

preview

بزرگترین مرجع کتابهای الکترونیکی فارسی و انگلیسی
بزرگترین مرجع نرم افزارهای کاربردی و تخصصی
بزرگترین مرجع داتلود کلیپهای موبایل

www.IranMeet.com

INFO@IRANMEET.COM



ADSL Technology, Explanation of Physical Layer & Trouble Isolation

By : Naeem Khademi

Bachelor of Computer Software Eng. Final Thesis

Advisor: M.E Sadegh Zadeh



Kish University
Nov 2006

Ramin.samad@yahoo.com

تکنولوژی ADSL، تشریح لایه فیزیکی و مسائل خطایابی آن

نعیم خادمی

پروژه پایان تحصیل دوره کارشناسی مهندسی نرم افزار – کامپیوتر

به راهنمایی مهندس صادق زاده



دانشگاه گیلان

آبان 1385

چکیده

تکنولوژی ADSL، یک راه حل آشکار برای دستیابی به اینترنت پرسرعت می باشد. این تکنولوژی قابلیت ارسال همزمان صدا و داده را از طریق یک زوج سیم مسی فراهم می سازد. این تکنولوژی با سرعت خارق العاده ای که فراهم می سازد و همچنین هزینه مقرون به صرفه آن یک گزینه بسیار مطلوب هم برای کاربران و هم برای سرویس دهندگان می باشد.

در این گردآوری، به موضوعاتی از قبیل ساختار لایه فیزیکی ADSL و اجزای یک سیستم کامل ADSL، چگونگی رفع خطا در مدارهای ADSL، کدگذاری و کدگشایی سیگنال ADSL، استاندارد بسیار مهم ANSI T1.413، انواع مدولاسیون دامنه سیگنال، انطباق سرعت و چگونگی انجام تنظیمات آن، کاربرد ATM در ADSL و بررسی کیفیت پرداخته خواهد شد.

علاوه بر این، در ادامه مبحث موضوعات اساسی تری چون DMT، سوپرفریم ADSL، دیتای سریع و دیتای جایگذاری شده، عملیات سنکرون، اشاره گرها، ADSL Lite و DSLAM مورد بررسی دقیق قرار خواهد گرفت. آن چه که شایان توجه است این است که ADSL نوید یک تکنولوژی برای هزاره جدید را می دهد و کارایی را به طرز چشمگیری افزایش می دهد ■

فهرست مطالب

1	مقدمه
2	بخش اول : بررسی ملزومات مدار ADSL و خطایابی آن
3	مفهوم ADSL
4	از مدار تا مشتری
6	از تجهیزات مشتری تا دفتر مرکزی
7	Encoding سیگنال ADSL
9	انطباق سرعت
11	Bit Swapping
12	مدل مرجع ATM بر روی ADSL
13	تجهیزات مدار ADSL
14	تست کردن ADSL (DMT)
20	بخش دوم : بررسی لایه فیزیکی ADSL
22	CAP/QAM
24	Discrete Multitone
26	ANSI T1.413
30	کانال های حامل
33	ساختار سوپرفریم ADSL
35	دیتای سریع و دیتای جایگذاری شده
37	بایت سریع
39	بایت سنکرون و بیت های SC
40	بیت های اشاره گر
41	بیت های CRC
42	کنترل عملیات ادغام شده
45	ADSL Lite

47	ATU-R در مقابل ATU-C
48	عناصر سازنده DSLAM
51	اصطلاحات و اختصارات
52	منابع و مراجع

فهرست اشکال و تصاویر

3	1- معماری حلقه ADSL
4	2- سیگنال در تجهیزات مشتری
8	3- محدوده های فرکانسی
8	4- Tone های پهنای باند داده
11	5- مثالی از Bit Swapping
14	6- تشریح نقاط دسترسی تست لایه فیزیکی
17	7- بیت بر Tone و گراف نویز با تاثیر احتمالی T1
22	8- فرم موج سینوسی و کسینوسی
27	9- مدل مرجع سیستم ADSL بر طبق ANSI T1.413
28	10- مدل مرجع فرستنده-گیرنده ATU-C برای انتقال STM بر مبنای ANSI T1.413
29	11- مدل مرجع فرستنده-گیرنده ATU-C برای انتقال ATM بر مبنای ANSI T1.413
33	12- ساختار سوپرفریم ADSL در فرستنده-گیرنده ATU-C بر مبنای ANSI T1.413
36	13- جایگذاری بلوک با محدوده 8 و عمق 4
40	14- فرمت بایت سریع Sync (بایت سریع) در فرستنده-گیرنده ATU-C
48	15- توصیف DSLAM

فهرست جداول

23	1- 16 حالت جدول فاز-دامنه
31	2- حالت های ممکن کانال انتقال بر اساس Downstream ضریب 1.536 Mbps
39	3- توابع سربار برای مود سربار کاهش یافته با بایت های سریع و Sync ادغام شده
42	4- فیلدهای پیغام eoc
43	5- Opcode های پیغام eoc
46	6- استفاده از بایت Sync در ADSL Lite

مقدمه

در دنیای امروز، شبکه های کامپیوتری حرف نخست را در بحث ارتباطات می زنند. آن چه که امروز مهم تر از همیشه است این است که بتوانیم با سرعت هر چه بیشتری حجم گسترده تری از داده ها را با هزینه بسیار اندک تری جابه جا کنیم. آن چه که در این مسیر ما را یاری می کند بهره گیری هر چه بیشتری از زیرساخت های موجود و استفاده بهینه از آن ها است.

تکنولوژی ADSL با استفاده از زوج سیم مسی که در خطوط مخابراتی جهت انتقال سیگنال های POTS سنتی تلفن به کار می رود، سرعت شگفت آوری از انتقال داده را به نمایش می گذارد. این توانمندی با هزینه ای به مراتب کمتر و صرفا با انتقال بر روی خطوط سیم مسی موجود امکان می یابد و همین عامل باعث گسترش روز افزون این تکنولوژی و ارتقای آن به استانداردها و ساختارهای جدیدتر شده است.

در این گردآوری بر آنیم تا به تشریح جزئیات این تکنولوژی و استانداردهای مربوط به آن با تاکید بر بررسی لایه فیزیکی، بپردازیم. در این مسیر صرفا به بحث های نظری و تئوریک اکتفا نکرده بلکه مسائلی را به طور عملیاتی جهت رفع خطاهای احتمالی در مدار ADSL، مطرح می نماییم. این گردآوری حاصل بررسی و ترجمه متون استانداردهای ANSI در زمینه ADSL و همچنین سایر منابعی است که در پایان نام آن ها ذکر خواهد گردید.

آن چه که لازم به ذکر است این است که مبحث ADSL شامل تکنولوژی، استانداردها، لایه های مختلف منجمله لایه فیزیکی و همچنین سایر مسائل مربوط به شبکه بوده و بررسی تمامی آن ها در خور این اجمال نبوده و آن چه که به طور مشخص در این مبحث مورد تاکید و بررسی بوده، تشریح جامع لایه فیزیکی بوده است.

بخش اول

بررسی ملزومات مدار ADSL و خطایابی آن

مفهوم ADSL

خط دیجیتال نامتقارن مشترک بهینه (Asymmetrical Digital Subscriber Line)، یا همان ADSL، یک راه حل آشکار برای دستیابی به تکنولوژی اینترنت پرسرعت می باشد. ADSL یک الگو و قالب نامتقارن ترافیک اینترنتی با سرعت بالای 8 Mbps Downstream، از شبکه به سوی کاربر می باشد و همچنین از کاربر به سوی شبکه دارای سرعت Upstream معادل 640 Kbps است.

ADSL می تواند هر دوی صدا و داده را در یک زمان از طریق یک زوج سیم مسی به طول 18000 فوت منتقل کند. این تکنولوژی یک راه حل کامل و بی عیب برای Service Provider ها است تا بتوانند اینترنت پرسرعت تری عرضه نمایند. ADSL با سرعت خارق العاده اش و استفاده اقتصادی و به صرفه از کابل مسی نصب شده، یک سرویس کم هزینه هم برای ISP ها و هم برای کاربران عرضه می نماید. در این تحقیق تکنیکی، شمایی از ADSL مورد بررسی قرار خواهد گرفت و گفته خواهد شد که چگونه ADSL کار می کند و همچنین روالی برای تست لایه فیزیکی پیشنهاد می شود که می تواند استحکام و ثبات و کارایی را گارانتی کند. یک سیستم ADSL شامل اجزای زیر است:

-دفتر مرکزی دستگاه فرستنده-گیرنده ATU-C

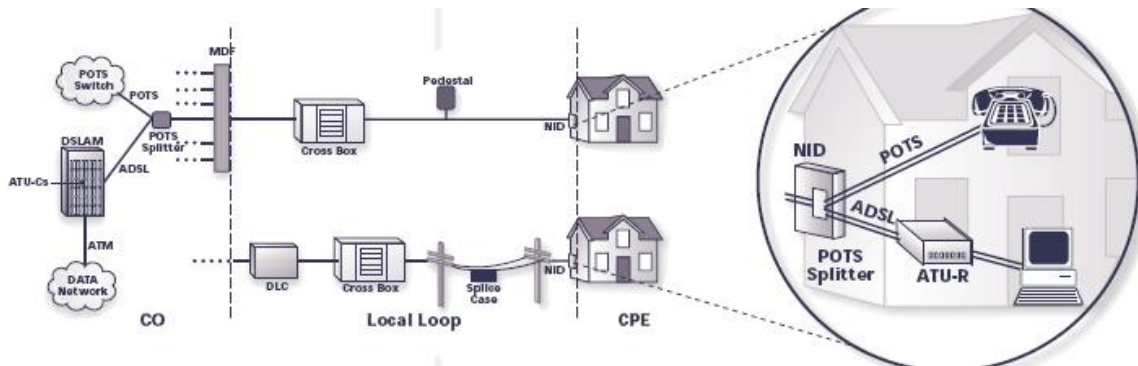
-دستگاه متحرک فرستنده-گیرنده ATU-R یا همان مودم ADSL

-Splitter (فیلتر پایین گذر برای POTS های مجزا از ADSL)

-مالتی پلکسر خط دیجیتال مشترک DSLAM که چند خط ADSL مسی را به یک فیبر آسنکرون

ATM مالتی پلکس شده است و احتمالا همچنین شامل Splitter و ATU-C در همان قالب است.

در شکل 1 مدار ADSL تصویر شده است.

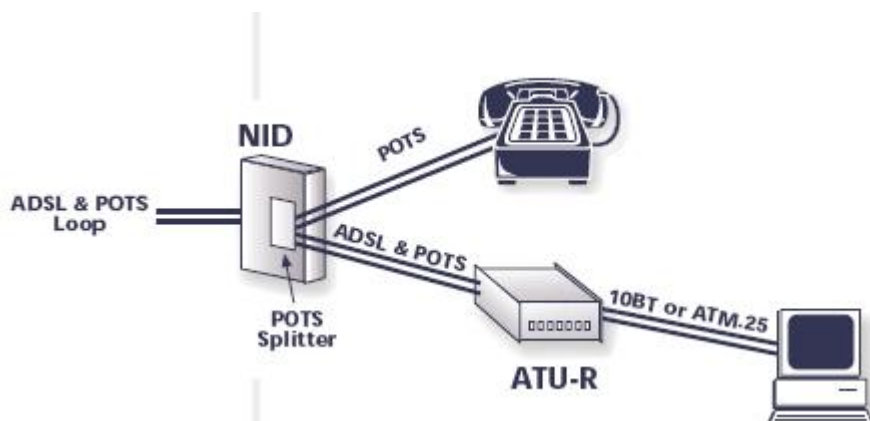


شکل 1- معماری حلقه ADSL

از مدار تا مشتری

POTS های متصل و سیگنال ADSL از وسیله واسط شبکه (NID) در پایه تجهیزات مشتری Downstream می شوند. Splitter که در یا همجوار با NID سیگنال را تقسیم کرده و دو سیگنال مشخص را به تجهیزات مشتری ارسال می نماید. Splitter یک فیلتر پایین گذر غیرفعال است که به POTS ها اجازه می دهد تا از بین سرویس صدای بدون وقفه تضمین شده بگذرد تا این که ADSL دچار Fail شود.

همچنین Splitter سیگنال های ADSL را از ناپایداری POTS هایی که از دستکاری های On-hook و Off-hook ناشی می شود حفاظت می نماید. اولین خروجی فقط یک سیگنال POTS را به سوی مجموعه تلفن در خانه ارسال می نماید. خروجی دوم، ADSL اتصال یافته و سیگنال های POTS را به سوی ATU-R که شامل فیلتر بالاگذر که سیگنال های POTS را دیده بانی می کند، است، ارسال می نماید. این سیگنال حاصل فقط-داده سپس به خروجی استاندارد 10BaseT یا خروجی 25 ATM برای اتصال به کارت واسط شبکه PC، تبدیل می شود. این موضوع در شکل 2 نشان داده شده است.



شکل 2-سیگنال در تجهیزات مشتری

بسته به Application، اتصال موجود در خانه اغلب برای انتقال سیگنال های ADSL استفاده می شود. به طور نوعی، این موضوع به زوج سیم های استفاده شده برای Line 2، یعنی سیم های زرد و سیاه اشاره دارد. هر چند که بعضی از Application ها ممکن است که به نصب زوج سیم اختصاصی نیاز

داشته باشند، اما گاهی یک Homerun برای حمل سیگنال های ADSL فراخوانده می شود. برای مثال کابل کشی معیوب سیگنال های ADSL، دو خط موجود POTS را که به خط اختصاصی نیاز پیدا کنند، حمل نخواهد کرد.

از تجهیزات مشتری تا دفتر مرکزی

POTS متصل و سیگنال ADSL از تجهیزات مشتری به قاب تقسیم در دفتر مرکزی Upstream می شوند. سیگنال به Splitter وصول می شود، جایی که سیگنال های POTS مسیریابی می شوند به سوئیچ های صدا و از طریق شبکه تلفن عمومی Handle می شود.

سیگنال های ADSL در ادامه به ATU-C می روند که اغلب در امتداد Splitter در DSLAM مستقر است. و DSLAM شامل تعدادی ATU-C است و جایی است که سیگنال های ADSL به فیبر شبکه ATM مالتی پلکس می شوند. این فیبر شبکه ATM، به ISP اتصال داده شده است و اتصالات دیتا مانند درخواست Video را آماده و تهیه می نماید. و ISP نیز عموماً توسط کاربر انتخاب می شود.

مشتری هایی که مایل ها از دفتر مرکزی فاصله دارند، معمولاً سرویس صدا را از طریق مدار حامل موج دیجیتال به دست می آورند و همچنین می توانند که ADSL را از طریق موج به دست آورند. همان قاعده DSLAM برای یک موج مدار دیجیتال به مثابه یک DSLAM بر پایه دفتر مرکزی پذیرفته می شود. اگرچه ADSL از طریق فیبر مایل ها دورتر از دفتر مرکزی، مالتی پلکس شده است. یک DSLAM که در محیط استقرار یافته است و شامل ATU-C و Splitter است، در مدار حامل موج دیجیتال نصب شده است.

سیگنال های POTS در فیبر مسیر صدا شکسته می شوند و همچنین سیگنال ADSL به فیبر ATM که سیگنال های ADSL را به سوی شبکه ATM برای دسترسی به اینترنت حمل می کند، مالتی پلکس می شود. در بعضی از Application ها، ADSL با استفاده از مالتی پلکس معکوس ATM از طریق چند خط T1 مالتی پلکس می شود و به دفتر مرکزی بازگردانده می شود.

ADSL سیگنال Encoding

POTS یا همان خط تلفن سنتی، از یک فرکانس با پهنای باند باریک 4 KHz برای انتقال سیگنال های آنالوگ صوتی استفاده می کند. این مطلب به این معنا است که حتی با تکنیک های مدولاسیون مشکل و پیچیده، تکنولوژی مودم موجود می تواند تروپوت بالای 56 Kbps را نهایتاً به دست آورد. برای دستیابی به تروپوت بالای 8 Mbps، ADSL، محدوده پهنای باند فرکانسی کاربر را از 4 KHz به 1.1 MHz افزایش داده است.

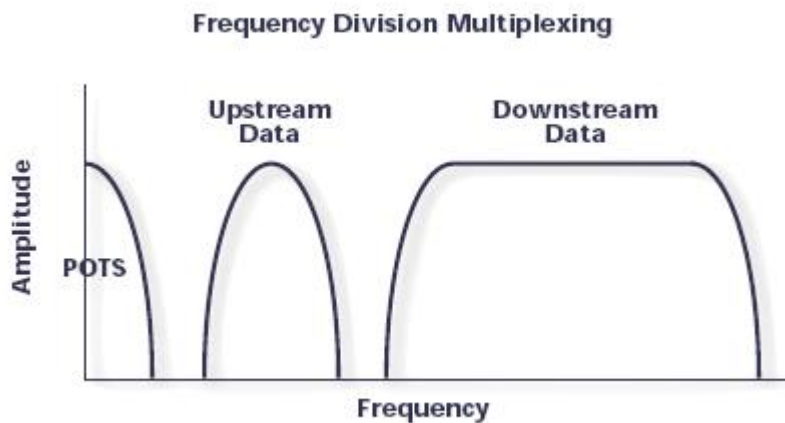
FDM یا همان تقسیم پهنای باند بر اساس فرکانس، به ADSL اجازه می دهد که یک باند چندگانه برای انتقال Upstream و Downstream داده به طور همزمان با سیگنال های POTS بر روی همان زوج سیم مسی ایجاد نماید. محدوده فرکانس 4 KHz پایین، برای POTS استفاده می شود و فرکانس پهنای باند میانی برای انتقال Upstream و فرکانس بالاتر و پهن تر برای Downstream داده استفاده می شود.

همچنین مدولاسیون DMT به وسیله ANSI به عنوان استاندارد T1.413 انتخاب شده است که پهنای باند موجود را به 256 زیرکانال یا Tone تقسیم می نماید و محدوده آن از 20 KHz تا 1.1 MHz است. در این تقسیم بندی، انتقال داده Upstream از 20 KHz تا 160 KHz و انتقال داده Downstream از 240 KHz تا 1.1 MHz است. همچنین Tone های باقیمانده به منظور باند محافظ برای تقسیم محدوده های این سه باند فرکانسی استفاده می شوند.

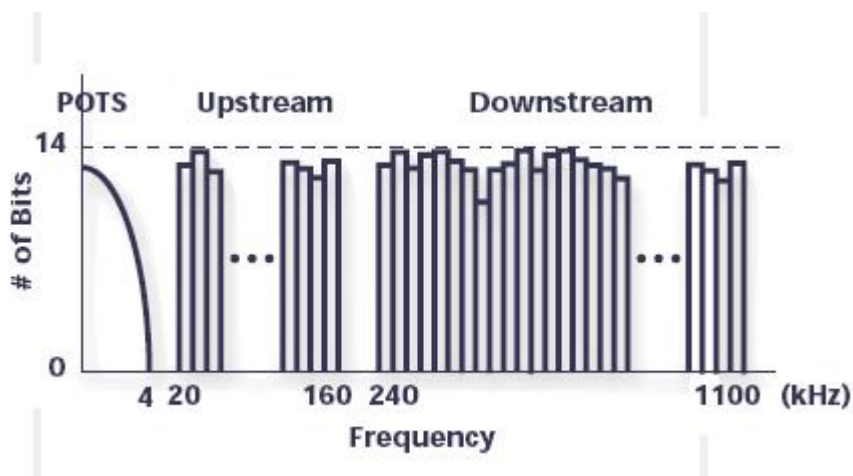
علاوه بر این در هر جریان داده از یک Pilot Tone برای هر دوی Upstream و Downstream برای اهداف زمان بندی استفاده می شود. هر Tone یک فضای 4.3 KHz دارد و حداکثر 15 بیت را ساپورت می کند که این محدودیت به خاطر نسبت نویز به سیگنال می باشد. از آنجایی که Tone ها در فرکانس های بالا تحت تاثیر نویزها و فرسایش های زیاد هستند، تعداد بیت بر Tone اغلب کمتر از آن چه که در فرکانس های پایین وجود دارد، است.

علاوه بر بیت های دیتای نرمال، یک کانال عملیاتی جاسازی شده (EOC) به عنوان بخشی از پروتکل ADSL برای ارتباط بین ATU-C و ATU-R و همچنین وضعیت نگهداری در-خدمت و خارج از خدمت، در نظر گرفته شده است تا اطلاعات وضعیت ATU-R را بازایی کرده و کارایی ADSL را

مانیتور کند. در مورد این موضوع و همچنین DMT در ادامه مقاله توضیحات مفصل تری بیان خواهد شد.



شکل 3- محدوده های فرکانسی



شکل 4- Tone های پهنای باند داده

انطباق سرعت

از آن جا که ADSL بر روی یک زوج سیم مسی نرمال طرح ریزی شده است، باید با شرایط مختلف خط تلفن سنتی منطبق گردد. کیفیت مدار محلی به صورت چشمگیری به معیار عملکرد، رویه نصب، نزدیکی تأثیرات و سایر فاکتورها بستگی دارد.

سیستم RADSL یا همان ADSL تطبیق سرعت داده شده، سعی دارد که بهترین تروپوت را به وسیله تطبیق دادن و تنظیم کردن اتصال، برای جبران کردن این مشکلات فراهم کند. سه حالت ممکن در سیستم RADSL وجود دارد که به وسیله سیستم مدیریت شبکه NMS تدارک دیده شده است. هر مود با Start Up و عملیات ها و زمان نمایش در یک وضعیت مختلف سر و کار دارد که در ادامه توضیح داده می شود.

حالت اول : انطباق دستی سرعت

در انطباق دستی سرعت، NMS در Start Up، نرخ داده خواسته شده ای را که ATU ها باید حمایت کنند، تعیین می کند. اگر شرط ها برای رسیدن به این نرخ داده ارضا نشد، آن گاه عملیات سنکرون کردن بین ATU ها شکست خواهد خورد و دوباره ریسنکرون شروع می شود. در زمان نمایش، هیچ تطبیق سرعتی اتفاق نخواهد افتاد. ATU ها، نرخ داده تعیین شده توسط NMS را نگهداری خواهند کرد.

حالت دوم : ارزش دهی اولیه

نرخ داده به صورت اتوماتیک در Start Up انتخاب می شود و در زمان نمایش تغییر نمی کند. در تطبیق سرعت در مقدار دهی اولیه، NMS نرخ داده مینیمم و ماکزیموم مورد تقاضا را که ATU ها باید ساپورت کنند، معین می کند.

ATU ها تلاش می کنند تا تروپوت را به حد نرخ داده ماکزیموم ست شده بیشینه کنند. اگر شرط ها برای رسیدن به حد مینیمم نرخ داده ارضا نشد، سنکرون بین ATU ها شکست خواهد خورد و ریسنکرون آغاز می شود. هنگامی که نرخ داده برقرار می گردد، شرایط عملیاتی زمان نمایش همانند مود 1 است.

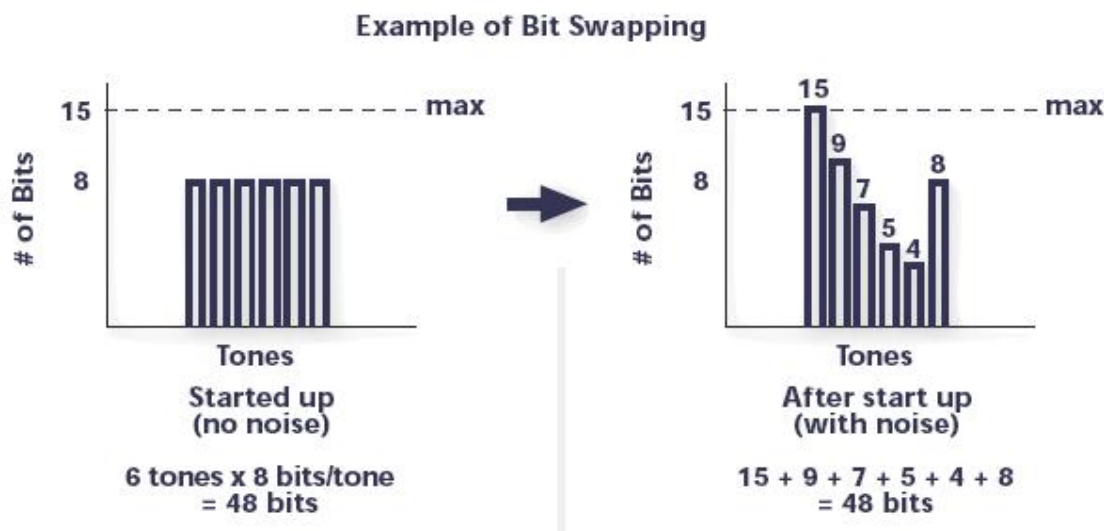
حالت سوم: نرخ داده دینامیک به صورت اتوماتیک در Start Up انتخاب می شود و در ادامه در زمان نمایش مرتبا تغییر داده می شود

در تطبیق سرعت دینامیک، شرایط عملیاتی همانند Start Up مود دوم هستند. در زمان نمایش، سیستم شرایط خط را مناظره کرده تا به طور ممتد به ماکزیموم نرخ داده ممکن با توجه به تنظیمات NMS برسد.

Bit Swapping

جابه جایی بیت ها در زمان نمایش همه حالت های تطبیق سرعت اتفاق می افتد. سیستم ADSL خودش را برای جبران مشکلات شبکه مانند "مکالمه همزمان" یا نویز تطبیق می دهد. در عملیات سیستم، کیفیت هر زیرکانال 4 KHz به صورت ثابت مانیتور می شود و تطبیق ها بر اساس توزیع Bit/Tone برای نگه داشتن کارایی ساخته می شوند.

اگر که حاشیه یک نویز برای یک Tone خاص به زیر "مینیمم حاشیه نویز" تنزل کند و کارایی سیستم به خطر بیفتد، یک یا بیشتر بیت ها در آن Tone به صورت اتوماتیک به یک Tone دیگر منتقل می شوند که بتواند بیت های اضافی را ساپورت کند. این نظارت ثابت باعث می شود که کارایی بالا و ارتباطات قوی بوسیله اجازه دادن به سیستم ADSL برای تطبیق ممتد جهت تغییر کانال و خصوصیات نویز، تامین شود.



شکل 5-مثالی از Bit Swapping

مدل مرجع ATM بر روی ADSL

بر طبق "اتصال سیستم های باز" OSI، ADSL یک تکنولوژی لایه فیزیکی است. به لحاظ وظیفه، یک لایه بعدی بالا، لایه لینک (اتصال) است که در بیشتر حالت ها به وسیله ATM پایه ریزی می شود. ATM یک روش مطلوب است زیرا که به طور ذاتی یک تکنولوژی Broadband است که با تاخیر کم و تروپوت بالا طراحی شده است.

در حین سنکرون مقدماتی بین ATU-C و ATU-R، سیگنال ADSL از طریق سلول های خالی ATM عبور داده می شود. نرخ عبوری این سلول و سلول های متعاقب آن می تواند به دو حالت شکل داده شود. یکی دیتای سریع و دیگری دیتای جایگذاری شده که در آینده در ادامه همین مقاله به طور مفصل مورد بحث قرار خواهد گرفت.

همان طور که از نام بر می آید، دیتای سریع یک روش انتقال با تاخیر کم است و حالت جایگذاری شده قوی تر و پایدارتر است زیرا که بیت های تصحیح خطای اضافی را در سیگنال تعبیه می کند. در نتیجه در این دو حالت، حالت دیتای سریع نسبت به حالت دیتای جایگذاری شده تاخیر کمتری دارد.

تجهیزات مدار ADSL

طول

یک مدار ADSL به طور نمونه 12000 تا 18000 فوت، شامل همه انشعابات متصل، طول دارد. طول دقیق به مقیاس ضخامت سیم و تغییرات آن و روی هم رفته به شرایط سیم بستگی دارد.

انشعابات متصل (Bridged Taps)

طول همه انشعابات متصل در محدوده باید کمتر از 2500 فوت باشد و هیچ انشعابی به تنهایی از 2000 فوت تجاوز نکند. به عنوان مثال 8 انشعاب متصل 60 فوت قابل قبول است اما یک انشعاب 2400 فوت قابل قبول نیست. همچنین یک توجه خاص باید به انشعاب متصلی بشود که به شدت به ATU نزدیک است.

انشعابات متصل نزدیک تر به ATU بیشتر احتمال دارند که بازتاب هایی را که شامل انرژی بیشتری نسبت به پالس های ورودی داده از سایر ATU ها است، را برگردانند. اگر که چنین چیزی اتفاق بیفتد، مدار از این که بین داده و بازتاب های ناخواسته تمایز قائل شود، ناتوان خواهد بود. برای مثال یک انشعاب متصل در محدوده 100 فوت از یک ATU-R می تواند به طور چشمگیری به سیگنال آسیب وارد سازد. به این دلایل بهتر است که هیچ انشعاب متصلی تا محدوده 1000 فوت از ATU ها نصب نشود.

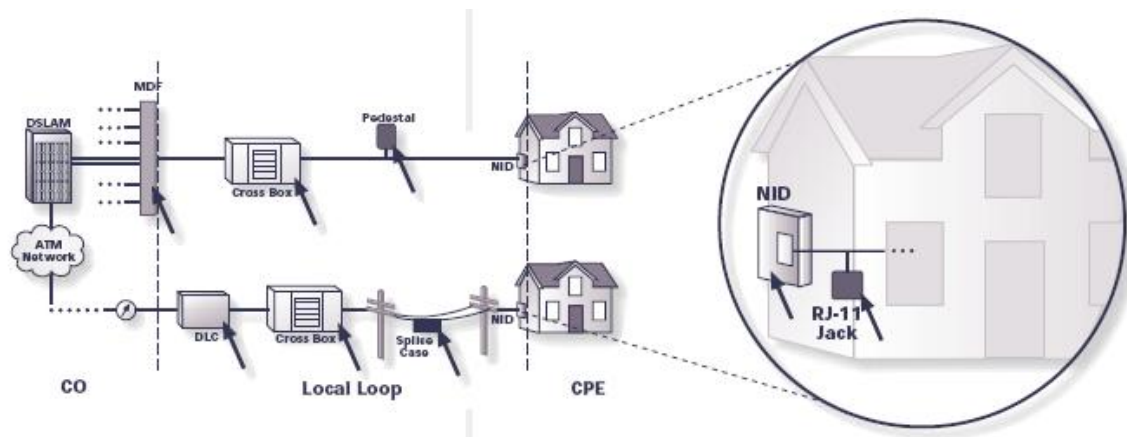
سیم پیچ های خازنی

ADSL که با محدوده فرکانس بالا کار می کند با سیم پیچ های خازنی که درون مدار هستند نمی تواند کار کند. سیم پیچ های خازنی جهت گسترش POTS ها به کار می روند و اجازه نمی دهند که سیگنال های با فرکانس بالا عبور کنند.

تست کردن ADSL(DMT)

زمان تست ADSL بنابر مدل مرجع OSI برای درک لایه های سرویس سیستم بسیار مهم است. در بیشتر موارد، ATM به عنوان یک روش انتقال بر روی لایه فیزیکی ADSL به کار می رود. گذشته از این لایه ATM ممکن است که برای انتقال TCP/IP تا پکت های انشعابی Ethernet استفاده گردد. گرچه هر کدام از این لایه ها می تواند کارایی را با مشکل مواجه کند، اما یک شبکه قابل انعطاف نیاز به خطایابی و ایزوله شدن از هرگونه خطا و ایراد، در ابتدای لایه فیزیکی، یعنی جایی که شرایط محیطی می تواند اغلب تاثیرات را ایجاد کند، دارد.

در این بخش ما بر روی تست لایه فیزیکی تمرکز می کنیم. دسترسی به حلقه مسی تنها راه برای تشخیص دادن سیگنال واقعی ADSL است. در نتیجه، تست لایه فیزیکی بسیار حیاتی می باشد. علاوه بر این، تست لایه فیزیکی موثرترین رهیافت برای اجرای کیفیت خدمات و رفع نقایص است. زیرا اگر که شرایط لایه فیزیکی از سنکرون شدن ATU ها جلوگیری کند، امتحان و تست در ATM یا لایه TCP/IP غیرممکن خواهد بود.



شکل 6- تشریح نقاط دسترسی تست لایه فیزیکی

Application های اصلی برای تست ADSL، شامل کیفیت سرویس، خطایابی و کیفیت حلقه است.

کیفیت سرویس

کیفیت سرویس برای تعمیرات و بازبینی نصب های جدید (تاسیسات جدید)، مطمئن شدن از این که خدمات و سرویس انتظارات مشتری را برآورده می سازد و جلوگیری از ملاقات های بازگشتی و پس آوردن، است. اندازه کیفیت سرویس پیشنهادی به صورت زیر است:

- تروپوت : مطمئن می شود که نرخ انتقال خط، نیازمندی های هر دوی لایه های ADSL و ATM را برآورده می کند.
- ظرفیت خط : بازبینی می کند که برای افزایش یا نگهداری تروپوت از این جابه جایی بیت ها در حالتی که اغتشاشات بر روی محدوده ایجاد شود، ظرفیت کافی وجود دارد یا نه !
- حاشیه نویز : واریسی می کند که لبه های نویز قابل قبول باشند و افزایش حاشیه ای نویز بر روی خط بر کارایی تاثیری نگذارد.
- قدرت : بررسی می نماید که توان سیگنال در محدوده مشخص شده باشد.
- تست نرخ خطای بیت BERT : واریسی می نماید که نرخ خطای بیت در محدوده تعریف شده ANSI T1.413 باشد.
- Dial tone : بررسی می کند که سرویس POTS سهوا مورد تعرض واقع نشود.

خطایابی

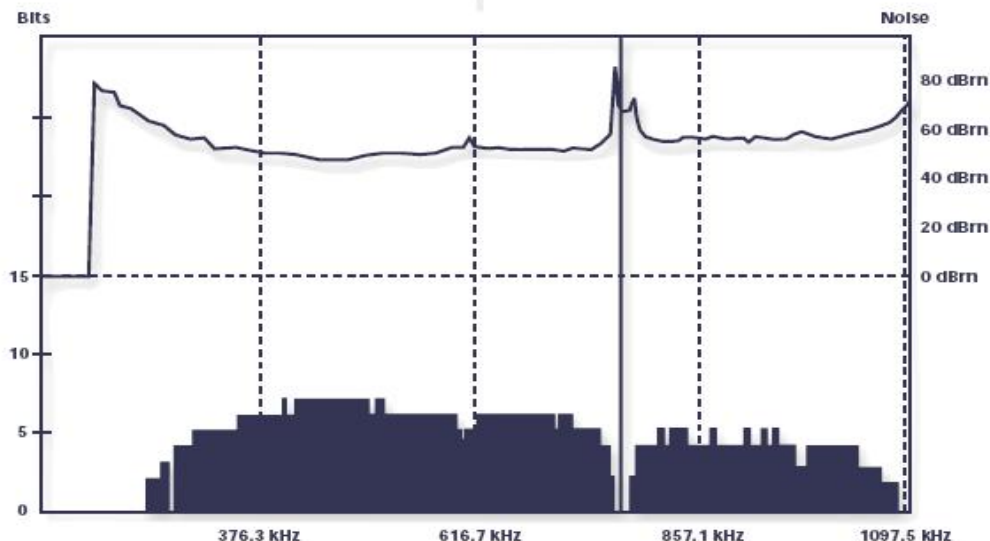
اگر که کیفیت سرویس به مشکل بر بخورد یا سیستم سنکرون نشود، این روال سیستماتیک خطایابی توصیه می شود:

1- تست سنکرون کردن در ATU-R و جایگزین کردن ATU-R با مجموعه آزمایشی برای اجرای نمونه سازی و تلاش برای سنکرون کردن با ATU-C نصب شده. اگر که شما نتوانستید که با مجموعه آزمایشی سنکرون کنید که عملیات با موفقیت انجام شده است اما اگر که نتوانستید آن را با ATU-R انجام دهید، امتحان و چک کردن مینیمم نرخ بیتی در NMS توصیه می شود. اگر که مینیمم نرخ بسیار بالا بود، یعنی ATU-R سنکرون نخواهد شد. اگر که تنظیمات NMS صحیح بود، آن گاه ATU-R بایستی جایگزین شود.

2- اگر که مجموعه آزمایشی نتوانست در خانه سنکرون شود، به NID رفته و عملیات سنکرون را امتحان کنید. اگر که نتوانستید در NID سنکرون کنید، آن گاه Dial Tone را تست کنید. این مشخص می کند که اگر شبکه وصل بود به دفتر مرکزی برگردد. اگر که Dial Tone در دسترس باشد، به دنبال سیم پیچ های خازنی در محدوده بگردید و هر کدام را که وجود دارد از بین ببرید. اگر که هیچ سیم پیچ خازنی وجود نداشت به مرحله 5 بروید. اگر که Dial Tone وجود نداشت به دنبال یک مدار باز بگردید و این کار را به وسیله استفاده از ابزار عیب یابی حلقه با یک بازتاب سنج محدوده زمانی (TDR) انجام دهید. اگر که عملیات سنکرون در NID موفقیت آمیز بود، بسیار محتمل است که درون سیم کشی خانه مشکلی وجود داشته باشد که می تواند به طور نمونه با یک ولت اهم متر دیجیتالی خطایابی شود. یک راه حل جایگزین نیز آن است که یک خط Homerun نصب شود.

3- اگر که سنکرون کردن در خانه امکان پذیر باشد اما کارایی پایین باشد مجموعه آزمایشی را به NID برای امتحان جهت کارایی بهتر منتقل کنید. اگر که کارایی بهتر شد حتما ایرادی در سیم کشی خانه وجود دارد.

4- اگر که سنکرون کردن در NID امکان پذیر بود اما کارایی پایین بود به احتمال زیاد یک ایرادی در محدوده وجود دارد. یک تجسس و تفحص با فرکانس با پهنای باند زیاد انجام دهید و به نسبت بیت های حمل شده بر حسب DMT Tone نگاه کنید. نسبت بیت ها را بر حسب DMT Tone به نسبت قدرت نویز بر حسب DMT Tone قیاس کنید. اگر که یک تفاوت کاهشی به صورت سرازیری در بیت بر حسب DMT Tone دیده شد، یک مشکل AC در حلقه وجود دارد.



شکل 7- بیت بر Tone و گراف نویز با تاثیر احتمالی T1

4-1- تاثیر انتقال : برای وارسینوع مشکل AC ایجاد شده،نسبت بیت بر Tone را با قدرت نویز بر Tone مقایسه کنید.اگر که تاثیر نویز در همان فرکانس مشابهی که سرازیری بیت بر Tone اتفاق افتاده است،وجود داشت،کارایی تنزل یافته است و این بسیار محتمل است که ناشی از یک تاثیر انتقال باشد.فرکانس در هر یک از این هایی که اتفاق افتاده است کمک خواهد کرد تا منشا تاثیرات یا Crosstalk مشخص شود.یک مثال برای محدوده فرکانس مشترک ممکن می تواند T1 متمرکز در 770 KHz یا HDSL در 196 KHz باشد.

4-2- انشعابات متصل/قسمت های مرطوب : اگر که یک سرازیری اصلی در گراف بیت بر Tone باشد اما گراف قدرت نویز بر Tone هیچ رفتار غیرعادی از خود نشان ندهد،بسیار محتمل است که ایرادها در انشعابات متصل یا قسمت های مرطوب در محدوده باشد.از یک ابزار رفع ایراد مدار همراه با یک TDR برای پیدا کردن سریع و تعمیر این اشکالات استفاده کنید.

4-3- ایراد های DC : اگر که بیت بر Tone در طول کل پهنای باند کاهش یابد،به احتمال زیاد سبب آن ایرادهای DC در مدار مانند اتصال کوتاه یا Ground است.

5- اگر که عملیات سنکرون کردن در NID موفقیت آمیز نبود،مدار را به Access Point بعدی انتقال دهید.اتصال را از پایه و محور به سوی تجهیزات مشتری قطع کرده و مجموعه آزمایشی را به مداری که روی دفتر مرکزی است و یا حامل مدار دیجیتال متصل کنید.اگر که عملیات

سنکرون موفقیت آمیز بود، ایراد را بر روی مدار بین محور و NID از بین ببرید. این پروسه را تا جایی که مورد نیاز است ادامه دهید و به موازات محدوده کابل مسی، Case های به هم گره زده شده، Cross box ها و قالب تقسیم اصلی را چک کنید.

6- یک بار دیگر زمانی که ایراد بر طرف شده و یا شناسایی شده، به گروه مربوطه اطلاع دهید تا آن را تجزیه و تحلیل کنند. یک ابزار رفع ایراد خوب می تواند برای رفع و شناسایی مشکل به کار رود.

کیفیت مدار

بر طبق تعریف کیفیت خدمات و رفع ایرادها، یک مجموعه آزمایشی تست لایه فیزیکی ADSL، مانند T-BERD 1000، همچنین می تواند وظیفه اجرای کیفیت مدار را ایفا نماید. این Application به خوبی در زمانی که موارد مشکوک و سوال برانگیز وجود داشته باشد، به کار می رود. برای تعریف یک حلقه، در NID مشتری یک آزمایش تعریف سرویس را انجام دهید. این کار می تواند به وسیله یک تکنسین ساده به همراه یک ATU-C نصب شده در دفتر مرکزی یا حامل مدار دیجیتال انجام شود.

بخش دوم

بررسی لایه فیزیکی ADSL

تکنولوژی خط مشترک دیجیتال نامتقارن (ADSL) در ابتدا در آزمایشگاه برای رفع نیازمندی های تصویری یا به اصطلاح “Video on demand” طراحی شد. برای جریان تصویری MPEG-1 یک جریان داده با پهنای باندی در حدود 1.5 Mbps کافی است و برای تصاویر MPEG-2 و DVD/HDTV جریان داده ای با پهنای باند در حدود 8 Mbps استفاده می شود. با گذر زمان کاربری اصلی ADSL به اینترنت تغییر یافت.

این سرویس در ابتدا برای اینکه جریان داده 8Mbps Downstream را از دفتر مرکزی یا DSP به سوی تجهیزات کاربر انتقال دهد و همچنین برای 64 – 128 Mbps Upstream طراحی شد. گسترش و توسعه آزمایش های گوناگونی که انجام شده است نشان می دهد که این سرویس برای بیشتر مدارهای محلی Real-Life قابل استفاده و سودمند نیست.

توسعه ADSL و اغلب تکنولوژی های xDSL به طور فزاینده ای به توانایی در ساخت مدارهای قابل تطبیق بسیار پیچیده ای که از مدارات مجتمع VLSI استفاده می کنند، دارد. چنین طراحی باعث می شود که انجام پروسس های خیلی سریع واحدهای اطلاعاتی و توانایی برای تغییر الگوریتم ها وسازماندهی ها ، به طور حساسی به تغییر شرایط خط بستگی داشته باشد.

امکان داشت که از کدینگ خط 2B1Q برای ADSL استفاده شود زیرا که در حقیقت SDSL تقریباً همان سرعت انتقال پیامی را دارد که CDSL دارد ، اگرچه نوساناتی در شرایط خط وجود دارد که رهیافت 2B1Q را ناپایدار و کم استحکام می گرداند. در مقابل ، مکانیسم هایی که امکان شکسته شدن طیف فرکانسی به Sub-Unit ها را فراهم می آورد، برای وضعیت های انطباقی سرعت به نظر بسیار مفید می آیند. این مکانیسم ها عبارتند از :

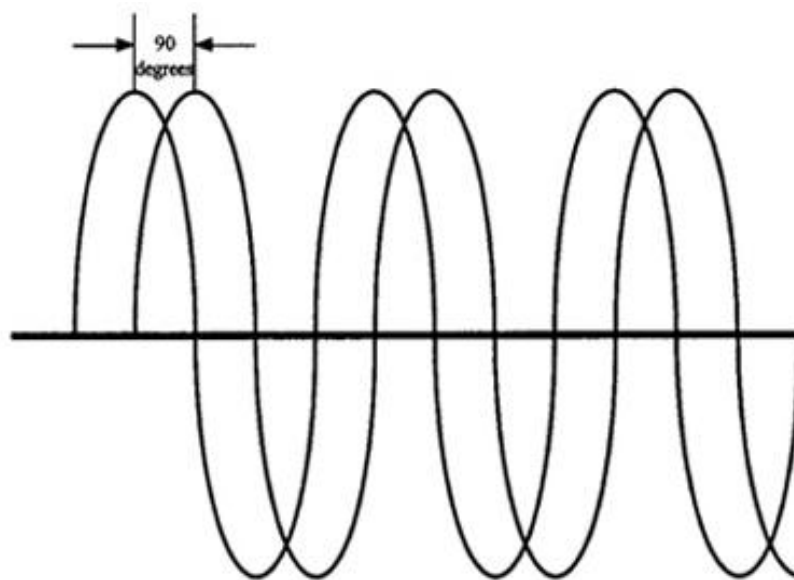
- مدولاسیون دامنه یک چهارم (QAM)
- Carrierless Amplitude/Phase modulation یا (CAP)
- Discrete MultiTone یا (DMT)

در هر مورد توانایی انتقال یک تراکم اطلاعات بالاتر بر هر سیکل به وسیله کدینگ 3D یا Chord وجود دارد.

CAP/QAM

CAP در حقیقت زیرمجموعه ای از مدولاسیون دامنه یک چهارم (QAM) است. QAM به وسیله سه بعد برای در دسترس قرار دادن ارزش های مورد نظر درست شده است. این ابعاد، دامنه، فاز و فرکانس هستند.

به طور کلی یکی از این ابعاد (فرکانس) در یک ارزش ثابت نگه داشته شده است تا زمانی که دامنه و فاز مدوله شود (مانند بخش AP در CAP). در این نوع سیستم کدینگ، دو سیگنال مجزا ایجاد می شود (سه تا برای Non-Carrierless). این دو، یک موج سینوسی و یک موج کسینوسی هستند. به طور عادی، موج سینوسی و موج کسینوسی از هم 90° اختلاف فاز دارند. این موضوع در شکل 8 نمایش داده شده است.



شکل 8 - فرم موج سینوسی و کسینوسی

موج سینوسی و یا موج کسینوسی می تواند در همان فرکانس تغییر فاز دهد. همچنین این امکان وجود دارد که موج سینوسی و موج کسینوسی 180° اختلاف فاز پیدا کنند. به این صورت که یکی در بخش مثبت شروع شود و دیگری در بخش منفی. یا این که به صورت هر رابطه دیگری اختلاف فاز پیدا کنند. هر موج می تواند چندین دامنه داشته باشد، به این صورت که ممکن است که هر یک از موج های سینوسی در یکی از 4 حالت مختلف فاز باشد و هر موج یکی از دو دامنه را داشته باشد. این 4 موقعیت

فاز به اندازه دو دامنه سینوسی و دو دامنه کسینوسی طول می کشد که حالت های ممکن آن در جدول 1 آمده است. این حالت ها 16 ارزش مجزا و مشخص را معین می کند.

Phase	Sine/Cosine			
	Low/Low	Low/High	High/Low	High/High
0°	0000	0001	0010	0011
90°	0100	0101	0110	0111
180°	1000	1001	1010	1011
270°	1100	1101	1110	1111

جدول 1- 16 حالت جدول فاز- دامنه

به یاد داشته باشید که ضروری نیست که ارزش های مذکور برای سیستم QAM خاصی با تجهیزات معینی استفاده شود و این تنها یک مثال از QAM است.

می توان از نقطه نظر یک موج سینوسی / کسینوسی میزان جابه جایی فاز (Offsetting) را دید. بدین سان با یک سیستم Encoding/Decoding عمومی QAM می توان یک حامل مدوله نشده را بوسیله سیگنال به مثابه یک مرجع ارسال نماییم. اگر که این سیستم Carrierless باشد خط مبنای اصلی سیگنال را به وسیله کانال های منطقی اضافه می نماییم. (در این حالت هیچ حامل فیزیکی وجود ندارد. اما می توان یک Pseudo Carrier یا شبه حامل را استنباط نمود). همچنین این امکان وجود دارد که بوسیله انتقال فاز قفل شده سینوس - کسینوسی (در جداسازی نرمال 90°) یک 16QAM ایجاد شود و هر موج سینوس - کسینوسی یکی از چهار ارزش را داشته باشد. بدین سان به وسیله چهار دامنه ممکن سینوسی و چهار دامنه ممکن کسینوسی ما بار دیگر 16 ارزش برای هر سیکل موج داریم. مدولاسیون فاز/ دامنه غیرحامل، یک متغیر QAM است که حامل مشخصی که برای مقایسه خط مبنا باشد ندارد.

این گاهی به نام " حامل موقوف شده " (carrier suppressed) نیز نامیده می شود. ماتریس هم پیوند با یک سیستم QAM همچنین ممکن است به نام "صورت فلکی" (constellation) نیز نامیده شود. این به این دلیل است که لازم نیست که همه ارزش ها استفاده شوند یعنی اینکه ماتریس ما می تواند یک ماتریس کم پشت باشد و حتما لازم نیست که تمامی درایه های ماتریس ما پر شود.

Discrete Multitone

DMT در واقع اغلب به عنوان یک تکنولوژی مخالف، همراه با CAP مطرح می شود. در اصل ، DMT با استفاده از متغیرهای متد کدینگ QAM/CAP ساخته می شود. تفاوت تکنیکی اولیه ای که در لابرآتوارهای Bell پایه گذاری شده است ، ایده شکسته شدن طیف فرکانس به زیرکانال های مساوی را مطرح می کند و بدین سان گاهگاهی این ها به عنوان Sub carrier ها مطرح می شوند که این خود به این معناست که برای مبنا و پایه کدینگ جهت هر Sub Area از طیف فرکانسی از موج های حامل مختلف (ساده یا موقوف شده/ برون یابی شده) استفاده می شود.

طیف فرکانسی که قابل استفاده می باشد از پایه 0 Hz تا 1.1 MHz توسعه یافته است. به وسیله تقسیم کردن طیف فرکانسی به صورت مساوی و عادلانه تا باند 4.3125 KHz امکان ایجاد 256 زیرکانال فعال برای اطلاعات از 1 تا 256 فراهم می شود(تذکر: وقتی که محاسبه می کنیم متوجه می شویم که 1.104 MHz به طور واقعی مورد استفاده قرار می گیرد.) اما تقسیم کردن طیف فرکانسی هیچ گونه توانایی خاصی در زمینه Handle کردن اطلاعات به ما نمی دهد. آن چیزی که این امکان را برای ما فراهم می سازد ، اجازه برای تداخل و تطبیق سرعت اتوماتیک به وسیله حذف کردن زیرکانال ها از یک مسیر Data است(Upstream یا Downstream ، اگرچه که به احتمال زیاد یک کانال Downstream می باشد).

لازم به ذکر است که هر زیرکانال 4KHz می تواند 64 Kbps داده را ساپورت کند(4000 سیکل بر ثانیه یا 16 ارزش بر هر سیکل با استفاده از 16QAM). از نقطه نظر تئوریک 256 زیرکانال مزبور می تواند پتانسیلی بیش از 16 Mbps را فراهم آورد، اما در واقعیت به غیر از آزمایشگاه یا شرایط به شدت کنترل شده چنین سرعتی اغلب غیرممکن است.

بسیاری از طرح های کدینگ فقط 8QAM را انجام می دهند که پهنای باند امکان پذیر را تا 8Mbps کاهش می دهد پس این بسیار مهم است که پهنای باند پایینی 0-4 KHz را جهت انتقال صوت آزاد نگه داریم. جهت جلوگیری از چکه یا رسوخ در فرکانس های ADSL به سوی باند های حامل صدا ، زیرکانال های 1 تا 6 بین کانال های فعال برای انتقال صدا و اولین کانال فعال برای ADSL، عموماً به عنوان "باند محافظ" رزرو می شوند.

اگر که از یک فرکانس برای ترافیک دو جهت ، مثل یک Speech ، استفاده شود چند نوع از "شرایط بازتاب صدا" اتفاق می افتد. این اتفاق زمانی رخ می دهد که سیگنال انتقال یافته ، بازتاب پیدا کند و به سوی سرچشمه خود بازگردد. Echo Canceller های متعددی وجود دارند که بعد از زمان تاخیر مشخصی از سیگنال منبع می کاهند.

اگر که شخصی در طول یک دره (مسیر) بگوید : "Hello" ، پس آنها باید "Hello" را که یک ثانیه بعد برمیگردد بکاهند تا به درستی متوجه شوند که در آن زمان چه چیزی گفته شده است؟ اگرچه در مورد حذف بازتاب یک نقطه بسیار مورد بحث قرار گرفته است اما علیرغم این موضوع ، اگر که زیرکانال های مختلفی بسوی جهت های مختلفی استفاده شوند ، هنوز می تواند مشکلاتی با اکوهای آبشاری که از تفکیک سیگنال ناشی می شوند وجود داشته باشد.

بدین گونه UTP به سه Access Point تبدیل شد : یکی برای Speech ، یکی برای انتقال دیتا از کاربر به دفتر مرکزی (Upstream) و یکی برای انتقال دیتا از دفتر مرکزی به کاربر (Downstream). از آنجایی که کانال های مذکور به طور مجزا هستند ، مشکلات بسیار کمی با اکوها وجود خواهد داشت.

ANSI T1.413

تا سال 1999 که پیشنهاد ITU-T منتشر شد، ANSI T1.413، سند عمومی اصلی برای ADSL بود. در ابتدا، از آنجاییکه تست های بسیار گسترده و تجربه های کاری فراوانی صورت گرفته بود، ADSL بر مبنای کار مشترک برای سند ANSI انجام شد. علاوه بر این به نظر می رسد که پیشنهاد های ITU-T نیز به سندهایی که تاکنون منتشر شده اند خیلی شبیه باشد.

ثانیا، نیازمندی های ADSL Lite کمتر از سایر انواع خواهد بود. به عبارت دیگر، امکان های قطعی و خدمات حذف خواهند شد و ماکزیموم سرعت دیتا، کاهش خواهد یافت و تجهیزات مورد نیاز در نزد کاربر حذف خواهند شد. از این رو، مطالعه ANSI T1.413 به عنوان یک سند بسیار معقول و مفید است.

Issue 1 از سند ANSI T1.413 جهت پیاده سازی برای متغیرهای گسترده ای از امکانات و تجهیزات مورد استفاده قرار می گیرد و Issue 2 هنوز اجازه می دهد که تجهیزات هم ارز و معادل طراحی و پیاده سازی شوند. Issue 2 سند ANSI T1.413 در حال حاضر در حالت پیش نویس است و هنوز ممکن است که دچار تغییراتی شود. اما به طور کلی تغییرات اندکی بین Issue 1 و Issue 2 وجود دارد (بیش از آنچه که در Annex N از Issue 2 لیست شده است). اختلاف اصلی در عدم تاکید بر استفاده غیرسازمان یافته از ADSL است.

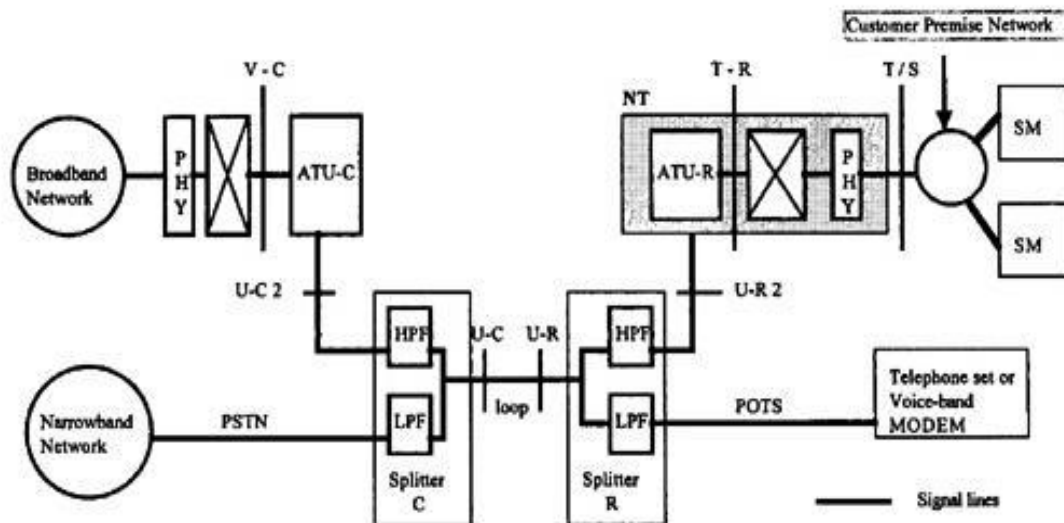
این موضوع به عنوان یک بخش از حالت انتقال سنکرون (STM) مورد اشاره قرار می گیرد و علاوه بر این تاکید مهمی نیز بر ATM وجود دارد. محتملا در پیاده سازی CDSL، قابلیت انعطاف بیشتری به STM ADSL اضافه شده است به این صورت که در بخش توانایی های حامل دارای قابلیت انعطاف بیشتری خواهد بود. در این بحث ما قسمت اصلی ANSI T1.413 را مورد بررسی قرار می دهیم اما وارد جزئیات نخواهیم شد زیرا که در این صورت یک کتاب بزرگ را تشکیل خواهند داد و هیچ کمکی به ما نخواهند کرد. بلکه امتحان بیشتر خصوصیات اخیر ANSI بسیار دقیق تر و موجزتر خواهد بود.

همانطور که در ابتدای مبحث ذکر شد، فقط تکنولوژی VLSI می تواند و قادر است که ایجاد یک تکنولوژی خط انتقال قابل تصحیح خطا و پرسرعت را فراهم کند. در این بخش اهداف اصلی و ساختار ADSL Super frame ها و فریم ها و بایت های ویژه برای استفاده به عنوان مرجع سریع و مستقیم

در مقابل واسطه‌هایی که بوسیله سازنده‌های Chip های نیمه رسانا مجهز شده‌اند، توضیح داده خواهد شد.

سند ANSI T1.413 به عنوان "شبکه و واسطه‌های نصب مشتری- واسطه متالیک ADSL" نامگذاری شده است. به بیان واضح‌تر، این سند برای هر دوی دفتر مرکزی و تجهیزات کاربر به کار می‌رود و جهت گیری آن به سوی مدارهای الکتریکی مسی است.

مدل مرجع سیستم عمومی در شکل 9 دیده می‌شود و بلوک‌های اصلی تابعی را برای پیاده‌سازی سرویس ADSL در اختیار قرار می‌دهد. تفاوت بین این دیاگرام و CDSL به طور اولیه، حذف Splitter است. در نهایت در انتهای پایانه Unit-Remote فرستنده گیرنده ADSL (ATU-R) که دارای یک فیلتر پایین‌گذر که قبل از هر تجهیزات POTS که به خط متصل شده است و یک فیلتر بالاگذر که قبل از ATU-R قرار دارد، می‌باشد، فیلتر بالاگذر ممکن است که با تجهیزات ATU-R ترکیب شود، اما فیلتر پایین‌گذر، محتملاً یک باکس جدا می‌باشد.



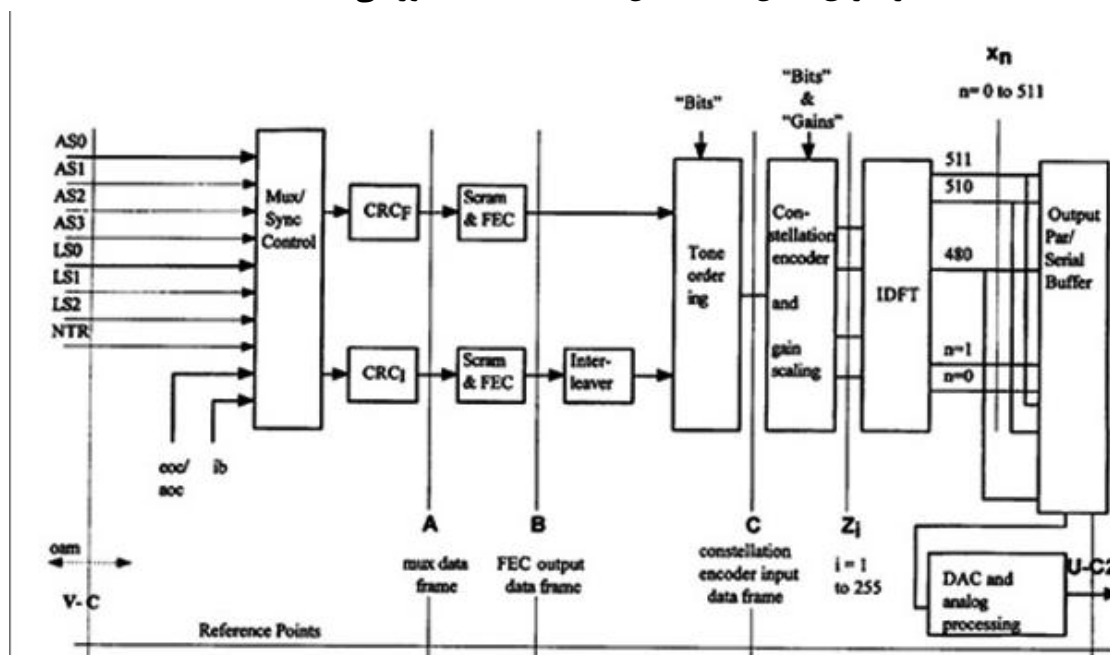
شکل 9- مدل مرجع سیستم ADSL بر طبق ANSI T1.413

در شکل 10 پایانه واحد فرستنده-گیرنده، دفتر مرکزی ADSL (ATU-C) نشان داده شده است.

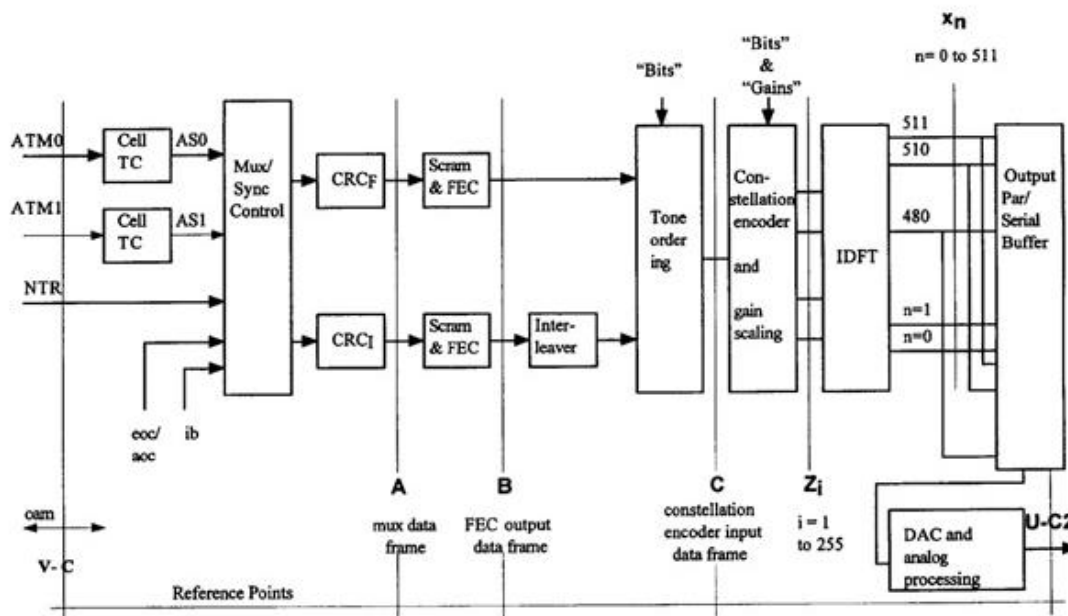
ATU-R (Remote End) به همان صورت به نظر می‌رسد به جز این که فقط سه کانال LSx Upstream هستند و دامنه های متغیرهای X_n و Z_i تغییر می‌کند.

Issue 2 یک مرجع زمان بندی شبکه (NTR) را در بخش ATU-C برای آن چیزی که اکنون STM نامیده می‌شود اضافه می‌کند. مدل مرجع انتقال تذکر می‌دهد که فقط دو تفاوت وجود دارد. تا زمانی که ATU-C به طور بالقوه بر روی هر دوی کانال های سیمپلکس ASx و دوپلکس LSx انتقال می‌دهد، ATU-R فقط بر روی زیرکانال های دوپلکس LSx انتقال می‌دهد. به علاوه، ATU-R به زیرکانال های 32K اول محدود شده است و ATU-C به تمامی 256 زیرکانال دسترسی کامل دارد. به طور کلی، ATU-C ممکن است دیتای بیشتری ره به ATU-R منتقل کند تا بالعکس!

شکل 11 مدل مرجع فرستنده-گیرنده ATU-C را برای ساپورت ATM نشان می‌دهد. قابل ذکر است که برطبق مدل STM پایانه ATU-R Remote تفاوت های مشابه را با ATU-C دارد. تفاوت اصلی در مدل ATM و STM در این است که فقط AS0 (و AS1 به طور اختیاری) برای عبور downstream با ATU-C استفاده می‌شوند و هر خط حامی ATMx از بین لایه همگرایی عبور سلولی (TC)، قبل از اینکه از بین کانال حامل AS0 یا AS1 عبور کند، گذر می‌نماید. در بخش ATU-R، ATMx از طریق کانال های حامل LS0 یا LS1 عبور می‌کند.



شکل 10- مدل مرجع فرستنده-گیرنده ATU-C برای انتقال STM بر مبنای ANSI T1.413



شکل 11 - مدل مرجع فرستنده-گیرنده ATU-C برای انتقال ATM بر مبنای ANSI T1.413

کانال های حامل

ADSL مفهومی مشابهی از کانال های انتقال دارد اما آنها را به دو بخش تقسیم می نماید: کانال های سیمپلکس و کانال های دوپلکس. این کانال ها اجازه می دهند که کانال های Upstream و Downstream چندگانه ایجاد شوند. در آن چه که در Issue 2 ، مود STM نامیده می شود ، چهار کانال انتقال سیمپلکس وجود دارد که ASx نامیده می شوند.

Issue 1 T1.413 در مورد ترافیک دیتای متراکم بر طبق "کلاس انتقال" بحث می کند. Issue 2 ایده های کلی درباره همان Range ها را می دهد اما به کلاس های انتقال Issue 1 به مثابه ارزش های ماکزیموم با مینیمم یک تک زیرکانال DMT 32 Kbps در صورت امکان ، رسیدگی می نماید. کلاس انتقال 1 ، نرخ داده متراکم 6.144 Mbps را دارد. کلاس 2 ، 4.608 Mbps را دارد و کلاس 3 ، 3.072 Mbps و کلاس 4 ، 1.536 Mbps ظرفیت دارد. این کلاس ها به طور پایه ای بر طبق کوتاهترین فاصله/ بالاترین ظرفیت تا بیشترین فاصله/کمترین ظرفیت مرتب شده اند.

کانال های انتقال دوپلکس ASx شامل AS0,AS1,AS2,AS3 می توانند یک 1.536 Mbps چندگانه بر هر کانال با وابستگی کامل به کلاس انتقال داشته باشند. AS0 در کلاس انتقال یک می تواند 6.144 Mbps همراه با AS1-AS3 در حالی که آنها هیچ ظرفیتی نداشته باشند ، داشته باشد. یا اینکه AS0 می تواند 3.072 Mbps داشته باشد و AS1 ، 1.536 Mbps و AS2 ، 1.536 Mbps داشته باشند. جدول 2 ، یک خلاصه از حالت های ممکن را در اختیار قرار می دهد.

Transport Class:	1	2	3	4
Downstream Simplex Bearers:				
Maximum capacity	6.144 Mbps	4.608 Mbps	3.072 Mbps	1.536 Mbps
Bearer channel options	1.536 Mbps, 3.072 Mbps 4.608 Mbps 6.144 Mbps	1.536 Mbps, 3.072 Mbps, 4.608 Mbps	1.536 Mbps, 3.072 Mbps	1.536 Mbps
Maximum active subchannels	4 (AS0, AS1, AS2, AS3)	3 (AS0, AS1, AS2)	2 (AS0, AS1)	1 (AS0 only)
Duplex Bearers:				
Maximum capacity	640 kbps	608 kbps	608 kbps	176 kbps
Bearer channel options	576 kbps, 384 kbps, 160 kbps, C (64 kbps)	576 kbps,* 386 kbps, 160 kbps, C (64 kbps)	576 kbp,* 384 kbps, 160 kbps, C (64 kbps)	160 kbps, C (16 kbps)
Maximum active subchannels	3 (LS0, LS1, LS2)	2 (LS0, LS1,) or (LS0, LS2)	2 (LS0, LS1) or (LS0, LS2)	2 (LS0, LS1)
* For further study.				
Source: From ANSI T1.413, Issue 1.				

جدول 2 – حالت های ممکن کانال انتقال بر اساس Downstream ضریب 1.536 Mbps

نوع مشابهی از این دسته بندی نیز با انواع خط های اروپایی E1 صورت می گیرد. کل تراکم های ممکن ، هنوز 6.144 Mbps است ، اگرچه که کلاس های انتقال 2M-3,2M-2,2M-1 به ترتیب تراکم های 6.144 Mbps ، 4.096 Mbps ، 2.048 Mbps را دارند و این ها فقط تخصیص های زیرکانال های AS0-AS2 هستند. T1.413 ، علاوه بر این بازده ممکن را به نرخ های انتقال سلول های دیتای مود انتقال آسنکرون (AMT) یا سیستم Broadband ISDN می شکند.

دسته دوم زیرکانال های انتقال ، انتقال های دوپلکس است. زیر کانال های موجود در این نوع از انتقال ها شامل کانال های C ، LS0 ، LS1 و LS2 هستند. کانال C ، اجباری است زیرا که کانال کنترل است و برای انتقال کلاس چهار در 16 Kbps سربار (Overhead) سنکرون کردن ADSL ، حمل می شود. برای سایر کلاس ها ، این کانال بر روی کانال LS0 در 64 Kbps حمل می شود. LS1 و LS2 در هدف و در تقسیم جهت کانال های ASx موازی عمل می کنند. کل پهنای باند در دسترس از 640 Kbps تا 608 Kbps تا 176 Kbps است.

Issue 1 شرح می دهد که LS1 ممکن است که برای کانال 160 Kbps استفاده شود و LS2 نیز در 384 Kbps مورد استفاده قرار گیرد (یا در 576 Kbps اگر که LS1 در حال استفاده نباشد). به یاد داشته باشید که این 160 Kbps ، سایز فریم BRI ISDN است (بدون 'U' یا 'S' یا سربار فریم 'S'/'T').

Issue 1، آن را برای استفاده در انتقال BRI ISDN فرا می خواند و Issue 2 آنرا به عنوان یک سرویس آشکار و ساده حذف می کند. کلاس هاس انتقال اروپایی ، اصولاً کلاس های NA ، 2 و 3 را در دسته ای به نام 2M-2 ادغام می نمایند. به طور کلی ، مود آسنکرون (مثل ATM) می گوید که سرعت بازده ثابتی وجود ندارد و تنها یک مقدار ماکزیموم وجود دارد. اگرچه ، در هر دو مورد ATM و STM ، این مورد به وسیله استفاده از یک Bit rate ثابت به دست آمده است اما وجود بیت های "idle" یا "fill" که در Downstream قرار داده شده است این نرخ انتقال را ثابت نگه می دارد. این به این معنا است که به سوپرفریم ها اجازه داده می شود که سنکرون شوند. و همچنین اجازه می دهد که نرخ داده واقعی به میزان مورد نیاز تنظیم شود.

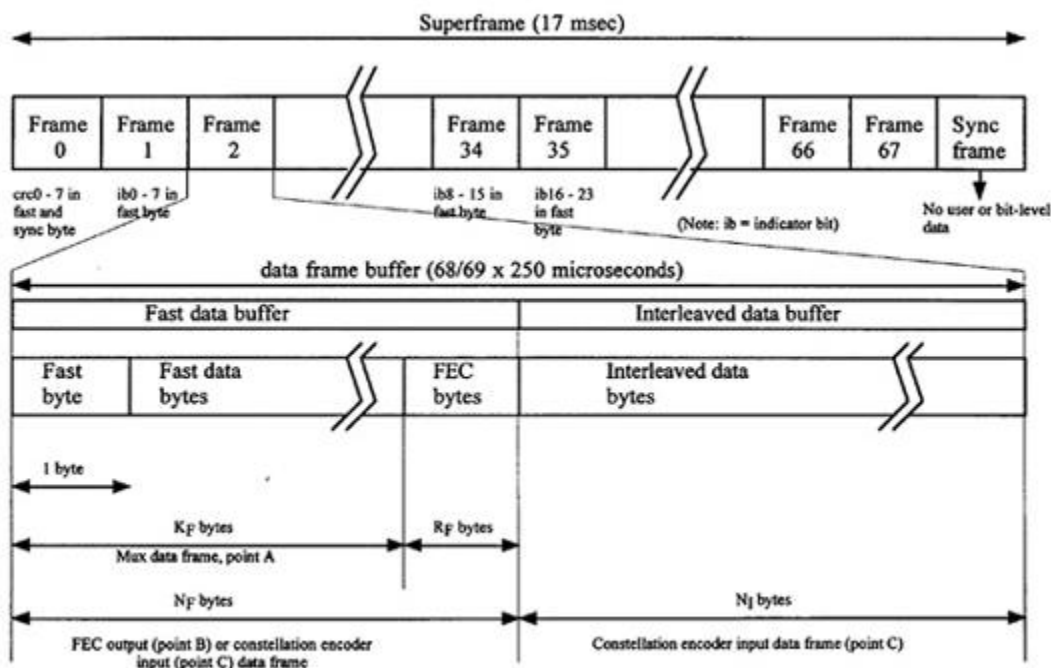
این راه حل ، بر استفاده از یک باکس بزرگ برای حمل و نقل یک عنصر کوچک و سپس قرار دادن آن در یک Padding برای پر کردن باکس ، برتری دارد. زیرا که در آن راه حل فقط دیتا قابل استفاده است اما ممکن است هر مقداری از ظرفیت در باکس پر شود.

Issue 2 همچنین اشاره می کند که اگر که یک کانال تاخیر ساده و تکی مورد استفاده واقع شود فقط AS0 و LS0 مورد استفاده قرار خواهند گرفت (با ATU-C که از یک NTR ورودی استفاده می کند). اگر که هر دوی کانال های تاخیر مورد استفاده قرار گیرند ، آن گاه AS0/LS0 به یک نوع کانال تاخیر ارجاع می دهد و AS1/LS1 به نوع دیگری از کانال ارجاع می دهد. هر زیرکانال مجموع چندین 32 Kbps خواهد بود همراه با ماکزیمومی در حدود 6.144 Mbps در جهت Downstream(ASx) و 640 Kbps در جهت Upstream(LSx).

ساختار سوپرفریم ADSL

Issue 2 چهار ساختار قالب بندی را تعیین می نماید که به نام های 0 و 1 و 2 و 3 نامگذاری می شوند. ساختار قالب صفر به طور کلی همان است که Issue 1 تعیین شده بود. ساختار قالب 1، مکانیسم کنترل عملیات سنکرون کردن برای استفاده در قالب های سنکرون را از کار می اندازد. ساختار قالب 2 و 3، قالب بندی سربار کاهش یافته را با هر یک از بایت های سریع و سنکرون جدا یا متصل، فراهم می نماید.

ATU-C باید تمامی ساختارهای قالبی مرتبه پایین به علاوه مرتبه بالا را ساپورت کند. به عنوان مثال اگر قالب بندی 2 را ساپورت کند باید همچنین 1 و 0 را هم ساپورت کند. ATU-R بر ساختار قالب بندی نهایی که برای لینک انتخاب شده است کنترل اولیه دارد. سوپرفریم ADSL در شکل 12 نمایش داده شده است.



شکل 12- ساختار سوپرفریم ADSL در فرستنده-گیرنده ATU-C بر مبنای ANSI T1.413

یک سوپرفریم، یک بسته بزرگ برای ADSL و شامل یک مجموعه از فریم های کوچک تر است. هر سوپرفریم ، شامل 68 فریم به اضافه یک فریم سنکرون کردن است که در 17mS انتقال می یابد. پس از این که حامل فرکانس DMT با 4MHz کار کرد،(به طور واقعی 4.3125 ، اما باند تا لبه ها مورد استفاده قرار نمی گیرد.) هر فریم باید در 250μS انتقال یابد.

بعد از این که قالب سنکرون کردن، به طور واقعی ارسال نشد، اصطلاحاً سربار یا Overhead خواهد بود و یک فریم خارج از کل 69 فریم خواهد بود و باید این سربار اجازه یابد تا به وسیله هر بافر دیتافریم در طول 68/69 زمان 250μS ارسال شود.

دیتای سریع و دیتای جایگذاری شده

اولین مبحثی که در قالب ADSL مورد بحث قرار می گیرد، مفهوم دیتای سریع و دیتای جایگذاری شده (Interleaved) است. دیتای جایگذاری شده شامل یک پروسس مجزای "Weaving" سلول های اطلاعاتی با هم، جهت کاهش نویز می باشد. این موضوع به وسیله پراکنده کردن بیت ها در طول باندهای انتقال مختلف انجام می پذیرد زیرا که احتمال این که یک گروه از بیت های پی در پی و پشت سر هم دچار خطا شوند، بسیار کم می باشد. با استفاده از توسعه فردها یا اصطلاحا FEC که مخفف "Forward Error Correction" می باشد می توان خطاها را تعیین نموده و به طور اتوماتیک اصلاح نمود.

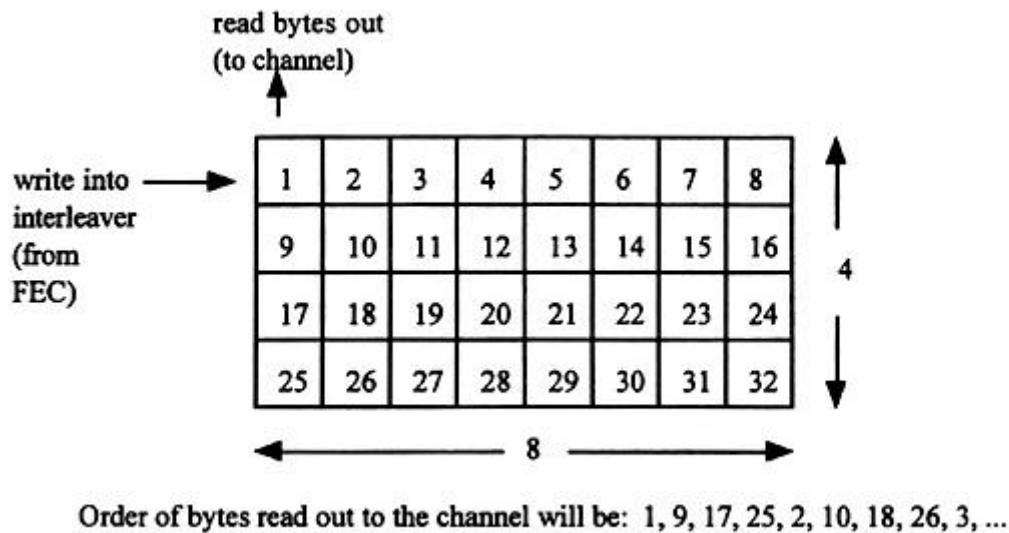
دو متد اصلی برای به انجام رساندن جاگذاری در بلوک و جاگذاری حلقه ای وجود دارد. هر دو مدل جایگذاری، ترتیب بیت های انتقالی یک جریان خروجی را تغییر می دهد و آنقدر این کار را در یک اسلوب فرمولی انجام می دهند تا آن ها بتوانند بر یک "رسید پیام" متوسل شوند.

جایگذاری بلوک، در یک بلوک با سایز ثابت ، به طور سطری بلوک را پر می کند و پس از آن دیتا را بر مبنای ستون ارسال می نماید. جایگذاری حلقه ای ، یک بلوک را به طور دوزنقه ای چنین آفست می نماید که یک بافر دایره ای می تواند با سطرهایی که نوشته شده اند و ستون هایی که به طور مشابه جایگذاری بلوک ، خوانده می شوند ، مورد استفاده قرار گیرد اما به Offsetting و بافرینگ حلقوی بر روی یک پایه ثابت !

دیتای سریع، همان دیتای غیرجایگذاری شده است. جایگذاری کمک می کند که خطاهای نویز کاهش یابد اما خود پروسس جایگذاری و استخراج آن بر روی "رسید"، باعث افزایش دوره تاخیر زمانی هم پیوند با داده می شود. دیتای سریع واقعا دارای تاخیر کم است و در مقایسه با دیتای جایگذاری شده دارای نویزپذیری بیشتری است. اما دیتای جایگذاری شده ، تاخیر زمانی بیشتری دارد ولی حفاظت بهتری در مقابل نویز دارد.

Video on demand یک برنامه کاربردی است که در آن جایگذاری بسیار مورد استفاده قرار می گیرد، چون که اهمیت ندارد که یک ثانیه تا دو ثانیه برای شروع برنامه معطل شویم، اگر که کیفیت بالا بماند. مثال خوبی از دیتای سریع ، دیتای کنترل، مثل اطلاعات Setup سلول می تواند باشد.

زمانی که ADSL برای یک برنامه کاربردی ATM استفاده می شود، فقط یک جریان داده درگیر است که همان AS0 و LS0 هستند، مگر این که به هر دوی حالت های دیتای سریع و دیتای جایگذاری شده نیاز داشته باشیم. در این حالت ، AS1 و AS0 و احتمالاً LS0 و LS1 استفاده می شوند. در این حالت دیتای سریع از یک مسیر انتقال استفاده می کند و دیتای جایگذاری شده از مسیر دیگر استفاده می نماید. این تجهیزات ، این امکان را به برنامه ها می دهد که بهترین راه حل را برای نوع انتقال پیدا کنند و با یک مسیر خاص سنکرون شوند.



شکل 13 - جایگذاری بلوک با محدوده 8 و عمق 4

بایت سریع

بایت سریع یا اولین بایت در بافر دیتای سریع برای چند هدف مختلف مورد استفاده قرار می گیرد که در شکل 14 مشاهده می نمایید. این اهداف کلی برای چک کردن افزونگی زنجیره ای (CRC) سوپرفریم CRC ، بیت اشاره گر (ib) ، کنترل عملیات های ادغام شده (eoc) و بیت های کنترل عملیات سنکرون (sc) است.

در فریم های 2 تا 33 و 36 تا 67 ، eoc در مقابل بیت های SC به وسیله ارزش کم ارزش ترین بیت بایت سریع تعیین می شود. به یاد داشته باشید ، اگر چه این ها محدوده هایی هستند که در Issue 2 تعیین شده اند ولی یک Saving سربار می تواند ایجاد شود. وقتی که آن ها به کنترل عملیات سنکرون ، crc یا ib نیاز ندارند، یک مجموعه فریم زوج/فریم فرد از بایت های سریع ممکن است برای انتقال یک پیغام eoc که شامل 13 بیت است استفاده شود. همچنین ممکن است که آن ها فقط شامل اشاره گر "هیچ عملیات سنکرون" باشند.

بایت های Saving ، در بایت های سریع یا بایت های سنکرون در دنیای STM اشتیاق زیادی را برنیا نگیختند زیرا که بسیار محتمل است که کانال های چندگانه ASx به خوبی تعدادی از کانال های LSx مورد استفاده قرار گیرند. اگر که کانال های در حال استفاده افزایش یابد، Overhead کاهش می یابد. اگرچه با استفاده از ATM تعداد کانال ها به کمتر از 4 تا در کل کاهش خواهد یافت، تعدادی از فعالیت های سنکرون کردن مفید بودن خود را از دست می دهند و به سرباری مبدل می شوند که کاربردی نخواهد داشت و می تواند به طور کامل دور انداخته شود.

به طور کلی دو فرم پایه ای برای کاهش سربار وجود دارد، اولی زمانی استفاده می شود که فقط کانال های تکی در هر جهت داشته باشیم و دومی زمانی به کار می رود که یک کانال تکی سریع و یک کانال جایگذاری تکی به طور همزمان در حال استفاده باشند. تا زمانی که این مطلب به طور خاص برای استفاده با ATM تعیین گردد، می توان همچنین جهت یک برنامه کاربردی STM که به کانال های تکی نیاز دارد، مورد استفاده قرار گیرد.

به یاد داشته باشید که کلمه "کانال ها" می تواند تعابیر مختلفی داشته باشد. در این جا منظور کانال هایی (ASx, LSx) هستند که برای برنامه های کاربردی جهت دیتا به کار می روند و پس از آن کانال

هایی نیز هستند که در لایه های پروتکل انتقال به کار می روند. اگر چه هر کدام نام های متفاوتی دارند، اما نام کانال اغلب برای هردوی آن ها جهت اهداف مخصوصی که در مفهوم آن ها مشخص شده است، به کار می روند.

بایت سنکرون و بیت های SC

در مود کامل سربار، بایت Sync در پیوستگی با بایت سریع، جهت آماده کردن یک مجموعه کامل از اطلاعات درباره فریم به کار می رود. در مود سربار کاهش یافته، بایت سریع برای بافرهای سریع به کار می رود و بایت Sync برای بافرهایی دیتای جایگذاری شده به کار می رود. جدول 3 توابع سربار را برای مود سربار کاهش یافته لیست کرده است.

بایت های Sync (یا بایت ها، زمانی که بایت سریع با بیت های SC خود در فریم 67 استفاده شود) نقش یک مکانیسم برای تخصیص دادن کانال های ASx و LSx که برای بافرهای دیتای سریع یا جایگذاری شده و همچنین برای اجازه دادن به تناوب های داده بر طبق بایت های AEX و LEX به کار می رود را بازی می کند. در مود سربار کامل، بایت های Sync برای دیتای جایگذاری شده در فریم 1 تا 67 و دیتای سریع برای فریم 67 به کار می رود.

Frame Number	(Fast Buffer Only) Fast Byte Format	(Interleaved Buffer Only) Sync Byte Format
0	fast CRC	Interleaved CRC
1	ib0 - 7	ib0 - 7
34	ib8 - 15	ib8 - 15
35	ib16 - 23	ib16 - 23
$4n+2, 4n+3$ with $n = 0 \dots 16, n \neq 8$	sync or eoc*	sync or eoc*
$4n, 4n+1$ with $n = 0, \dots, 16, n \neq 0$	aoc	aoc

*In reduced overhead mode only the "no synchronization action" code shall be used.

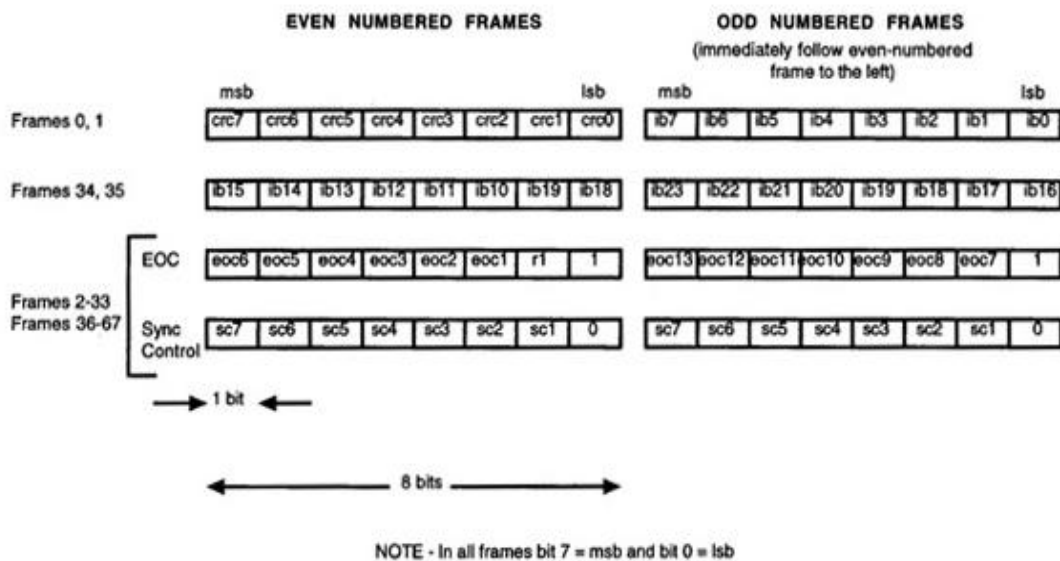
Source: From ANSIT1.413.

جدول 3-توابع سربار برای مود سربار کاهش یافته با بایت های سریع و Sync ادغام شده

بیت های اشاره گر

بیت های اشاره گر برای آگاه سازی به کار می روند. این بیت ها شامل تشخیص Error ها، Error های اصلاح شده و اتلاف سیگنال، عیوب دور از دسترس و سایر اطلاعاتی که ممکن است هم برای آمارگیری و هم برای تصحیح خطای Level بالا مطلوب باشد، می گردد.

بافر سریع بیت های اشاره گر در جهت Downstream برای Error های بلوک های با انتهای دور و شمارنده های تصحیح خطای با انتهای دور و اتلاف سیگنال و عیوب دور از دسترس به کار می رود.



شکل 14- فرمت بایت سریع Sync (بایت سریع) در فرستنده-گیرنده ATU-C

بیت های CRC

بایت های چک افزونگی زنجیره ای (Cyclic Redundancy Check) که با اختصار CRC نامیده می شوند اهداف واضح و مستقیمی را دنبال می کنند. به طور کلی، بیت های جریان داده در داخل یک فرمول ریاضی به کار می روند و یک اشاره گر نشان می دهد که بایت های قبلی چه بوده اند! به طور طبیعی با فقط 8 بیت فعال، امکان شناسایی بایت ها و Error های بالقوه تا آخرین بیت، وجود نخواهد داشت.

Error ها می توانند به 256 دسته تقسیم شوند. اگر که ما در فریمی که CRC به آن Attach شده است کمتر از 256 بایت داشته باشیم، آنگاه بعضی از تصحیح خطاها می توانند احتمالا رخ دهند. در تعداد زیادی از فریم های HDLC، یک CRC دوبایتی یا CRC-16 استفاده می شود که این موضوع امکان تقسیم بندی Error ها را به 64K دسته مختلف فراهم می سازد. اگرچه HDLC به ندرت با استفاده از CRC-16 برای تصحیح خطا به کار می رود.

کنترل عملیات ادغام شده

بیت های ib.crc و sc همگی برای پیکربندی و اطلاعات خطا به کار می روند. بیت های eoc، "واسط برنامه ریزی واقعی" را در اختیار ما می گذارد که اجازه می دهد که پیکربندی ADSL تغییر نماید. جدول 4 ساختار فریم بیت های eoc را نشان می دهد. دو بیت اول اشاره می کند که اطلاعات یا دستور در ATU-C با ارزش "11" آدرس دهی شده اند یا در ATU-R با ارزش "00"!

به یاد داشته باشید که پاسخ ها همانند دستورات نیستند و اگر که یک ATU-C یک دستور را به ATU-R ارسال نماید، ("00" ATU-R) به عنوان یک فیلد آدرس قرار داده می شود، اما زمانی که ATU-C به دستور مورد بحث جواب می دهد، آدرس خودش ("00" ATU-R) را در فیلد آدرس قرار می دهد تا اشاره نماید که این جواب از سوی یک ATU-R آمده است.

بیت بعدی (eoc3) نشان می دهد که اگر که "فیلد اطلاعات" (بیت های eoc 6 تا 13) برای دستور یا اطلاعات استفاده شوند، بعد از اینکه فقط به یک بیت از داده یا دستور در یک زمان از طریق بیت های eoc اجازه داده شد، این مهم است که بتوانیم مطمئن شویم که یک ترتیب گذاری نرمال اتفاق افتاده است. بیت eoc4 ارزش فرد "1" یا زوج "0" را برای جریان داده کاراکتری نشان می دهد.

Field #	Bit(s)	Description	Notes
1	1-2	Address field	Can address 4 locations
2	3	Data (0) or opcode (1) field	Data used for read/write
3	4	Byte parity field Odd (1) or even (0)	Byte order indication for multibyte transmission
4	5	Message/Response field Message/Response message (1) or Autonomous message (0)	Currently no autonomous messages are defined for the ATU-C, the "dying gasp" message is the only autonomous message defined for the ATU-R.
5	6-13	Information field	One out of 58 opcodes or 8 bits of data

Source: From ANSIT1.413.

جدول 4-فیلدهای پیغام eoc

بیت eoc5 نسبتاً تخصصی تر است و مشخص می کند که یک پیغام خودگردان (ارزش صفر) است یا خیر! زمانی این بیت برای خودگردانی ست می شود که جهت ATU-R در نظر گرفته شده باشد، در

زمانی که می خواهد که اشاره کند که قدرت خود را از دست داده است. این به این معناست که این پیغام های آخر بایستی بر روی خازن یا باتری پشتیبان ارسال شود و اشاره می کند که "نفس های آخر" به سوی ATU-C در جریان است. این همچنین تنها پیغام واقعی در این کلاس است که یک ارزش ثابت را دارد. این پیغام ، به وسیله ATU-R در حداقل 6 بار به سوی ATU-C ارسال شده است و در طی این زمان سایر دستورات eoc از سوی ATU-C بایستی Ignore شوند!

سه نوع پیغام eoc وجود دارد: پیغام های دو جهته که به طور کلی به وسیله ATU-C به سوی ATU-R ارسال می شوند و سپس از سوی ATU-R به سوی ATU-C بارتابانده می شوند، پیغام هایی که از ATU-C به ATU-R به صورت Downstream ارسال می شوند، و پیغام های پاسخ ATU-R به ATU-C و همچنین پیغام های "نفس های آخر"! جدول 5 لیست پیغام هایی را که در Issue 2 آمده است را در اختیار قرار می دهد.

Hex	Opcode Meaning	Direction	Abbreviations/Notes
01	Hold state	d/u	HOLD
F0	Return all active conditions to normal	d/u	RTN
02	Perform "self test"	d/u	SLFTST
04	Unable to Comply (UTC)	u	UTC
07	Request corrupt CRC	d/u	REQCOR (latching)
08	Request end of corrupt CRC	d/u	REQEND
0B	Notify corrupt crc	d/u	NOTCOR (latching)
0D	Notify end of corrupt CRC	d/u	NOTEND
0E	End of data	d/u	EOD
10	Next byte	d	NEXT
13	Request test parameters update	d/u	REQTPU
(20, 23, 25, 26, 29, 2A, 2C, 2F, 31, 32, 34, 37, 38, 3B, 3D, 3E)	Write data register numbers 0-F	d/u	WRITE
(40, 43, 45, 46, 49, 4A, 4C, 4F, 51, 52, 54, 57, 58, 5B, 5D, 5E)	Read data register numbers 0-F	d/u	READ
(19, 1A, 1C, 1F)	Vendor proprietary protocols	d/u	Four opcodes are reserved for vendor proprietary use
E7	Dying gasp	u	DGASP
(15, 16, 80, 83, 85, 86, 89, 8A, 8C, 8F)	Undefined codes		These codes are reserved for future use and shall not be used for any purpose

*d = down; u = up.

جدول 5- Opcode های پیغام eoc

برخی دستورات به سمت تغییر مداربندی ATU-R تمایل دارند. سایر دستورات اطلاعات آماری را از ATU-R به دست می آورند. بعضی دیگر از دستورات "Latch" هستند که این ها باعث می شوند که ATU-R در "مود تجویز" بماند تا اینکه یک دستور دیگر باعث شود که آن مود تغییر نماید(دستور nonlatched یا دستور Back to normal). درخواست CRC خراب شده (برای اهداف آزمایشی) و اطلاع CRC خراب(برای اهداف آزمایشی)، دستورات Latching هستند.

بعضی پیغام ها سبب می شوند که ATU-R اطلاعات داده را برگرداند. پیغام ها می توانند به طور اساسی، جهت پیغام های آزمایشی(ارسال CRC خراب، اطلاع دادن ارسال CRC خراب، تست خود و...) به کار روند. همچنین آن ها جهت پیغام های انتقال(بیشتر اطلاعات ثبات) و پیغام های ویژه فروشنده(چهار تا از هر کدام که در خصوصیات پیغام های ADSL eoc مطرح شده است) به کار می روند. همچنین به یاد داشته باشید که دستورات برای این که مطمئن شویم که آن ها دریافت شده اند، تکرار می گردند و این در حالتی است که ما Acknowledgment نداشته باشیم.

ADSL Lite

پیش نویس پیشنهاد ITU-T G.922.2 با نام "Splitterless ADSL Transceivers" نامگذاری شده است. بعد از این که این به یک پیش نویس تبدیل شود (تا June 99 به تصویب نرسیده بود) بعضی از عناصر ممکن است تغییر کنند اگرچه که نمای اصلی آن محتملا دست نخورده باقی خواهد ماند. بنابراین یک بحث کوتاه در مورد تفاوت ها، می تواند مفید باشد.

اولین Issue مهم، آیتم بدون Splitter است. همان طور که قبلا ذکر شد، این مطلب به این معنا است که POTS یا BRI ISDN که به وسیله مدار محلی حمل می شود از طیف ADSL در نقطه ای که محل اقامت یا Business است، جداسازی نخواهد شد. این مطلب به این معنا است که به تجهیزات ویژه ای برای نصب در پایان حلقه محلی نیازی نیست و عملیات نصب ساده تر می گردد و بنابراین هزینه ها کاهش می یابد. اگرچه، این مطلب به این معنا نیز هست که هر تجهیزات POTS موجود یا BRI ISDN در روی خط باید از فیلترهای پایین گذر برای حذف سیگنال ADSL قبل از پروسس داده، استفاده کند.

آیتم بعدی که G.922.2 مشخص کرده است ATM می باشد که مورد استفاده قرار خواهد گرفت. فقط کانال های AS0 و LS0 فعال و در دسترس هستند. هر کدام یک 32 Kbps چندتایی هستند که این دامنه برای کانال AS0 از 64 Kbps تا 1.536 Mbps و برای LS0 از 32 Kbps تا 512 Kbps است.

آیتم بعدی، Header ها و قالب ها هستند که به طور قابل ملاحظه ای ساده تر شده اند. قالبی که با "مود سربرار کاهش یافته با بایت های سنکرون و بایت های سریع ادغام شده" معادل است، از فقط یک مفهوم "بافر جایگذاری شده" استفاده می کند. این قالب فقط یک کانال Downstream سیمپلکس AS0 و یک کانال Upstream سیمپلکس LS0 را ساپورت می کند، بدین سان که قالب داده شامل یک سری بایت های سریع/سنکرون و یک مجموعه از بایت های وابسته و هم پیوند به کانال های AS0 Downstream و LS0 Upstream می شود. کاربرد بایت سریع/سنکرون ادغام شده در جدول 6 نشان داده شده است.

به خاطر داشته باشید که بایت های EOC دارای 6 بیت اول در قالب دیتای با شماره زوج (eoc1) تا (eoc6) و 7 بیت با ارزش بالای قالب های دیتای با شماره فرد (eoc7 تا eoc13) هستند. ضمنا بعضی

از بیت های اشاره گر نیز برای ADSL Lite استفاده می شوند. این بیت ها عبارت هستند از: ib10, ib11, ib15 و ib17 که این ها همه بیت های اشاره گری هستند که به وسیله مسیر دیتای سریع پذیرفته می شوند.

فیلد پیغام خودگردان از یک بیت متفاوت از Full ADSL T1.413 استفاده می کند. این بیت برای تصدیق (Ack) انتقال دیتا از ATU-C به ATU-R به 1 ست می شود. ATU-R نیز باید بیت را برای پاسخ دادن به چنین دستوراتی که از ATU-C می آیند، به 1 ست کند. و در پایان ATU-C باید بیت را برای انتقال داده خودگردان به 0 ست کند. اگر که ATU-R نخواهد که یک انتقال خودگردان را انجام دهد، باید بیت را به صفر ست کند.

مجموعه پیغام ADSL Lite eoc یک سری تغییرات کمینه نسبت به آنچه که در T1.413 لیست شده است دارد. به طور کلی، یک دستور جدید از ATU-R به ATU-C فعال و در دسترس است. این دستور به نام REQPDN (ارزش 15) نامیده می شود و هدف آن این است که یک انتقال به سوی وضعیت "خط مدیریت قدرت" فراهم نماید.

همچنین ATU-C ممکن است که برای اجازه و کمک به انتقال و ارسال وضعیت جدید اجازه یافته، با یک GNTPDN (ارزش 16) جواب دهد یا این که ممکن است که درخواست را با REJPDN (ارزش 83) رد کند.

Data Frame (DF)	Sync Byte Contents
0	CRC
1	ib0 - 7
34	ib8 - 15
35	ib16 - 23
$4n+2, 4n+3$ with $n = 0 \dots 16, n \neq 8$	eoc
$4n, 4n+1$ with $n = 1 \dots 16$	aoc

Source: From ITU-T Draft Recommendation G.992.2.

جدول 6- استفاده از بایت Sync در ADSL Lite

ATU-R در مقابل ATU-C

همان طور که در بخش T1.413 مطرح شد، ATU-C به طور اصولی در زمینه کنترل ارتباط بین واحدها فعالیت می کند. اگرچه همان طور که در Issue2 ذکر شده است، ATU-R نیز آن فریم هایی را کنترل می کند که به طور واقعی مورد استفاده واقع می شوند. با استانداردهای جاری، به جز در تعداد کمی از نمونه ها، ATU-R در موقعیت پاسخ دادن به دستوراتی که از ATU-C می آیند است.

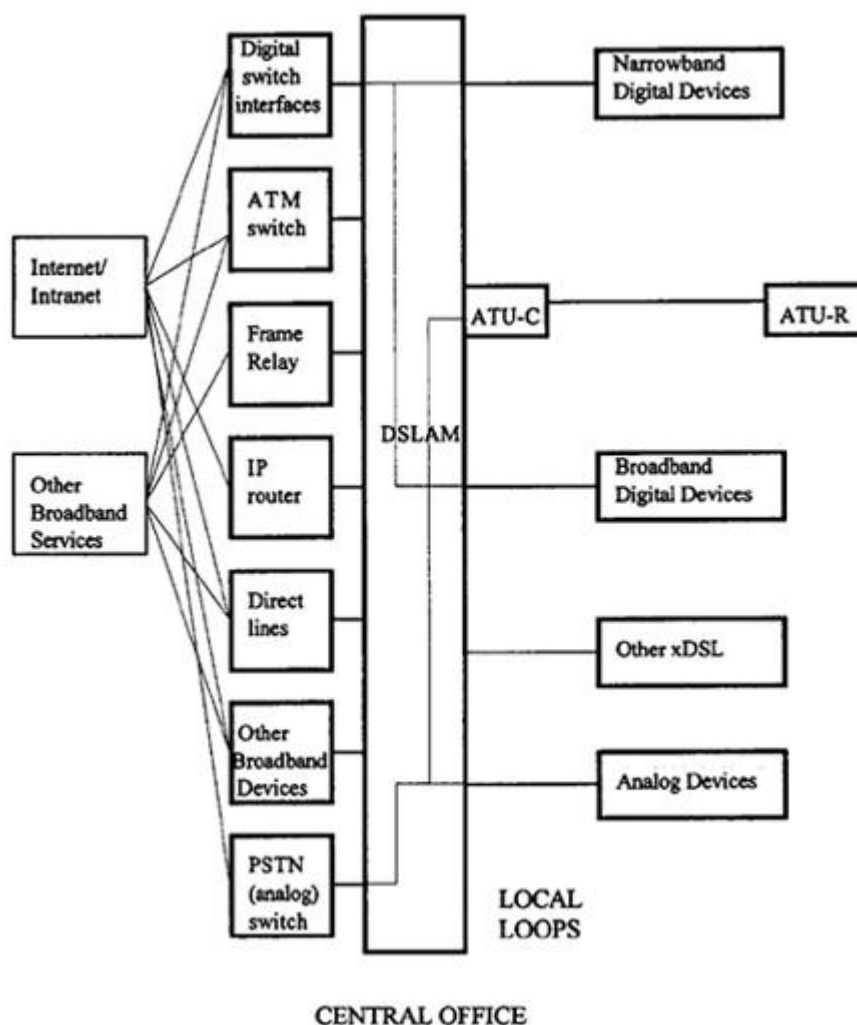
این موضوع مشابه سایر وسایل دیگر، مثل BRI ISDN در واسط 'U' یعنی جایی که شبکه به تجهیزات مشتری وصل شده است، می باشد. بخش مهم تجهیزات، آن بخشی است که می بایستی تطبیق یابد. اگر که واحد ATU-R از تکنیک کدینگ CAP استفاده کند، بنابراین ATU-C نیز می بایستی همین تکنیک را به کار گیرد. این قضیه دست ATU-C را در استفاده از مجموعه ای برتر از امکانات و توانمندی ها نخواهد بست.

بیشتر مندرجات Issue ها، شامل مشکلات DSLAM ها (DSL Access Multiplexer) هست و این مندرجات همان وظایف اجزایی می باشند که ATU-R یا ATU-C با آن ها قلاب شده اند. پس نتیجه ATU-C و ATU-R یک مجموعه به هم تطبیق یافته و جفت هستند اما به هر حال با هم برابر نیستند!

ATU-R می تواند از ATU-R دیگر پرس و جو و بازپرسی کند و یا دستور بدهد. ATU-R همچنین این توانایی را دارد که پیکربندی خاصی را برای خط فراهم نماید. علاوه بر این ATU-R ممکن است که به LAN متصل شود تا چندین امکان دسترسی مستقیم به برنامه های کاربردی Host را فراهم نماید. ATU-C نیز باید اتصال از ADSL را برای هر سرویسی که مایل است را فراهم کند. یعنی همان چیزی که برای اتصال بین تجهیزات مشتری برای دسترسی به شبکه لازم است.

عناصر سازنده DSLAM

DSLAM واحدی است مجزای از ATU-C که امکان دسترسی به LAN ها، WAN ها و سرویس های بالقوه را فراهم می کند. معماری کلی یک DSLAM در شکل 15 نشان داده شده است. کلمه Multiple، بخش موثر و مهم کلمه multiplexer است و به طور مختصر DSLAM را معنا می کند.



شکل 15- توصیف DSLAM

معماری DSLAM از سه عنصر اصلی ترکیب یافته است. اولین مجموعه، سازنده "خطوط مشترک" است یعنی آنهایی که در طرف بخش شبکه "متدهای دسترسی مشترک" مختلف هستند. در این مقاله، ATU-R به طور قطع با اهمیت ترین بخش خواهد بود، اگر چه که در داخا مفهوم یک DSLAM، "با اهمیت ترین متد دسترسی" وجود ندارد.

Device هایی می توانند وجود داشته باشند که از تکنولوژی XDSL مثل مودم های VDSL،SDSL،HDSL،ADSL/RADSL،56K و حتی خطوط POTS استفاده کنند. بعضی از کتب و مراجع اشاره می کنند که یک جریان بیتی کامل و غیر اصلاح شده از سوی وسایل سرویس به داخل DSLAM آورده خواهد شد. اگر چه که به احتمال زیاد، این کار بعضی از تقارن های وسایل را برهم خواهد زد.

یک جریان داده به سوی ATU-R تغذیه می شود. این جریان امکان دارد که سلول های ATM یا STM و یا یک سری از Packet ها باشد. ATU-R این جریانات ورودی را می گیرد و آن را به فرمت DMT یا CAP مناسب در می آورد. به عنوان بخشی از این پروسه، برای تامین جریان داده ثابت، بعضی جاسازی های بیت های بیکار یا پرکننده ممکن است که ضروری باشد. این بیت ها به ATU-R وارد خواهند شد و بنابراین بایستی ATU-R هر بیت Idle یا غیرقابل استفاده "غیر دیتا" را که ضمیمه شده بود، حذف کند. این موضوع به این معنا است که ADSL و اکثر سایر تکنولوژی های XDSL در داخل DSLAM وارد می شوند تا یک ماکزیموم Level سرعت را برای مشتری ها فراهم نمایند.

در بخش دیگر DSLAM، سرویس های شبکه مختلف یا اتصالات هستند که اجازه می دهند که مشترکان به نقاط پایانی مورد نظرشان دسترسی پیدا کنند. احتمال دارد که به PSTN دسترسی پیدا کنند و در این مورد این بسیار محتمل است که DSLAM، دسترسی "Clear Channel" بین کانال های POTS یا یک لینک مودم 56K آنالوگ را فراهم نماید. این موضوع ما را از پیچیدگی های غیرضروری در DSLAM و دوباره کاری رها می سازد.

آن سوی POTS، جایی که تدارکات خیلی ساده ای از یک DSLAM وجود دارد، Router ها و WAN ها و اتصالات مستقیم به ISP ها هستند. Router ها برای DSLAM ها که اصولا از نوع Internet Protocol یا IP هستند در نظر گرفته می شوند. اگرچه این نیز امکان پذیر است که DSLAM به یک رله فریم شبکه Router اتصال پیدا کند.

در این موارد، جریان های داده از سوی قسمت مشترک می آیند که احتمالاً همان فریم ها هستند. یعنی هم فریم رله و یا Packet های TCP/IP کپسول شده WAN! Point to Point (PPP) ها یا همان شبکه های با محدوده گسترده، به طور عمومی مطرح شده اند تا این که شبکه های سوئیچ-مدار باشند. به عبارت دیگر، اتصال به طور پایدار و همیشگی وجود ندارد و همواره مسیر در دسترس نیست.

PSTN به طور قطع یک WAN است. اما این نیز امکان دارد که یک دسترسی ثانویه به WAN های چندگانه داشته باشیم، به خصوص BRI ISDN که از کانال LS0 به سوی یک ATU-R عبور می کند. موازی با سیگنال آنالوگ "Pass-Through" با یک مودم 56K، کانال های D و B می توانند از طریق DSLAM به سوی بخش شبکه پورت BRI ISDN عبور کنند. از آن جا به بعد، ممکن است که به PSTN یا شبکه رله فریم، شبکه X.25 Router یا هر جا که اتصال BRI ISDN باشد سوئیچ شود.

ATM، یک سرویس Broadband ISDN (B-ISDN)، ممکن است که به طور مستقیم به سوئیچ ATM برود و یا اینکه به سرور برود. این امکان نیز موجود است که مدارهای مجازی همیشگی و پایدار و یا مدارهای مجازی سوئیچ شده باشد. موقعیت آخر، ممکن است که استفاده از پروتکل سیگنال Q.921/Q.931 متغیر باشد.

نقطه دسترسی نهایی، اتصال مستقیم به ISP خواهد بود. اتصالات خیلی گسترده ای وجود دارد اگر چه که خیلی از سرویس ها محتملاً از قلب بندی PPP برای اجازه دادن به اتصالات بیشتر از طریق LANS در پایانه های خود استفاده می کنند. اتصالات مستقیم به ISP ها ممکن است به اندازه اتصالات مستقیم به سرورهای کتابخانه ای Video و یا سرویس های تلویزیون کابلی مطلوب باشد.

اصطلاحات و اختصارات

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
ANSI	American National Standards Institute
AS0-3	ATM downstream simplex sub-channel designators
ASx	One of the ATM downstream sub-channels
ATM	Asynchronous Transfer Mode
ATU-C	ADSL Transceiver Unit, Central office end
ATU-R	ADSL Transceiver Unit, Remote end
B-ISDN	Broadband ISDN
BRI	Basic Rate Interface
CAP	Carrierless Amplitude and Phase modulation
CAS	Channel Associated Signaling
CRC	Cyclic Redundancy Check
DMT	Discrete MultiTone
EOC	Embedded Operations Channel
FDM	Frequency Division Multiplexing
FEC	Forward Error Correction
HDL	High-level Data Link Control
HDSL	High-speed Digital Subscriber Line
IP	Internet Protocol
ISDN	Integrated Services Digital Network
ITU	International Telecommunication Union
ITU-T	ITU-Telecommunication Standardization Sector (formerly called CCITT)
LAN	Local Area Network
LS0-2	Duplex sub-channel designators
MODEM	Modulator Demodulator
MPEG	Motion Picture Experts Group
POTS	Plain Old Telephone System
PPP	Point-to-Point Protocol
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
STM	Synchronous Transfer Mode
TDM	Time Division Multiplexing
WAN	Wide Area Network