

**PON چیست؟**  
**نویسنده: عذرا عروجی azra\_orouji@yahoo.com**  
**افروز مهدیان afrooz59@yahoo.com**

**نام استاد: آقای مهندس فیروز بخت**

## ❖ چکیده:

در يك شبکه نوری، جهت برقراری ارتباط بین دفتر مرکزی با مشترکین از فیبر نوری استفاده می شود که برای دسترسی مشترکین به اطلاعات و داده ها باید فیبر نوری را تا خانه یا اداره کشاند. با اینحال این با صرفه ترین راه حل نیست چرا که بر حسب پیچیدگی و ظرفیت پردازش اطلاعات مشترکین، فیبر اختصاصی ممکن است نوعی زیاده روی باشد.

يك راه حل معقول تر، اشتراك ظرفیت بالای فیبر میان گروهی از مشترکین است. بدینوسیله سرویس دهنده هزینه تجهیزات و تسهیلات را میان تعداد زیادی از مشترکین سرشکن می کند و پهنای باند نیز بصورت کارا و انعطاف پذیر استفاده شده و بصورت پویا اختصاص می یابد.

PON (Passive Optical Network) این راه حل را فراهم کرده است. يك PON شبکه نوری يك نقطه به چند نقطه است که به سرویس دهندگان اجازه می دهد يك فیبر نوری را میان چندین خانه یا ساختمان به اشتراك بگذارند. همانطور که از نامش پیداست، هیچ جز فعالی ما بین دفتر مرکزی و مشترک وجود ندارند و بدینوسیله هزینه توان الکتریکی و حق تقدم فضا و نگهداری تجهیزات الکترونیکی حذف می شود.

در نتیجه PON ها کسری از هزینه لازم جهت فیبرهای نقطه به نقطه جدید یا استعمال مجدد حلقه های SONET (شبکه نوری همزمان) موجود را در بر دارد.

## مقدمه :

بعد از آنکه شبکه های نوری به علت کاربرد وسیعتر و سریعتر گسترش یافتند، مسئله ای که پیش آمد نحوه دسترسی به این شبکه ها بود تا مجبور نباشند فیبر را تا محلهای مورد نظر بکشانند. PON که يك شبکه نوری منفعل نامیده می شود این مشکل را تا حدودی رفع کرد.

PON جهت سرویس دهی به مشتریان تجاری بکار می رود. PON نوعی تکنولوژی FTTH است که گلوگاه دسترسی به داده را که امروز در اکثریت کاربران کامپیوترهای خانگی و تجاری وجود دارد، باز می کند.

اکثر تجار كوچك نمی توانند اتصالات شبکه ای موردنظرشان را دریافت کنند، چرا که اصولاً یا سرویس در ارتباطات محیط آنها وجود ندارد و یا گران است.

در حقیقت PON می خواهد گلوگاه را با نزدیکتر ساختن فیبر به ساختمان حل کند. این معماری نقطه به چند نقطه، چندین مشترك را روی يك شبکه فیبر اشتراکی با استفاده از اجزایی میان دفتر مرکزی و کاربران متصل می کند.

از آنجاییکه سیستم PON می تواند داده، ویدئو و صدا را ارائه دهد، تجهیزات موجودی که تنها یکی از این سرویسها را ارائه می کنند، می توانند از دور خارج شده و در هزینه های سرویس دهنده صرفه جویی حاصل شود.

دید واقعی درباره بازار بالقوه PON ها وجود دارد. با آنکه تجهیزات PON در مقایسه با فیبرهای نقطه به نقطه به صرفه ترند، ولی هزینه گسترش فیزیکی فیبر و نزدیک ساختن فیبر و نزدیک تر ساختن آن به مشتری، می تواند از هزینه تجهیزات بالاتر برود. پیش بینی می شود که در آینده، PON ها تنها جهت غنی سازی پایه مایل آخر کابلهای کواکسیال وجه اول بکار رود.

به جای رقابت با DSL، سیستم های توزیع چند نقطه محلی و مودمهای کابل (LMDS)، PON ها این تکنولوژی را به اینصورت کامل می کنند که فیبر را از مرکز تلفن محلی تا نزدیکی یا جدول می آورند که در آنجا سیستم های بی سیم یا کابلهای هم محور اتصالات نهایی را به مشترکین برقرار می سازند.

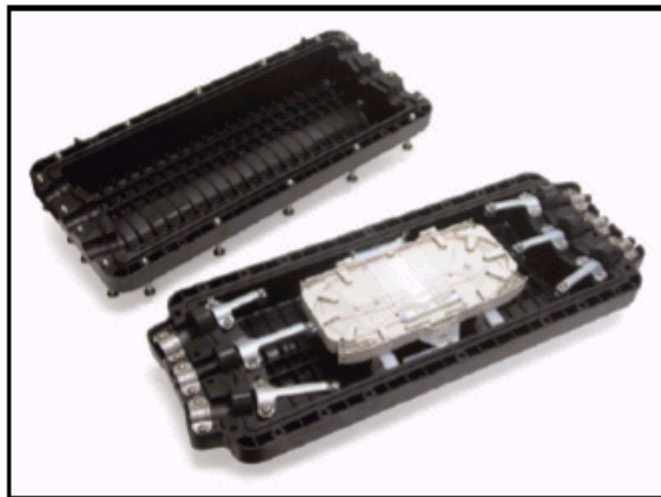
## PON چیست؟

PON مخفف کلمات Passive Optical Network است. یعنی شبکه نوری منفعل. PON از آن جهت منفعل (Passive) نامیده می شود که از ارتباطات مرسوم شبکه ای (اداره مرکزی) تا کاربر نهایی هیچ وسیله الکترونیکی فعال (active repeter) مورد نیاز نیست.

تجهیزاتی که توان الکتریکی مصرف نمی کنند ذاتاً قابل اعتمادترند و هزینه نگهداری را خارج از شبکه طرح ریزی شده، کاهش میدهند. وظیفه شبکه منفعل توزیع، اتصالات شبکه ای از يك محل به چندین مشترك متصل است. علاوه بر کاهش هزینه نگهداری شبکه منفعل، PON با تسهیم تجهیزات و کابل فیبر میان چندین مشترك، هزینه را پایین می آورد.

### شکل (۱)

#### مقسم نوری منفعل



◀ چگونه PON هزینه سرویس های پهن باند را کاهش می دهد؟

این به طرق زیادی حاصل می شود. اساساً با:

۱. به اشتراك گذاری هزینه تجهیزات ترمینال نوری (تبدیل الکتریکی به نوری) در اداره مرکزی.
۲. کاهش هزینه سرویس دهی به وسایل اکتیو موجود در منطقه.
۳. استفاده مشترك از فیبر توسط چندین مشترك.

فیبر مجازاً يك پهنای باند نامحدود برای مشترکین خود فراهم می آورد. سابقاً ارتباط مشترکین با فیبر خیلی گران بوده است. قسمت اعظم این هزینه ارتباط با فیبر برای هر مشترك، مربوط به تجهیزات ترمینال نوری مورد نیاز در دو سر ارتباط بوده است. PON با به اشتراك گذاری هزینه تجهیزات نوری میان تعداد زیادی از مشترکین، موجب صرفه جویی در هزینه می شود.

در يك PON ترمینال نوری موجود در اداره مرکزی، میان نهایتاً ۳۲ مشترك به اشتراك گذاشته می شود و با این کار هزینه تبدیل نوری به الکتریکی را برای هر مشترك به  $1/32$  حالتی که این لیزر فقط به يك مشترك اختصاص داشت، کاهش می یابد.

فیبر نوری، به سرویس دهندگان اجازه می دهد که چندین سرویس را روی يك خط دسترسی واحد ارائه کنند و به این وسیله پهنای باند قابل دسترسی برای هر مشترك را توسعه می دهد. سرویس های موجود مرسوم که روی PON ارائه می شود عبارتند از صدا(تلفن)، ویدئو(تلویزیون) و داده(اینترنت سرعت بالا).

هنگامیکه يك سرویس دهنده بتواند هر سرویس را از يك منبع ارائه کند، آنگاه سیستم های محاسب، نگهداری شبکه و سرویس مشتری می توانند توسط يك شرکت واحد ارائه شود، اینکار بازدهی عملکرد را بالا می برد و هزینه کار با شبکه را کاهش میدهد.

فاصله ای که PON می تواند برسد حدوداً ۱۲ مایل است (مشخصاً ۲۰ کیلومتر یا ۶۵ کیلو فوت یا ۴/۱۲ مایل). توانایی تجهیزات PON در ارائه پهنای باند، تا فاصله ۱۲ مایلی از اداره مرکزی ثابت است و افت کارایی ندارد. این کار طراحی و تدارك پهنای باند کاربر را ساده ساخته و سطح سرویس های مشتری را که می توانند به مشترکین شما ارائه شود، بهبود می بخشد.

### ◀ ارائه سه گانه سرویسها چیست؟

منظور از ارائه سه گانه، توانایی يك سرویس دهنده در جهت ارائه سرویس های داده و ویدئو و صدا روی يك خط دسترسی واحد است. به این وسیله سرویس دهنده يك صورتحساب برای مشتری ارسال می کند و مشتری هر ماه فقط يك صورتحساب را می پردازد و بدینوسیله در وقت مشتری و سرویس دهنده صرفه جویی می شود. اگر يك سرویس دهنده بتواند هر سه سرویس را ارائه دهد به جای آنکه فقط یکی از آنها را ارائه کند، در آنصورت عایدی بیشتری از عملیتهای شبکه خواهد داشت.

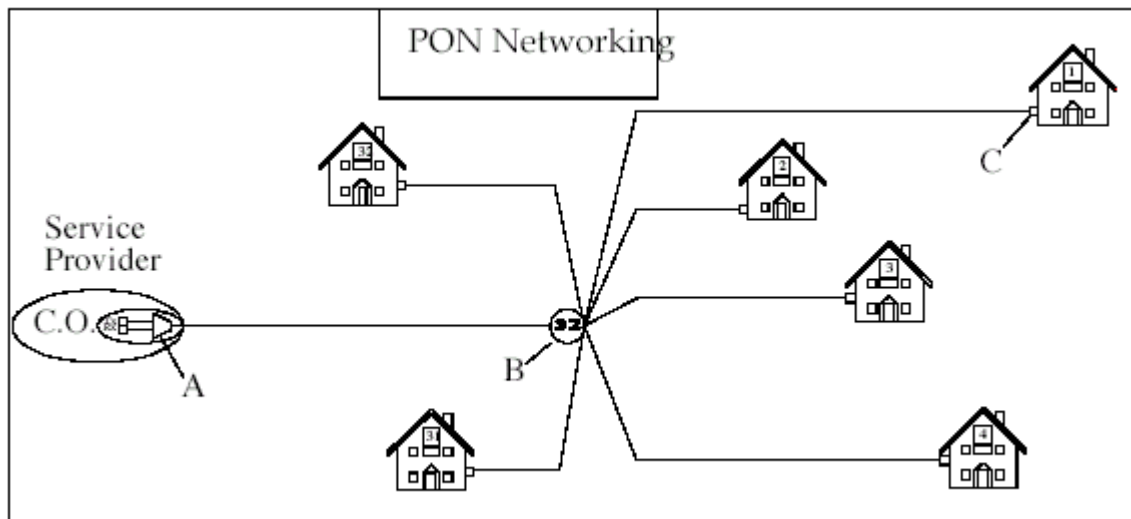
## يك شبیه چیست؟ PON

از نقطه نظر عملکردی، PON شبیه شبکه توزیع تسهیلات الکتریکی است ولی منطقاً شبیه به يك ستاره است که دفتر مرکزی سرویس دهنده در مرکز ستاره قرار دارد و فیبرها از آن به طرف مشترکین موجود، خارج می شوند.

هنگامیکه فیبر به مشترك انتهایی نزدیک می شود، فیبر شکسته شده و میان نقاط انتهایی زیادی تقسیم می شود. تقسیم فیبر توسط يك مقسم نوری منفعل انجام می شود و يك فیبر از نقطه مقسم به هر مشترك فرستاده می شود. جریان سیگنالهای برگشتی از مشترك به C.O (دفتر مرکزی) با استفاده از مقسم بصورت برعکس روی همان فیبر انجام می شود.

### شکل (۲)

#### دیاگرام شبکه PON



سیگنالهای رسیده از هر مشترك به ترتیب توسط گیرنده C.O روش TDMA (Time Domain Multiple Access) (دسترسی چندگانه حوزه زمانی) پردازش می شوند. PON بصورت گرافیکی زیر نمایش داده شده است و توضیح برخی از اجزا در جدول (۱) آمده است:

### جدول (۱)

#### شرح اجزا شبکه

توضیح عملکرد	محل	جز شبکه	دیاگرام
الکترونیک شبکه: جریان اطلاعات همه مشترکین را کنترل می کند. رد ترتیب پخش برگشتی از هر مشترك را نگه می دارد.	در دفتر مرکزی	ترمینال خط نوری Optical Line Terminal(OLT)	A
سیگنال نوری را از فرستنده مشترك به چندین مشترك توزیع می کند، سیگنالهای ارسالی از تمامی مشتركین را ادغام کرده و روی گیرنده OLT مشترك ادغام می کند. مقسم PON نور را در دو جهت عبور می دهد. مقادیر یکسانی از نور در دو جهت تقسیم و ادغام از دست میرود.	در شبکه توزیع	متمم PON	B
الکترونیک شبکه: نقطه دسترسی مشترك به شبکه واسطهایی که معمولاً در ONT وجود دارند عبارتند از: دو پورت تلفن یا بیشتر، پورت Ethernet و اتصالات کابل هم محور CATV. با فراهم شدن پورتهای تلفنی که به تلفن های استاندارد وصل می شوند، دیگر لازم نیست که مشترك تلفنهای جدیدی تهیه کند، بلکه می تواند از سیم پیچ کشی موجود تلفن در ساختمانش استفاده کند.	در محل مشترك	ترمینال شبکه نوری Optical Network Terminal(ONT)	C

## چرا طرح‌های شبکه برای PON مشترك است؟

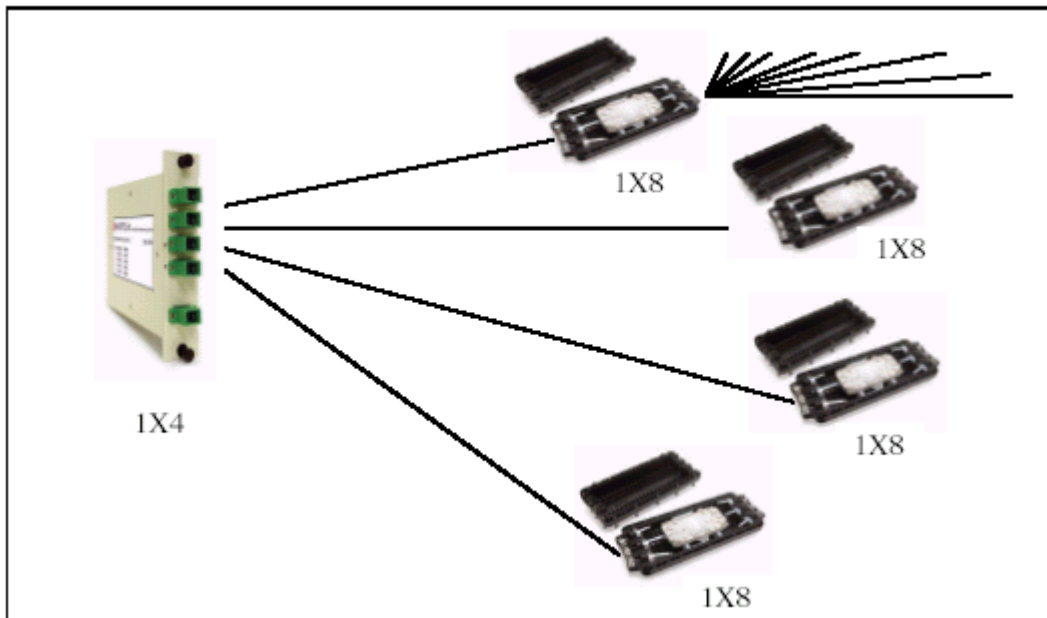
يك طرح شبکه معمول همان شبکه PON ستاره ای است. همانطور که قبلاً ذکر شد در این شبکه C.O در مركز قرار دارد و شاخه های فیبر به سمت هر مشترك خارج می شوند. جهت استفاده اشتراکی مشتركين يك فیبر مقسم بكار می رود.

برای يك PON ۳۲ تایی، یا باید از يك مقسم  $1 \times 32$  استفاده کرد یا آنکه اول از يك مقسم  $1 \times 4$  و در ادامه از مقسم های  $1 \times 8$  ای که در هر ۴ شاخه خروجی آن قرار داده شده است.

در يك پیاده سازی از تقسیم PON، "1\*8 s-in-the-field-pon"، يك مقسم  $1 \times 4$  در دفتر مرکزی قرار دارد تا قابلیت ساماندهی مجدد و تست حفظ شود و مقسم های  $1 \times 8$  در میدان قرار داده شود.

شكل (۳) را جهت توضیح گرافیکی بیشتر ملاحظه نمایید. بسته به تراکم مشتركين، يك PON توزیعی، در هزینه صرفه جویی می کند، چرا که اجازه می دهد که تعداد زیادی از مشتركين از يك کابل استفاده کنند. همچنین بسته به چگالی مشتركين، ممکن است استفاده از يك PON،  $1 \times 2$  با دو  $1 \times 16$  بصرفه باشد یا آنکه  $1 \times 8$  با هشت  $1 \times 4$ . در تمامی این حالات نرخ تقسیم حاصل  $1 \times 32$  خواهد شد.

شكل (۳)



## ◀ اگر يك شبکه PON داشته باشیم آیا می توانم فیبر یدکی را ترمیم کنم؟

در اکثریت موارد، جواب مثبت است. این خبر خوبی است، چرا که فیبری که هم اکنون در شبکه دسترسی وجود دارد خیلی زیاد مورد استفاده است. از آنجاییکه يك PON اساساً سیگنالها را به چندین کاربر می شکند، شبکه دو سوپه و تك فیبر است. لذا نیازی به استفاده از اتصال نقطه به نقطه دو فیبر نیست.

يك شبکه PON می تواند چندین کاربر را روی يك فیبر به اشتراك بگذارد و این قضیه باعث کاهش هزینه فیبر در نزدیکی C.O می شود (جاییکه تراکم فیبرها طبیعتاً بالا است). اتصالات دو فیبره نقطه به نقطه می تواند به يك شبکه PON تبدیل شود و اگر ۳۲ مشترك روی همان فیبر مشترك شوند، بالقوه ۶۳ فیبر روی همان دسته فیبر اضافی می آید.

در شبکه هایی که تعداد کمتری فیبر برای شروع دارند، ترمیم نوعاً ۱۵ فیبر یدکی دارد و ۸ مشترك روی يك دسته فیبر سهمیم هستند. حتی در چنین حالتی تعداد فیبرهای یدکی قابل توجه است. اگر لازم باشد يك PON جدید می تواند با استفاده از يك رشته از آخرین زوج فیبر یدکی شکل بگیرد، بدون آنکه تجهیزات سرویس های مرسوم که روی زوج فیبرهای موجود در حال اجرا هستند، تاثیری داشته باشد. از آنجاییکه سیستم PON می تواند داده، ویدئو و صدا را ارائه دهد، تجهیزات موجودی که تنها یکی از این سرویسها را ارائه می کنند، می توانند از دور خارج شده و در هزینه های سرویس دهنده صرفه جویی حاصل شود.

## ◀ چگونه يك شبکه PON برپا می شود؟

شبکه های PON می تواند با استفاده از ساختار فیبر هوایی یا زیرزمینی یا تلفیقی از هر دو شکل بگیرد. مقسم های نوری که در میدان قرار دارند جهت حفاظت درون بسته های پیوندی نصب می شوند و مقسم های دفتر مرکزی درون ماجولهای رك مانند که به ۱۹ تا ۲۳ رك شبکه ای مستقیماً وصل می شود خریداری می شوند، یا آنکه درون قفسه های رك مانند تا به سازماندهی مقسم ها كمك کند. مقسم های میدانی، به دسته فیبرها و کابل های توزیعی جوش می خورند. پیوند جوشی فیبرها را هماهنگ کرده و آنها را توسط قوس الکتریکی که شیشه هر فیبر را نوب می کند، بهم جوش می دهد. کابل های فیبر که در دفتر مرکزی وجود دارند به تابلوی قطعه (Patch Panel) ختم می شوند تا لوله ای که هر نقطه انتهایی را به دیگری وصل می کند، شکل بگیرد. اتصال پورت شبکه دفتر مرکزی (یا پورت خروجی مقسم) به Patch Panel مناسب، اتصال دسترسی به هر مشترکی را در اختیار می گذارد.



## ◀ جنگلی برای درختان GPON- EPON- APON تفاوت در چیست؟

در حال حاضر سه نوع PON موجود است:

Atn-PON(APON),Ethernet-PON(EPON),Gigabit-PON(GPON)

APON وسیله ای است که برای اتصال چندین مشترک به يك گیرنده در دفتر مرکزی، بصورت دسترسی چندگانه حوزه زمانی (TDMA) بکار می رود. بصورت خلاصه هر فرستنده مشترك در برگشت با گیرنده C.O صحبت می کند و زمانبندی این کار توسط کارت خط OLT در C.O انجام می شود.

Gigabit-PON , ATM-PON پروتکل‌های سوئیچینگ ATM را جهت پرداختن بی وقفه به اطلاعات بکار می برند.

سوئیچینگ ATM روشی است که شرکت تلفن سیگنال‌های تلفن دیجیتال طی زمان حمل می کند. يك سرویس سوئیچینگ ATM برای مکالمه افراد، گفتگو را هر میلی ثانیه طی بازه های زمانی منظم انتقال می دهد، طوریکه گوش متوجه قطع و وصل صدا نمی شود. فرکانس نمونه برداری بگونه ای است که صدای شما در طرف دیگر بدون وقفه شنیده می شود، گویا شما رودررو در حال صحبت با فرد مخاطب هستید. از سوی دیگر همین قضیه تضمین کیفیت صوت، دلیلی است برای بهینه نبودن شبکه ATM جهت پرداختن به ترافیک داده.

برای پردازش محاوره تلفنی در هر میلی ثانیه، يك انتقال ATM باید همه اطلاعات را در قالب بلوکهای ۱ میلی ثانیه ای جادهد. جهت پردازش داده های آمده از چندین منبع، بلاک اختصاص یافته به هر منبع، تنها کسر کوچکی از ۱ میلی ثانیه است.

اگر بسته داده به شبکه ATM فرستاده شود، اغلب بسته بزرگتر از ۱ میلی ثانیه میشود. برای پردازش بسته بزرگ، انتقال ATM باید آنرا به قطعات کوچکتر شکسته و بانیهای سربار (بایتهای غیر اطلاعاتی و کنترلی) را به هر قطعه اضافه کند.

اگر اجازه دهیم داده در فرم طبیعی خود (Ethernet , IP) ارسال شود، آنگاه بایتهای سربار لازم نیست و داده بصورت کارا تر انتقال می یابد. فرکانس محاورات شبکه ATM روی Q.S (کیفیت سرویس) تنظیم شده است و این بهترین حالتی است که تضمین می کند هر مشترك متصل به شبکه يك بلاک حداقل مشخص برای انتقال اطلاعات خود دریافت کند. به همین دلیل ATM بهترین انتخاب برای محاورات صوتی است چرا که حداقل بلاک اختصاص یافته به هر ترمینال مشترك برای پرداختن به ترافیک تلفن رسیده از هر مشترك روی PON، کافی است.

GPON شبیه به APON عمل می کند ولی نرخ خطوط بالاتری (2.5 – 1.25 Gbps) دارد.

EPON جهت انتقال بهینه بسته های اطلاعات داده ای، طراحی شده است. EPON همان روشهای الحاق داده های برگشتی روی همان فیبر و TDMA (دسترسی چندگانه حوزه زمان) را بکار می برد. پروتکل EPON انتقال Ethernet (استاندارد شبکه داده) را استفاده می کند. بنابراین EPON بهتر می تواند به ترافیکی که بیشتر مربوط به داده باشد تا صوت، پردازد.

EPON جهت حمل محاورات تلفنی از VOIP (صدا روی IP) شبیه به اطلاعات داده ای استفاده می کند. VOIP صدای فرد را دیجیتالی می کند و صدا شبیه به حالتی که در يك دفتر تلفن مشغول صحبت باشید، با ازدحام به گوش می رسد.

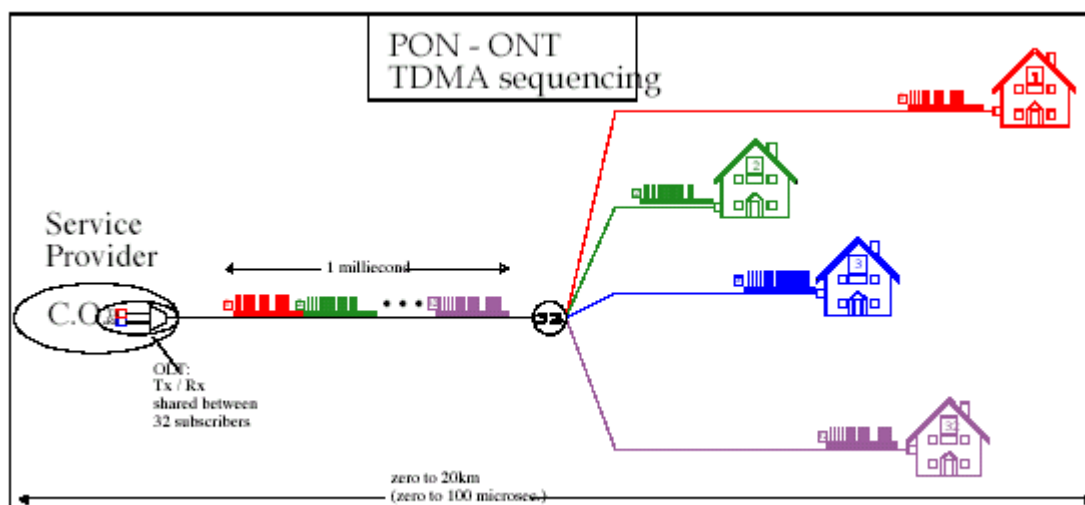
بحث اصلی بیان APON, EPON روی قوت استاندارد هر کدام است و سرویس دهنده بسته به اینکه کیفیت صوت یا کارایی داده برایش مهمتر است، از یکی از آنها استفاده می کند.

### چگونه TDMA روی يك PON کار می کند؟

TDMA پروسه ای است که يك PON توسط آن به فرستنده های چندگانه اجازه می دهد تا به يك گیرنده روی فیبر PON مشترك دسترسی پیدا کنند. پروسه در شکل (۴) بصورت گرافیکی به تصویر کشیده شده است.

شکل (۴)

### شرح TDMA برای زمانبندی دسترسی شبکه جریان PON



OLT (دفتر مرکزی) کل زمان تاخیر رفت و برگشت ارسال يك سیگنال از دفتر مرکزی به مشترك و برگشت آنرا اندازه می گیرد. زمان رفت و برگشت بسته به فاصله از ۰ تا ۲۰۰ میکرو ثانیه طول می کشد. OLT به هر مشترك يك بازه زمانی جهت ارسال داده هایش در برگشت اختصاص می دهد. بازه زمانی داده هر مشترك در زمان متفاوتی به نقطه الحاق می رسد، طوریکه کل بازه های زمانی وقتی به نقطه الحاق شان رسیدند پشت سر هم ردیف می شوند.

با این کار گیرنده OLT می تواند هر جریان برگشتی را دریافت کند بدون آنکه هیچ برخوردی میان اطلاعات رسیده در بازه های زمانی داده شده، پیش بیاید. تاخیر زمانی اگر هم تغییر کند، تجهیزانش اندک است. هر شیفت زمانی نتیجه انبساط گرمایی شیشه فیبر است، ولی از آنجاییکه انبساط خیلی پایین انجام می شود و ثابت زمانی تغییر خیلی کند است، لذا OLT قادر است رد این شیفتها را نگهدارد.

به هر مشترك حداقل دو بازه زمانی برای انتقال جریان داده اش داده می شود. بازه های زمانی شاید Consecutive باشند یا نباشند و این حداقل پهنای باند برای پرداختن به خط تلفن و دستورات عملیاتی PON کافی است.

### شبکه های نوری پسیو (اشترک فیبر)

#### ◀ نکات مهم:

PON می خواهد گلوگاه را با نزدیکتر ساختن فیبر به ساختمان/ جدول/ خانه حل کند. این معماری نقطه به چند نقطه، چندین مشترك را روی يك شبکه فیبر اشتراکی با استفاده از اجزایی میان دفتر مرکزی و کاربران متصل می کند.

ما يك آرایش PON نوعی را تحت چهار سناریو مدل کرده ایم: طرح هوایی، طرح زمینی، کانال موجود و کانال جدید. نتایج بازپرداخت ضروری ۲۴-۱۸ ماهه دلالت دارد.

دو گروه پیاده سازان موجودند:

APON (PON مبتنی بر ATM) و EPON (PON مبتنی بر Ethernet).

پیاده سازان EPON ادعا می کنند که ATM در حلقه محلی مرده است در حالیکه کمپانی های APON می گویند ATM از کیفیت سرویس و سطح رضایت بهتری حمایت می کند.

از نظر ما اینکه چه کسی برنده و چه کسی بازنده است به قالبهای زمانی و کاربردها بستگی دارد. در حالیکه DLECS, ELECS, CATV احتمالاً رای می دهند، ممکن است ILECS سیستم های ATM را در وهله اول مستقر سازند.

ما پتانسیل بالقوه خوبی برای PON در بازار SME می بینیم. در مرحله اول استقرار، PON مرکز تلفن محلی را تا نزدیکی می رساند، در حالیکه کابل کواکسیال یا سیستم های بی سیم، اتصالات مایلهای آخر را فراهم می سازد. ما سه بازار هدف اولیه می بینیم:

- ◆ تغذیه سیستم های DSLAM, DLC های کوچک که در کابین های خیابانی نصب شده اند.
  - ◆ توانا کردن شرکتهای CATV جهت نفوذ عمیق تر در شبکه با فیبر و کم کردن تعداد کاربران هر گروه از ۵۰۰-۲۵۰ به ۲۵-۵۰ کاربر.
  - ◆ وصل کردن داخلی ایستگاههای پایه دسترسی بی سیم پیچ و مرکز داده یا دفتر مرکزی.
- سرمایه گذاران تقریباً هیچ راهی جهت رسیدن به رشد پیش بینی شده در PON ندارند. پیاده سازان PON تخصصی، نظیر Alloptic, Quantum Bridge, Terawave خصوصی نگه داشته شده اند، در حالیکه شرکتهای تابعه عوامل نصب شده نظیر (Lucent)Ignitus, (NEC) Eluminant, (Mitsubishi)Paceon محسوب می شوند.
- بازیگران مرسوم بزرگ نظیر Alcatel, Fujitsu, Lucent, Marconi, Nortel یا يك خط کامل از راه حل های شبکه دسترسی شامل PON را ارائه کرده اند یا در حال مستقر کردن آن هستند، هر چند هنوز نمی توان گفت که توانسته اند بعنوان نمایندگان این بخش به سرویس دهی بپردازند.

## ◀ يك PON شامل چیست؟

يك PON شامل تجهیزاتی است که در مرکز تلفن محل سرویس دهنده (OLT یا ترمینال خط نوری) مستقر می شود و به تعدادی ترمینال واحد شبکه نوری (ONU یا ONT) که در ساختمانها یا خانه ها مستقر می شوند، متصل می شوند.

يك سیگنال نوری باند بالا روی يك خط دسترسی فیبر نوری تنها فرستاده می شود و سپس با استفاده از يك مقسم نوری (POS) به چند ONU بصورت نوری تقسیم می شود. هر ONU يك کانال نوری مستقل را دریافت و ارسال می کند و پهنای باند 1Mb از صدا و داده و تصویر را بصورت پویا برای کاربر انتهایی فراهم می کند.

در نقاط انتهایی شبکه (ONU , OLT) جریان رونده و برگشتی اطلاعات روی يك فیبر نوری مخلوط می شوند و برای اینکه از طول موجهای متفاوت برای هر جهت استفاده می شود و بصورت همزمان انتقال می یابند.

#### ◀ نبرد استانداردها:

در سال ۱۹۹۵، چندین شرکت بزرگ مخابرات دنیا (NTT, BT, France Telecom,...) و سازندگان تجهیزانشان بحث روی راه حل سرویس کامل صوت و داده و تصویر را شروع کردند. در آن هنگام دو انتخاب مرسوم برای پروتکل و طرح فیزیکی ATM, PON بودند:

ATM بدلیل آنکه تصور می شد برای چندین پروتکل مناسب باشد، PON بدلیل آنکه اقتصادی ترین راه حل نوری پهنای باند است. قالب ATM, PON توسط کمیته FSAN(Full Service Access Network) پیشنهاد شد و در قالب استاندارد ITUT-T REC.G.983 مورد پذیرش قرار گرفت.

با وجود آنکه FSAN بصورت يك استاندارد توسط مشتریان مورد پذیرش است، اما در واقع فقط خطوط کلی را مشخص کرده است و هنوز عملکرد تجهیزات را تعریف نکرده است. آن مثل SONET یا Ethernet نیست، طوری که دو کارت از سازندگان مختلف بتوانند با هم ارتباط برقرار کنند.

#### ◀ EPON : رنسانس Ethernet

دیدگاه شرکتهای نظیر Alloptic, Appian, Atrica و سایرین این است که شبکه های آینده IP یا مبتنی بر Ethernet خواهند بود و بنابراین IP روی PON های مبتنی بر Ethernet را طراحی کرده اند.

مباحثاتی در یا علیه راه حل های مبتنی بر ATM یا IP در جریان است. بازیگران ATM مدعی هستند که تنها راه حل های مبتنی بر Q.S ATM را فراهم کرده است. رضایت مندی سطوح سرویس را ارائه می کنند. در حالیکه بازیگران IP ممکن است بگویند ATM بوضوح در فضای دسترسی مرده است و محاسن تجهیزات مبتنی بر Ethernet/IP را بر می شمردند.

اینکه چه کسی برنده و چه کسی بازنده است به قالب زمانی و برنامه های کاربری بستگی دارد. در حالیکه PON های کابل آنتن TV اغلب به تجهیزات نیازمند است (DOCSIS مبتنی بر IP است)، آرایشهای مراکز تلفن مرسوم دنیا به احتمال زیاد از نوع APON خواهند بود، البته با انتقال اندکی به سوی تجهیزات مبتنی بر EPON در حوزه های داده.

## ۱. PON ها: نزدیکتر شدن فیبرها به خانه ها

PON ها روشی ارزان جهت آرایش خطوط دسترسی میان دفتر مرکزی و کاربر است. محصولات دسترسی به SONET (شبکه نوری همزمان) که هم اکنون موجود است، خیلی گران و پیچیده برای همه به جز شرکتهای بزرگ است.

در نتیجه ما شاهد تحول شبکه های لبه نوری هستیم که مقیاس پذیری لایه نوری را با پردازش لایه های ۲ و ۳ ملحق کرده است. این بدان معنی است که بازار لبه نوری به تنهایی يك لایه بندی مجدد انقلابی را آغاز کرده است، که در آن IP لایه سرویس غالب محسوب می شود. در این سناریو، لازم است راه حل ارزانی جهت فضای دسترسی معرفی شود.

هیاهوها در مورد PON ها اساساً مربوط به کاهش هزینه است. بدینوسیله پهنای باند بی سابقه ای در اختیار قرار می گیرد. برخی شرکتهای سرویسهای ۶۴ کاربره و 1.25Mb را با قیمت ۴۰۰۰ تا ۵۰۰۰ دلار برای هر کاربر ارائه می دهند.

## ۲. پسیو یعنی ارزان تر

قبلاً ما شاهد افزایش شگرف پهنای باند از طریق WDM و سایر تکنولوژیهای نوری بوده ایم. همین اواخر تکنولوژی WDM به شبکه مترو وارد شده و ظرفیت آنرا تقویت نموده است.

هنوز در فضای دسترسی، این نوع موفقیت را شاهد نبوده ایم: تکنولوژی ISDN به آرامی گلوگاه سیم مسی را بهبود بخشیده است، با مودمهای کابل و DSL که سرعت کاربران خانگی را بهبود بخشیده است، و با T1/E1 یا چندین T1/E1 که اتصالاتی با چند برابر سرعت 1.5Mb فراهم آورده است. با اینحال این تکنولوژیها برای کوتاه مدت طراحی شده اند و هنوز میان ظرفیت شبکه های مترو و نیازهای کاربران نهایی فاصله است.

راه حل نهایی گسترش فیبر به نزدیکی هر چه بیشتر کاربر است، اما تکنولوژی موجود هنوز قادر به ارائه راه حل باصرفه جهت اینکار نیست.

معماریهای دسترسی فیبر مبتنی بر IP-Router یا ATM-Switch، داده را به مشترکین روی فیبر اختصاصی حمل می کند. این راه حل مشترکین تجاری کوچک یا متوسط برحسب ظرفیت و پیچیدگی اطلاعات ممکن است يك طرح معقول تر، اشتراك ظرفیت عظیم فیبر میان گروهی از مشترکین است.

♦ بدینوسیله سرویس دهنده هزینه تجهیزات و تسهیلات را میان تعداد زیادی از مشترکین سرشکن می کند.

♦ پهنای باند بصورت پویا اختصاص یافته و لذا با انعطاف و کارایی بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد.

◆ اگر ترافیک بصورت ناگهانی افزایش یابد، اختصاص پویای پهنای باند متمرثر خواهد بود و سرویس دهنده می تواند ظرفیت یا پهنای باند ارائه شده را مطابق SLA (رضایت مندی از سطح سرویس) قراردادی هر مشترک تعریف کند.

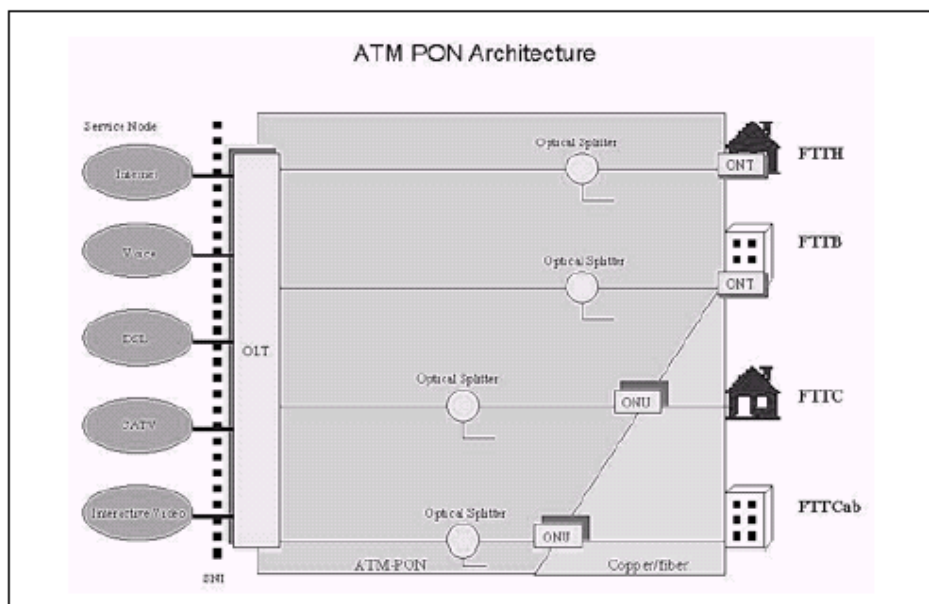
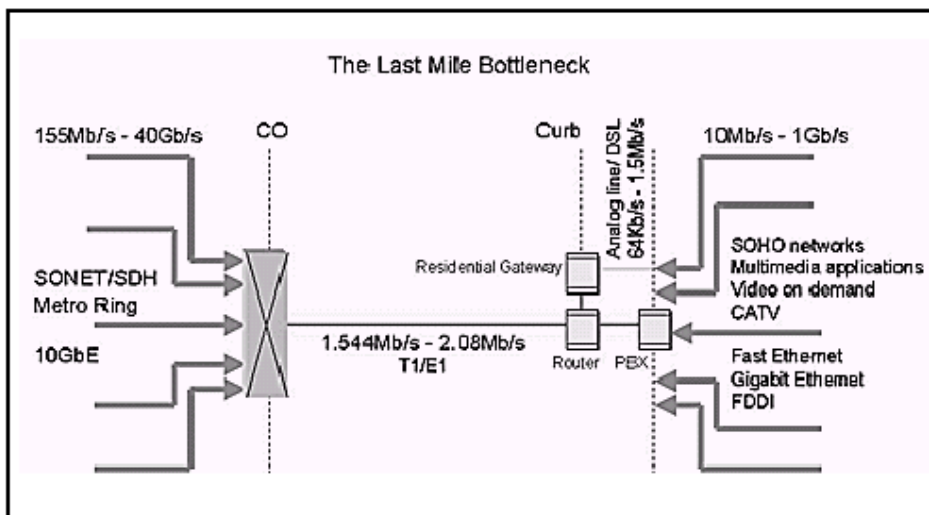
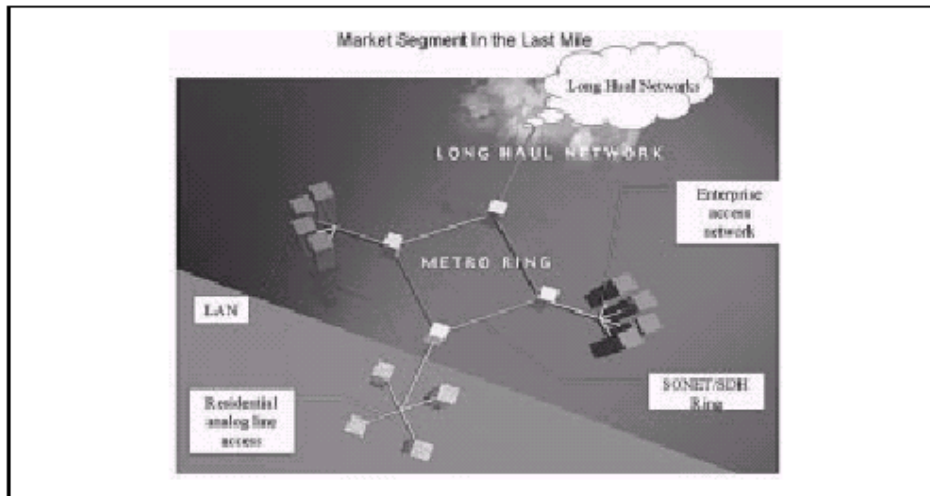
#### ◀ راه حل:

PON ها هستند. این شبکه ها جهت اتصالات فیبر نوری به خانه، جدول، ساختمان (FTT6, FTTC, FTTH) یا بصورت کلی FTTX ارزان قیمت هستند.

یک PON یک شبکه نقطه به چند نقطه است که اجازه می دهد سرویس دهندگان یک فیبر نوری را میان چندین ساختمان یا خانه به اشتراک بگذارند. هیچ جز خانگی مابین تجهیزات در دفتر مرکزی سرویس دهنده و مشتری وجود ندارد. با اینکار نیاز به قطعات اکتیو از بین رفته و هزینه های مصرف توان، تقدم فضا و نگهداری بعدی تجهیزات الکترونیک حذف می شود.

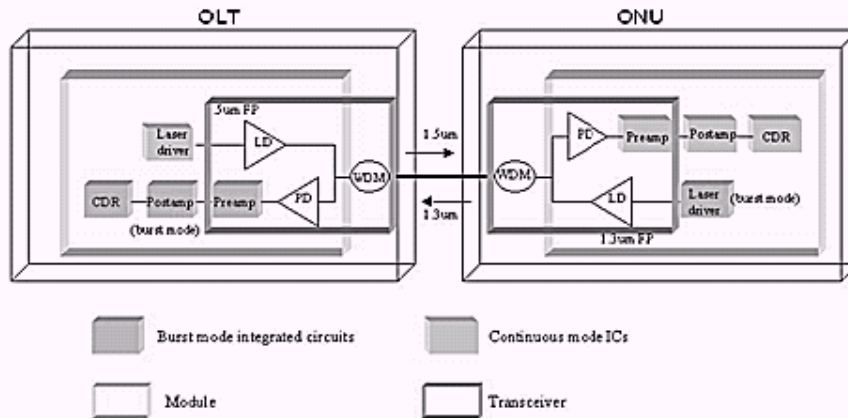
در نتیجه PON ها کسری از هزینه فیبر نقطه به نقطه جدید یا بازسازی مجدد حلقه های SONET موجود را در بردارد.

# Presentation Materials

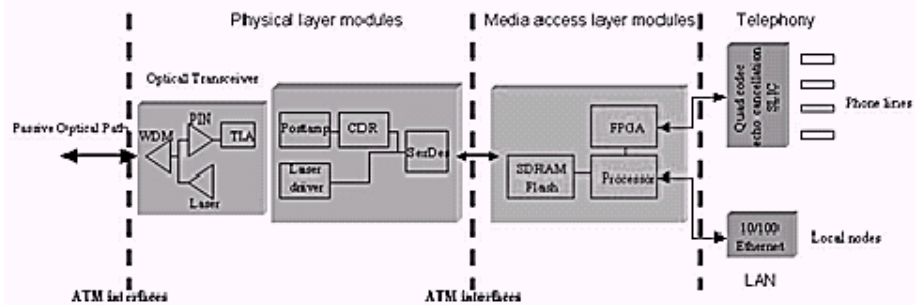




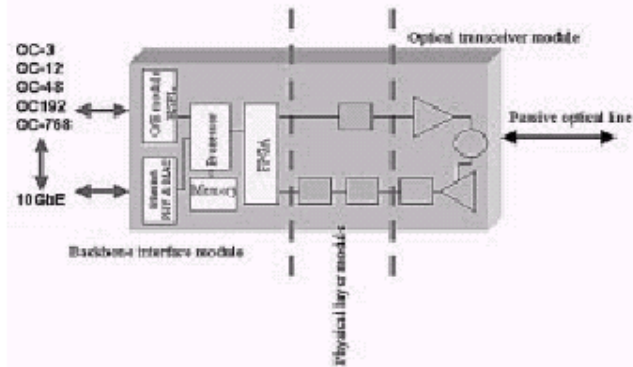
### ATM - PON Physical Layer Components



### Extended Optical Network Unit

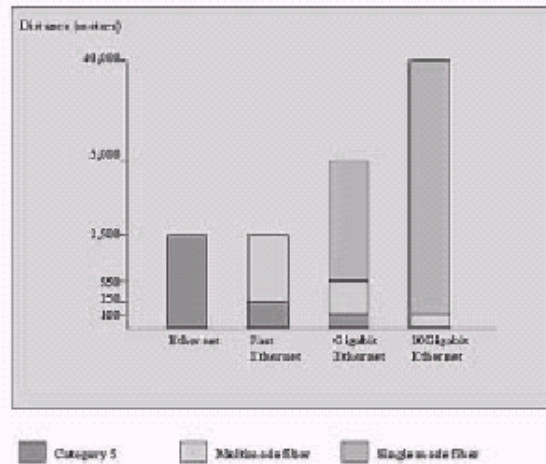


### PON OLT Interface For 10 Gigsbit Ethernet



10 Gigsbit Ethernet offers 9.953280 Gbps data rate to directly work with SONET/SDH.

### Transmission Distance and Media For Ethernet



### Burst Mode Laser Driver



Single 3.3V operation  
 133Mb/s operation  
 Laser diode current up to 70mA  
 0.8ns Rise/Fall time (optical)  
 Built-in Pulse Shaper (Turn-on delay compensation)  
 48 pin TQFP plastic package

#### Important Features:

1. LUBLD155 consumes about 50% of power comparing to continuous mode laser driver.
2. This APC circuit operates on a burst-by-burst basis and does not consume high power.
3. When  $I_{REF}$  is reduced to  $I_{REF}/2$  or  $I_{REF}/3$ , which is programmable, the counter is disabled and end of life status is enabled.

### Burst Mode Clock and Data Recovery



48 pin TQFP

Recovers data on the first bit.

CLKIN pin requires connection to an external oscillator to,  
 1) reset pulse for jitter free data,  
 2) even if DATAIN stream goes dead, CDR is alive for error recovery on the fly.

Single +3.3V operation  
 100Mb/s - 180Mb/s Operation

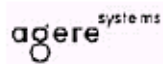
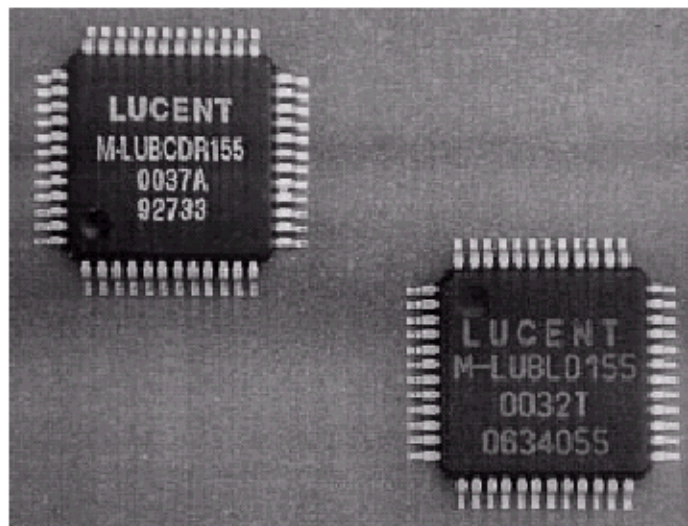
### Burst Mode Optical Receiver



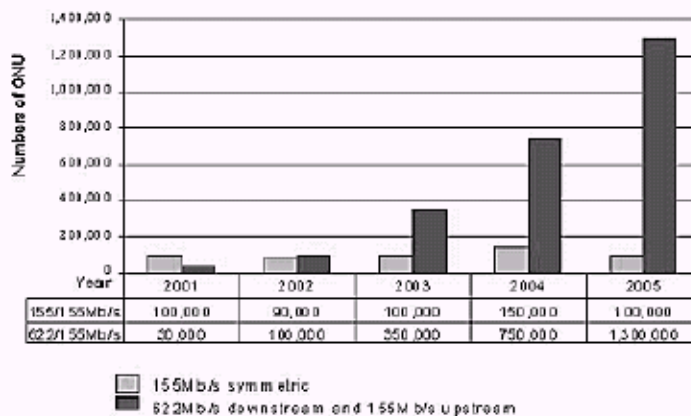
8 pin TSSOP  
 155Mb/s operation  
 Single +5.0V operation  
 150mW Power Dissipation



32 pin TQFP  
 155Mb/s operation  
 Single +5.0V operation  
 150mW Power Dissipation



### PON Data Rate Evolution



### PON Burst Mode IC Schedule

<b>Laser Driver</b>	155Mb/s	622/155Mb/s	1.25Gb/s	1.25Gb/s
<b>CDR</b>	622/155Mb/s	622/155Mb/s	1.25/2.5Gb/s	10Gb/s
<b>Preamp</b>	622/155Mb/s	622/155Mb/s	1.25/2.5Gb/s	10Gb/s
<b>Postamp</b>	622/155Mb/s	622/155Mb/s	1.25/2.5Gb/s	10Gb/s
	Q2, 2001	Q4, 2001	Q3, 2002	Q4, 2002

All years being used are calendar years

### Product Offering Roadmap

	1 <sup>st</sup> Half 2001	2 <sup>nd</sup> half 2001	1 <sup>st</sup> half 2002	2 <sup>nd</sup> half 2002
155Mb/s	PLIC	TM, MALIC	TM	
622Mb/s		PLIC, MALIC	TM	TM
1.25Gb/s		PLIC	MALIC, TM	TM
2.5Gb/s		PLIC	MALIC, TM	TM
10Gb/s			HSPLIC	TM

PLIC            Physical layer ICs  
 HSPLIC       High speed physical layer ICs  
 MALIC        Media access layer ICs  
 TM             Transceiver modules