



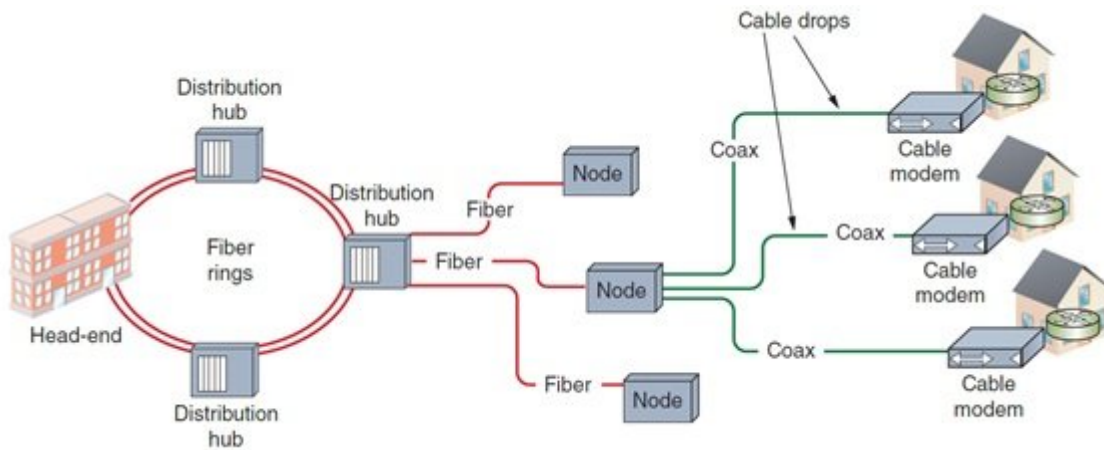
در شماره گذشته آموزش نتورک پلاس شبکه تلفنی راهگزینی عمومی (PSTN)، شبکه دیجیتال یکپارچه سرویس‌ها (ISDN)، خط دیجیتالی مشترک/ خط اشتراک دیجیتال (DSL) و انواع خطوط DSL را بررسی کردیم. در این شماره بحث فوق را ادامه خواهیم داد.

برای مطالعه بخش شصت و هشتم آموزش رایگان و جامع نتورک پلاس (Network+) اینجا کلیک کنید

Cable Broadband

در حالی که شرکت‌های مخابراتی محلی و راه دور تلاش می‌کنند DSL را به عنوان بهترین روش دسترسی به اینترنت معرفی کرده و مصرف‌کنندگان را تشویق کنند از این مکانیزم استفاده کند، با این وجود شرکت‌های کابلی نیز گزینه‌های ارتباطی خود را پیشنهاد می‌کنند. این گزینه اینترنت کابلی باند پهن (cable broadband) یا دسترسی به مودم کابلی نام داشته و عمدتاً بر مبنای کابل‌های کواشیالی کار می‌کند که سیگنال‌های تلویزیونی از آن‌ها عبور پیدا می‌کنند.

Cable Broadband بر مبنای یک تلاش بین‌المللی به وجود آمد که آزمایشگاه CableLabs نقش مهمی در این زمینه داشت. آزمایشگاهی که مجموعه‌ای از ویژگی‌ها (DOCSIS) (Data Over Cable Interface Specifications) سرنام را ایجاد کرد. سرویس باند پهن کابلی به‌طور معمول در سرعت نامتقارن ارائه می‌شود که به‌طور مثال تا سرعت 70 مگابیت بر ثانیه برای دانلود و 7 مگابیت بر ثانیه را برای آپلود ارائه می‌کند. با این حال، جدیدترین استاندارد DOCSIS 3.1، اجازه می‌دهد تا به‌طور کامل و دو طرفه یا متقارن، در هر دو جهت به سرعت 10 گیگابیت بر ثانیه دست پیدا کنید. این شبکه به عنوان یک رقیب جدی برای سرویس‌های اینترنتی مبتنی بر فیبر-نوری شناخته می‌شود.



البته، بسیاری از شرکت‌های کابلی، فیبر نوری را در زیرساخت‌های فیزیکی خود به کار گرفته‌اند. شکل بالا این موضوع را نشان می‌دهد. در شکل بالا شبکه HFC سرنامه hybrid fiber coaxial از کابل‌کشی فیبر نوری استفاده می‌کند که از توان عملیاتی و قابلیت اطمینان بالا پشتیبانی می‌کند تا مرکز توزیع شرکت کابلی را به هاب‌های توزیع‌کننده و سپس به گره‌های نوری نزدیک مشتریان متصل کند. هر یک از کابل‌های فیبر نوری یا کواکسیال، یک گره را به هر کسب‌وکار یا مشتری از طریق یک اتصال که cable drop نام دارد متصل می‌کنند.

اتصالات پهنای باند کابلی نیاز به این دارند که مشتری از یک مودم کابلی ویژه استفاده کند، دستگاهی که سیگنال‌های ارسالی و دریافتی را از طریق سیم‌کشی مدولاسیون و دمولاسیون دریافت می‌کند. شکل زیر یک مودم کابلی را نشان می‌دهد.



مودم کابلی باید به نسخه درستی از استاندارد DOCSIS که توسط ISP پشتیبانی می‌شود، متصل شود. بیشتر مودم‌های کابلی جدید از استاندارد DOCSIS 3.0 یا 3.1 استفاده می‌کنند و اغلب با نسخه‌ها قدیمی نیز سازگاری دارند. جدول زیر نسخه‌های DOCSIS را همراه با مشخصات آن‌ها نشان می‌دهد.

نسخه ها و ویژگی های مختلف DOCSIS

Version	Maximum upstream throughput (Mbps)	Maximum downstream throughput (Mbps)	Description
DOCSIS 1.x (1.0 and 1.1)	10	40	Outdated; single channel; throughput was shared among customers
DOCSIS 2.x (2.0 and 2.0 + IPv6)	30	40	Single channel; reduces disparity between upstream and downstream throughputs
DOCSIS 3.0	100	1000	Multiple channels: minimum of 4, no maximum
DOCSIS 3.1	1000-2000	10,000	In 2017, CableLabs published Full Duplex DOCSIS 3.1, which offers symmetrical upload and download speeds up to 10 Gbps

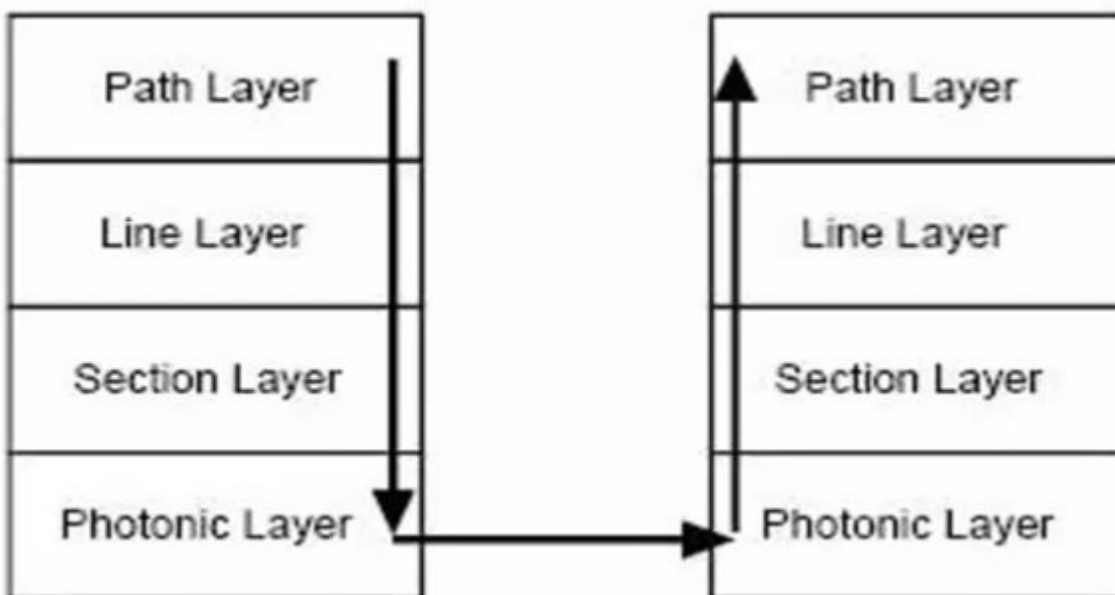
این مدل شبکه‌ها در هر دو لایه پیوند داده و لایه فیزیکی کار کرده و در نتیجه پروتکل‌های لایه بالاتر مدل OSI همچون IP را دستکاری نمی‌کنند. مودم کابلی از طریق کارت شبکه RJ-45 یا درگاه یواس‌بی یا ارتباط بی‌سیم به کامپیوتر یک مشتری متصل می‌شود.

به همین ترتیب، مودم کابلی می‌تواند به یک دستگاه شبکه همچون سوئیچ یا روتر متصل شده و در نتیجه پهنای باند را به یک شبکه محلی به جای یک کامپیوتر واحد تخصیص دهد. همچنین این امکان وجود دارد که از یک دستگاه که قادر است عملکردهای مودم کابلی را با یک روتر ترکیب می‌کند استفاده کنید. در چنین حالتی دستگاه فوق می‌تواند هر دو اتصال پهنای باند کابلی و قابلیت اشتراک پهنای باند میان گره‌های مختلف را فراهم کند. بر خلاف DSL، یک خط محلی پهنای باند کابلی برای مقرون به صرفه بودن باید میان مشترکین زیادی به اشتراک قرار گیرد که همین مسئله شبیهاتی در ارتباط با امنیت و توان عملیاتی این مدل شبکه‌ها را به وجود می‌آورد. به‌طور مثال، اگر شرکت ارائه دهنده، سرویس فوق را میان شما و پنج همسایه عرضه کند، این احتمال وجود دارد که یکی از همسایگان شما که دانش فنی بالایی دارد از طریق به‌کارگیری ابزارهای مناسب داده‌هایی که شما روی بستر اینترنت انتقال داده‌اید را ضبط کند. البته شبکه‌های کابلی مدرن قابلیت رمزگذاری داده‌های در حال انتقال را برای حل مشکل استراق سمع اطلاعات ارائه کرده‌اند. علاوه بر این، توان عملیاتی یک خط کابلی ثابت است. در نتیجه هر چه تعداد مشترکان بیشتری از یک منبع ثابت استفاده کنند، به همان نسبت پهنای باند کمتری در اختیار سایر مشترکان قرار می‌گیرد. این شبکه‌ها بسته به کاربری انواع خاص خود را دارند. درون این فناوری، فناوری‌های دیگری همچون (HPC) سرنام **hybrid fiber-coax** وجود دارد که از خطوط فیبر برای ارسال فرکانس‌های مبتنی بر این شبکه‌ها استفاده می‌کند که البته به لحاظ هزینه گران‌قیمت به شمار می‌روند، **BPL** سرنام **Broadband Over Power Line** که دسترسی به سرعت بالای اینترنت را ارائه می‌کند و برای وب‌گردی و دانلود اطلاعات از شبکه گزینه‌ای ایده‌آلی است، **ATM** سرنام **Asynchronous Transfer Mode** که در لایه پیوند داده کار کرده و از بسته‌های ثابت استفاده می‌کند که 48 بایت داده همراه با 5 بیت سرآیند را روی یک خط ارسال می‌کند، نمونه دیگری از فناوری مبتنی بر این شبکه‌ها هستند. **ATM** از فناوری راه‌گزینی بسته‌ای روی حلقه‌های مجازی (Virtual circuits) استفاده می‌کند و در نتیجه یک ارتباط قابل اعتماد را به وجود می‌آورد. **Sonet** سرنام **Synchronous Optical Network** گزینه دیگری است که یک شبکه انتقال دیجیتال با سرعت بالا را ارائه می‌کند که از فیبرنوری برای ارسال اطلاعات استفاده می‌کند. این شبکه عمدتاً در امریکای شمالی استفاده شده و استانداری است که موسسه ANSI در سال 1985 آن را تصویب کرد. استاندارد فوق در سال 1987 توسط سازمان **ITU** تحت عنوان **SDH** سرنام **Synchronous Digital Hierarchy** به تصویب رسید که در ایران نیز به نام **SONET/SDH** شناخته می‌شود. با توجه به این‌که زیرساخت این شبکه‌ها بر مبنای فیبرنوری قرار دارد سرعتی که این شبکه‌ها ارائه می‌کند به شدت بالا است و عمدتاً برای مسافت‌های طولانی استفاده می‌شود. شبکه‌های فوق از سوی **NSP**ها سرنام **Network Service Provider**ها استفاده می‌شوند تا شرکت‌های با اتکا بر توان عملیاتی بالا بتوانند به شرکت‌های ارائه‌دهنده خدمات اینترنتی ترافیک سنگینی را ارائه دهند. در این مدل شبکه سیگنال‌های الکتریکی تولید شده توسط دستگاه‌هایی به سیگنال‌های نوری تبدیل شده و روی یک خط ارسال می‌شود. به سیگنال‌هایی که قرار است روی یک خط ارسال شوند، **STS** گفته شده و زمانی که به سیگنال‌های نوری تبدیل شدند به آن‌ها حامل نوری **OC** سرنام **Optical Carrier** می‌گویند. جدول زیر

انواع مختلف این شبکه‌ها را نشان می‌دهد که از STS-1 که معادل OC-1 است شروع شده که نرخ خط آن برابر با 51.840 مگابیت بر ثانیه است که هرچه این سطح بالاتر برود شبیه به OC768 پهنای باند نیز افزایش پیدا می‌کند. عددی که مقابل OCها مشاهده می‌کنید نشان دهنده سطح نوری است که افزایش بار داده‌ها را به همراه دارد.

Optical Level	Electrical Level	Line Rate (Mbps)	Payload Rate (Mbps)	Overhead Rate (Mbps)	SDH Equivalent
OC-1	STS-1	51.840	50.112	1.728	-
OC-3	STS-3	155.520	150.336	5.184	STM-1
OC-9	STS-9	466.560	451.008	15.552	STM-3
OC-12	STS-12	622.080	601.344	20.736	STM-4
OC-18	STS-18	933.12	902.016	31.104	STM-6
OC-24	STS-24	1244.16	1202.688	41.472	STM-8
OC-36	STS-36	1866.24	1804.032	62.208	STM-12
OC-48	STS-48	2488.320	2405.376	82.944	STM-16
OC-192	STS-192	9953.280	9621.504	331.776	STM-64
OC-768	STS-768	39813.120	38486.016	1327.104	STM-256

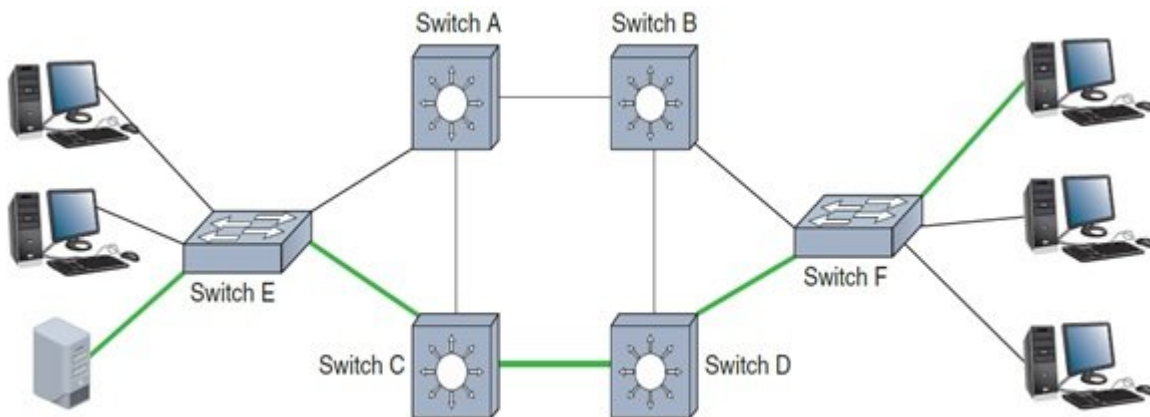
شبکه‌های SONET لایه‌بندی خاص خود را دارند. در تصویر زیر لایه‌بندی این شبکه‌ها که معادل مدل OSI هستند را مشاهده می‌کنید.



اترنت مترو Metropolitan

روند رو به رشد ارائه خدمات دسترسی به WAN از سوی شرکت‌های ارائه‌دهنده خدمات در یک دهه اخیر پیشرفت‌های قابل قبولی داشته که منجر به ظهور فناوری‌های جدیدی همچون مترو اترنت (Metro Ethernet) شده است که خود سرآغازی بر ظهور یک فناوری جدید در مقیاس جهانی به نام Carrier Ethernet شده است. شما قبلاً در مورد اترنت مبتنی بر شبکه‌های محلی مطالبی را آموختید. ISPها برای انتقال ترافیک روی ارتباطات شبکه گسترده که Carrier Ethernet نامیده می‌شود و ارتباطات کلان‌شهری (MAN) که Metro Ethernet نامیده می‌شود در حال طراحی و توسعه مکانیزم‌های جدیدی هستند که اولین استاندارد (MEF) سرنام Metro Ethernet سرآغازی بر تحول جدید است. MEF یک فناوری فراملیتی است که بیش از 220 سازمان صنعتی در سراسر جهان در آن مشارکت

دارند. در تنظیمات مترو، شبکه‌های اینترنت carriergrade نقطه به نقطه می‌توانند از طریق یک ارتباط **CET** سرنام **Carrier-Ethernet Transport** که یک راهکار مبتنی بر اینترنت برای انتقال اطلاعات بوده و برای جبران ضعف‌های ذاتی اینترنت و پیاده‌سازی اینترنت در خارج از محیط شبکه محلی طراحی شده‌اند، استفاده کنند. در نتیجه، همان‌گونه که می‌بینید، Carrier Ethernet، هر دو لایه 1 و 2 مدل OSI را پوشش می‌دهد. به‌طور مثال، در جایی که اینترنت سنتی، با استفاده از STP سرنام Spanning Tree Protocol، فریم‌ها را بر اساس آدرس MAC ارسال می‌کند، CET یک برجسب انتقال به فریم در حال انتقال اضافه کرده و یک تونل مجازی مسیری برای فریم‌هایی که قرار است به مقصد ارسال شوند ایجاد می‌کند. نحوه عملکرد CET در شکل زیر نشان داده شده است. در شالوده شبکه ملی اطلاعات در ایران نیز Metro Ethernet قرار دارد.



T-Carriers

خطوط T & E carries نوع دیگری از فناوری‌های انتقال اطلاعات در بستر مخابراتی هستند که در لایه فیزیکی کار می‌کنند. در این مدل فناوری به جای آن‌که از روی یک کانال ارتباطی و حالت عادی تنها یک سیگنال عبور کند، کانال را به چند کانال جداگانه که به آن multiplex channel می‌گویند، تقسیم کرده و با استفاده از فناوری **TDM** سرنام **time division multiplexing** روی دو خط مبتنی بر جفت کابل به هم تاییده سیگنال‌ها و اطلاعات ارسال می‌شود. در این فناوری رسانه‌ها می‌توانند خطوط تلفن، کابل فیبرنوری یا لینک‌های بی‌سیم باشند. خطوط T1 از 24 خط 64 کیلوبیتی استفاده می‌کند که عمدتاً در ایالات متحده، ژاپن و... استفاده می‌شود و خطوط E1 که در اروپا و بخش‌هایی از آسیا از آن استفاده می‌شود از 30 کانال استفاده می‌کنند. هر یک از این کانال‌ها به نام DS0 سرنام digital signal, level 0 شناخته شده که هرچه سطح سیگنال افزایش پیدا کند به همان نسبت ظرفیت خط نیز بیشتر می‌شود. هرچه این تعداد افزایش پیدا کند، T1 به T3، T5 و... ارتقا پیدا می‌کنند. در این خطوط اطلاعات ممکن است با اتکا بر زیرساخت سیمی مبتنی بر کابل‌های UTP و STP اطلاعات مبادله شوند. هرچند پیشنهاد می‌شود به دلیل کمتر بودن پارازیت روی خط از مدل STP استفاده شود. اگر از کابل‌های STP استفاده شود لازم است در هر 2000 متر یک تکرارکننده نصب شود تا سیگنال‌ها ضعیف نشوند. اما در استانداردهای T1s یا T3 از کابل‌های فیبرنوری استفاده می‌شود که توان عملیاتی بهتر و بالاتری دارند. خطوط T1s بیشتر برای پشتیبانی از سرویس‌های صوتی سازمان‌ها استفاده می‌شوند. سازمان‌ها برای آن‌که بتوانند از T1s برای یک چنین کاری استفاده کنند دو راهکار پیش رو دارند که اغلب از خطوط تلفن اینترنتی (**SIP Trunk**) استفاده می‌کنند. اگر به خاطر داشته باشید به شما گفتیم که SIP سرنام Session Initial Protocol یک پروتکل سیگنالینگ است که برای برقراری اتصالاتی شبیه به تماس‌های VoIP استفاده می‌شوند. SIP Trunk برای ایجاد ارتباطات مجازی روی یک سرویس داده‌ای موجود شبیه به یک خط اختصاصی، خط اجاره‌ای شبیه به Metro Ethernet، T1 و اینترنت اتصال باند پهن استفاده می‌شود. SIP trunk در ارتباط با تعداد تماس‌هایی که در یک لحظه برقرار می‌شوند و مقدار پهنای باند موجود محدودیت‌هایی دارد. اما به دلیل این‌که تمامی تماس‌ها روی یک خط داده‌ای پیاده‌سازی می‌شوند، نیاز به خرید تجهیزات اضافی برای ساخت کانال‌های بیشتر برای تماس‌ها را برطرف می‌کند. جدول زیر گروه‌بندی‌های مختلف استاندارد T را نشان داده است.

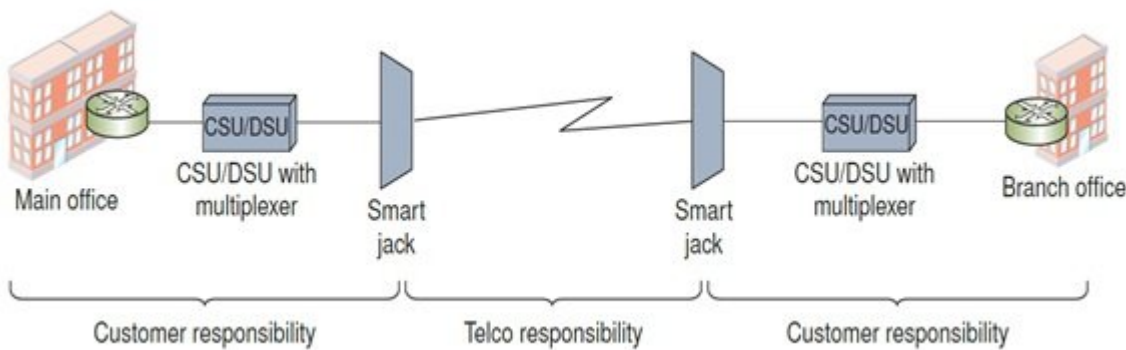
مشخصات و ویژگی های فنی خطوط T

Signal level	T-carrier	Number of T1s	Number of channels	Throughput (Mbps)
DS0	—	1/24	1	.064
DS1	T1	1	24	1.544
DS1C	T1C	2	48	3.152
DS2	T2	4	96	6.312
DS3	T3	28	672	44.736
DS4	T4	168	4032	274.176
DS5	T5	240	5760	400.352

در ردیف اول DS0 تنها یک کانال قرار داشته و قادر نیست استانداردهای T & E را تشکیل دهد. اما اگر به ردیف دوم که برابر با 24 کانال است نگاه کنید، شما استاندارد T1 را دارید که توان عملیاتی آن برابر با 1.544 مگابیت بر ثانیه است. به همین ترتیب، در انتهای جدول DS5 را مشاهده می‌کنید که 5760 کانال را درون خود جای داده و توان عملیاتی آن برابر با 400 مگابیت بر ثانیه است.

تجهیزات T-Carrier

زمانی که سرویس‌های فوق از شرکت مخابرات یا ارائه‌دهنده خدمات اجاره می‌شوند، شرکت مربوطه دستگاهی به نام CSU/DSU سرنام Channel Service Unit/Data Service Unit در اختیارتان قرار می‌دهد که باید بعد از دستگاه اصلی و خارج از شبکه قرار دهید تا اطلاعات دریافتی از خطوط T1 یا E1 را به اطلاعات دیجیتالی مورد نیاز در شبکه و بالعکس تبدیل کند. دقت کنید که CSU و DSU دو دستگاه مجزا هستند که البته در قالب یک دستگاه واحد ترکیب می‌شوند و ممکن است به صورت یک دستگاه خارجی که خطوط به آن متصل می‌شوند یا در قالب یک کارت داخلی درون روتر که خطوط به آن متصل می‌شوند استفاده شوند. شکل زیر یک ارتباط T-carrier نقطه به نقطه را نشان می‌دهد.



در تصویر بالا smart jack خطوط حامل T را به سمت دیمارک مشتری و به هر یک از پایه‌های داخلی یا خارجی ساختمان هدایت می‌کند. جک هوشمند از نوع NIU است. جک هوشمند همچنین به عنوان یک نقطه نظارتی برای یک اتصال نیز استفاده می‌شود. اگر خط بین حامل و مشتری خطاهای داده‌ای قابل توجهی داشته باشند، جک هوشمند این مسئله را به حامل گزارش می‌دهد. تکنسین‌ها همچنین می‌توانند وضعیت خط را توسط جک هوشمند بررسی کنند. بیشتر جک‌های هوشمند شامل LEDهای مرتبط با سیگنال‌های ارسالی و دریافتی هستند. به طور مثال، یک چراغ سبز ثابت روی صفحه نمایش نشان می‌دهد هیچ مشکلی در اتصال نیست، در حالی که نور سوسو زن خطاهای داده‌ای را نشان می‌دهد. چراغ برق نشان می‌دهد که آیا جک هوشمند قادر به دریافت سیگنال‌ها است یا خیر. شکل زیر یک جک هوشمند (یا رابط شبکه) که روی خط T1 قابل استفاده است را نشان می‌دهد. جک هوشمند قادر به تفسیر داده‌ها نیست و به همین دلیل به CSU / DSU متکی است.



دستگاه CSU قادر است سیگنال‌های دیجیتالی را ارائه کرده و اطمینان حاصل می‌کند که ارتباط به درستی برقرار شده است، در حالی که دستگاه DSU فریم‌های دریافتی از خطوط T را به فریم‌هایی که داخل شبکه محلی باید استفاده شوند و بالعکس تبدیل می‌کند. لازم به توضیح است که تقسیم کردن خطوط به کانال‌های مختلف درون DSU انجام می‌شود. دستگاهی متشکل از CSU و DSU به نام DTE سرنام data terminal equipment یا دستگاه نقطه پایانی برای یک خط اجاره‌ای شناخته می‌شود. شکل زیر نمونه‌ای از این دستگاه را نشان می‌دهد.



در شماره آینده آموزش **نتورک پلاس** مبحث فوق را ادامه خواهیم داد.

تاریخ انتشار:
06 تیر 1398

نشانی منبع:

<https://www.shabakeh-mag.com/networking-technology/15651/%D8%A2%D9%85%D9%88%D8%B2%D8%B4-%D8%B1%D8%A7%DB%8C%DA%AF%D8%A7%D9%86-%D8%AF%D9%88%D8%B1%D9%87-%D9%86%D8%AA%D9%88%D8%B1%DA%A9%E2%80%8C%D9%BE%D9%84%D8%A7%D8%B3-network-%D8%A8%D8%AE%D8%B4-67>