

موضوع پروژہ:

# xDSL

استاد

جناب آقای مهندس فیروز بخت

تہیہ کنندگان:

پویان احمدی

مصطفی جعفری

mail: MOSTAFA – 61 @ Yahoo.Com

Pooyan – Ahmadi @ Yahoo.Com : Tel: 091221593+2

## پیش زمینه :

DSL مخفف Digital Subscriber Line می‌باشد و در تماس دیجیتالی شبیه به ISDN است اما DSL سرعتی در محدوده 128Kbps تا 1.5Mbps را فراهم می‌کند که این سرعت به طور عمده به سطح خدمات خریداری شده و تواناییهای تولید شده توسط شرکت تلفن و عواملی مانند مسافت مورد بحث، کیفیت سیم کشی، تکنیکهای رمزگذاری، طیف فرکانسهای موجود و در بعضی درجات به پیکربندی سیستم انتهایی بستگی دارد. تکنولوژی DSL در واقع تکنولوژی يك مودم می‌باشد که از خطوط تلفن (Twisted Pair) برای ارسال اطلاعات به مشترکان، اعم از تصویری یا صوتی با پهنای باند بسیار بالا استفاده می‌کند. واژه xDSL يك مخفف عمومی است که به انواع مختلف این تکنولوژی اطلاق می‌شود که عبارتند از :

ADSL, SDSL, HDSL, HDSL2, VDSL, RADSL, IDSL, MDSL, UDSL, CDSL, CiDSL, G.LITE, G.SHDSL

این تکنولوژی نظر سرویس دهندگان را به طور قابل توجهی به خود جلب کرده است، چون این تکنولوژی سرویس دهی با سرعت و پهنای باند بالا را بدون تغییر اساسی در ساختار ارتباطی مشترکان (Telco) وعده میدهد. در حال حاضر رایجترین تکنولوژی از انواع xDSL گسترش و استفاده از ADSL و VDSL است.

## تاریخچه ای از تکنولوژی DSL و توقعات از این تکنولوژی :

تکنولوژی DSL در ابتدا توسط مودم HDSL که جایگزینی برای خطوط E1 و T1 بود به بازار عرضه شد. همانند خطوط E1 و T1 سیستم HDSL از ۴ سیم برای اتصال مودمهای HDSL استفاده می‌کرد. توقع بازار از این دسته مودمها به شرح زیر بود:

۱- جایگزین اقتصادی برای خطوط E1 و T1 و خطوط اطلاعاتی خصوصی

۲- حذف شرایط نامناسب خطوط

۳- فراهم کردن سرویس اتوماتیک و گسترش عملکرد بهینه با بازبینی و نظارت کامل

این توقعات به طور قابل ملاحظه ای در حوالی سالهای ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۱ در آمریکا ارضا شد و بسیار مثبت و چشمگیری به دست آورد.

تکنولوژی ADSL در سال ۱۹۹۲ با عنوان سیستمی که توانایی ارسال اطلاعات ویدیویی VOD (Video On Demand) را روی خطوط تلفن دارا بود، معرفی شد. معماری اولیه این داده ها به گونه ای بود که باعث ارسال همزمان داده و سرویس تلفن معمولی (Plain Old Telephone Service) Pots می‌شد. اهداف اولیه برای ارسال اطلاعات ویدیویی موفقیت

آمیز بود. سپس در سال ۱۹۹۴ تلاشها برای استفاده از این تکنولوژی به منظور ارسال Data آغاز شد و موفقیت‌های زیادی در زمینه تکنولوژیهای اینترنت و سرویسهای با پهنای باند بالا بدست آمد. تکنولوژیهای جدیدتر و متنوعتری روی خطوط E1 و T1 فراهم شدند که بر خلاف ADSL متقارن بودند و به آنها SDSL گفته می‌شود که مخفف Symmetric Digital Subscriber Line است. تکنولوژی SDSL يك معادل با ۲ سیم را به جای سیستم ۴ سیمه در HDSL فراهم کرد. اهداف اساسی این سیستم به شرح زیر بودند :

- ۱- دریافت و ارسال اطلاعات در همه جا و هر زمان
  - ۲- پشتیبانی و دسترسی به اینترنت و تمامی پروتکل‌های آن
  - ۳- اتصال اتوماتیک و استفاده از سرویسی بدون دخالت در سرویس تلفن معمولی
  - ۴- ارزانی هزینه‌ها به گونه‌ای فراگیر برای کاربران معمولی
  - ۶- سازگاری با سایر سیستمها و سرویسها
  - ۷- آسانی نصب و راه اندازی برای استعمال روزانه
- در فاصله سالهای ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۰ تکنولوژی DSL نتوانست بسیاری از اهداف بالا را بر آورده کند که برخی از دلایل آن عبارت بودند از :
- ۱- نبود يك استاندارد جهانی و عملی در تجهیزات و روشهای اجرایی
  - ۲- (Low Silicon Integration)
  - ۳- مصرف زیاد برق
  - ۴- کمبود چگالی و گنجایش سطوح سیستم
  - ۵- بالا بودن قیمت وسایل مورد نیاز
  - ۶- کمبود سازگاری و دسترس پذیری سرویسها
  - ۷- پروسه سنگین و دشوار اجرای عملیات کارگذاری و پیکربندی
- تکنولوژی DSL به وسیله کارگذاری يك مودم و استفاده از روشهای مناسب برای ارتباط بین مشترك و سرویس دهنده تعریف می‌شود. انیستیتیوی استانداردهای آمریکا (ANSI)، ۳ پیشنهاد در مورد روش عملکرد مودم به بحث گذاشته است که عبارتند از:

۱- CAP یا Carrierless Amplitude & Phase modulation

۲- DMT یا Discrete Multitone

۳- QAM یا Quadrature Amplitude Modulation

که بالاخره در سال ۱۹۹۹ DMT يك استاندارد جهانی برای کلیه مودمهای DSL شد. در پیاده سازی مودمهای اولیه ۸-۶ چیبست لازم بود. علاوه بر چیبست، تکنولوژی DSL به

چیپهای دیگری برای لایه DataLink و کنترل دسترسی رسانه (Media Access Control) MAC و گرداننده خط و بسیاری اعمال فیلتر گسسته احتیاج دارد. پارامتر بسیار مهم دیگر برای ارزیابی چگونگی رشد تکنولوژی DSL مصرف بیش از حد برق برای هر خط DSL بود که به طور متوسط برای هر ترانزیستور ۱۰ وات بود. بنابراین یک Line Card با طراحی اولیه قادر به پشتیبانی تنها ۱ یا ۲ خط DSL بود. کم بودن گنجایش Line Cardها باعث بالا رفتن قیمت تجهیزات لازم می شد. برای مثال یک سیستم DSL در سال ۹۸ که قادر به پشتیبانی تنها ۶۰ تا ۸۰ خط بود حدود \$ 60000 قیمت داشت و تقریباً قیمتها تا انتهای سال ۲۰۰۱ به گونه ای بود که هر کس قادر به بکارگیری این سیستم نبود. اما امروزه بیش از 4.5 میلیون خط در ایالات متحده و بیش از 10 خط در بازارهای جهانی پیاده سازی و به بهره برداری رسیده اند.

در جدول زیر روند پیشرفت زمانی تکنولوژی DSL در دهه اخیر و خلاصه ای از مشکلاتی که در بالا اشاره شد در بالا اشاره شد در غالب اعداد و ارقام، قابل مشاهده است:

### : (Asymmetric Digital Subscriber Line) ADSL

ADSL

	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	2000	'01	'02	'03
Line Code Technology	CAP, QAM, DMT										DMT			
# of Chips per line	6			4			2		1		0.75			
Power Dissipation (W/line)	10			6			3		1.5		0.75			
Line Card Density	Single			Dual			Quad		Octal		16			
CO System Density (per unit)	16			32			64		128		256			
DLC System Density (per unit)							4		8		16		32	
IC Price (\$ / line)	>150			>100			50		25		<12			

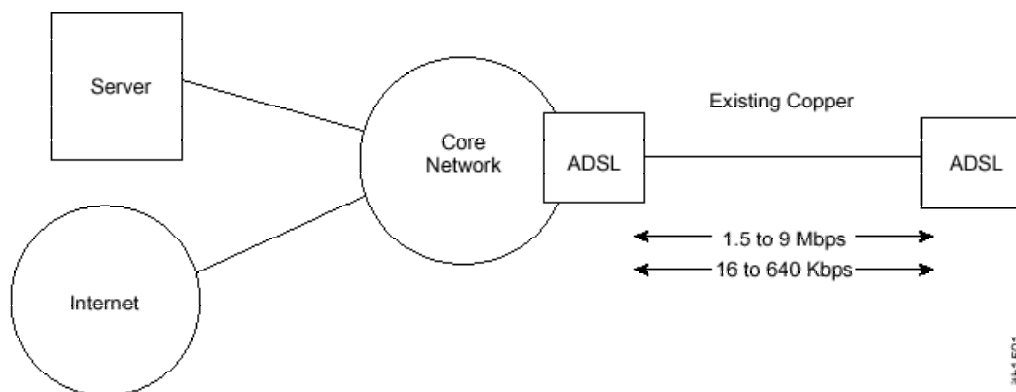
کاربردهای ADSL

- مطالبه ویدیویی
- آموزش راه دور
- خرید در خانه
- پخش تلویزیون

- دسترسی به LANها
- دسترسی به اینترنت

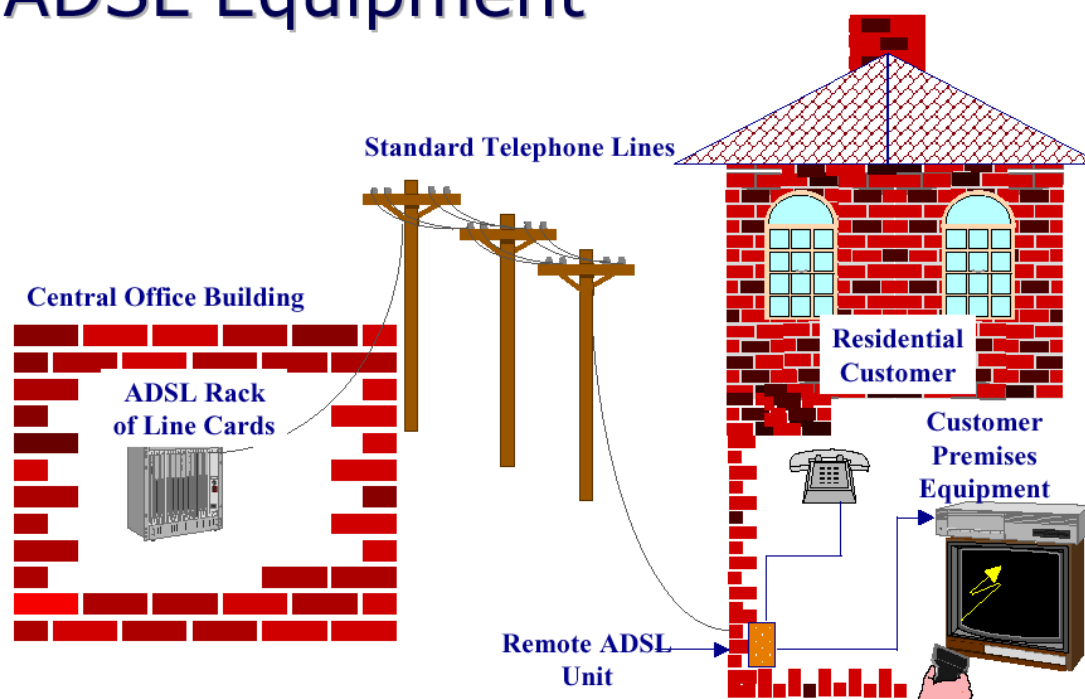
مشهورترین نوع DSL تکنولوژی ADSL می باشد که يك تکنولوژی نامتقارن است که باعث پهنای باند بیشتری از NSP (Network Service Provider) به محل مشترك نسبت به ارسال مشترك به دفتر مرکزی می شود.

این عدم تقارن در پهنای باند Downstream و Upstream و دسترسی بدون وقفه (همواره Online بودن)، ADSL را برای استفاده از Internet/Intranet (شبکه های داخلی و خارجی) و دسترسی به شبکه های LAN در فواصل دور ایده آل می کند، زیرا که این دسته از کاربران بیش از فرستادن اطلاعات (Upload) به دریافت اطلاعات (Download) مشغول میباشند. ADSL اطلاعات را با سرعت بیش از 6Mbps به کاربر میفرستد و در حدود 640Kbps در هر دو جهت (شکل زیر). این میزان نرخ ارسال اطلاعات، گنجایش دسترسی موجود را بدون استفاده از کابلهای جدید چندین برابر می کند.



ADSL عملاً می‌تواند محدودیتهای موجود در ارسال اطلاعات از قبیل اطلاعات گرافیکی با کیفیت پایین را از بین برده و با یک سیستم قوی و شگفت آور که توانایی ارسال مالتی مدیا شامل اطلاعات تصویری ویدیویی که در گذشته آرزوی هر کاربری بود، برآورده سازد. ADSL نقش حیاتی در دهه بعد بازی می‌کند و شرکتهای تلفنی برای ارسال اطلاعات در

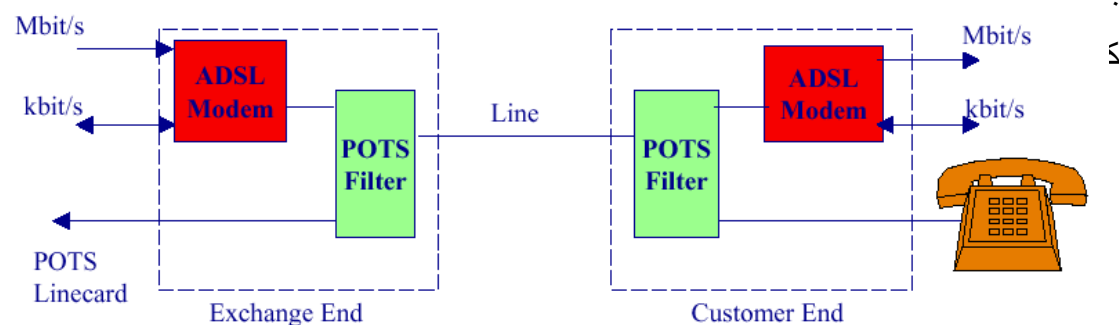
## ADSL Equipment



اشکال ویدیویی و چند رسانه ای سرویسهای زیادی را به بازار عرضه میکنند. موفقیتهای این سرویسهای جدید متکی بر استقبال زیاد مشترکان در طول سالهای اولیه شکوفایی این تکنولوژی می‌باشد. با آوردن فیلم، تلویزیون، کاتالوگهای ویدیویی، CD-Rom های کنترل از راه دور، شبکه های Internet و LAN به داخل خانه ها و شرکتهای تجاری کوچک، ADSL این دادرستدها را برای شرکتهای تلفنی آسان و سودمند می‌کند و از طرف دیگر برای کاربران استفاده بهینه و دلپذیر فراهم می‌کند.

### قابلیتهای ADSL :

مودم ADSL به هر دو انتهای خط تلفن وصل شده و ۳ کانال اطلاعاتی ایجاد می‌کند. یک کانال با سرعت بالا برای Downstream و یک کانال با سرعت متوسط (Duplex Channel) برای ارسال اطلاعات. هر دو سهم برای کانالهای خدمات تلفن (POTS) و ۳



کانال تلفنی بوسیله فیلتر از مودم دیجیتالی جدا می‌شود و بنابراین استفاده بدون اشکال از تلفن را حتی در صورت قطع بودن سرویس ADSL تضمین می‌کند. رنج کانال پر سرعت بین 1.5Mbps تا 6.1Mbps و رنج کانال دو طرفه از 16Kbps تا 640Kbps می‌باشد.

ADSL نرخ انتقال اطلاعات را در شبکه های T1 تا حدود 1.544Mbps و در خطوط E1 تا حدود 2.048Mbps فراهم می‌کند (شکل روبرو) می‌تواند در رنج سرعتها و قابلیت‌های مختلف خریداری شود. حداقل پیکربندی، سرعت 2Mbps یا 1.5Mbps برای Downstream و 6.1Mbps برای Duplex Channel را فراهم می‌کند و دیگر پیکربندیها سرعت 6.1Mbps را همراه 64Kbps برای Duplex Channel فراهم میکنند. امروزه محصولات با سرعت Downstream بالای 8Mbps همراه Duplex Channel بالای 640Kbps موجود میباشند.

مودمهای ADSL از سیستم ATM که انتقال به صورت غیر همزمان (Asynchronous Transfer Mode) می‌باشد، استفاده میکنند و بسترهای متفاوت برای جبران و خنثی کردن مشکلات ATM مانند پروتکل‌های مربوط به IP ایجاد میکنند.

Downstream Bearer Channels	
n x 1.536 Mbps	1.536 Mbps 3.072 Mbps 4.608 Mbps 6.144 Mbps
n x 2.048 Mbps	2.048 Mbps 4.096 Mbps
Duplex Bearer Channels	
C Channel	16 Kbps 64 Kbps
Optional Channels	160 Kbps 384 Kbps 544 Kbps 576 Kbps

نرخ دریافت اطلاعات (Downstream) به مسایل گوناگونی از قبیل طول خطوط مسی و ضخامت و اندازه سیم و وجود Noise و تداخل (Interference) بستگی دارد. میرایی خط با فرکانس بالا و طول زیاد خط بالا میرود و اگر قطر سیم افزایش یابد، میرایی خط پایین می‌آید که در جدول زیر نشان داده شده است.

با اینکه سیستم تلفن هر محل با محل دیگر تفاوت دارد ولی این قابلیت‌ها تا حدود

Claimed ADSL Physical-Media Performance

Data rate (Mbps)	Wire gauge (AWG)	Distance (feet)	Wire size (mm)	Distance (kilometers)
1.5 or 2	24	18,000	0.5	5.5
1.5 or 2	26	15,000	0.4	4.6
6.1	24	12,000	0.5	3.7
6.1	26	9,000	0.4	2.7

95% نیاز ما را بسته به سرعت مورد نیازمان ارضا می‌کند. مشترکان با توجه به بعد مسافت

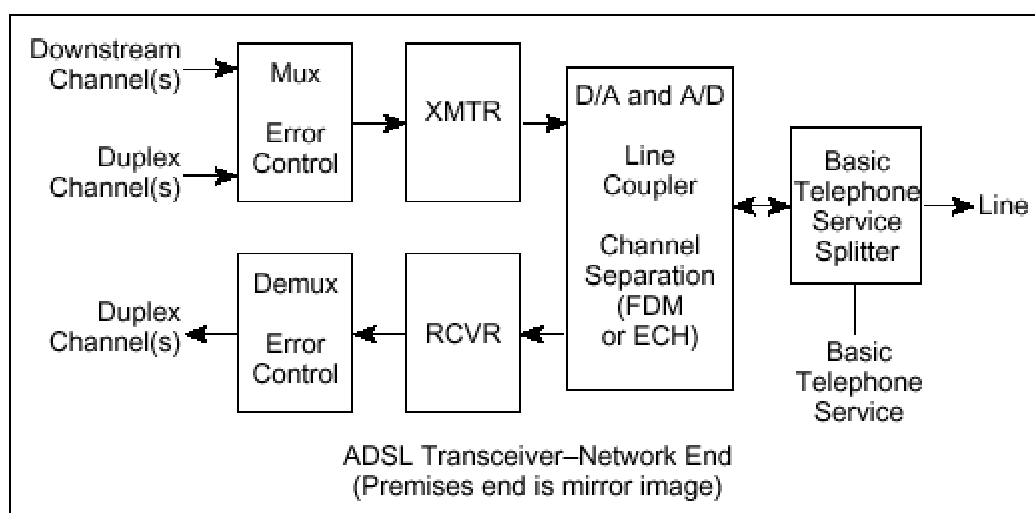
می‌توانند به این سرویسها دسترسی پیدا کنند و مشترکان دورتر می‌توانند از سیستم DLC یا Digital Loop Carrier که بر مبنای فیبر نوری می‌باشد استفاده کنند.

هنگامیکه سیستمهای DLC از نظر اقتصادی به صرفه و آماده استفاده شوند شرکت‌های تلفن می‌توانند عملاً سرویسهای ADSL را برای همه کس و در همه جا در کوتاهترین زمان ارائه دهند. ولی بهینه‌ترین سرعت و فاصله برای ADSL حداکثر در فاصله ۳,۵ کیلومتری با سرعت 1.5Mbps برای Downstream و 512Kbps برای Upstream می‌باشد.

## تکنولوژی ADSL :

ADSL متکی بر پردازش پیشرفته سیگنالهای دیجیتال و الگوریتمهای مبتکرانه برای انتقال اطلاعات بسیار زیاد بر روی خطهای تلفن (Twisted Pair) است. به علاوه، بسیاری از وسایل برای فرستنده‌ها و فیلترهای آنالوگ و رابطهای آنالوگ به دیجیتال و بالعکس مورد نیاز است.

خطهای تلفن طولانی سیگنالهای 1 MHz (لبه بیرونی باند استفاده شده توسط ADSL) را به اندازه 90 db میرا می‌کند. مودم ADSL باید به سختی کار کند تا رنجهای دینامیک متفاوت و زیاد کانالهای متفاوت را درک کرده و نویز کمتری بگیرد. در نگاه اولیه ADSL ساده بنظر می‌رسد (بسترهایی شامل اطلاعات شفاف و همزمان، با نرخ ارسالهای متفاوت روی خطوط تلفن معمولی) ولی در عمل جایی که تمام ترانزیستورها کار می‌کنند یک معجزه از تکنولوژی مدرن را به نمایش می‌گذارند. (شکل زیر)

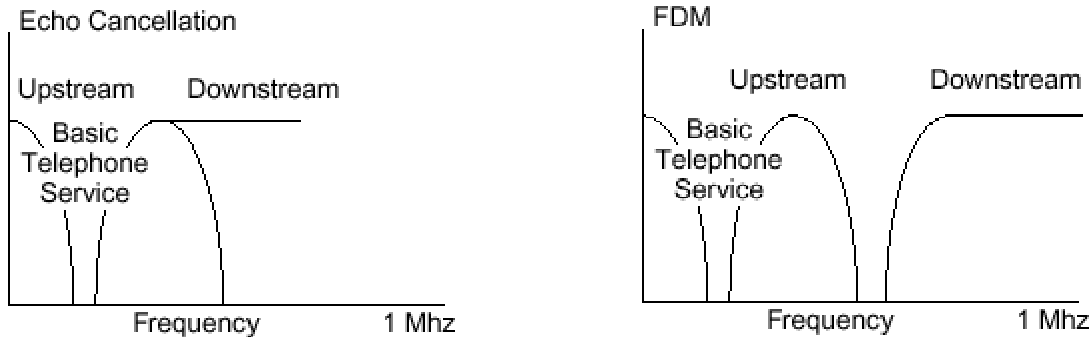


برای ساختن کانالهای چندگانه، مودم ADSL پهنای باند موجود در یک خط تلفن را با یکی از این دو روش تقسیم می‌کند (همانطور که در شکل زیر نمایش داده شده است)



## ۱-FDM (Frequency Division Multiplexing)

### ۲-Echo Cancellation



در روش FDM، يك باند برای Upstream و باند دیگر برای Downstream در نظر گرفته می‌شود. سپس کانال Downstream بوسیله (Time Division Multiplexing) به يك یا چند کانال پر سرعت و يك یا چند کانال کم سرعت تقسیم می‌شود. کانال Upstream نیز به چند کانال کم سرعت تقسیم می‌شود.

در روش دیگر که EchoCancellation نام دارد، باعث می‌شود که باندهای Downstream و Upstream روی هم بیافتند و این دو کانال را بوسیله EchoCancellation محلی از یکدیگر جدا می‌کند که این تکنیک در مودمهای سری V.32 و V.34 بکار می‌رود. بوسیله همان تکنیک، ADSL يك منطقه 4KHz را در انتهای DC ی باند، برای سرویس تلفن معمولی جدا می‌کند.

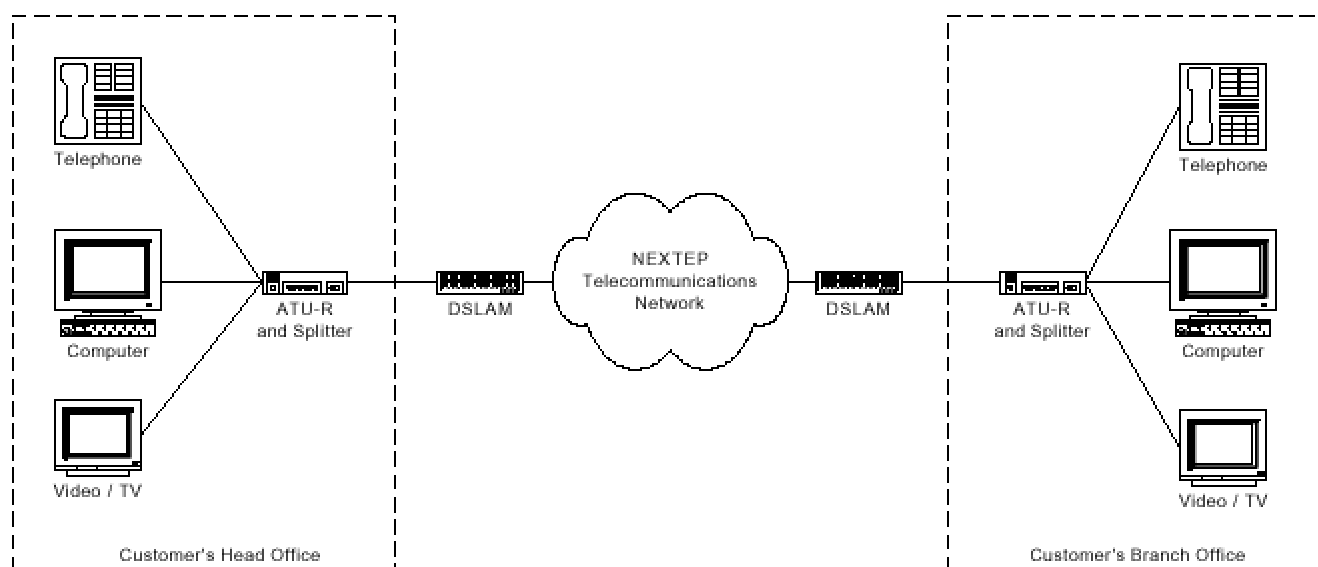
يك مودم ADSL اطلاعات پیوسته ای را به وسیله Multiplex کردن کانالهای Downstream و کانالهای دوطرفه ایجاد می‌کند و این کانالها را با هم درون بلاکهایی قرار داده و کدهای مربوط به خطایابی را به آن بلاکهها اضافه می‌کند. گیرنده سپس خطاهایی که در طول ارسال اتفاق افتاده را تا جایی که طول بلاک و قابلیت‌های آن کد اجازه بدهند تصحیح می‌کند. این فرآیند ممکن است با تقسیم بلاکهها به بلاکههای کوچکتر (Subblock) انجام گیرد که به گیرنده اجازه می‌دهد که در طول يك محدوده ویژه از بیتها خطاها را تصحیح کند که باعث ارسال بهینه و فوری در هر دو فرم اطلاعات و سیگنالهای ویدیویی می‌شود.

### پیکر بندی سیستم :

در طرف کاربر يك دستگاه به نام (ADSL Transceiver Unit) ATU-R قرار می‌گیرد که بر اساس نیاز کاربر برای تامین صدا و ویدیو و اطلاعات پیکربندی شده است. اگر مکان

در داخل ساختمان بزرگ یا دانشگاهی با قسمتها و نیازهای متفاوت باشد، این دستگاه می‌تواند به اعمال دیگری مانند Routing و Bridging و Multiplexing مجهز شود. در قسمت انتهایی مبادله یک Multiplexer به نام DSLAM کارگذاری می‌شود. Multiplexer (Digital Subscriber Line Access Multiplexer) یک عدد از این Multiplexerها می‌تواند تمام مسیرها و ترافیکی را که از ATU-Rهای متعدد می‌رسد کنترل و هدایت کند. علاوه بر این، استفاده از این دستگاه به دلیل اینکه بین تمامی سرویسها به اشتراک گذاشته می‌شود، مقرون به صرفه است.

شبکه تلفن موجود اطلاعات را به مقصد مورد نظر، مثلاً یک شعبه دیگر از همان اداره حمل می‌کند و اطلاعات در قسمت دریافت دوباره از یک DSLAM و ATU-R عبور می‌کند (شکل زیر).

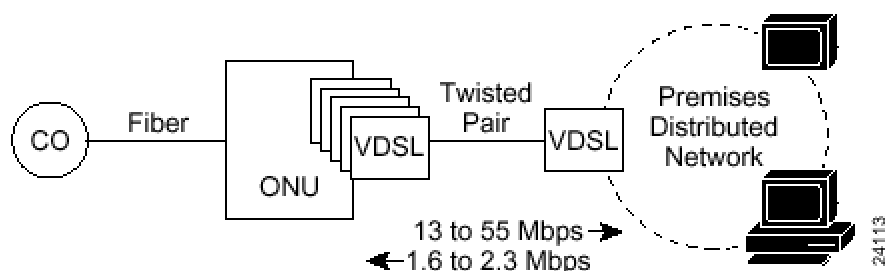


### **VDSL (Very High Bit-Rate Digital Subscriber Line) :**

شرکتهای تلفن در سراسر دنیا در حال تلاش برای ارتقای گنجایش سیمهای مسی (Twisted Pair) برای نسل جدید ارسال در سطح بالای اطلاعات می‌باشند. آنها نسل جدیدی از سیمها به نام HFC (Hybrid Fiber Coax) را معرفی کردند که ترکیبی شایسته برای سیگنال آنالوگ و دیجیتال به منظور ارسال سیگنالهای تلفنی، ویدیویی دو طرفه و ارسال اطلاعات با Bit-Rate بالا می‌باشد.

سیستم Fiber all the way To The Home (FTTH) به طور بازدارنده ای گران است. یک جایگزین جالب که به طور عملی مورد استفاده قرار می‌گیرد ترکیبی از کابلهای فیبر نوری به صورت ناحیه ای (Optical Network Unit) ONUs و سیمهای معمولی موجود می‌باشد. یکی از تکنولوژیهای فعال ساز برای این روش VDSL می‌باشد. تکنولوژی VDSL اطلاعات را با سرعت بالا روی خطوط تلفن ارسال می‌کند که این رنج ارسال به طول خط بستگی دارد.

This diagram provides an overview of the devices in a VDSL network.



بیشترین نرخ ارسال برای Downstream بین 51Mbps و 55Mbps در فاصله ۳۰۰ متری و چیزی حدود 13Mbps در فاصله ۱۵۰۰ متری می‌باشد و برای Upstream بین 1.6Mbps و 2.3Mbps است. هر دوی این کانالها از نظر فرکانسی از دو باند دیگر که برای سرویس تلفن و شبکه دیجیتالی سرویسهای پیوسته (ISDN) است جدا میباشند. در حال حاضر دو کانال پر سرعت در فرکانس از یکدیگر جدا هستند. همانطور که نیازها برای کانالهای Upstream یا سرعتهای متقارن بالا می‌رود، سیستمهای VDSL ممکن است به استفاده از Echo Cancellation نیاز پیدا کنند.

## تکنولوژی VDSL:

VDSL همان عمل ADSL را شبیه سازی می‌کند ولی باید توانایی انجام و عمل در رنجهای سرعت بالا را داشته باشد و با رنجهای متحرکتری (Dynamic) سروکار دارد و در نتیجه بسیار پیچیده تر از ADSL می‌باشد.

۴ نوع رمز خط برای VDSL پیشنهاد شده است:

Target Range (Mbps)	Distance (feet)	Distance (meters)
12.96-13.8	4500	1500
25.92-27.6	3000	1000
51.84-55.2	1000	300

۱-CAP (Carrierless Amplitude Modulation/Phase Modulation) که یکی از مادولاسیونهای مربعی (quadrature) به نام QAM می‌باشد. برای پیکربندی NT پسیو،

CAP از QPSK Upstream (QuadraturePhaseShiftKeying) و يك نوع از TDMA (Time Division Multiplexing Access) برای استفاده می‌کند.

۲-DMT (Discrete MultiTone) يك سیستم حمل کننده چند منظوره (Multi Carrier) که از تبدیل فوریه گسسته برای ایجاد و دیمودالاسیون حمل کننده‌های منفرد استفاده می‌کند. برای پیکربندی NT پسیو، DMT از FDM برای Multiplex کردن Upstream استفاده می‌کند.

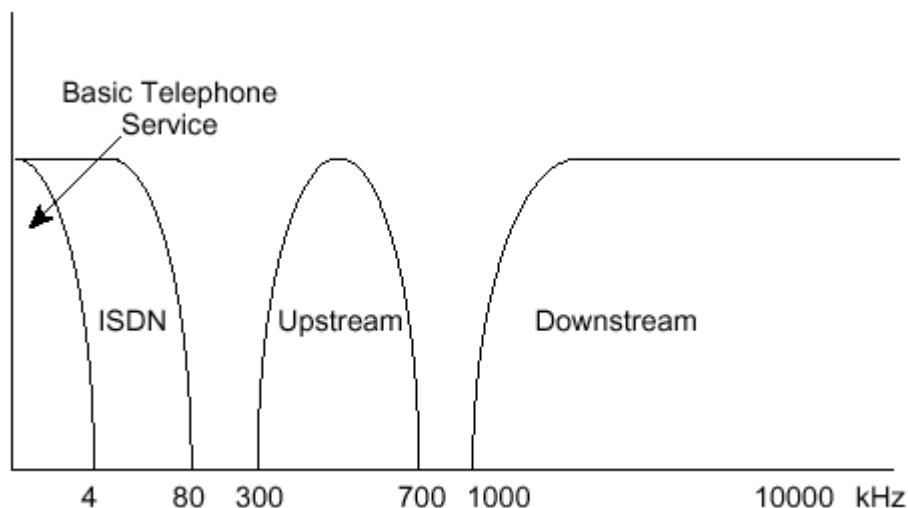
۳-DWMT (Discrete Wavelet MultiTone) يك سیستم حمل کننده چند منظوره (Multi Carrier) که از تبدیل موج ضربه ای کوچک (Wavelet) برای ایجاد و دیمودالاسیون حمل کننده‌های منفرد استفاده می‌کند. DWTM برای Multiplex کردن Upstream از FDM استفاده می‌کند که البته استفاده از TDMA نیز مجاز است.

۴-SLC (Simple Line Code) در این روش سیگنالها در طول باند پایه فیلترگذاری شده و در گیرنده دوباره به شکل اولیه خود برمی‌گردند. برای پیکربندی N T پسیو، برای Multiplex کردن Upstream اکثرا از TDMA استفاده می‌شود، اگرچه FDM نیز ممکن است.

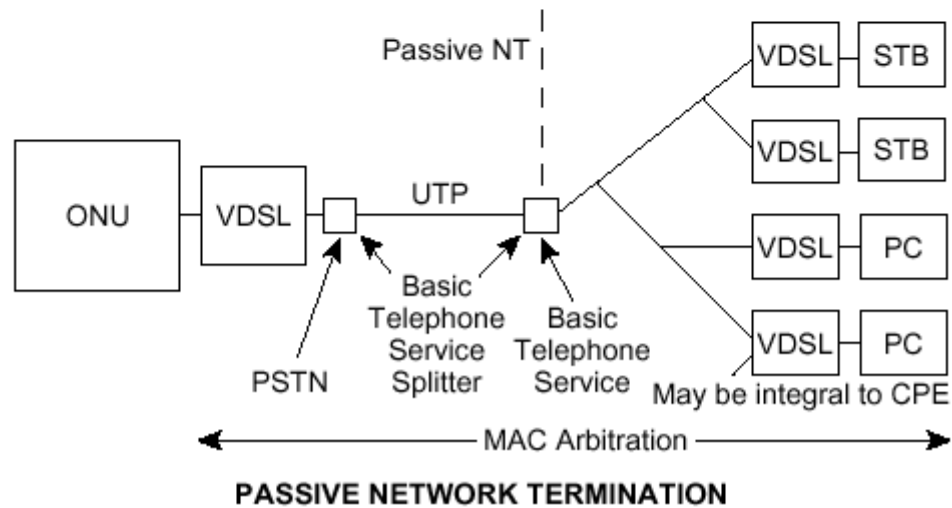
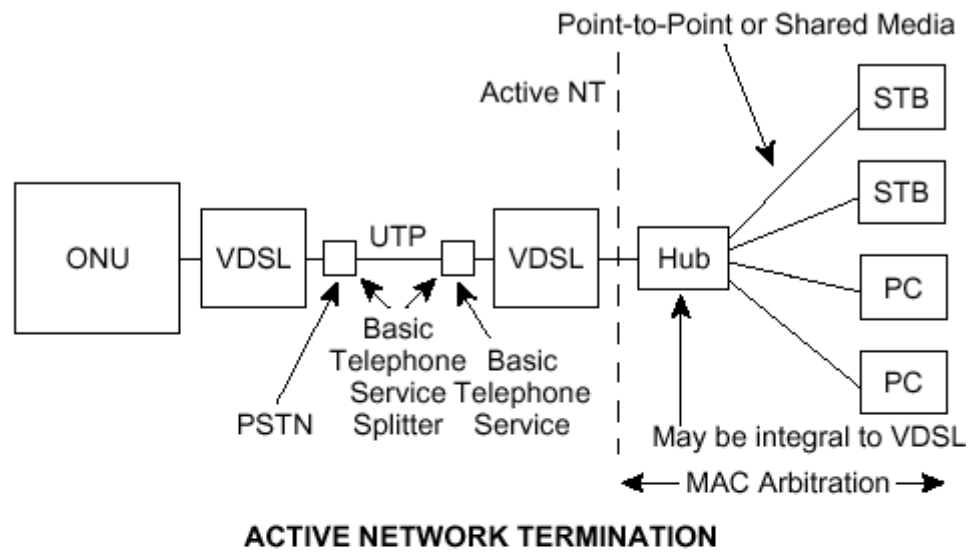
### جداسازی کانالها:

مدلهای قدیمی VDSL برای جداسازی کانالهای Upstream و Downstream و هردوی آنها از سرویس تلفن معمولی و ISDN از تکنیک FDM استفاده می‌کردند (شکل زیر). سیستم Echo Cancellation ممکن است برای نسل بعدی سیستمها به منظور تولید نرخ انتقال متقارن نیاز باشد. يك فاصله قابل توجه در فرکانس، بین پایین ترین کانال اطلاعات و سرویس تلفن گذاشته می‌شود برای اینکه جداسازی سرویس تلفن، ساده و مقرون به صرفه باشد.

### تسهیم Upstream (Upstream Multiplexing):



اگر واحد VDSL مربوط به کاربر، انتهای شبکه را هم در بر بگیرد (An Active NT)، پس ابزار مالتی پلکس کردن سلولهای Upstream یا کانالهای اطلاعات از بیشتر از یک CPE (Customer Premises Equipment) به داخل یک کانال Upstream، مسؤل شبکه اداری (Premises Network) می‌شود. VDSL به راحتی توانایی عبور اطلاعات خام را روی خط در هر دو طرف فراهم می‌کند. همانطور که در شکل زیر نشان داده شده است، یک نوع از شبکه های ساختمانهای اداری، شامل ارتباط ستاره ای هر CPE به



یک Switching Hub یا Multiplexing Hub می‌باشد. به طوری که Hub می‌تواند یک جزء در پیکربندی VDSL باشد.

در یک پیکربندی NT غیرفعال هر CPE یک واحد VDSL مربوط را دارد (یک NT پسین تصور وجود چندین CPE در هر واحد VDSL را غیرممکن نمی‌کند اما در اینصورت مشکل

يك NT اکتیو در مقابل يك NT پسیو، يك مشکل مالکیت می‌شود نه يك مشکل در توپولوژی سیم‌کشی یا در استراتژی مالتی پلکس کردن). حالا کانالهای Upstream باید از يك سیم معمولی به طور مشترك برای هر CPE استفاده کنند. اگرچه سیستم تشخیص خطا یا برخورد باید به کار گرفته شود، برای تضمین پهنای باند بالا یکی از دو روش زیر پیشنهاد می‌شود:

روش اول: به کار گرفتن يك پروتکل به نام Cell-Grant می‌باشد که در آن فریمهای تولید شده در (Optic Network Unit) ONU یا دورتر تا خود شبکه شامل تعدادی بیت هستند که دسترسی به يك CPE معین را در طول يك دوره تعیین شده ترتیبی به هنگام دریافت يك فریم، فراهم می‌کند. آن CPE می‌تواند يك سلول Upstream در طول این دوره زمانی بفرستد. فرستنده در CPE باید روشن باشد و ابتدا يك سیگنال یا نشانه برای اطلاع دادن به گیرنده و بررسی وضعیت آن بفرستد و سپس سلول را بفرستد و سپس خودش را خاموش کند. این پروتکل باید وضعیت مناسب را فراهم کند تا خط به خوبی کار کند و بدون خطا باشد.

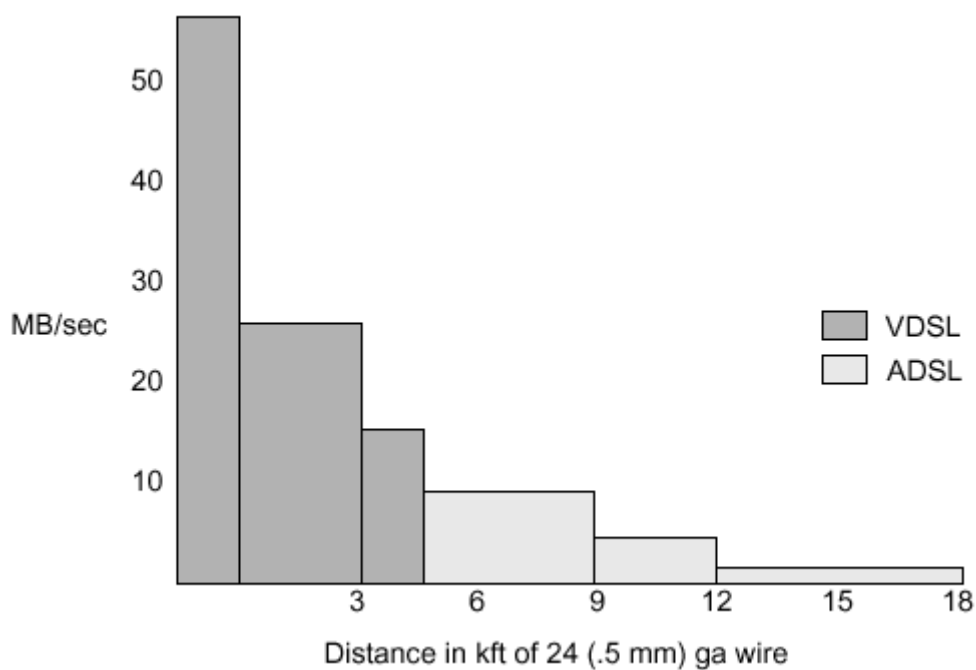
روش دوم: در این روش کانال Upstream را به باندهای فرکانس مختلف تقسیم کرده و يك باند به هر CPE اختصاص می‌دهد. مزیت این روش دوری جستن از هرگونه MAC (Media Access Control) و Overhead مربوط به آن می‌باشد که Overhead مدت زمان کامپیوتر برای فراخوانی و بررسی هر ترمینال شبکه یا بیت تشخیص خطا در ارسال است. از طرف دیگر نرخ ارسال اطلاعات موجود برای هر CPE را محدود می‌کند یا يك وارونگی در روشهای Multiplexing را تحمیل می‌کند که باعث می‌شود که يك CPE در يك دوره زمانی بتواند بیشتر از سهم خودش ارسال اطلاعات انجام دهد.

### ارتباط ADSL با VDSL :

VDSL يك روش تکنیکی ساده شبیه به ADSL دارد. VDSL نرخ ارسال اطلاعات را ۱۰ بار بیشتر از ADSL فراهم می‌کند ولی ADSL تکنولوژی ارسال پیچیده تری دارد و در مقیاس وسیع ADSL باید با رنجهای بیشتری سروکار داشته باشد اما به هر جهت هر دوی آنها از يك جنس می‌باشند. ADSL شیوه های ارسال اطلاعات پیشرفته و تکنیکهای تصحیح خطا را به کار می‌گیرد تا روی سیمهای معمولی (Twisted Pair) و در فاصله ۰,۵ کیلومتری به نرخهای ارسال اطلاعات بین 1.5Mbps تا 9Mbps دست یابد. VDSL همان تکنیکهای ارسال را برای دست یافتن به نرخ ارسال اطلاعات 13Mbps تا 53Mbps و در فاصله کمتر از ۱,۵ کیلومتری به کار برده و تصحیح خطا می‌کند.

مطمینا این دو روش مانند زنجیر به هم متصلاند، يك مجموعه از ابزارهای ارسال داده که اطلاعات را با نرخهای ارسال اطلاعات ممکن از نظر تیوری را روی خطوط تلفن و در فواصل گوناگون ارسال می‌کنند.

شکل زیر رابطه میان فاصله و سرعت بدست آمده را توسط نمودار نشان میدهد.

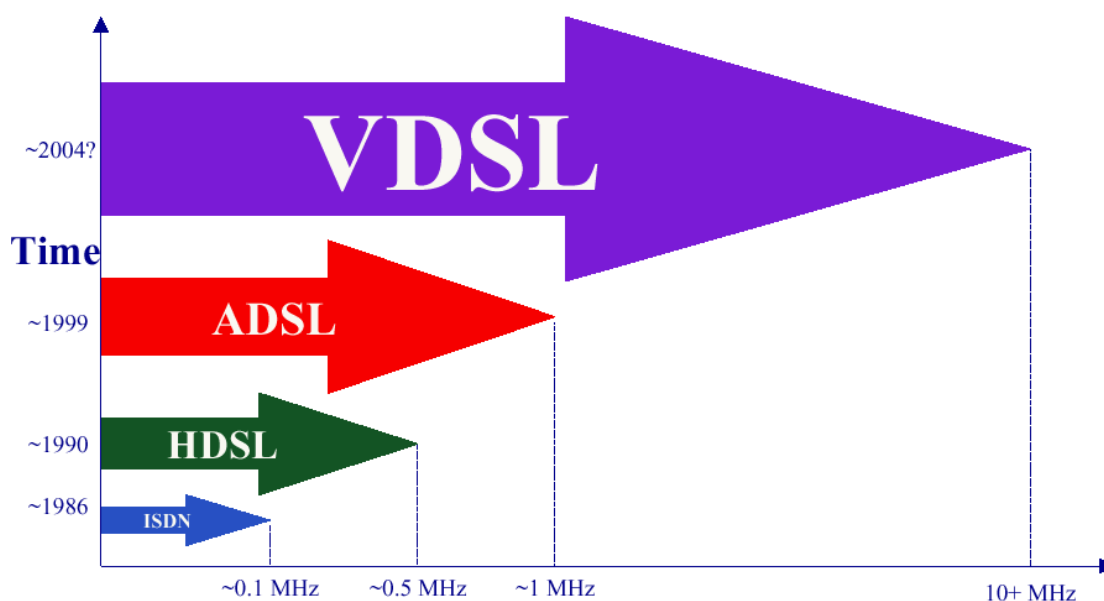


بر خلاف ADSL ، VDSL تکنولوژی می‌باشد که عملاً برای مصارف و سرویسهای در سطح پیشرفته و بالا (full Service Network) به کار می‌رود. ولی مشکلات و ناشناخته های VDSL بیشتر از ADSL می‌باشد و به عبارت دیگر وسایل ADSL عملی تر، شناخته شده تر و در دسترس تر میباشند.

امروزه سرویسهای جدید زیادی از قبیل کنفرانسهای ویدیویی، دسترسی به اینترنت و دسترسی به شبکه های LAN دور (Remot LAN Access) ارائه داده می‌شود که برای تمامی این سرویسها ADSL و VDSL يك ترکیب دلخواه و ایده آل را به وجود می‌آورد. در فواصل دورتر ADSL يك کانال مجرد ایجاد می‌کند. به موازات کمتر شدن مسافت، ADSL و VDSL کانالهای بیشتر با گنجایش بالاتری را برای سرویسهایی مانند تلویزیونهای زنده دیجیتالی یا دسترسی به CD-ROM های مجازی (Virtual CD-ROM) که به سرعتهای بالاتر از E1 و T1 احتیاج دارند فراهم می‌کنند.

**: (Integraed Service Digital Network) ISDN**

يك تكنولوژی شرکت تلفن می‌باشد که سرویس دیجیتالی را برای بهبود و ترقی کانالهای 64Kbps فراهم می‌کند. ISDN چندسالی است که معرفی شده است اما اخیراً محبوبیت آن به خاطر محدودیت مودمهای آنالوگ و استفاده زیاد از اینترنت، شروع به افزایش کرده است. ISDN احتیاج به این دارد که شرکت تلفن سرویسهایی داخل سوییچهای تلفن نصب کند که این سرویس دیجیتالی را پشتیبانی کند. امروزه DSL تقریباً در تمامی حالات از ISDN پیشی گرفته است. شگل زیر به مقایسه بین پهنای باند برخی از انواع DSL رایج و ISDN می‌پردازد:



در این قسمت به معرفی مختصری از بعضی از انواع دیگر DSL که در ابتدای بحث به آنها اشاره کردیم می‌پردازیم و سپس با ارایه جدولی بعضی از مشخصات آنها را مقایسه می‌کنیم.

### : G.Lite

کم سرعتترین نوع ADSL است که به عنوان یک توسعه استاندارد ANSI T1.413 توسط UAWG (Universal ADSL Working Group) به Intel و Microsoft و Compaq پیشنهاد شده بود. این استاندارد در کمیته استاندارد ITU به عنوان G.992.2 شناخته می‌شود و همان روش Modulation در ADSL را استفاده می‌کند، اما نیاز به Splitterها را در ساختمان مشترکان از بین می‌برد و به عنوان یک نتیجه اینکه سیگنال ADSL در سیم کشیهای سراسر خانه حمل شده و این امر باعث پهنای باند کمتری به خاطر وجود Noise می‌شود. بر خلاف نام اشتباه، این تکنولوژی اساساً Splitterless نمی‌باشد و فقط به جای احتیاج به یک



Splitter در ساختمان مشترك، عمل مجزاكنندگى سيگنال در شركت مخابرات محلى انجام مى‌شود.

### **: G.ShDSL**

يك استاندارد ITU مى‌باشد كه يك مجموعه غنى از خواص (به عنوان مثال سرعت قابل تطبيق) ارايه مى‌كند و دسترسى بيشتري از بعضى استانداردهاى حاضر را ارايه مى‌كنند. G.ShDSL همچنين اجازه مذاكره با تعدادى از پروتكلهاى ديگر در همين چهارچوب را مى‌دهد كه شامل T1 و E1 و ISDN و IP مى‌شود. اين تكنولوژى از اين نظر جلب توجه کرده است كه توانايى جايگزينى T1 و E1 و HDSL و SHDSL و ISDN و تكنولوژيهاى IDSL را دارد.

### **: HDSL**

HDSL به طور عمومى به عنوان جانشينى براى خطوط E1 و T1 استفاده مى‌شود. HDSL به عنوان راهى كه انتقال تمام دو طرفه متقارن اطلاعات را تا سرعت 1.544Mbps (در اروپا 2.045Mbps) در يك فاصله متوسط و روى خطوط معمولى فراهم مى‌كند، معروف شده است. خطوط قديمى تر T1 و E1 هر 6000 ft احتياج به Repeaters داشتند. اما HDSL اجازه ارسال و دريافت اطلاعات را تا فاصله 12000 ft بدون نياز به Repeaters اجازه مى‌دهد. اين تكنولوژى از PAM روى يك حلقه 4 سيمه استفاده مى‌كند.

### **: HDSL2**

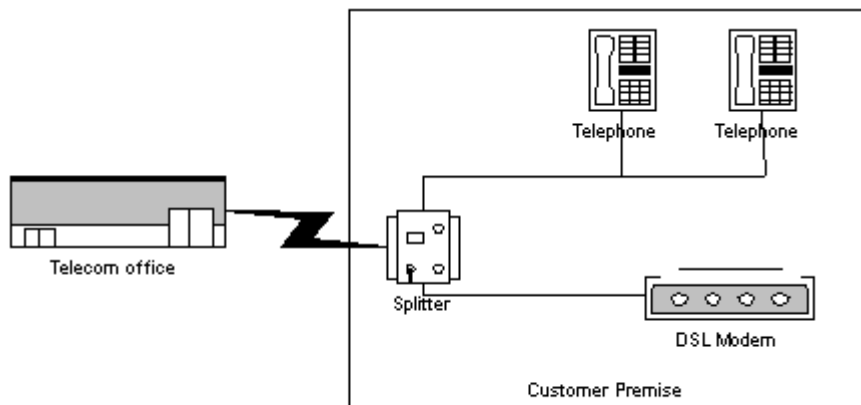
اين تكنولوژى براى حمل و نقل سيگنالها در سرعت 1.544Mbps روى يك جفت سيم مسى تنها طراحى شده بود. HDSL2 از روش OPTIS (Overlapped Phase Trellis-code Interlocke Spectrum) استفاده مى‌كند.

در آخر با ارايه جدول زير به مقايسه انواع معروف DSL مى‌پردازيم :

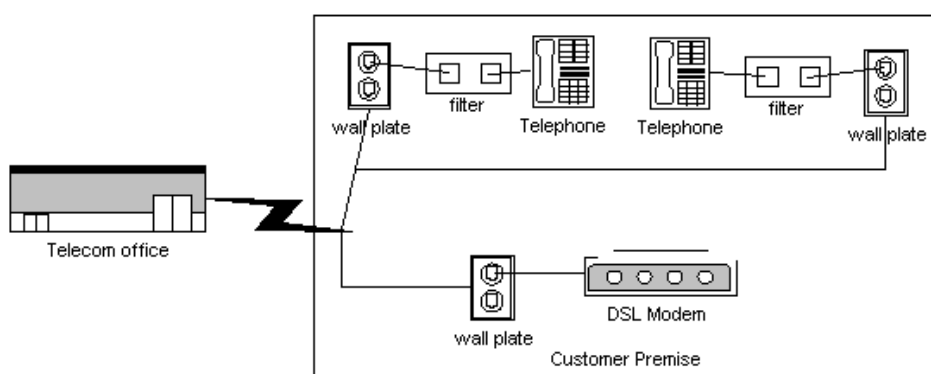
xDSL	ADSL Full Rate	ADSL Lite "g.lite"	HDSL, HDSL2, HDSL4	SDSL	SHDSL	IDSL	VDSL
Data Rates	192k-8Mbps DS; 64-900kbps US	256k-1.5Mbps DS; 64-400kbps US	1.5Mbps symmetric	256k-2Mbps symmetric	192k-2.3Mbps symmetric	128k-144kbps symmetric	12-52Mbps DS; 6-26Mbps symmetric
Loop Reach	Up to 18kft	Up to 18kft	9kft; HDSL4 is 11kft (x2 with repeater)	7-16kft	9-20kft	15kft (x2 with repeater)	Up to 5kft
Service Types	Data and POTS	Data and POTS	DS1 Private	Data only	Data and optional digital voice	Data	Data and POTS
Major Apps	Data	Data	Data, Voice Trunking	Data	Data, Voice	Data	Video, Data
Modulation	DMT	DMT	HDSL is 2B1Q; TC-PAM	2B1Q	TC-PAM	2B1Q	Multiple
Common Protocols	PPPoATM	PPPoATM	DS1	Frame Relay	ATM	Frame Relay	ATM
Standard	ITU G.992.1; ANSI T1.413	ITU G.992.2	ITU G.991.1; ANSI T1.418	None	ITU G.991.2	ANSI T1.601	ANSI T1; ETSI TM6; ITU-T
# Wire Pairs	1	1	HDSL2 is 1; 2	1	1 (2 optional to double rate)	1	1 (1, 2, 4 for EFM)

## Splitterها یا جدا کننده ها:

به خاطر اینکه تکنولوژی DSL از يك ریج فرکانسی بالایی استفاده می‌کند، تبادل اطلاعات و صدا را به طور همزمان روی خطوط مسی ممکن می‌سازد. صدا به يك طیف 4MHz نیاز دارد و تکنولوژی DSL از فرکانسهای بالاتر برای ارسال اطلاعات استفاده می‌کند. البته این تسهیم دارای بعضی مشکلات نیز می‌باشد. بعضی از تلفنها ممکن است فرکانسی بالاتر از 4KHz به داخل خطوط ارسال کنند که این با جریان اطلاعات DSL تداخل پیدا می‌کند. راه حل اصلی این مشکل تداخل استفاده از Splitterها بود که ابزاری است که به خطوط تلفن، جایی که به ساختمان مشترک وارد می‌شود، متصل می‌شود. در این قسمت خط تلفن به دو شاخه منشعب می‌شود که یکی به سیم کشی تلفن وصل شده و دیگری به مودم DSL متصل می‌شود (شکل زیر). Splitter در اینجا مانند يك فیلتر پایین گذر عمل کرده و فرکانسهای پایین تر از 4KHz را از خود عبور می‌دهد.



مشکل Splitterها این بود که احتیاج به قطع کردن خطوط تلفن و اتصال دوباره و حتی سیم کشی بعضی از قسمت‌ها داشت. برای رفع این مشکل چاره‌هایی اندیشیده شده است. گروه جهانی ADSL روی DSLی با سرعت پایین‌تر کار می‌کنند که در برابر تداخل فرکانسها مقاوم‌تر است و احتمالاً از فرکانسهای استفاده می‌کند که ماوراء شنیدن بشر باشد. Rockwell چیز مشابهی که CDSL (Consumer DSL) نامیده می‌شود را معرفی کرده است. راه حل دیگر، استفاده از تجهیزات NetSpeed و Micro Filterها است که Netspeed آنرا EZ-DSL می‌نامد. یک Micro Filter، یک فیلتر پایین‌گذر ضروری و قابل نصب بوسیله کاربر است که یک جک RJ-11 در هر دو طرف آن وجود دارد که مشترک یک طرف آنرا به تلفن و طرف دیگر آنرا به جک دیواری متصل می‌کند. به جز برای مودم DSL (شکل زیر). در راه حل Micro Filter همواره باید بین خط DSL و تلفنها یک فیلتر وجود داشته باشد که



اگر که اگر سیم کشی در ساختمان مشترک آنرا آسان بسازد می‌توان سیستم بالا را با سیستم پایین جایگزین کرد:

