه‌های متصل به اینترنت معضلی بزرگ به شمار می‌آمد. برای اینکه هر کاربر بصورت خودکار نشانی بتواند رایانه‌های دوردست را پیدا کند، تشریفاتی جدید و یک سامانه اسم‌گذاری بنام *سامانه نامگذاری دامنه، «سند»*[1] ایجاد شدند. «سند» بر روی رایانه‌هایی بنام *کارگزاران نامگذاری* که در اطراف جهان پراکنده‌اند، اجرا می‌شود. نشانی‌های اینترنتی فعلی قسمتی از نسخه ۴ تشریفات اینترنت «آیپی ن۴» هستند که از یک نشانی ۳۲ بیتی برای نشانی‌دهی به ۴ میلیارد رایانه میزبان استفاده می‌شود. ۲۰ سال پیش که «آیپی ن۴» طراحی می‌شد این عدد

[1]Domain Name System

بسیار بزرگ بنظر می‌رسید. اما امروز فضای نشانی‌های اینترنتی پر شده است. در آخرین نسخه تشریفات آی‌پی «آیپی ن۶» فضای نشانی‌ها ۱۲۸ بیتی شده‌است. به احتمال زیاد طی یک یا دو دهه بعد در سرتاسر دنیا «آیپی ن۶» جایگزین «آیپی ن۴» خواهد شد.

در سال ۱۹۹۲ اینترنت از ریشه‌های دولتی آمریکایی خود فاصله گرفت و انجمنی بنام *انجمن اینترنت* بمنظور مدیریت و هدایت فعالیت‌های اینترنت تشکیل گردید. در شکل ۱-۱۵ تشکیلات انجمن اینترنت را می‌بینید.



شکل ۱-۱۵ ساختار سازمانی انجمن اینترنت

در رأس این تشکیلات هیئت معماری اینترنت «ایاب»[1] قرار دارد، که در ابتدا به آن هیئت اجرایی اینترنت گفته می‌شد، و وظیفه‌اش ایجاد تمرکز و هماهنگی در فعالیت‌های اجرایی اینترنت و همچنین تعیین سمت و سوی تحولات آن است. فعالیت‌های «ایاب» در قالب دو گروه تخصصی انجام می‌شود: گروه تخصصی امور مهندسی «گرتام»[2]، و گروه

[1] Internet Architecture Board (IAB)
[2] Internet Engineering Steering Group (IESG)

تخصصی امور پژوهشی «گرتاپ»[1]. فعالیتهای پژوهشی توسط چندین گروه پژوهشی و زیر نظر «گرتاپ» انجام می-گیرد. فعالیتهای مهندسی که شامل تهیه استانده‌های مربوط به اینترنت هم می‌شود به چندین حوزه تقسیم شده و برای هر حوزه یک مدیر وجود دارد. در هر حوزه برای انجام کاری معین یک گروه‌کاری تشکیل می‌شود.

در حوزه شبکه‌های چندکاره، معلوم شد که سودهی بسته‌ای برای خدمات بلادرنگ نظیر وراگویی و پخش دیداره مناسب نیست. اما عملکرد بهتر سودهی بسته‌ای در بهره‌گیری مؤثر از منابع شبکه نسبت به سودهی مداری انگیزه‌ای برای انجام تحقیقات بیشتر برای فنون نوین سودهی را ایجاد نمود. *«اتم»* و *بازپخش قاب*[2]دو نمونه از این فنون هستند که طی ۱۵ سال اخیر توسعه یافته‌اند. از بین این دو، «اتم» دست بالا را دارد و بازپخش قاب را که اوائل دهه ۹۰ میلادی چند سالی بکار گرفته می‌شد را پشت سر گذاشته است.درحال حاضر، سودهی «اتم» به عنوان فن استانده سودهی «بی-آیسدین» پذیرفته شده است.

با رشد حجم و پیچیدگی شبکه مخابراتی، کثرت و تنوع محصولات و تجهیزات مختلف، و همراه با ارائه خدمات ارتباطی از طریق چندین شبکه و شرکتهای گوناگون نقش مدیریت و نگهداری شبکه اهمیت بیشتری یافته و به فنون ویژه خود نیاز دارد. هم اکنون، این موضوع مد نظر متخصصین حوزه مخابرات قرار گرفته است. مدیریت شبکه‌های مخابراتی «تنم»[3]حوزه کاری ویژه‌ای است که از اواخر دهه ۸۰ میلادی شکل گرفته و در پنج موضوع زیر به رشد خود ادامه داده است:

۱) مدیریت خرابی
۲) مدیریت پیکربندی
۳) مدیریت حسابداری
۴) مدیریت عملکرد
۵) میریت امنیت

[1]Internet Research Steering Group (IRSG)
[2]frame relay
[3]Telecommunications Network Management (TNM)

در اهمیت مدیریت شبکه همین بس که برای آن یک کارکرد مخصوص بنام *شبکه مدیریت مخابرات «شمیم»*[1] طراحی و ایجاد شده است. در اواخر دهه ۸۰ میلادی انجمن اینترنت هم بر اهمیت مدیریت شبکه صحه گذاشت. در سال ۱۹۸۹ تشریفات [پروتکل] ویژه‌ای با نام *تشریفات ساده مدیریت شبکه «اسنامپ»*[2] را معرفی کرد که از آن زمان تا کنون کمال یافته و بطور گسترده‌ای در اینترنت بکار گرفته شده است. در فصل ۱۶ هم در مورد «شمیم» و هم «اسنامپ» بحث می‌کنیم.

طی ۱۵۰ سال اخیر شبکه‌های مخابراتی تحولات زیادی یافته‌اند و این تحول کماکان برای ارائه خدمات بیشتر و رضایت‌بخش‌تر در قرن آینده ادامه خواهد داشت. جامعه اطلاعاتی در حال ظهور بشدت به پیشرفتهای مخابراتی وابسته است. گمان می‌رود طی دو دهه آینده بسیاری از کشورها میلیون‌ها دلار در جهت توسعه امکانات مخابراتی خود سرمایه‌گذاری کنند. بنظر می‌رسد در آستانه ورود به عصر بلوغ مخابرات هستیم.

۱-۸استانده‌سازی در مخابرات

به دلایلی واضح مخابرات امری بین‌المللی است. اگر ملل مختلف بر سر ضوابط و استانده‌های بین‌المللی توافق نداشته باشند، تحقق شبکه‌ای جهان‌گستر شدنی نخواهد بود. این امر مورد توجه سازمان ملل متحد هم بوده و در همین راستا، یک نهاد تخصصی با نام *اتحادیه بین‌المللی مخابرات «آیتیو»*[3] ایجاد کرده است. ۱۹۱ کشور عضو «آیتیو» هستند و شهر ژنو در کشور سوئیس مقر آن است. هر دولت خودمختار عضو سازمان ملل بالاجبار عضو «آیتیو» خواهد بود. از آنجا که هر دولت خودمختار نماینده حکومت آن کشور است، «آیتیو» سازمانی بین دولتی محسوب می‌گردد. نماینده دولت‌های عضو که معمولاً وزیر ارتباطات آن کشور است، اعضای قانونی هستند و هریک از یک حق رأی برخوردارند. سایر اعضاء مانند فراهم کنندگان خدمات و شبکه‌های مخابراتی، سازندگان تجهیزات مخابراتی، سازمان-های علمی و صنعتی مختلف فعال در حوزه مخابرات نیز با حقوق قانونی کمتر در فعالیت‌های «آیتیو» مشارکت دارند.

[1] Telecommunication Management network (TMN)
[2] Simple Network Management Protocol (SNMP)
[3] International Telecommunication Union (ITU)

تاریخچه «آیتیو» به دوران ورانگاری [تلگراف] بازمی‌گردد. در سال ۱۸۶۵ نخستین گامها درجهت تأسیس «آیتیو» برداشته شد، هرچند در آن زمان با این نام شناخته نمی‌شد. عالی‌ترین نهاد «آیتیو» مجمع عمومی است که هر پنجسال یکبارتشکیل جلسه می‌دهد و وظیفه مدیریت «آیتیو» را برعهده دارد . در سال ۱۹۹۳ «آیتیو» به سه بخش تقسیم شد:

۱. بخش استانده‌سازی مخابرات «آیتیو-تی»[۱]
۲. بخش ارتباطات موجتابشی «آیتیو-آر»[۲]
۳. بخش توسعه مخابرات «بخت»[۳]

«آیتیو-تی» وظیفه استانده‌سازی مخابرات از جمله ارتباطات موجتابشی مرتبط با شبکه را برعهده دارد. «آیتیو-آر» وظیفه مدیریت وتنظیم مقررات استفاده از منابع نادر و اشتراکی مخابرات موجتابشی از قبیل طیف بسامد یا امواج هوایی را برعهده دارد. ارتقاء و توسعه مخابرات در کشورهای درحال توسعه وظیفه بخش توسعه مخابرات «بخت» است. «آیتیو-تی» خلف هیئت بین‌المللی مشاور در امور وراگویی و ورانگاری «سیسیاتیت»[۴]به شمار می‌رود. فعالیتهای هیئت بین‌المللی مشاور در موجتابی «سیسیار»[۵]و انجمن بین‌المللی ثبت بسامد «ایفرب»[۶]سابق اکنون در «آیتیو-آر» انجام می‌شود. همچنین دفتر استانده‌های مخابراتی «دام»[۷]بخشی از ساختار اداری «آیتیو-تی» است که مسئولیت سازماندهی جلسات، ارائه خدمات پشتیبانی، رفع مشکلات و اطمینان از کارآمدی فعالیتهای سایر بخش‌های «آیتیو-تی» را عهده‌دار است. یک گروه مشاور بنام گروه مشاور در استانده‌های مخابراتی «گرمام»[۸] «آیتیو-تی» را پشتیبانی می‌کنند.

تعدادی گروه مطالعاتی در «آیتیو-تی» کار استانده‌سازی را انجام می‌دهند. در حال حاضر «آیتیو-تی» ۱۷ گروه مطالعاتی دارد که در جدول ۱-۱ فهرست آنها را ملاحظه می‌کنید.

[1]Telecommunication standardisation sector (ITU-T)
[2]Radio communication sector (ITU-R)
[3]Telecommunication development sector (BDT)
[4]Comite Consultatif Internationale de Telegraphique et Telephonique (CCITT)
[5]Comite consaltatif Internationale de Radio (CCIR)
[6]International Frequency Register Board (IFRB)
[7]Telecommunication Standardisation Bureau (TSB)
[8]Telecommunication Standardisation Advisory Group (TSAG)

جدول ۱-۱ گروه‌های مطالعاتی «آیتیو- تی»

شماره	فعالیت	شماره	فعالیت
۱	تعریف خدمات	۲	کارکرد شبکه
۳	اصول تعرفه‌گذاری و حسابداری	۴	نگهداری شبکه
۵	حفاظت در برابر اثرات محیطی امواج برقربایشی	۶	بیرون از کارگاه
۷	شبکه‌های انتقال داده و ارتباطات سامانه‌های باز	۸	پایانه‌های خدمات وراکاری
۹	ورابین و ارسال صدا	۱۰	زبان های نرم‌افزاری برای کاربردهای مخابراتی
۱۱	سودهی و علامت‌دهی	۱۲	کارایی شبکه و پایانه‌ها در ارتباطات سراسری
۱۳	جنبه‌های عام شبکه	۱۴	مودم‌ها و فنون ارسال داده، ورانگاری و خدمات وراکاری
۱۵	سامانه‌ها و تجهیزات انتقال	۱۶	چندرسانه
۱۷	امنیت		

گاه به گاه گروه‌های تلفیقی هماهنگی «گرته»[1] بمنظور هماهنگ کردن کار استانده‌سازی که چند گروه کاری در آن دخالت دارند، از طرف «آیتیو-تی» راه‌اندازی می‌شوند. در حال حاضر پتج «گرته» به شرح ذیل فعال هستند:

۱. مخابرات شخصی جامع
۲. شبکه مدیریت مخابرات «شمیم»
۳. خدمات صوتی-تصویری و چندرسانه‌ای
۴. کیفیت خدمات و کارایی شبکه
۵. «اتم» و «بی-آیسدین»

استانده‌های «آیتیو-تی» در ۲۵ سری منتشر شده‌اند. این سری‌ها بصورت سری A، سری B و نظیر آن اسم گذاری شده‌اند. برای هر حرف در زبان انگلیسی بجز حرف W یک سری داریم. در جدول ۱-۲ فهرست موضوعی این سری‌ها نشان داده شده است:

[1] Joint Coordination Group (JCG)

جدول ۱– ۲ سری استانده‌های «آیتیو– تی»

سری	موضوع	سری	موضوع
A	سازمان‌بندی فعالیت‌ها در «آیتیو– تی»	B	معنای عبارات: تعاریف، نمادها، رده‌بندی
C	آمارهای عمومی مخابراتی	D	اصول عمومی تعرفه‌گذاری
E	کارکرد کلی شبکه، خدمات وراگویی؛ تصدی خدمات و عامل انسانی	F	خدمات مخابراتی ناوراگویانه
G	سامانه و رسانه انتقال، سامانه‌ها و شبکه‌های شمارا	H	سامانه‌های صوتی–تصویری و چندرسانه‌ای
I	شبکه خدمات یکپارچه شمارا	J	ارسال ورابین، برنامه صوتی و اخباره‌های چندرسانه
K	حفاظت در برابر تداخل	L	ساخت، نصب و حفاظت بافه‌ها و اجزاء بیرون کارگاه
M	«شمیم» و نگهداری شبکه: سامانه‌های بین‌المللی انتقال، مدارات وراگو، ورانگار و نمابر، خطوط اجاره‌ای	N	نگهداری: برنامه صوتی بین‌المللی و مدارات انتقال ورابین
O	مشخصات دستگاه‌های اندازه‌گیری	P	چندرسانه
Q	کیفیت انتقال وراگو، نصب وراگو، شبکه خطوط محلی	R	انتقال ورانگاری
S	تجهیزات پایانه خدمات ورانگاری	T	پایانه‌های خدمات وراکاری
U	سودهی ورانگار	v	تبادل داده روی شبکه وراگو
X	شبکه‌های داده و ارتباط سامانه‌های باز	Y	زیرساخت جهانی اطلاعات از جنبه تشریفات اینترنت
Z	زبان‌های نرم‌افزاری عمومی در سامانه‌های مخابراتی		

از لحاظ فعالیت‌های «آیتیو» دنیا به سه منطقه تقسیم شده است:

منطقه ۱: اروپا و کشورهای مشترک المنافع (اتحاد جماهیر شوروی سابق)، مغولستان، آفریقا و خاورمیانه غرب ایران

منطقه ۲: امریکای شمالی، امریکای جنوبی و گرینلند

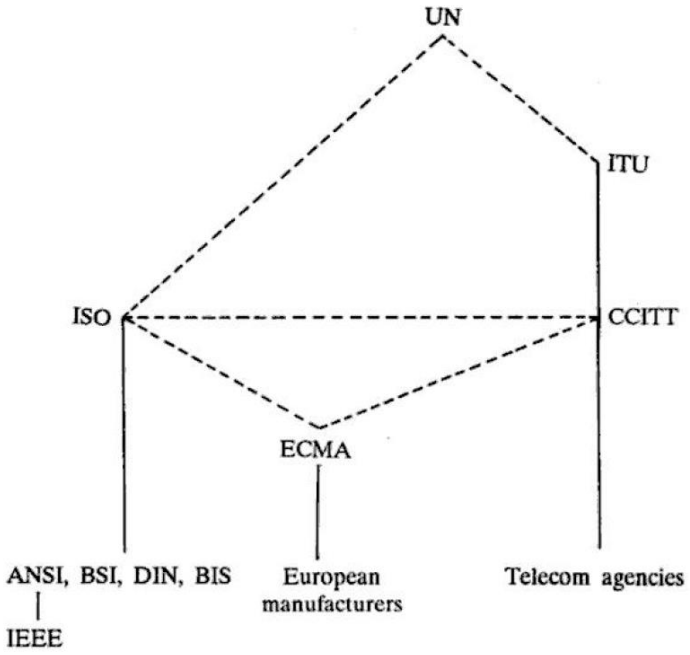
منطقه ۳:آسیا، خاورمیانه شرق عراق، استرالیا و اقیانوسیه

بعضی از استانده‌های «آیتیو-تی» بطور منطقه‌ای پذیرفته شده‌اند. برخی از سازمان‌های مهم منطقه‌ای و ملی استانده عبارتند از انجمن صنایع رایانشی «ایا»[1] انجمن صنایع مخابراتی «تیا»[2]مؤسسه استانده‌های مخابراتی اروپا «اتسی».[3]

در مورد شبکه‌های انتقال داده هم مانند شبکه‌های وراگویی نهادهای مختلفی دست اندر کار راه اندازی و بهره برداری از این شبکه‌ها هستند و لازم است برای همکاری بین آنها استانده‌های جهان‌گستری وضع شوند. سوای «آیتیو-تی»، سازمان بین‌المللی استانده «ایزو»[4]که سازمانی غیرانتفاعی و نامتعهد است، نقش زیادی در تدوین استانده‌های انتقال داده داشته است. سازمان‌های استانده ملی مانند مؤسسه ملی استانده امریکا «اتسی»[5] مؤسسه استانده بریتانیا «برسی»[6]، انجمن استانده فرانسه «افنور»[7] مؤسسه استانده آلمان «دین»[8]و دفتر استانده‌های هند «بیست»[9]از اعضاء «ایزو» هستند. انجمن مهندسین برق و رایانش «آیسئی»[10]که بزرگترین سازمان تخصصی در جهان است نیز نقش بسزایی در استانده-سازی شبکه‌های داده دارد. ساختار سازمانی نهادهای مختلف دخیل در استانده‌سازی فعالیتهای شبکه‌های مخابراتی در شکل ۱-۱۶ نمایش داده شده است.

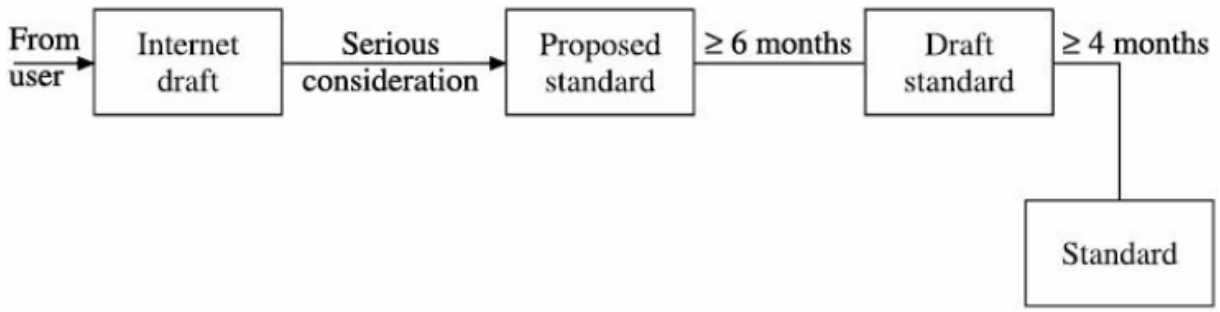
استانده‌سازی اینترنت هم فرایند خود را دارد. استانده‌های اینترنت، پیشنهادیه‌های استانده‌های جدید یا استانده‌های بازبینی شده و در کل هر سندی در زمینه اینترنت در قالب مجموعه‌ای از گزارشات فنی تحت عنوان *نظرخواهی اینترنت «آرفسی»*[11]پدید می‌آیند. به نسخه‌های مقدماتی «آرفسی» *پیش نویس اینترنت* گفته می‌شود. در فرایند استانده-سازی «آرفسی»های اینترنت، وضعیت هر «آرفسی» یکی از چهار وضعیت، پیش نویس اینترنت، استانده پیشنهادی، پیش نویس استانده و یا استانده می‌تواند باشد.

[1]Electronics Indusrries Association (EIA)
[2]Telecommunication Industrues Association (TIA)
[3]European Telecommunication Standard institute (ETSI)
[4]International Standard Organisation (ISO)
[5]American National Standard Institute (ANSI)
[6]British Standard Institution (BSI)
[7]Association Francaise de normalization (AFNOR)
[8]Deutchest Instut fur normalische (DIN)
[9]Bureau of Indian Standards (BIS)
[10] Institute of Electrical and Electronic Engineering (IEEE)
[11] Internet Request For Comments(RFC)



شکل ۱-۱۶ ساختار سازمانی نهادهای مخابراتی

در شکل ۱-۱۷ روند تغییر وضعیت یک «آرفسی» در طی فرایند استانده‌سازی رسم شده است. پس از پشت سر گذاشتن ملاحظاتی جدی، وضعیت یک پیش‌نویس اینترنت می‌تواند به *استانده پیشنهادی* تغییر پیدا کند. قبل از ارتقاء به وضعیت *پیش‌نویس استانده* لااقل به مدت شش ماه باید در این وضعیت باقی بماند. هر «آرفسی» در وضعیت پیش-نویس استانده هم لااقل باید چهار ماه در همان وضعیت بماند تا به عنوان *استانده اینترنت* پذیرفته و قابل استفاده باشد. «ایاب» مرجع مجاز پذیرش «آرفسی» به عنوان یک استانده معتبر است.



شکل ۱-۱۷ فرایند استانده‌سازی در اینترنت

تمرین‌ها

۱- یک شبکه کاملاً متصل با استفاده از خطوط ارتباطی یکطرفه خدمات ارتباطی دوطرفه کامل را ارائه می‌کند. نشان دهید تعداد خطوط ارتباطی لازم برابر است با: $2\binom{n}{2}$

۲- سامانه‌های سودهی چگونه رده‌بندی می‌شوند؟ مزیتهای راهبری برنامه‌پذیر نسبت به راهبری سیم‌بندی شده کدامند؟

۳- پهنای باند لازم برای یک ماهواره که باید از ۲۰ میلیون مکالمه وراگویی همزمان پشتیبانی کند را بدست آورید.

۴- کانال مورد استفاده یک سامانه مخابراتی برقی ۲۰ دسی بل تلفات دارد. اگر توان ارسالی یک وات باشد، توان دریافتی را بدست آورید.

۵- توان اخباره ورودی به یک تقویت کننده صفر دی‌بی‌ام (0 dBm) است. اگر بهره تقویت ۲۰ دسی بل باشد، توان خروجی برحسب میلی وات چقدر است؟

۶- در یک سامانه مخابراتی نقطه به نقطه مدارات واسط کانال ۳ دسی بل تضعیف دارند و تلفات کانال ۳۰ دسی بل است. اخباره دریافتی را تقویت می‌کنیم تا کل تلفات از ۲۰ دسی بل بیشتر نشود. بهره تقویت کننده را بدست آورید.

۷- اگر توان نوفه[نویز] در کانال 0.1 dBm و توان اخباره ۱۰ میلی وات باشد، نسبت توان اخباره به نوفه $\left(\frac{S}{N}\right)$ چقدر است؟

۸- اینکه نسبت $\left(\frac{S}{N}\right)$ بربر $dB \quad -3$ باشد چه اهمیتی دارد؟

۹- برای دهنی دارای ذرات کربن، مقدار مناسبی برای m بیابید اگر هر یک از جملات مرتبه بالاتر از $0.01I_0$ کمتر باشند.

۱۰- چرا عبور یک جریان مداوم از مدار دهنی اهمیت دارد؟ آیا تغییر جریان فعالسازی بر اعوجاج همسازه‌ای تأثیر دارد؟

۱۱- چرا محل غشاء آهنربایی در گوشی نسبت به موقعیت آزاد آن باید جابجا شود؟ اینکار به چه طریقی صورت می‌گیرد؟

۱۲- اگر در گوشی نسبت ϕ/ϕ_0 خیلی کوچک نباشد، چه اتفاقی می‌افتد؟

۱۳- همنوایی در مکالمه وراگویی چه اهمیتی دارد؟

۱۴- در مدار نشان داده شده در شکل ۱-۸ می‌خواهیم ۱۰ درصد از اخباره دهنی به عنوان همنوایی شنیده شود. اگر تعداد حلقه‌های سیم‌پیچ P، ۲۰۰ باشد، تعداد حلقه‌های سیم‌پیچ Q و سیم‌پیچ ثانویه را در مدار گوشی تعیین کنید. فرض کنید Z_b با پاگیری خط متصل به مرکز تبادل منطبق است.

۱۵- در یک شبکه ۱۰۰ خطه تاشده، برای عملکرد فاقد انسداد چند عنصر سودهی مورد نیاز است؟

۱۶- قسمتی از یک مرکز تبادل ۱۰۰۰ خطه تا شده و قسمتی از آن تانشده است. طی ساعت اوج شلوغی ۴۰ درصد مشترکین فعال هستند. اگر نسبت آمدوشد [ترافیک] داخلی به خارجی ۱:۴ باشد، تعداد خطوط تراسیم لازم را بدست آورید.

۱۷- یک مرکز تبادل با برقنباره مرکزی دارای برقنباره ۴۸ ولتی است. دهنی کربنی جریان ۲۴ میلی آمپر را برای فعال شدن نیاز دارند. برای حفاظت برقنباره از اتصال کوتاه مقاومت ۴۰۰ اهم سری با باطری قرار دارد. مقاوم جریان مستقیم دهنی ۵۰ اهم است. چنانچه سیم مسی خط مشترک دارای مقاومت مخصوص ۵۰ اهم بر کیلومتر باشد، حداکثر فاصله‌ای که مشترکین می‌توانند از مرکز تبادل قرار بگیرند را بدست آورید.

۱۸- یک مرکز سودهی دستی باید اتصال بین ۹۰۰ مشترک که با شماره‌های ۱۰۰-۹۹۹ مشخص شده‌اند را برقرار نمایند. آمدوشد [ترافیک] اوج شلوغی ۲۵۰ مکالمه است که ۱۳۰ مکالمه بین شماره‌های ۴۰۰-۶۹۹ و ۲۰ مکالمه هم بین مشترکین این محدوده با مشترکین خارج از این محدوده است. سایر مکالمات هم بطور یکنواخت بین مشترکین خارج از این محدوده توزیع شده است. در شرایط آمدوشد سبک بطور متوسط ۶۰ مکالمه انجام می‌شود که مبدأ و مقصد هیچکدام در محدوده شماره‌های ۴۰۰-۶۹۹ نیست و در خارج از این محدوده توزیع یکسانی دارند. هر متصدی بطور متوسط توانایی مدیریت ۳۰ مکالمه را بطور همزمان دارد. برای کمینه‌سازی تعداد پایانه‌های خطوط روی تخته‌های اتصال و همینطور تعداد متصدیان، طرح مناسبی برای تخته‌های اتصال این مرکز پیشنهاد کنید. تعداد پایانه‌ها را در طرح خود بدست آورید.

مراجع

1. Atkinson, J., *Telephony*, Vol. 1, *General Principles and Manual Exchange Systems*, The New Era Publishing Co., London, 1947.
2. Department of Telecommunications, *Forty Years of Telecommunications in Independent India*, New Delhi, 1988.
3. Economic Commission for Europe, The United Nations, *The Telecommunication Industry: Growth and structural change*, Paris, 1987.
4. Gibson, Jerry D. (Editor-in-chief), *The Communications Handbook*, CRC Press/IEEE Press, 1997.
5. Meyers, R.A. (Ed.), *Telecommunications: Encyclopedia of telecommuni-cations*, Academic Press, San Diego, 1989, pp. 455−476.
6. Schindler, Jr., G.E. (Ed.), *A History of Engineering and Science in the Bell System: Switching Technology (1925−1975)*, Bell Telephone Laboratories, 1982.

پیوست دسی‌بل

همانطور که در بخش ۱–۱–۳ توضیح داده شد، نسبت توان اخباره به توان نوفه در سامانه‌های مخابراتی شاخصی از کیفیت اخباره بشمار می‌آید. جالب است که نسبت توان اخباره در طرف گیرنده به توان اخباره ارسالی در طرف فرستنده شاخصی از میزان تلفات توان اخباره در حین انتقال است. در سامانه‌های مخابراتی موارد دیگری هم سراغ داریم که نسبت دو توان برایمان مهم است. همانطور که در بخش ۱–۱–۳ بیان شد، هر چند نسبت توان بدون واحد است ولی به افتخار الکساندر گراهام بل مخترع وراگو، واحدی بنام *بل* برای آن در نظر گرفته شد. در سامانه‌های مخابراتی مقدار توان چندین مرتبه مقداری تغییرمی‌یابد. برای مثال توان خروجی یک مبدل ممکن است در حد چند نانو وات (nW) باشد، درحالیکه توان در یک دکل فرستنده در حد کیلو وات (kW) است که دوازده مرتبه مقداری با هم فاصله دارند. بنابراین، یک نسبت گیری ساده توان، اعداد بسیار بزرگی را ایجاد می‌کند. ازاینرو، یک مقیاس حسابنمایانه [لگاریتمی] با مبنای ۱۰ را انتخاب و واحد بل را بصورت زیر تعریف می‌کنیم:

$$1^{Bell} = \log_{10}\frac{P_2}{P_1} \qquad (پ.۱)$$

در این رابطه توان P_2 ده برابر توان P_1 است. در هنگام استفاده مشخص شد که بل واحدی خیلی بزرگی است و برای اندازه‌گیری نامناسب است. پس واحد کوچکتری بنام دسی بل (dB) بکار گرفته شد. رابطه دسی بل و بل بصورت زیر است:

$$1^{Bel} = 10^{dB} \qquad (پ.۲)$$

در نتیجه رابطه نسبت توان قبلی بصورت زیر در می‌آید:

$$PR = 10\log\frac{P_2}{P_1} \quad dB \qquad (پ.۳)$$

باید دقت کرد که اگر در رابطه پ.۳ توان P_2 از P_1 کمتر باشد، مقدار نسبت توان برحسب دسی‌بل عددی منفی خواهد بود. چنانچه P_1 توان اخباره در طرف فرستنده رسانه انتقال و P_2 توان اخباره در طرف گیرنده باشد، عدد منفی بدست آمده برحسب دسی بل بیانگر تضعیف ناشی از رسانه ارتباطی است. از طرف دیگر اگر P_1 توان اخباره در ورودی یک تقویت کننده با بهره‌ای بزرگتر از یک و P_2 توان اخباره خروجی آن باشند، عدد دسی‌بل حاصل مثبت و بیانگر بهره توان تقویت کننده خواهد بود. پس مقدار منفی دسی‌بل بیانگر تلفات توان (L) و مقدار مثبت آن بیانگر بهره توان (G) است. در نتیجه می‌توان گفت که مقدار دسی‌بل حاصل از گرفتن توان اخباره در دو نقطه A,B از یک سامانه مخابراتی بیانگر مقدار خالص بهره یا تلفاتی(G/L) است که اخباره در عبور از نقطه A و رسیدن به نقطه B تجربه می‌کند. اگر بجای توان دو اخباره در دو نقطه متفاوت، توان اخباره و توان نوفه در یک نقطه را در رابطه پ.۳ قرار دهیم، نسبت اخباره به نوفه «نانو»(S/N) بصورت زیر بدست می‌آید:

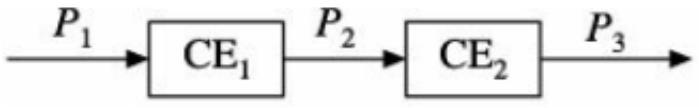
$$SNR = 10\log\left(\frac{S}{N}\right) \quad dB \qquad (پ.۴)$$

که در این رابطه S بیانگر توان اخباره و N نشان دهنده توان نوفه هستند.

[1]Signal to Noise Ratio (SNR)

پ.۱ نسبت توان برای عناصر متوالی

یک سامانه مخابراتی دارای دو عنصر متوالی و سطوح توان P_1, P_2, P_3 در نقاط مشخص شده در شکل پ.۱ را در نظر بگیرید:



عنصر مخابراتی : CE

شکل پ.۱ یک سامانه مخابراتی دارای دو عنصر متوالی

رابطه نسبت توان را بصورت زیر می‌توان نوشت:

$$PR = 10\log\left(\frac{P_2}{P_1}\times\frac{P_3}{P_2}\right) = 10\log\left(\frac{P_2}{P_1}\right) + 10\log\left(\frac{P_3}{P_2}\right) = PR_1 + PR_2 \qquad (پ.۵)$$

هنگامی که نسبت توان برحسب دسی‌بل بیان شود، برای عناصر متوالی با هم جمع یا تفریق خواهند شد.

پ.۲ نسبت توان برحسب برقمایه [ولتاژ] و جریان

در خیلی اوقات اندازه‌گیری جریان و برقمایه[ولتاژ] در سامانه مخابراتی از اندازه‌گیری توان ساده‌تر است. بنابراین بیان نسبت توان برحسب برقمایه و جریان می‌تواند مفید باشد. اینکار به راحتی با استفاده از قانون اهم انجام می‌شود.

با استفاده از قانون اهم رابطه بین توان P، برقمایه V، جریان I در یک مدار با مقاومت R بصورت زیر خواهد بود:

$$P = VI = \frac{V^2}{R} = RI^2$$

اگر فرض کنیم که مقاومت الکتریکی در دو نقطه اندازه‌گیری یکی باشد، نسبت توان را برحسب مقادیر برقمایه می‌توان بصورت زیر محاسبه کرد:

$$PR = 10\log\left(\frac{\left(\frac{V_2^2}{R}\right)}{\left(\frac{V_1^2}{R}\right)}\right) = 20\log\frac{V_2}{V_1} \qquad (پ.۶)$$

و به نحو مشابه نسبت توان بر حسب جریان هم بصورت زیر بدست می‌آید:

$$PR = 10\log\left(\frac{RI_2^2}{RI_1^2}\right) = 20\log\frac{I_2}{I_1} \qquad (پ.۷)$$

پ.۳ توان اخباره در یک نقطه معین

اینطور نیست که همیشه توان نسبی در سامانه‌های مخابراتی اندازه‌گیری شود. گاهی توان یک نقطه معین، برای مثال شدت اخباره در ورودی آنتن گیرنده، را باید اندازه گرفت. چنانچه روشی برای بیان مقدار توان در یک نقطه بر حسب واحدی سازگار با دسی‌بل داشته باشیم، تحلیل توان در سامانه‌های مخابراتی ساده‌تر خواهد بود. بدین منظور سطح توان در یک نقطه معین را نسبت به توان یک میلی وات می‌سنجیم و آن را مطابق رابطه پ.۸ برحسب واحد «دیبیئم» dBm بیان می‌کنیم:

$$PRm = 10\log\frac{P}{1^{mW}} \quad dBm \qquad (پ.۸)$$

اگر واحد P میلی وات باشد رابطه پ.۸ بصورت زیر ساده خواهد شد:

$$PRm = 10\log P \quad dBm \qquad (پ.۹)$$

خیلی اوقات مقادیر دسی‌بلی با هم جمع و تفریق می‌شوند، مقادیر dB و dBm را هم می‌توان ادغام و جمع و تفریق کرد. در اینصورت نتیجه همیشه بر حسب dBm خواهد بود. این بدان خاطر است که نسبت توان‌هایی که برحسب dB بیان می‌شوند را می‌توان با تقسیم صورت و مخرج بر توان یک میلی وات بهنجار ساخت و بر حسب واحد dBm تبدیل کرد، بدون آنکه مقدار عددی آن تغییر کند.

پ.٤ توان نوفه

خیلی از اوقات همانطور که نیاز به اندازه‌گیری توان در یک نقطه معین داریم، نیاز است که توان نوفه را هم در آن نقطه اندازه بگیریم و آن را بر حسب واحدی سازگار با مقادیر دسی‌بلی بیان کنیم. بدین منظور، توان نوفه را که معمولاً عدد بسیار کوچکی است نسبت به سطح توان نوفه مرجع یعنی یک پیکو وات یا 10^{-12} وات می‌سنجیم و آنرا برحسب واحد «دیبرن» dBrn می‌نویسیم. رابطه توان نوفه بر حسب «دیبرن» که مقدار آن نسبت به توان نوفه مرجع است به صورت زیر تعریف شده است:

$$N\,\mathrm{Pr}\,n = 10\log\frac{NP}{10^{-12}} \quad dBrn \qquad (پ.۱۰)$$

که در این رابطه NP توان نویز بر حسب وات است.

باید توجه داشت که صفر «دیبرن» معادل سطح توان نوفه ۹۰- «دیبیئم» است. یا به عبارت دیگر صفر «دیبیئم» برابر ۹۰ «دیبرن» است. مقادیر عددی با واحدهای dB و dBrn را می توان ادغام و با هم جمع و تفریق کرد و نتیجه همیشه بر حسب dBrn بدست می‌آید. ولی dBm و dBrn بطور مستقیم قابل ادغام نیستند مگر آنکه یکی را برحسب دیگری تبدیل کنیم.

پرسش‌هایی برای مرور

پ.۱- توان اخباره در طرف گیرنده یک مسیر ارتباطی ۱۰ میلی وات است. توان اخباره ارسال شده یک وات بوده است. تلفات توان برحسب dB را بدست آورید.

پ.۲- تلفات توان یک مسیر ارتباطی ۱۰ دسی‌بل است. اگر توان اخباره در طرف فرستنده ۱۰۰ میلی وات باشد، توان اخباره دریافتی چقدر خواهد بود.

پ.۳- توان اخباره ورودی به یک تقویت کننده ۱۰ میکرو وات است و توان اخباره خروجی آن ۱۰ میلی وات است. بهره این تقویت کننده را بر حسب dB بدست آورید.

پ.۴- توان اخباره ورودی به یک تقویت کننده ۱۰ میلی وات است. بهره این تقویت کننده ۳ دسی‌بل است. توان اخباره خروجی چقدر است؟

پ.۵- توان نویز در خروجی یک تقویت کننده یک میلی وات است. این توان را برحسب dBrn و dBm بیان کنید.

پ.۶- در طرف فرستنده یک مسیر ارتباطی تقویت کننده‌ای با بهره ۶ دسی‌بل وجود دارد. سطح اخباره ورودی یک میلی وات است. طول بافه انتقال ۲۰ کیلومتر است و می‌دانیم در هر کیلومتر ۰٫۵ دسی‌بل تلفات ایجاد می‌شود. در انتهای این مسیر یک تقویت کننده کم نوفه با بهره ۴ دسی‌بل نصب شده است. توان اخباره خروجی از تقویت کننده کم نویز چقدر است؟

پ.۷- توان اخباره خروجی از آنتن فرستنده ۱۰ dBm است. در طی انتشار نوفه‌ای با توان ۲۰ dBrn روی اخباره می‌نشیند. نسبت تواان اخباره به نوفه S/N را در ورودی آنتن گیرنده محاسبه کنید.

لغت‌نامه انگلیسی به فارسی

A		
address	نشانی	
Advanced Research Projects Agency	مرکز برنهادهای تحقیقاتی پیشرفته	ARPA
American National Standard Institute	مؤسسه ملی استانده آمریکا	ANSI
amplification	تقویت	
amplitude	دامنه	
Amplitude Modulator	مدگردان دامنه	AM
analog	گزارا	پیشنهاد
antenna	آنتن	
approach	رهیافت	
Association Francause de NORmalisation	انجمن استانده قرانسه	AFNOR
Asynchronous Transfer Mode	شیوه انتقال نابهنگام	ATM
audio signal	اخباره صوتی	
automatic exchange	مرکز تبادل خودکار	
availability	دسترس پذیری	
B		
band-limited	باند محدود	
band-limiting	محدود کردن پهنای باند	
bandwidth	پهنای باند	
baseline switch	سوده مبنا	
battery	برقنباره	پیشنهاد
binary	دودویی	
blocking	انسداد	
blocking probability	احتمال انسداد	
blocking switch	سوده با انسداد	
British Standard Institution	مؤسسه استانده بریتانیا	BSI
broadband	فراخ باند	فرهنگستان

Broadband Integrated Services Digital Network	شبکه خدمات یکپارچه شمارای فراخ باند	B-ISDN
bulletin board	تخته اعلان	
Bureau of Indian Standards	اداره استانده هند	BIS
busy hour traffic	آمدوشد در ساعت شلوغ	
C		
cable	بافه	فرهنگستان
call	برخوانی	فرهنگستان
call processing functions	امور پردازش برخوانی	
call set up time	زمان راه اندازی برخوانی	
calling subscriber	متقاضی	
called subscriber	مخاطب	
capacity	ظرفیت	
carbon microphone	دهنی کربنی	
circuit	مدار	
circuit switching	سودهی مداری	
classification	رده بندی	
Common Channel Signalling	علامت‌دهی کانال مشترک	CCS
common control	راهبری مشترک	
computer network	شبکه رایانه‌ای	
conditioned	سامان یافته	
console	پیشانه	
control	راهبری	
conversation	مکالمه	
copy	روگرفت	
Cost Capacity Index	شاخص هزینه ظرفیت	CCI
crossbar switch	سوده متقاطع	
D		
data network	شبکه انتقال داده	
demultiplexing	واتابی	
density	چگالی	

destination	مقصد	
Deusches Instut fur normalische	مؤسسه استانده آلمان	DIN
dial	شماره گیری	
dial tone	بوق آزاد	
diaphragm	غشاء	
digital	شمارا	پیشنهاد
Digital Equipment Corporation	شرکت تجهیزات شمارا	DEC
Digital Network Architecture	معماری شبکه شمارا	DNA
digitization	شماراسازی	پیشنهاد
direct control	راهبری مستقیم	
Direct Inward Dialing	شماره‌گیری مستقیم خطوط داخلی	DID
distortion	اعوجاج	
distributive services	خدمات توزیع شده	
Domain Name System	سامانه نام دامنه	DNS
dry cell	پیل خشک	
E		
earphone	گوشی	
electrical	برقی	
electro-optical	برقنوری	پیشنهاد
electromagnet	آهنربای برقی	
electromagnetic	برقربایشی	پیشنهاد
electromechanical	برقسازه‌ای	پیشنهاد
electronic	برقواره‌ای	پیشنهاد
electronic information	اطلاعات رایانشی	
electronic switch	سوده برقواره‌ای	
Electronics Industries Association	انجمن صنایع رایانشی	EIA
email	رایانامه	
end-to-end signalling	علامت‌دهی انتها به انتها	
energy	کارمایه	
energizing current	جریان فعالساز	

equipment utilization factor	ضریب بهره وری تجهیزات	
ethernet	اترنت	
European Academic Research Network	شبکه تحقیقات دانشگاهی اروپا	EARN
European Telecommunication Standard Institute	مؤسسه استانده‌های مخابراتی اروپا	ETSI
exchange	مرکز تبادل	
F		
facsimile	نمابر	
fault tolerance	تحمل خرابی	
fiber optic	تار نوری	
fidelity	وضوح	
file	پرونده	
filter	پالایه	
filtering	پالایش	
flux	شار	
folded switch	سوده تاخورده	
format	شکل ظاهری	
frame relay	بازپخش قاب	
frequency	بسامد	
full availability	دسترسی کامل	
full duplex	دوطرفه کامل	
full connectivity	اتصال کامل	
fully connected network	شبکه متصل کامل	
G		
general purpose	**عام منظوره**	
General Switched Telephone Network	**شبکه سوده عمومی وراگویی**	GSTN
Global Information Infrastructure	زیرساخت جهانی اطلاعات	GII
H		
half duplex	نیمه دوطرفه	
hard-wired	سیم بندی شده	
harmonic	همسازه	

headset	سرافزار	پیشنهاد
heterogeneous	نامتجانس	
homogeneous	متجانس	
host computer	رایانه میزبان	
I		
idle	معطل	
impedance	پاگیری	
inchannel signalling	علامت‌دهی داخل کانال	
inductor	خود القاء	
inlet	خط ورود	
instantaneous	لحظه‌ای	
Institute of Electrical and Electronics Engineering	انجمن مهندسین برق و رایانش	IEEE
Integrated Services Digital Network	شبکه خدمات یکپارچه شمارا	ISDN
intelligent network	شبکه هوشمند	
intelligibility	قابل فهم بودن	
interactive services	خدمات تعاملی	
intercity connection	اتصال بین شهری	
intercontinental	بین قاره‌ای	
interface	واسط	
interference	تداخل	
International Standard Organisation	سازمان بین‌المللی استانده	ISO
International Telecommunication Union	اتحادیه بین‌المللی مخابرات	ITU
Internet Architecture Board	هیئت معماری اینترنت	IAB
Internet Engineering Steering Group	گروه تخصصی امور مهندسی	IESG
Internet Research Steering Group	گروه تخصصی امور پژوهشی	IRSG
Internet Protocol	تشریفات اینترنت	IP
intra-city network	شبکه درون شهری	
intraexchange signalling	علامت‌دهی داخل مرکز تبادل	
J		

jack	حفره اتصال	
Joint Academic NETwork	شبکه ائتلاف دانشگاهی	JANET
junctor circuit	مدار اتصال دهنده	
K		
L		
latch	ضامن	
leased line	خط اجاره‌ای	
line-of-sight	خط دید	
line scanning	جاروب خط	
line signalling	علامت‌دهی خط	
link	مسیر ارتباطی	
Local Area Network	شبکه محلی	LAN
local line	خط محلی	
local loop	حلقه محلی	
long distance telephony	وراگویی دوربرد	
lossy	دارای تضعیف	
M		
machine	دستگاه	
machine translation	ترجمه رایانشی	
magneto-exchange	مرکز آهنربایی	
magnetogenerator	مولد برق آهنربایی	
manual exchange	مرکز تبادل دستی	
manual switching	سودهی دستی	
manual switch board	تخته سودهی دستی	
mechanically	سازواره‌ای	پیشنهاد
mechanism	سازوکار	
media	رسانه ها	
medium	رسانه انتقال	
microphone	دهنی	
mobile communication	مخابرات سیار	
mobile telephony	وراگوی سیار	

modulation index	شاخص مدگردانی	
modulator	مدگردان	
monitoring	پایش	
multiplexing	درهمتابی	
multiservice	چندکاره	
multitermination switchboard	تخته اتصال چندپایانه‌ای	
N		
name server	کارگزار نامگذاری	
netnews	خبرنامه	
Networked Electronic Information Society	جامعه شبکه‌ای اطلاعات رایانشی	NEIS
noise	نوفه	فرهنگستان
nonblocking	بی‌انسداد	
non-exchange line	خط بی‌تبادل	
nonfolded switch	سوده تانخورده	
non-switched line	خط سودهی نشده	
O		
off-hook	برداشتن گوشی	
off-hook switch	کلید زبانه‌ای زیر گوشی	
on-hook	گذاشتن گوشی	
one-way communication	ارتباط یکسویه	
operator	متصدی	
optical	نوری	
outlet	خط خروج	
P		
packet switching	سودهی بسته‌ای	
parameter	برسنجه	پیشنهاد
peripherals	ادوات جانبی	
permanent magnet	آهنربای دائمی	
Plain Old Telephone System	سامانه وراگوی قدیمی	POTS
plug	الصاقه	
plug-ended cord pair	زوج سیم الصاق	

point-to-point	نقطه به نقطه	
Private Automatic Branch eXchange	مرکز وراگوی خصوصی خودکار	PABX
project	برنهاد	پیشنهاد
protocol	تشریفات	
Public Switched Telephone Network	شبکه وراگویی عمومی	PSTN
push button tone	نوایی دکمه فشاری	
Q		
quiescent	سکون	
R		
radiation	تشعشع، تابش	
radio	موجتابشی، موجتابی	پیشنهاد
real time	بلادرنگ	
regional standard	استانده منطقه‌ای	
register control	راهبری ثبتی	
register signalling	علامت‌دهی ثبتی	
relay	رله	
reliability	اطمینان پذیری	
reluctance	مقاومت ربایشی	
Request For Comments	نظرخواهی	RFC
resistance	مقاومت	
ringing current	جریان زنگ	
rotary dial	شماره گیر چرخان	
routing	مسیریابی	
S		
satellite	ماهواره	
self-routing	خودمسیردهی	
semaphore	تیر نشانه	پیشنهاد
service specific network	شبکه خاص منظوره	
short haul radio	موجتابی کوتاه برد	
short wave radio	امواج کوتاه موجتابشی	
shunt	انشعاب یافتن	

sidetone	همنوا	
signal	اخباره	
Signal to Noise Ratio	نسبت اخباره به نوفه	SNR
signalling	علامت دهی	
Simple Network Management Protocol	تشریفات ساده مدیریت شبکه	SNMP
simplex communication	ارتباط ساده	
single termination switchboard	تخته اتصال تک پایانه‌ای	
source	مبدأ	
space division switching	سودهی جدا در مکان	
standard	استانده	فرهنگستان
statistic	آمار	
step-by-step	گام به گام	
Stored Program Control	راهبری برنامه پذیر	SPC
subscriber	مشترک	
subscriber line	خط مشترک	
subscriber loop	حلقه مشترک	
switch	سوده	فرهنگستان
switchboard	تخته اتصال	
switching	سودهی	فرهنگستان
switching capacity	ظرفیت سوسازی	
switching elements advantage factor	ضریب کاهش تعداد عناصر سودهی	
switching fabric	سوسازه	پیشنهاد
switching hierarchy	سلسله مراتب سودهی	
symmetric switch	سوده متقارن	
System Network Architecture	معماری سامانه‌ای شبکه	SNA
T		
Telecommunication Industries Association	انجمن صنایع مخابراتی	TIA
Telecommunication Management Network	شبکه مدیریت مخابرات	TMN
telegraph	ورانگاری	پیشنهاد

telematic	وراکاری	پیشنهاد
telephone	وراگو	پیشنهاد
telephone enquiry services	خدمات پرس و جوی وراگویانه	
teleprinter	وراچاپگر	پیشنهاد
telex	ورامتن	پیشنهاد
time division switching	سودهی جدا در زمان	
token ring	حلقه جواز	
tone	نوا	
traffic	آمد و شد	
traffic handling capability	قابلیت رفع و رجوع آمدوشد	
traffic intensity	شدت آمدوشد	
transcontinental	ترا قاره‌ای	
transducer	مبدل	
transit exchange	مرکز ترابرد	
transmission hierarchy	سلسله مراتب انتقال	
Transmission Control Protocol	تشریفات راهبری انتقال	TCP
transmission system	سامانه انتقال	
trunk	تراسیم	پیشنهاد
two-way communication	ارتباط دوسویه	
U		
Unix User's NETwork	شبکه کاربران یونیکس	UUNET
V		
video	دیداره	
voice	صحبت	
voice answering system	سامانه پاسخگویی صوتی	
voltage	برقمایه	پیشنهاد
W		
waveform	شکل موج	
Wireless In Local Loop	حلقه محلی بی‌سیم	WILL
X		
Y		

Z		

لغت‌نامه فارسی به انگلیسی

الف		
اتحادیه بین‌المللی مخابرات	International Telecommunication Union	ITU
اترنت	ethernet	
اتصال بین شهری	intercity connection	
اتصال کامل	full connectivity	
احتمال انسداد	blocking probability	
اخباره	signal	
اخباره صوتی	audio signal	
اداره استانده هند	Bureau of Indian Standards	BIS
ادوات جانبی	peripherals	
ارتباط دوسویه	two-way communication	
ارتباط ساده	simplex communication	
ارتباط یکسویه	one-way communication	
استانده	standard	
استانده منطقه‌ای	regional standard	
اطلاعات رایانشی	electronic information	
اطمینان پذیری	reliability	
اعوجاج	distortion	
الصاقه	plug	
آمار	statistic	
آمد و شد	traffic	
آمدوشد در ساعت شلوغ	busy hour traffic	
امواج کوتاه موجتابشی	short wave radio	

امور پردازش برخوانی	call processing functions	
آنتن	antenna	
انجمن استانده قرانسه	Association Francause de NORmalisation	AFNOR
انجمن صنایع رایانشی	Electronics Industries Association	EIA
انجمن صنایع مخابراتی	Telecommunication Industries Association	TIA
انجمن مهندسین برق و رایانش	Institute of Electrical and Electronics Engineering	IEEE
انسداد	blocking	
انشعاب یافتن	shunt	
آهنربای برقی	electromagnet	
آهنربای دائمی	permanent magnet	
ب		
بازپخش قاب	frame relay	
بافه	cable	فرهنگستان
باند محدود	band-limited	
برخوانی	call	فرهنگستان
برداشتن گوشی	off-hook	
برسنجه	parameter	پیشنهاد
برقربایشی	electromagnetic	پیشنهاد
برقسازه‌ای	electromechanical	پیشنهاد
برقمایه	voltage	پیشنهاد
برقنباره	battery	پیشنهاد
برقنوری	electro-optical	پیشنهاد
برقواره‌ای	electronic	پیشنهاد
برقی	electrical	
برنهاد	project	پیشنهاد
بسامد	frequency	
بلادرنگ	real time	
بوق آزاد	dial tone	
بی‌انسداد	nonblocking	

بین قاره‌ای	intercontinental	
پ		
پاگیری	impedance	
پالایش	filtering	
پالایه	filter	
پایش	monitoring	
پرونده	file	
پهنای باند	bandwidth	
پیشانه	console	
پیل خشک	dry cell	
ت		
تار نوری	fiber optic	
تحمل خرابی	fault tolerance	
تخته اتصال	switchboard	
تخته اتصال تک پایانه‌ای	single termination switchboard	
تخته اتصال چندپایانه‌ای	multitermination switchboard	
تخته اعلان	bulletin board	
تخته سودهی دستی	manual switch board	
تداخل	interference	
تراسیم	trunk	پیشنهاد
ترا قاره‌ای	transcontinental	
ترجمه رایانشی	machine translation	
تشریفات	protocol	
تشریفات اینترنت	Internet Protocol	IP
تشریفات راهبری انتقال	Transmission Control Protocol	TCP
تشریفات ساده مدیریت شبکه	Simple Network Management Protocol	SNMP
تشعشع، تابش	radiation	
تقویت	amplification	
تیرنشانه	semaphore	پیشنهاد
ث		

ج		
جاروب خط	line scanning	
جامعه شبکه‌ای اطلاعات رایانشی	Networked Electronic Information Society	NEIS
جریان زنگ	ringing current	
جریان فعالساز	energizing current	
چ		
چندکاره	multiservice	
چگالی	density	
ح		
حفره اتصال	jack	
حلقه جواز	token ring	
حلقه محلی	local loop	
حلقه محلی بی‌سیم	Wireless In Local Loop	WILL
حلقه مشترک	subscriber loop	
خ		
خبرنامه	netnews	
خدمات پرس و جوی وراگویانه	telephone enquiry services	
خدمات تعاملی	interactive services	
خدمات توزیع شده	distributive services	
خط اجاره‌ای	leased line	
خط بی‌تبادل	non-exchange line	
خط خروج	outlet	
خط دید	line-of-sight	
خط سودهی نشده	non-switched line	
خط محلی	local line	
خط مشترک	subscriber line	
خط ورود	inlet	
خود القاء	inductor	
خودمسیردهی	self-routing	
دال		

دارای تضعیف	lossy	
دامنه	amplitude	
درهمتابی	multiplexing	
دسترس پذیری	availability	
دسترسی کامل	full availability	
دستگاه	machine	
دودویی	binary	
دوطرفه کامل	full duplex	
دهنی	microphone	
دهنی کربنی	carbon microphone	
دیداره	video	
ذال		
ر		
راهبری	control	
راهبری برنامه پذیر	Stored Program Control	SPC
راهبری ثبتی	register control	
راهبری مستقیم	direct control	
راهبری مشترک	common control	
رایانامه	email	
رایانه میزبان	host computer	
رده بندی	classification	
رسانه انتقال	medium	
رسانه ها	media	
رله	relay	
روگرفت	copy	
رهیافت	approach	
ز		
زمان راه اندازی برخوانی	call set up time	
زوج سیم الصاق	plug-ended cord pair	

زیرساخت جهانی اطلاعات	Global Information Infrastructure	GII
ژ		
سین		
سازمان بین‌المللی استانده	International Standard Organisation	ISO
سازواره‌ای	mechanically	پیشنهاد
سازوکار	mechanism	
سامان یافته	conditioned	
سامانه انتقال	transmission system	
سامانه پاسخگویی صوتی	voice answering system	
سامانه نام دامنه	Domain Name System	DNS
سامانه وراگوی قدیمی	Plain Old Telephone System	POTS
سرافزار	headset	پیشنهاد
سکون	quiescent	
سلسله مراتب انتقال	transmission hierarchy	
سلسله مراتب سودهی	switching hierarchy	
سوده	switch	فرهنگستان
سوده با انسداد	blocking switch	
سوده برقواره‌ای	electronic switch	
سوده تاخورده	folded switch	
سوده تانخورده	nonfolded switch	
سوده مبنا	baseline switch	
سوده متقارن	symmetric switch	
سوده متقاطع	crossbar switch	
سودهی	switching	فرهنگستان
سودهی جدا در زمان	time division switching	
سودهی جدا در مکان	space division switching	
سودهی دستی	manual switching	
سودهی مداری	circuit switching	
سودهی بسته‌ای	packet switching	

سوسازه	switching fabric	پیشنهاد
سیم بندی شده	hard-wired	
شین		
شاخص مدگردانی	modulation index	
شاخص هزینه ظرفیت	Cost Capacity Index	CCI
شار	flux	
شبکه انتقال داده	data network	
شبکه ائتلاف دانشگاهی	Joint Academic NETwork	JANET
شبکه تحقیقات دانشگاهی اروپا	European Academic Research Network	EARN
شبکه خاص منظوره	service specific network	
شبکه خدمات یکپارچه شمارا	Integrated Services Digital Network	ISDN
شبکه خدمات یکپارچه شمارای فراخ باند	Broadband Integrated Services Digital Network	B-ISDN
شبکه درون شهری	intra-city network	
شبکه رایانه‌ای	computer network	
شبکه سوده عمومی وراگویی	General Switched Telephone Network	GSTN
شبکه کاربران یونیکس	Unix User's NETwork	UUNET
شبکه متصل کامل	fully connected network	
شبکه محلی	Local Area Network	LAN
شبکه مدیریت مخابرات	Telecommunication Management Network	TMN
شبکه وراگویی عمومی	Public Switched Telephone Network	PSTN
شبکه هوشمند	intelligent network	
شدت آمدوشد	traffic intensity	
شرکت تجهیزات شمارا	Digital Equipment Corporation	DEC
شکل ظاهری	format	
شکل موج	waveform	
شماراسازی	digitization	پیشنهاد
شماره گیر چرخان	rotary dial	
شماره گیری	dial	

شماره‌گیری مستقیم خطوط داخلی	Direct Inward Dialing	DID
شیوه انتقال نابهنگام	Asynchronous Transfer Mode	ATM
صاد		
صحبت	voice	
ضاد		
ضامن	latch	
ضریب بهره وری تجهیزات	equipment utilization factor	
ضریب کاهش تعداد عناصر سودهی	switching elements advantage factor	
طا		
ظا		
ظرفیت	capacity	
ظرفیت سوسازی	switching capacity	
عین		
عام منظوره	general purpose	
علامت دهی	signalling	
علامت‌دهی انتها به انتها	end-to-end signalling	
علامت‌دهی ثبتی	register signalling	
علامت‌دهی خط	line signalling	
علامت‌دهی داخل کانال	inchannel signalling	
علامت‌دهی داخل مرکز تبادل	intraexchange signalling	
علامت‌دهی کانال مشترک	Common Channel Signalling	
غین		
غشاء	diaphragm	
ف		
فراخ باند	broadband	فرهنگستان
قاف		
قابل فهم بودن	intelligibility	
قابلیت رفع و رجوع آمدوشد	traffic handling capability	
کاف		

کارگزار نامگذاری	name server	
کارمایه	energy	
کلید زبانه‌ای زیر گوشی	off-hook switch	
گاف		
گام به گام	step-by-step	
گذاشتن گوشی	on-hook	
گروه تخصصی امور پژوهشی	Internet Research Steering Group	IRSG
گروه تخصصی امور مهندسی	Internet Engineering Steering Group	IESG
گزارا	analog	پیشنهاد
گوشی	earphone	
لام		
لحظه‌ای	instantaneous	
میم		
ماهواره	satellite	
مبدأ	source	
مبدل	transducer	
متجانس	homogeneous	
متصدی	operator	
متقاضی	calling subscriber	
متقاطع	crossbar	
محدود کردن پهنای باند	band-limiting	
مخابرات سیار	mobile communication	
مخاطب	called subscriber	
مدار	circuit	
مدار اتصال دهنده	junctor circuit	
مدگردان	modulator	
مدگردان دامنه	Amplitude Modulator	AM
مرکز آهنربایی	magneto-exchange	
مرکز برنهادهای تحقیقاتی پیشرفته	Advanced Research Projects Agency	ARPA

مرکز تبادل	exchange	
مرکز تبادل خودکار	automatic exchange	
مرکز تبادل دستی	manual exchange	
مرکز ترابرد	transit exchange	
مرکز وراگوی خصوصی خودکار	Private Automatic Branch eXchange	PABX
مسیر ارتباطی	link	
مسیریابی	routing	
مشترک	subscriber	
معطل	idle	
معماری سامانه‌ای شبکه	System Network Architecture	SNA
معماری شبکه شمارا	Digital Network Architecture	DNA
مقاومت	resistance	
مقاومت رباشی	reluctance	
مقصد	destination	
مکالمه	conversation	
موجتابشی	radio	پیشنهاد
موجتابی کوتاه برد	short haul radio	
مؤسسه استانده آلمان	Deusches Instut fur normalische	DIN
مؤسسه استانده بریتانیا	British Standard Institution	BSI
مؤسسه استانده‌های مخابراتی اروپا	European Telecommunication Standard Institute	
مؤسسه ملی استانده آمریکا	American National Standard Institute	ANSI
مولد برق آهنربایی	magnetogenerator	
نون		
نامتجانس	heterogeneous	
نسبت اخباره به نوفه	Signal to Noise Ratio	SNR
نشانی	address	
نظرخواهی	Request For Comments	RFC
نقطه به نقطه	point-to-point	
نمابر	facsimile	

نوا	tone	
نوایی دکمه فشاری	push button tone	
نوری	optical	
نوفه	noise	فرهنگستان
نیمه دوطرفه	half duplex	
واو		
واتابی	demultiplexing	
واسط	interface	
وراچاپگر	teleprinter	پیشنهاد
وراکاری	telematic	پیشنهاد
وراگو	telephone	پیشنهاد
وراگوی سیار	mobile telephony	
وراگویی دوربرد	long distance telephony	
ورامتن	telex	پیشنهاد
ورانگاری	telegraph	پیشنهاد
وضوح	fidelity	
ه		
همسازه	harmonic	
همنوا	sidetone	
هیئت معماری اینترنت	Internet Architecture Board	IAB
ی		

جدول اختصارات

A		
AFNOR	افنور	Association Francause de NORmalisation
AM	آئم	Amplitude Modulation
ANSI	انسی	American National Standard Institute
ARPA	آرپا	Advanced Research Project Agency
ARPANET	آرپانت	Advanced Research Project Agency NETwork
ATM	اتم	Asynchronous Transfer Mode
B		
B-ISDN	بی-آیسدین	Broaband ISDN
BDT	بخت	Telecommunication Development Bureau
BIS	بیست	Bureau of Indian Standards
BITNET	بیت نت	Because It's Time NETwork
BSI	برسی	British Standard Institution
C		
CB	سیبی	Central Battery
CCI	دوسیا	Cost Capacity Index
CCS	دوسیئس	Common Channel Signalling
CCIR	سیسیار	Comite Consaltatif Internationale de Radio
CCITT	سیسیاتیت	Comite Consaltatif Internationale de Telegraphique et Telephonique
CSNET	سیئس نت	Computer Science NETwork
D		
dB	دسی‌بل	deci Bel
dBm	دیبیئم	deci Bel miliwatt
dBrn	دیبرن	deci bel refrence noise
DEC	دک	Digital Equipment Corporation
DID	دید	Direct Inward Dialing
DIN	دین	Deusches Instut fur normalische
DNA	دنا	Digital Network Architecture

DNS	سند	Domain Name System
E		
EARN	ایرن	European Academic Research Network
EIA	ایا	Electronics Industries Association
EOC	ایئوک	Electrical to Optical Conversion
ETSI	اتسی	European Telecommunication Standard Institute
F		
G		
GSTN	گستن	General Switched Telephone Network
GII	جی ۲	Global Information Infrastructure
H		
I		
IAB	ایاب	Internet Architecture Board
IBM	آیبیئم	International Business Machines
IEEE	آیسئی	Institute of Electrical and Electronics Engineering
IESG	گرتام	Internet Engineering Steering Group
IFRB	ایفرب	International Frequency Registration Board
IP	آیپی	Internet Protocol
IPv4	آیپی ن٤	Internet Protocol version 4
IPv6	آیپی ن٦	Internet Protocol version 6
IRSG	گرتاپ	Internet Research Steering Group
ISDN	آیسدین	Integrated Services Digital Network
ISO	ایزو	International Standard organisation
ITU	آیتیو	International Telecommunication Union
ITU-R	آیتیو–آر	
ITU-T	ایتیو–تی	
J		
JANET	ژانت	Joint Academic NETwork
JCG	گرته	Joint Coordination Group

L		
LAN	لن	Local Area Network
LB	البی	Local battery
M		
N		
NEIS	نیس	Networked Electronic Information Society
O		
OEC	اوئیک	Optical to Electrical Conversion
P		
PABX	پابکس	Private Automatic Branch eXchange
POTS	پاتز	Plain Old Telephone System
PSTN	پستن	Public Switched Telephone Network
Q		
R		
R2	آر۲	Regional standard 2
RFC	آرفسی	Request For Comments
S		
SE	اسئی	Switching Element
SNA	ثنا	System Network Achitecture
SNMP	اسنامپ	Simple Network Management Protocol
SNR	نانو	Signal to Noise Ratio
SPC	اسپیسی	Stored Program Control
SS5 bis	دوئس۵ دوم	Signalling System number 7 bis
SS7	دوئس۷	Signalling System number 7
T		
TCP	تیسیپی	Transmission Control Protocol
TIA	تیا	Telecommunication Industries Association
TMN	شمیم	Telecommunication Management Network
TNM	تنم	Telecommunications Network Management
TSAG	گرمام	Telecommunication Standardisation Advisory Group
TSB	دام	Telecommunication Standardisation Bureau

TYMNET	تیمنت	
U		
uucp	یویوسیپی	Unix-to-Unix CoPy
UUNET	یویونت	Unix User's NETwork
USENET	یوزنت	
V		
VLSI	ولسی	Very Large Scale Integration
W		
WILL	ویل	Wireless In Local Loop
X		
Y		
Z		