سیستم‌های دسترسی نوری

مقدمه

به تجربه ثابت شده است که FTTH ستاره درخشان خانواده NGA (نسل بعدی دسترسی) است و پلتفرم بسیار خوبی برای دسترسی به فن آوری سرعت بالا را در اختیار قرار می دهد. نه تنها شبکه های دسترسی ثابت از راه حل های FTTH بهره می‌برند، بلکه شبکه های بیسیم پیشرفته نیز از آن استفاده می کنند به خصوص در مواجه با افزایش ظرفیت بکهال. در مقابل راه حل های مبتنی بر مس، پروژه FTTH با چالش های گوناگونی مواجه است که شامل همه چیز می شود از برنامه استراتژیک گرفته تا عملیات نهایی. شورای اروپایی FTTH تعدادی از مسائل را با تمرکز بر جنبه های مختلف منتشر می کند. کتاب راهنما FTTH اصول اولیه آن را مثل معماری، تکنولوژی و توپولوژی معرفی می کند، که دیدگاه عمیقی به مسائل فنی مختلف ارائه می کند و همچنین راه حل های فنی قابل تحسین تری را با تمرکز بر برنامه ریزی، آماده سازی و اجرا در اختیار قرار می دهد.

این تغییرات نتیجه تجربه حرفه ای وسیع است و ساختار واضح تر، تعاریف دقیق تر، روش های به روز شده و راه حل های فنی پیشرفته را فراهم کرده است. علاوه بر آن این نسخه شامل یک فصل اضافه تر نیز هست که یکی را مهمترین مسائل نشان می دهد: استاندارسازی. همچنین این کتاب راهنما دیدگاه کلی از استانداردهای FTTH در حوزه های مختلف ارائه می‌کند و برای اولین بار جریان کار از فیبر در خانه تا پشتیبانی را شرح می دهد، تنگناهای آماده سازی FTTH در مسیر مشتری نهایی را حل می کند.

این کتاب راهنما تنها یک مرجع است. این کتاب راهنما خاص تمام افراد حرفه ای در زمینه FTTH است.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول: تعریف شبکه FTTH ۱۵

۱-۱ محیط شبکه FTTH ۱۵
۱-۲ معماری شبکه های FTTx ۱۸
۱-۳ FTTH توپولوژی و فناوری ۱۹
۱-۴ لایه های شبکه ۲۱
۱-۵ شبکه های دسترسی باز ۲۲

فصل دوم: برنامه‌ریزی و موجودی شبکه ۲۵

۲-۱ برنامه ریزی شبکه ۲۵
۲-۲ خوراک برنامه ریزی شبکه: داده ۲۶
۲-۲-۱ داده های جغرافیایی مرجع ۲۷
۲-۲-۲ قوانین طراحی و مشخصات مواد ۳۰
۲-۲-۳ هزینه واحد ۳۱
۲-۳ موتور برنامه ریزی شبکه: ابزار ۳۲
۲-۴ برنامه ریزی شبکه استراتژیک ۳۳
۲-۴-۱ شبکه FTTH کجا مستقر خواهد شد؟ ۳۳
۲-۴-۲ کدام ترتیب زیر منطقه شبکه استقرار خواهد یافت؟ ۳۵
۲-۴-۳ چه روشها، مولفه ها و فن آوریهایی برای ساخت شبکه استفاده می شود؟ ۳۵
۲-۵ برنامه ریزی شبکه سطح بالا ۳۶
۲-۵-۱ POP ها کجا واقع خواهند شد؟ ۳۶
۲-۵-۲ نقاط تمرکز فیبر کجا نصب خواهد شد؟ ۳۷

۲-۵-۳ کدام مسیرهای کابل کدام منطقه توزیع و سیم تغذیه را ارائه می‌کند؟ ۳۷
۲-۵-۴ فهرست مواد مورد انتظار شامل چه چیزهایی است؟ ۳۸
۲-۶ برنامه ریزی دقیق شبکه ۳۸
۲-۶-۱ داده های پر جزئیات ۳۹
۲-۶-۲ برآورد کردن ۴۰
۲-۶-۳ تولید کردن طرح ساخت ۴۱
۲-۶-۴ مدیریت برنامه ۴۲
۲-۷ موجودی شبکه ۴۳
۲-۷-۱ پشتیبانی نرم افزار ۴۳
۲-۷-۲ مدیریت گردش کار ۴۴
۲-۷-۳ مستندات ساخته شده ۴۵

فصل سوم: تجهیزات فعال ۴۷

۳-۱ شبکه نوری غیر فعال ۴۸
۳-۱-۱ راه حل PON ۴۸
۳-۱-۲ تجهیزات فعال PON ۵۲
۳-۱-۳ مدیریت پهنای باند ۵۴
۳-۱-۴ مدیریت پهنای باند ۵۴
۳-۲ بهینه سازی استقرار PON ۵۵
۳-۳ اترنت نقطه به نقطه ۵۷
۳-۳-۱ راه حل نقطه به نقطه اترنت ۵۷
۳-۳-۲ تکنولوژی ارسال ۵۸
۳-۳-۳ راه حل ویدئو مبتنی بر RF ۵۹
۳-۴ تجهیزات مشترکین ۶۲
۳-۵ توسعه فن آوری آینده ۶۳
۳-۵-۱ روند پهنای باند مسکونی ۶۳
۳-۵-۲ روند کسب و کار و طول موج تلفن همراه ۶۴
۳-۵-۳ شبکه های نوری غیرفعال ۶۴
۳-۵-۴ نسل بعدی تکنولوژی PON ۶۵

۳-۵-۵ کاربرد نسل بعدی تکنولوژی FTTH ۶۹
۳-۵-۵-۱ بکهال CPRI ۶۹
۳-۵-۵-۲ همراه های کوچک ۷۰
۳-۵-۶ نتیجه گیری ۷۰

فصل چهارم: اشتراک‌گذاری زیرساخت ۷۱

۴-۱ مدل های کسب و کار ۷۱
۴-۲ اشتراک گذاری زیرساخت ۷۲

فصل پنجم: عناصر زیر ساخت شبکه ۷۳

۵-۱ نقطه دسترسی ۷۴
۵-۲ کابل تغذیه ۷۶
۵-۳ نقطه تمرکز فیبر اولیه ۷۷
۵-۴ کابل توزیع ۷۸
۵-۵ نقطه توزیع فیبر ثانویه ۷۹
۵-۶ کابل دراپ ۸۰
۵-۶-۱ کابل های نصب مستقیم ۸۰
۵-۶-۲ کابل های مستقیم در زمین قرار داده شده ۸۱
۵-۶-۳ کابل هوایی ۸۱
۵-۶-۴ کابل نما ۸۲

فصل ششم: کابل کشی در خانه – فیبر در خانه ۸۳

۶-۱ فیبر مدل اصلی کابل کشی در خانه ۸۴
۶-۲ کابل کشی پیش برنده لوله ۸۶
۶-۳ فیبر کابل کشی در خانه – ملاحظات کلی ۸۷
۶-۳-۱ ویژگی های فیبر ۸۷
۶-۳-۲ سازگاری اتصال بین انواع فیبرهای متفاوت ۸۸
۶-۳-۳ الزامات شعاع خم شدن ۸۸

۶-۳-۴ نوع کابل ۸۹
۶-۳-۵ کابل در فضای باز ۸۹
۶-۳-۶ کابل داخلی ۹۰
۶-۳-۷ کدگذاری رنگی فیبرها ۹۰
۶-۳-۸ کابل کشی میکرو کانال برای نصب با هوادهی ۹۱
۶-۳-۹ کابل حاوی مواد قابل اشعال ۹۱
۶-۴ الزامات کلی در BEP ۹۱
۶-۴-۱ فیوژن در BEP ۹۲
۶-۴-۲ جعبه اتصال در BEP ۹۲
۶-۴-۳ سینی به هم تابیدگی ۹۳
۶-۴-۴ قرار دادن BEP ۹۴
۶-۵ توزیع کننده کف زمین ۹۴
۶-۶ خروجی ارتباطات راه دور نوری (OTO) ۹۵
۶-۶-۱ نوع فیبر و ویژگی های اتصال در OTO ۹۶
۶-۶-۲ کانکتورهای نوری ۹۶
۶-۶-۳ به هم تابیدگی ۹۷
۶-۶-۴ قرارگیری در OTO ۹۸
۶-۶-۵ آزمودن کابل کشی در خانه، اتصال BEP-OTO ۹۹
۶-۷ CPE (SPE) ۹۹
۶-۸ الزامات کلی ایمنی ۱۰۰
۶-۸-۱ ایمنی لیزر ۱۰۰
۶-۹ فیبر در گردش کار اصلی ۱۰۰
۶-۹-۱ فیبر عمومی در محیط اصلی ۱۰۱
۶-۹-۲ اکتساب ۱۰۱
۶-۹-۳ فروش ۱۰۳
۶-۹-۴ آماده سازی نصب ۱۰۴
۶-۹-۵ نصب ۱۰۴
۶-۹-۶ سیتم های آی تی ۱۰۵

فصل هفتم: تکنیک های استقرار ۱۰۷

۷-۱ زیرساخت کانال..... ۱۰۷
۷-۱-۱ شبکه کانال ۱۰۸
۷-۱-۲ نوع کانال..... ۱۱۰
۷-۱-۳ انواع کابل های داخل کانال ۱۱۰
۷-۱-۳-۱ نصب کابل به کشیدن ۱۱۱
۷-۱-۳-۲ نصب کابل با دمیدن هوا..... ۱۱۲
۷-۱-۳-۳ نصب کابل با حالت شناور..... ۱۱۳
۷-۱-۴ کابل دی کورین ۱۱۳
۷-۱-۵ محفظه دسترسی و اتصال ۱۱۴
۷-۱-۶ گیره اتصال کابل ۱۱۴
۷-۲ میکرو کانال و میکرو کابل دمیده شده ۱۱۵
۷-۲-۱ راه حل میکرو کانال..... ۱۱۵
۷-۲-۲ کانکتور لوله میکرو کانال و گیره ۱۱۷
۷-۲-۳ کابل میکرو کانال و فیبر ۱۱۸
۷-۲-۴ نصب واحد فیبر میکرو کانال /دمیده شده ۱۲۱
۷-۲-۵ دسترسی و محفظه اتصال دهنده ۱۲۱
۷-۲-۶ گیره اتصال میکرو کابل..... ۱۲۱
۷-۳ کابل مستقیم در خاک گذاشته شده..... ۱۲۲
۷-۳-۱ گزینه های نصب ۱۲۲
۷-۳-۲ انواع کابل مستقیم در خاک گذاشته شده..... ۱۲۲
۷-۳-۳ محافظ رعد و برق ۱۲۳
۷-۳-۴ حفاظت از جوندگان..... ۱۲۳
۷-۳-۵ حفاظت از موریانه..... ۱۲۳
۷-۳-۶ محفظه های دسترسی و اتصال ۱۲۳
۷-۳-۷ گیره اتصال کابل هایی که مستقیم در خاک قرار می گیرند..... ۱۲۴
۷-۴ کابل هوایی..... ۱۲۴
۷-۴-۱ ظرفیت بار زیرساخت دکل ۱۲۴
۷-۴-۲ انواع کابل های هوایی ۱۲۵

۷-۴-۳ سخت افزار پشتیبانی کابل دکل ۱۲۶
۷-۴-۴ کشش کابل ۱۲۷
۷-۴-۵ گیره اتصال کابل هوایی ۱۲۷
۷-۴-۶ سایر ملاحظات استقرار ۱۲۷
۷-۵ ساخت شبکه از قبل خاتمه یافته ۱۲۸
۷-۶ اتاقک خیابان ۱۲۹
۷-۷ گزینه های دیگر استقرار با استفاده از مسیر لوله آب و تلفن و غیره ۱۳۱
۷-۷-۱ کابل های فیبر نوری در سیستم های مجرای فاضلاب ۱۳۱
۷-۷-۲ کابل های فیبرنوری در لوله ها گاز ۱۳۱
۷-۷-۳ کابل نوری در لوله های آب زیر زمینی ۱۳۲
۷-۷-۴ کانال ها و آبراه ها ۱۳۳
۷-۷-۵ تونل های زیر زمین و حمل و نقل ۱۳۳

فصل هشتم: فیبر و مدیریت فیبر ۱۳۵

۸-۱-۱ اصول اولیه فیبر نوری ۱۳۵
۸-۱-۲ فیبر تک حالت ۱۳۷
۸-۱-۳ فیبرهای چند حالته شاخص تدریجی ۱۳۷
۸-۱-۴ فیبر حساس به خم شدن ۱۳۷
۸-۲ خاتمه فیبر نوری ۱۳۹
۸-۲-۱ تابلو های توزیع نوری ۱۳۹
۸-۲-۲ اتاقک های خیابانی ۱۴۱
۸-۳ کانکتوها، سیم رابط و سیم پیگتایل ۱۴۳
۸-۳-۱ انواع کانکتورهای متداول ۱۴۳
۸-۳-۲ افت بازگشت ۱۴۹
۸-۳-۳ افت جاسازی ۱۵۰
۸-۳-۴ افت بیرونی ۱۵۱
۸-۴ متصل کننده فیبر نوری ۱۵۱
۸-۴-۱ اتصال جوشی ۱۵۲
۸-۴-۲ اتصال مکانیکی ۱۵۳

۸-۵ اسپیلیترهای نوری.....۱۵۳
۸-۵-۱ دو هسته ای مخروطی جوش داده شده.....۱۵۳
۸-۵-۲ اسپیلیتر مسطح ۱۵۴
۸-۶ درجه کیفیت برای کانکتورهای فیبر نوری.....۱۵۵
۸-۷ مقادیر این به آن ۱۵۶
۸-۸ مقادیر میانگین ۱۵۶
۸-۹ مشخصات شرکت سازنده و شرایط استفاده واقعی ۱۵۸

فصل نهم: عملیات تعمیر و نگهداری.....۱۵۹

۹-۱ دستورالعمل های برنامه ریزی استقرار ۱۵۹
۹-۱-۱ کنترل سایت و برنامه ریزی عملیات نصب.....۱۵۹
۹-۱-۲ ملاحظات کلی مدیریت.....۱۶۰
۹-۱-۳ ملاحظات کلی مربوط به ایمنی.....۱۶۰
۹-۱-۴ ملاحظات کلی درباره ی ساخت و تجهیزات.....۱۶۰
۹-۱-۵ ملاحظات کلی درباره ی روش های کابل کشی.....۱۶۱
۹-۱-۵-۱ کابل کشی کانال و میکرو کانال ۱۶۱
۹-۱-۵-۲ مستقیم قرار دادن کابل در زمین ۱۶۲
۹-۱-۵-۳ کابل هوایی.....۱۶۲
۹-۲ دستورالعمل عملیات و نصب.....۱۶۳

فصل دهم: راهنمای امتحان کردن FTTH ۱۶۵

۱۰-۱ مراقبت از کانکتور ۱۶۵
۱۰-۱-۱ چرا تمیز کردن کانکتور اهمیت دارد؟.....۱۶۵
۱۰-۱-۲ آلاینده های احتمالی چه آلاینده هایی هستند؟.....۱۶۶
۱۰-۱-۳ چه جنبه هایی به بازرسی و تمیزی نیاز دارند؟.....۱۶۷
۱۰-۱-۴ چه زمانی کانتور را باید بازرسی و تمیز کرد؟.....۱۶۸
۱۰-۱-۵ کانکتور چگونه بررسی می شود؟.....۱۶۸
۱۰-۱-۶ زیرساخت های بازرسی ۱۶۹
۱۰-۱-۷ ابزار لازم برای بازرسی ۱۶۹

۱۰-۱-۷-۱ بازرسی سیم رابط ۱۷۰
۱۰-۱-۷-۲ تیغه / از طریق بازرسی کانکتور ۱۷۰
۱۰-۱-۸ تمیز کردن ابزار ۱۷۱
۱۰-۱-۸-۱ تمیزکاری خشک ۱۷۱
۱۰-۱-۸-۲ تمیز کاری خیس ۱۷۱
۱۰-۱-۸-۳ از طریق / تیغه ابزار تمیز کردن آداپتور کانکتور ۱۷۲
۱۰-۲ تست شبکه های FTTH در طول ساخت ۱۷۳
۱۰-۲-۱ روش ۱: استفاده از مجموعه تست افت نوری ۱۷۳
۱۰-۲-۲ روش ۲: استفاده از یک OTDR ۱۷۵
۱۰-۲-۲-۱ فعال سازی سرویس ۱۷۷
۱۰-۲-۲-۲ محل تستهای متعدد ۱۷۸
۱۰-۲-۲-۳ نقطه تست ۱۷۸
۱۰-۳ گزارش فعال سازی سرویس ۱۷۹

فصل یازدهم: عیب یابی شبکه FTTH ۱۸۱

۱۱-۱ مسائل سیم کشی در خانه ۱۸۲
۱۱-۱-۱ مسائل خط تلفن ۱۸۲
۱۱-۱-۲ شناسایی مسائل سیم کشی اترنت ۱۸۲
۱۱-۱-۳ مکان یابی و حل مشکلات هم محور ۱۸۳

فصل دوازدهم: بررسی استانداردسازی FTTH و اصطلاحات ۱۸۵

۱۲-۱ مقدمه ۱۸۵
۱۲-۲ فعالیت های استاندارسازی و راهنمایی های اصلی ۱۸۶
۱۲-۲-۱ IEC TC 86, SC 86A, SC 86B, SC 86C ۱۸۶
۱۲-۲-۱-۱ محدوده TC 86 ..... ۱۸۶
۱۲-۲-۱-۲ استراتژی طرح کسب و کار TC 86 ..... ۱۸۶
۱۲-۲-۲ ISO/IEC JTC 1/SC 25 ..... ۱۸۷
۱۲-۲-۳ ITU ۱۸۷

۱۲-۲-۳-۱ کتاب راهنما ITU-T در فیبر، کابل ها و سیستم های نوری ۱۸۷
۱۲-۲-۳-۲ گروه مطالعات ۱۵ ITU-T ۱۸۷
۱۲-۲-۴ CENELEC ۱۸۷
۱۲-۲-۴-۱ گزارش فنی CENELEC ۱۸۷
۱۲-۲-۴-۲ فعالیت ها در کمیته فنی CENELEC CLC/TC 86A ۱۸۷
۱۲-۲-۴-۳ فعالیت ها در کمیته فنی CENELEC CLC/TC 86BXA ۱۸۷
۱۲-۲-۴-۴ فعالیت ها در کمیته فنی CENELEC CLC/TC 215 ..... ۱۸۸
۱۲-۲-۵ IEEE P802.3 ..... ۱۸۸
۱۲-۲-۶ انجمن های پهنای باند ۱۸۸
۱۲-۲-۷ ETSI ۱۸۸
۱۲-۲-۸ سایر گروه ها ۱۸۸
۱۲-۳ واژگان توصیه شده ۱۸۸

فصل اول

تعریف شبکه FTTH

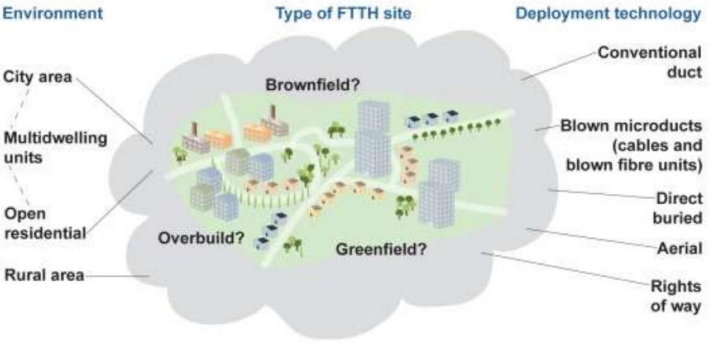
شبکه فیبر تا منزل (FTTH) یک شبکه دسترسی مبتنی بر فیبر است، که تعداد زیادی کاربر نهایی را به نقطه مرکزی شناخته شده به عنوان نقطه اتصال دسترسی یا نقطه حضور(POP) متصل می‌کند. هر نقطه اتصال دسترسی شامل ارسال الکترونیکی لازم (فعال) است که کاربردها و خدمات را با استفاده از فیبر نوری برای مشترکان فراهم می کند. هر نقطه دسترسی در یک شهرستان یا منطقه، به یک شهرستان بزرگ یا شبکه فیبر شهری متصل شده است.

شبکه دسترسی شامل برخی از موارد زیر است:

- آنتن شبکه بی سیم ثابت، برای مثال، LAN بی سیم یا وای مکس(WiMAX)
- ایستگاه های پایه شبکه تلفن همراه
- مشترکین SFUs (واحد های تک خانواده) یا MDUs (چند واحد مسکونی)
- ساختمان های بزرگ مانند، مدارس، بیمارستان ها و شرکت ها
- امنیت کلیدی و ساختارهای نظارتی مانند دوربین های مدار بسته، سیستم های هشتار دهنده و دستگاه های کنترل
- شبکه FTTH ممکن است بخشی از یک ناحیه یا شبکه دسترسی وسیع تر باشد.

۱-۱ محیط شبکه FTTH

آماده سازی فیبر نزدیکتر به مشترک ممکن است به زیرساخت فیبری واقع در زمین های عمومی /یا خصوصی نیاز داشته باشد.



شکل ۱-۱: نوع سایت FTTH

محیط فیزیکی را می توان به شکل وسیعی تقسیم کرد:

- شهر
- باز مسکونی
- روستایی
- نوع ساختمان و تراکم– تک خانه ای یا چند واحدی

نه تنها هر محیط فیزیکی تراکم های مختلف مشترک مسکونی(در هر کیلومتر مربع) تشکیل می دهند، بلکه شرایط کشور نیز باید در نظر گرفته شود. ماهیت سایت یک عامل کلیدی در تصمیم گیری مناسب ترین طراحی شبکه و معماری.خواهد شد. این انواع عبارتند از:

- گرین فیلد–ساخت جدید که در آن شبکه نصب خواهد شد همان زمان با ساخته شدن ساختمان
- راونفیلد - ساختمان حال حاضر در محل وجود دارند، اما زیرساخت های موجود استاندارد پایینی دارند
- ساختمان های بیش از حد –اضافه کردن به زیر ساخت های موجود

تاثیرات اصلی بر روی روش های آماده سازی زیرساخت عبارتند از:

- نوع سایت FTTH
- اندازه شبکه FTTH
- هزینه های اولیه آماده سازی زیرساخت (CAPEX)
- هزینه در حال اجرا برای عملیات شبکه و تعمیر و نگهداری (OPEX)

- معماری شبکه، برای مثال(شبکه های نوری منفعل) PONیا اترنت فعال
- شرایط محلی، به عنوان مثال، هزینه های نیروی کار محلی، محدودیت مقامات محلی(کنترل ترافیک)و دیگران

انتخاب روش و تکنولوژی آماده سازی فیبر CAPEX و OPEX و همچنین قابلیت اطمینان از شبکه را تعیین خواهد کرد. این هزینه ها را می توان با انتخاب راه حل فعال مناسب تر در ترکیب با مناسب ترین روش آماده سازی زیرساخت بهینه کرد. این روش ها که بعدا توضیح داده می شوند عبارتند از:

- کانال و کابل زیر زمین معمولی
- کانال و کابل میکرو دمیده شده
- کابل های مستقیم چال شده
- کابل هوایی
- دیگر راه حل های حق عبور

نیازهای عملی کلیدی برای یک شبکه FTTH عبارتند از:

- ارائه خدمات پهنای باند بالا و محتوا به هر مشترک
- طراحی معماری شبکه انعطاف پذیر با ظرفیت روبرو شدن با نیازهای آینده
- اتصال فیبر مستقیم از هر مشترک نهایی به طور مستقیم به تجهیزات فعال،و اطمینان از حداکثر ظرفیت موجود برای تقاضای خدمات درآینده
- پشتیبانی برای ارتقاء و گسترش آینده شبکه
- حداقل اختلال در طول آماده سازی شبکه تا پذیرش توسعه شبکه های فیبر پذیرش توسط صاحبان شبکه و به ارائه سود به مشترکین بدست آید.

در زمان طراحی و ساخت شبکه های FTTH، بهتر است چالش هایی که صاحبان شبکه و اپراتورهابه طور بالقوه با آن روبرو هستند درک شود. برخی از چالش ها ممکن است منجربه کشمکش بین عملکرد و خواسته های اقتصادی شود.

سازنده شبکه FTTH باید یک مورد کسب و کار سودآور ارائه کند، تا با حفظ تعادل بین هزینه سرمایه و هزینه های عملیاتی در عین حال از درآمد تولید مطئن بود. تحلیل مفصل تر تاثیرات اصلی بر مورد کسب و کار برای شبکه های FTTHدر راهنمای کسب و کار FTTHاز FTTH شورای اروپا در دسترس است.

۱-۲ معماری شبکه های FTTx

معماری شبکه پایه که در بالا ذکر شد ممکن است بسته به تعداد فیبرها، موقعیت اسپیلیترها (نقطه انشعاب) و نقاط تجمع مختلف باشد. انتخاب معماری شبکه درست اغلب ایجاد بحث می کند به خصوص از آنجایی که برنده مشخصی در بازار امروز وجود ندارد، معماری های مختلف با توجه به نیاز اپراتورها، کسب و کار و اولویت های فنی مختلف درخواست می شود.

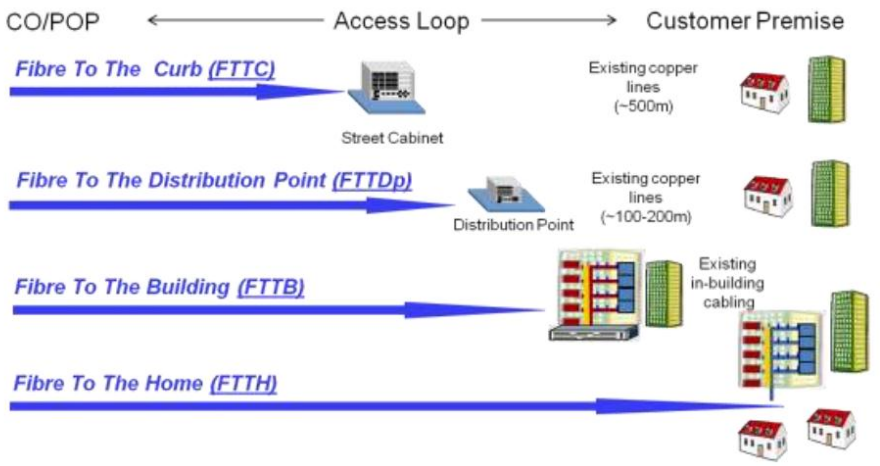
فیبر به خانه (FTTH) - هر مشترکی که با یک فیبر اختصاصی به یک پورت در تجهیزات بازیابی (POP)، یا به اسپیلیتر نوری منفعل متصل شده می شود که این کار با استفاده از فیبر سیم تغذیه مشترک بهPOP و انتقال 100BASE-BX10 و یا 1000BASE-BX10 برای تکنولوژی اترنت و یا تکنولوژی GPON(EPON) در توپولوژی نقطه به چند نقطه صورت می گیرد.

فیبر به ساختمان (FTTB) - هر جعبه ترمینال نوری در ساختمان (اغلب در زیرزمین قرار دارند)با یک فیبر اختصاصی به یک پورت در تجهیزات در POP متصل می شود، و یا به یک اسپیلیتر نوری که از فیبر سیم تغذیه اشتراکی به POP استفاده می کند. اتصال بین مشترکین و سوئیچ ساختمان فیبری نیست اما می تواند بر اساس مس باشد و شامل نوعی از نقل و انتقال از اترنت مناسب به وسیله موجود در کابل کشی عمودی باشد. در برخی از موارد سوئیچ های ساختمان به صورت جداگانه به POPمتصل نمی شوند اما در یک زنجیره یا حلقه برای استفاده از فیبرهای موجود آماده در توپولوژی خاص به هم متصل اند.این کار باعث صرفه جویی فیبر ها و پورت ها در POP نیز می‌شود. مفهوم مسیریابی مستقیم فیبربه خانه از POP یا با استفاده از اسپیلیترهای نوری، بدون دخالت سوئیچ ها در ساختمان ما را به سناریو FTTH میرساند.

فیبر به محدود (FTTC) - هر یک از سوئیچ / یا دسترسی تسهیم کننده DSL (DSLAM)، که غالبا در تابلو برق های خیابان یافت می شود، از طریق یک تک فیبر و یا یک جفت از فیبرهای متصل به POP متصل شده اند، که ترافیک جمع شدهمحل را از طریق گیگابیت اترنت یا اتصال اترنت ۱۰ گیگابیت حمل می کند. سوئیچ ها موجودتابلو برق های خیابان فیبر نیستد اما می توانند با استفاده از VDSL2 یا VDSL2 Vectoring مبتنی بر مس باشند. این معماری گاهی "اترنت فعال" نامیده می شود زیرا به عناصر شبکه فعال در این زمینه نیاز دارد.

فیبر به نقطه توزیع (FTTDp) - این راه حل در دو سال گذشته ارائه شده است. POPبه نقاط توزیع از طریق کابل های نوری و سپس از نقطه توزیع به ساختمان مشتری از طریق زیرساخت های مسی موجود متصل می شود.نقاط توزیع می توانند یک هند هولد یک جعبه دراپ در دکل و یا در

زیرزمین یک ساختمان باشند. این معماری می تواند VDSLیا تکنولوژیG.Fast رابـرای یـک مایـل آخر، بـه طـور معمـول کمتـر از ۲۵۰ متـر پشـتیبانی کنـد. بـا ایـن حـال، ایـن کتـابر روی آمـاده سازیFTTH/B تمرکز دارد زیرادر دراز مدت این معماری با توجه به مقیاس پذیری نامحـدود هـدف در نظر گرفته شده است.

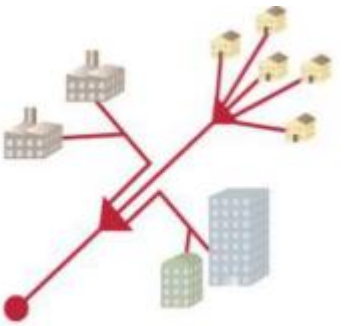


شکل ۱-۲: انواع مختلف شبکه های FTTx

۱-۳ FTTH توپولوژی و فناوری

این معماری شبکه به طراحی یک شبکه ارتباطی اشاره داشته و چارچوبی برای مشخصـات شـبکه از اجزای فیزیکی تا خدمات در اختیار قرار می دهد. دسترسی به شبکه بخشی از شبکه هـای ارتبـاطی است که مستقیما به کاربر نهایی متصل می شود. به منظور مشخص کردن زیرسـاخت فعـال و غیـر فعال، مهم است که تمایز روشنی بـین توپولـوژی مـورد اسـتفاده بـرای آمـاده سازیفیبر(زیرسـاخت منفعل) و تکنولوژی های مورد استفاده برای جابه جایی داده ها بر روی فیبر(تجهیـزات فعـال) قائـل شد.

دو توپولوژی که به طور گسترده استفاده می شوند نقطه به چند نقطه انـد، کـه غالبـا بـا تکنولـوژی (PON) شبکه های نوری منفعل، و نقطه به نقطه ترکیب می شوند که معمولا با استفاده از فن آوری های انتقال اترنت استفاده می شود



شکل ۱-۳: نقطه به چند (P2MP)

شکل ۱-۴: نقطه به نقطه (P2P)

توپولوژی نقطه به چند (P2MP)یک فیبر سیم تغذیه از دفتر مرکزی یا (POP) به یک نقطه انشعاب و از یک فرد فراهم می کند، فیبر اختصاصی برای مشترک آماده شده است. تکنولوژی شبکه های نوری غیر فعال مانند GPONاز اسپیلیترهای نوری غیرفغال درنقطه (ها) انشعاب استفاده می کنند و داده ها به نحوی کد گذاری می شوند که کاربران تنها داده های در نظر گرفته شده برای آنها را دریافت می کنند.

تکنولوژی اترنت فعال را نیز می توان برای کنترل دسترسی مشترک در یک توپولوژی نقطه به چند که به قرار دادن سوئیچ های اترنت در این زمینه نیاز دارد استفاده کرد. هر مشتری یک اتصال منطقی نقطه به نقطه داشته و کاربر نهایی تنها اطلاعات در نظر گرفته شده برای آن را ارسال و دریافت می کند.

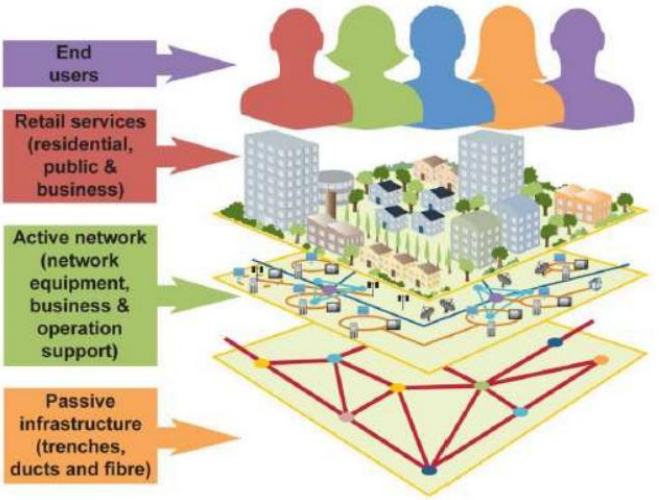
توپولوژی نقطه- به- نقطه (P2P) فیبر اختصاصی بین نقطه اتصال دسترسی (یا POP) و مشترکین خود فراهم می کند. هر مشترک یک اتصال مستقیم با فیبر اختصاصی دارد. این مسیر از دفتر مرکزی(CO) به مشتری احتمالا از چند بخش فیبرهای متصل با اتصال یا متصل کننده تشکیل شده است، اما یک مسیر نوری دائمی از نقطه اتصال دسترسی به خانه فراهم می کند. بیشترین استقرارهای نقطه به نقطه FTTHموجود از اتنرنت استفاده می کند، که می تواند با دیگر طرح های انتقال برای برنامه های کاربردی کسب و کار (به عنوان مثال کانال فیبر،SDH/SONET) ترکیب شوند. این توپولوژی می تواند با قرار دادن اسپیلیترهای نوری غیر فعال در نقطه اتصال دسترسی شامل تکنولوژی PON نیز بشود.

معماری شبکه هرچه که باشد، بررسی چگونگی طراحی که ممکن است بر سیر تکمیلی شبکه در آینده تاثیر بگذارد اهمیت دارد.یک شبکهFTTHیک سرمایه گذاری بلند مدت است و طول عمر

پیش بینی شده برای کابل در زمین حداقل ۲۵ سال است، با این حال طول عمر استفاده از آن احتمالا بسیار طولانی تر است. با تجهیزات فعال در این بازه زمانی احتمالا چندین مرتبه به روز رسانی انجام می شود. بنابراین تصمیم گیری در آغاز یک پروژهFTTHعواقب دراز مدتی خواهد داشت.

۱-۴ لایه های شبکه

یک شبکه FTTH می تواند از تعدادی لایه های مختلف تشکیل شده باشد:زیرساخت های منفعل که شامل کانالها، فیبر، محوطه ها و سایر بناها بیرونی ؛ شبکه فعال با استفاده از تجهیزات الکتریکی ؛ خدمات خرده فروشی ارائه کننده اتصال به اینترنت و خدمات مدیریت مانندIPTV؛ و نه کمترین، کاربران نهایی. یک لایه اضافی را نیز می توان شامل کرد: لایه محتوا، در بالای لایه خدمات خرده فروشی و کاربران نهایی.این را می توان به صورت تجاری با به اصطلاح روی بالا ارائه دهندگان محتوا به کار برد.



شکل ۱-۵: لایه های شبکه FTTH (منبع: آلکاتل)

این ساختار تکنولوژیکی چندین معنی در یک شبکهFTTHسازمان یافته دارد. برای مثال:

زیرساخت های منفعل که شامل عناصر فیزیکی است نیاز به ساخت شبکه فیبر دارد که شامل فیبر نوری،گودال،مسیر عبور و دکل که در آن قرار گرفته اند،محوطه فیبر،تبلوی توزیع نوری، پچ پنل و

غیره است. سازمان مسئول این لایه نیز به طور معمول مسئول برنامه ریزی مسیر شبکه،زمین مسیر عبور وهمچنین کارهای شهری لازم برای نصب فیبر است.

شبکه فعال به تجهیزات شبکه الکترونیکی مورد نیاز برای برقدار کردن زیرساخت های منفعل و همچنین سیستم پشتیبانی عملیاتی مورد نیاز برای تجاری کردناتصال فیبر است. گروه مسئول این لایه، طراحی، ساخت و راه اندازی تجهیزات بخش فعال را انجام خواهد داد.

خدمات خرده فروشی شامل لایه فعال و غیر فعال در محل می شوند. این لایه که در آن اتصال به اینترنت پایه و سایر خدمات مدیریت شده، مثلIPTV، به مصرف کنندگان ارائه می شود. علاوه بر ارائه پشتیبانی فنی، شرکت مسئول این لایه مسئول کسب مشتری، استراتژی رفتن به بازار، وارائه خدمات به مشتری است.

هرلایه شبکه یک تابع مربوط دارد. صاحب شبکه مسئول لایه اول است،اگر چه ممکن است ساخت و ساز آن را به شخص ثالث در بیرون سپرده شده باشد. اپراتور شبکه صاحب تجهیزات فعال است، در حالی که خدمات خرده فروشی توسط ارائه دهنده خدمات اینترنت (ISP) ارائه می شود.

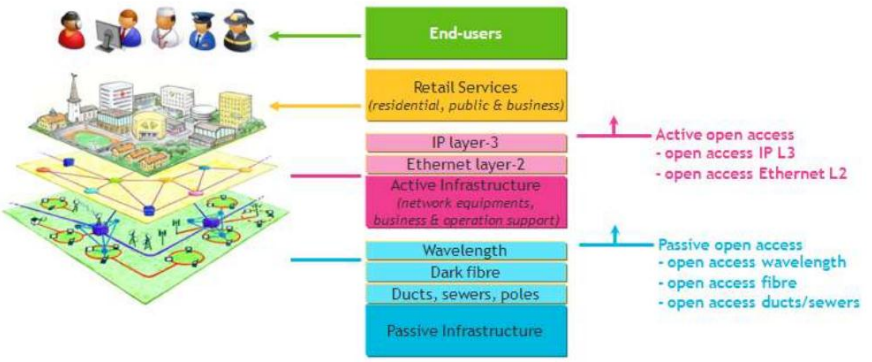
۱-۵ شبکه های دسترسی باز

اصطلاح "دسترسی باز" به معنی منبعی است که در دسترس مشتریان است، غیر از مالک، در شرایط عادلانه و غیر تبعیض آمیز؛ به عبارت دیگر، قیمت دسترسی برای همه مشتریان یکسان است و خوشبختانه کمتر از هزینه ساخت زیرساخت به صورت جداگانه است.

در زمینه شبکه های ارتباطات راه دور،" دسترسی آزاد "معمولا به معنی دادن اجازه دسترسی به ارائه دهندگان خدمات چندگانه به خدمات عمده فروشی در شبکه های دسترسی محلی است که آنها را قادرمی سازد بدون نیاز به استقرار یک شبکه دسترسی فیبر جدیدبه مشترکین برسند. ساختار قیمت گذاری عمده فروشی و برای تمام ارائه دهندگان خدمات شفاف است. محصولات عمده فروشی در سطوح مختلف در سراسر زیرساخت بر اساس نوع مدل دسترسی آزاد ارائه شده به شرح زیر است:

زیرساخت دسترسی باز منفعل مانند کانال های عبور،دکل ها، فیبر تاریک، و طول موج که اپراتورهای مخابراتی فرصت به اشتراک گذاشتن یک زیرساخت منفعل را ارائه کرده و زیرساخت های خود را در بالای ارائه خدمات مسقر می کنند.

زیرساخت دسترسی آزاد فعال مانند اترنت لایه ۲ وIPلایه ۳ این امکان را برای ارائه دهندگان خدمات فراهم می کند تاخدمات مسکونی، کسب و کار وعمومی را برای به اشتراک گذاشتن یک زیرساخت مشترک ارائه کنند که توسط یک اجرا کننده زیرساخت منفعل ساخته شده و توسط یک اجرا کننده زیرساخت فعال اداره می شود.



شکل ۱-۶: مدل های دسترسی باز (منبع: آلکاتل)

فصل دوم

برنامه‌ریزی و موجودی شبکه

سرمایه گذاری های بزرگ به برنامه ریزی دقیق برای به حداقل رساندن ریسک مالی نیاز دارد. شبکه هایی که به خوبی برنامه ریزی شده اند نیز به حداقل رساندن سرمایه گذاری و بهبود متوسط سود به ازای هر کاربرنیاز دارند. به عبارت دیگر، برنامه ریزی دقیق می تواند کسب و کار را افزایش دهد.اصطلاح"برنامه ریزی " اغلب بسته به جایی که پایان به پایان روند راه اندازی یک شبکه دارد متفاوت است.بنابراین، در این فصل تلاش می شود تا برنامه ریزی به چند مرحله مجزا شکسته شده و در مورد فعالیت های کلیدی و اهداف هر بخش کمک و راهنمایی هایی ارائه شود. برنامه ریزی دقیق منجر به هزینه کارآمد،و شبکه انعطاف پذیر می شود که می تواند به طور موثری آن را درک کرد و در طول مراحل طراحی و از طریق حمل ترافیک مشتری یا خدمات عمده فروشی آن را اداره کرد.

۲-۱ برنامه ریزی شبکه

برنامه ریزی به فرایند کامل آماده سازی استقرار شبکه FTTH اشاره دارد. سه فاز مجزا وجود دارد که با برنامه ریزی استراتژیک شبکه شروع و با برنامه ریزی شبکه سطح بالا ادامه پیدا کرده، و با برنامه ریزی دقیق شبکه به پایان می رسد. این مراحل به صورت مختصر به شرح زیر توصیف شده اند:

- برنامه ریزی استراتژیک شبکه دارای دو خروجی اصلی است. اول، تصمیم گیری کسب و کار به طور کلی که آیا و اگر مثبت استFTTHباید تا چه حد گسترده شود. دوم، تصمیم گیری های مهم استراتژیک، برای مثال، معماری شبکه چه چیز را اجرا خواهد کرد، و کدام تکنولوژی کابل و کانال استفاده خواهد شد.
- برنامه ریزی شبکه سطح بالافازی که در آن تصمیمات ساختاری برای برنامه ریزی منطقه جغرافیایی خاص اتخاذ می شود. این خدمات عبارتند از قرار دادن توابع شبکه(نقاط توزیع،

نقاط انشعاب و غیره و تصمیم گیری های اتصال (به کارگیریدر کدام محل و کدام منطقه) و یک فهرست از مواد اولیه، از جمله طول نصب کابل و مجاری و همچنین مقادیر برای انواع مختلف سخت افزار.هدف تولید پایین ترین هزینه طرح شبکه در محدوده تصمیم گیری های استراتژیک در فاز برنامه ریزی قبلی است.

- برنامه ریزی دقیق شبکه به عنوان گام نهایی برنامه ریزی زمانی " ساخت" طرح تولید می شود.این مرحله شامل مستند سازی شبکه است که می تواند به بخش های مهندسی و یا شرکت های ساختمانی سپرده شود. نتایج بیشتر این مرحله برنامه ریزی شامل اطلاعات اتصال دقیق مانند یک طرح اتصال است که برچسب زدن طرح و اتصالات کانال های با اندازه میکرو است.

به طور کلی، سه مرحله از فرایند برنامه ریزی هر یک به ترتیب دیگری را در طول زمان دنبال می کند.با این حال، برخی از تصمیم گیری های اولیه ممکن است نیاز به بررسی با توجه به اطلاعات جدید داشته باشند. به عنوان مثال، محل فرضی برای یک POPممکن است پس از برنامه های دقیق مجبور به تغییر باشد. در چنین مواردی،توانایی بازگشت به مراحل قبلی در فرایند و بررسی تصمیمات قبلی مهم است (در حالت ایده آل با ابزار نرم افزاری که درجه بالایی از اتوماسیون و بهینه سازی را ارائه می کنند). بنابراین اثر متقابل بین سطوح برنامه ریزی مهم است زیرا یک حلقه بازخورد ثابت و روان بین سطح بالا و برنامه ریزی شبکه های دقیق ایجاد می کند.

۲-۲ خوراک برنامه ریزی شبکه: داده

برای تولید یک طرح شبکه خوب هر تصمیم گیری باید بر اساس اطلاعات درست انجام شود. بنابراین، بسیار مهم است که داده های ورودی، به خصوص داده های جغرافیایی اشاره در مورد منطقه هدف این پروژه دقیق باشند.

پس از آن برنامه ها و ابزار می توانند از این اطلاعات برای مدل توپولوژی شبکه های مختلف تحت فرضیات مختلف استفاده کنند، بنابراین سناریوها را مقایسه کرده و بهترین را انتخاب شود.همچنین ابزارهای نرم افزاری برای پشتیبانی از کارآمد و مستندات دقیق طرح" ساخت" وجود دارد.

نوع و دقت و صحت داده های مورد نیاز با توجه به مرحله برنامه ریزی متفاوت خواهد بود.مهم ترین نوع داده های برنامه ریزی را می توان به سه دسته تقسیم کرد:

- داده های جغرافیایی مرجع
- قوانین طراحی و مشخصات مواد

- هزینه واحد

۲-۲-۱ داده های جغرافیایی مرجع

در تمام مراحل برنامه ریزی ویژگی های آن منطقه جغرافیایی باید در نظر گرفته شود. دو نوع اصلی داده های ورودی اطلاعات جغرافیایی مرجع برای انجام یک برنامه ریزی مورد نیاز است:

- اطلاعات نقطه تقاضا: یعنی نقاط جغرافیایی مشتری نقاط پایانی شبکه را نشان می دهد (می تواند نقاط ورود را بسازد، اما می تواند شامل تابلو برق، آنتن و یا هر نقطه دیگر که به اتصال فیبر در منطقه نیاز دارد را شامل شود).
  - نوع مشتری نیز می تواند ویژگی مهمی باشد: در نظر گرفتن طراحی برای یک شبکه ترکیبی (برای مثال ترکیب یک معماری PON برای کاربران مسکونی با اتصالP2Pبرای کاربران کسب و کار)
  - تعداد فیبرهای مورد نیاز خاتمه یافته در هر نقطه هنگامی که برنامه ریزی شبکه با دقت انجام می شود مهم است، برای مثال پیش بینی مقدار مناسب فیبر برای یک واحد چند خانه ای.
- اطلاعات مسیر: مربوط به خطوط جغرافیایی است که نشانه می دهد کابل را در کجا می توان قرار داد. انواع مسیرهای ممکن را می توان در نظر گرفت:
  - مسیرهای جدید زیرزمینی (که نیاز به حفر گودال دارند) می تواند تقریبا تمام مناطق را که در آن اجازه داده شده است پوشش دهد. به طور کلی این را می توان از منابع اطلاعات توپولوژی خیابانی عمومی بدست آورد زیرا بسیاری از گودال ها زیر پیاده روها قرار خواهد گرفت.
  - لوله های موجود که از اسناد و مدارک زیرساخت سیستم جغرافیایی استخراج شده است را می توان برای نشان دادن جای گودال ها، مجاری و یا زیر ساخت دیگر لوله های موجود برای نصب کابل های فیبر جدید بدون نیاز به حفر گودال های اضافی استفاده کرد. فضای موجود در این لوله ها به منظور حصول اطمینان از اینکه می توان کابل جدید به آنها اضافه کرد یا نه نیاز به تایید دارند.
  - دکل ارتباطات خطوط بین دو دکل است که نشان می دهد کابل هوایی را کجا می توان نصب کرد.

با توجه به اطلاعات مسیر، حداقل ورودی اطلاعات مربوط به توپولوژی خیابان است. این داده ها برای بسیاری از مناطق در دسترس است.ارائه دهندگان داده های توپولوژی خیابان ارائه کنندهای دیتا بیس سیستم های بزرگ اطلاعات جغرافیایی(GIS) هستند که برای سیستم های ناوبری خودرو نیز استفاده می شود. این داده ها اغلب همان هایی است که در وب سایت های نقشه برداری و برنامه ریزی مسیر مانند http://maps.google.com نمایش داده می شوند.جایگزین ارائه دهندگان داده محلی ممکن است وجود داشته باشد. برای برخی از مناطق، داده منابع باز از نقشه شهری باز، www.openstreetmap.org ممکن است یک نقطه شروع خوب باشد.

شکل ۲-۱: عکس نمونه از نقشه باز خیابان

با توجه به نقاط تقاضا برای شبکه هایFTTHیاFTTB، محل هر یک از ساختمانها در این منطقه حیاتی است.خرید اطلاعات آدرس از یک سازمان دولتی می تواند یک گزینه معتبر باشد زیرا به طور کلی می توان از ترکیب صحیح و دقیق تر بودن و به روز بودن اطلاعات مطمئن بود. پس از آن، این آدرسها را می توان برای پایگاه داده اصلی برای همه گروه ها، از جمله مراقبت از مشتری و بازاریابی شکل داد.سایر منابع اطلاعاتی برای این نوع از اطلاعات می تواند شامل دیتابیس خود مشتری (در صورت وجود داشتن ارائه دهندگان خدمات)،دیتابیس هایGISتجاری (شامل طیف وسیعی از داده های دقیق: با این حال برخی از داده ها ممکن است فقط حاوی دامنه تعداد خانه ها در هر بخش خیابان و یا برعکس ممکن است شامل اطلاعات دقیق جغرافیایی بازاریابی اضافی در سطح آدرس هر فرد باشد). در تعداد روبربه رشد داده های مناطق منبع باز، مانند نقشه شهری باز نیز می توان ازاستخراج مکان ساختمان در یک منطقه استفاده کرد (همانطور که در شکل بالا نشان داده شده است). در بسیاری از موارد شناسایی ساختمان بر اساس تصاویر ماهواره ای و ایجاد نقاط آدرس

دستی با استفاده از ابزار GIS مناسب نیز ممکن است. این روش نیز معمولا به عنوان یک روش اعتبار سنجی برای اطلاعات به دست آمده از هر منبع دیگری استفاده می شود. برای بهبود کیفیت داده ها ساختمان گمشده را می توان به راحتی اضافه کرد.

احتمالا به دست آوردن سخت ترین داده ها برای اطلاعاتی در مورد نوع ساخت و ساز و تعداد واحدهای مسکونی و یا خانه در هر ساختمان است. در مراحل اولیه برنامه ریزی، گاهی می توان این داده ها را از اطلاعات سطح بالاتر، مانند محدوده تعداد خانه ها و یا تراکم جمعیت بدست آورد. اطلاعات بیشتر را می توان از منابع تهیه کندگان خدمات شهری و انرژی محلی بدست آورد (برای مثال گزارش تعداد مقدار برق ثبت شده در ساختمان). اگر منبع اطلاعاتی مناسب در دسترس نباشد تنها راه باقی مانده بازدید از هر ساختمان و شمارش تعداد خانه ها است.

دقت و صحت نتایج برنامه ریزی را می توان با استفاده از داده های اضافی افزایش داد مثل:

- نوع سطح یک خیابان می تواند برآورد بهتری از هزینه حفررا در اختیار قرار دهد ؛ این اطلاعات همچنین می تواند برای تعیین اینکه آیا حفر باید یک یا دو طرف باید یک بخش خیابان صورت گیر استفاده شود.
- در دسترس بودن زیرساخت های موجود و قابل استفاده مجدد مانند دکل ها(برای استقرار هوایی) و یا کانالهای موجود با ظرفیت مازاد،برای کاهش هزینه های استقرار مربوطه مفید است.
- اطلاعات در مورد گاز طبیعی، برق، زیرساخت مسی موجود در خیابان ها می تواند برای تعیین مسیرهای بالقوه که در آن این احتمال وجود دارد که اجازه حفر داده شود مورد استفاده قرار می گیرد.
- مکان های مناسب برای یک نقطه حضور(POP)و یا نقطه تمرکز فیبر(FCP).

این اطلاعات اضافی ممکن است سخت تر به دست آیند و باید ارزیابی تلاش برای به دست آوردن چنین اطلاعاتی را با توجه به اهداف وظیفه برنامه ریزی در نظر گرفت.

برخی از اطلاعات دقیق ممکن است خارج ازمراحل اولیه باشد و به صورت تقریبی استفاده شود. با این حال، از آنجا که داده های دقیق تر در مراحل برنامه ریزی بالاتر مورد نیاز خواهد بود، به طور کلی توصیه می شود به خاطر تصمیمات سطح بالا استراتژیک و بهتر در مراحل اولیه اطلاعات با کیفیت بالا جمع آوری شود.

برای برنامه ریزی شبکه پر جزئیات تا آنجا که ممکن است اطلاعات لازم است و صرف وقت برای بررسی کردن و " تصفیه کردن " آن داده ها ارزشمند است، برای مثال با استفاده از تصاویر ماهواره ای و یا بررسی های میدانی.

نوع خاصی از اطلاعات جغرافیایی مرجع تنها بهمرحله مدل سازی استراتژیک مربوط می شوندکه اصطلاحاداده های جغرافیایی بازاریابی نامیده می شوند. داده های جغرافیایی بازاریابی به هر گونه اطلاعاتی که اجازه می دهد تا برنامه ریز به نشانه ای از پتانسیل بازار های مختلف در زیر مناطق مختلف داشته باشد اشاره دارد. اطلاعات مربوطه عبارتند از:

نتایج تحقیق که تمایل خانواده ها به ثبت نام برای ارائه FTTH را نشان می دهد

انواع خاصی از مشتریان در مناطق مختلف (به عنوان مثال خانواده های جوان با کودکان، سالمندان و غیره)

تصویب تاریخی خدمات جدید (پهنای باند) در مناطق خاص (برای مثال DSL و یا تلویزیون های دیجیتال)

همه این اطلاعات به پیروی از مدل برای ارزیابی بهترین پتانسیل پذیرش و درآمد در هر منطقه می تواند مورد استفاده قرار گیرد. هنگامی که اطلاعات با اطلاعات هزینه برای استقرار شبکه در هر منطقه ترکیب شد، این داده ها از یک استراتژی گزینش بهینه پشتیبانی می کند.

۲-۲-۲ قوانین طراحی و مشخصات مواد

مواد استفاده شده در یک استقرار شبکه FTTHدر فصلهای دیگر این کتاب توصیف خواهد شد. در طول تمام مراحل فرایند برنامه ریزی این مضوع در نظر گرفته می شود. مهم است که دید دقیقی از مواد داشت، حتی در مراحل اولیه فرایند برنامه ریزی،زیرا جزئیات می تواند تاثیر قابل توجهی بر روی تپولوژی شبکه بهینه داشته باشد و در نتیجه بر برنامه ریزی استراتژیک نیز تاثیر می گذارد.

این مواد شامل تجهیزات فعال اما نه محدود به آنها (برای مثال سوئیچ اترنت،OLTsو پایانه های نوری PON) و اجزای منفعل(برای مثال فریم به عنوان مثال تابلو توزیع نوری، نرده مشترک فیبر، اسپیلیترهایPON، کانال معمولی و یا سیستم های میکرو کانال، کابل و فیبر، و واحدهای ترمینال فیبر).

با شروع از مشخصات تجهیزات مجموعه ای از قوانین طراحی باید به عنوان یک برنامه ریزی تصمیم گیری تعریف شود،که چگونگی استفاده از مواد را و چه تنظیمات شبکه را توصیف می کند. این تعریف شامل:

- ارزیابی تعداد فیبرهایی که ممکن است برای هر نقطه تقاضا مورد نیاز باشد
- اندازه کابل و کانالهایی که در سیم تغذیه نصب، توزیع می شوند و منطقه دارپ.
- کدام کابل های (داخلی) و کانال هامناسب مجرای بیرونی است (بسته به قطر بیرونی و قطر داخلی از اجزای متصل مرتبط و یا در قوانین طراحی) ؛
- چه تجهیزاتی به عنوان مثال اسپسلیتر، را می توان در ساختمان ها، نقاط توزیع و یا POP نصب کرد ؛
- چه ظرفیتی از فیبرها و یا کابل را می توان در یک اتاق برق خاص پایان داد.

۲-۲-۳ هزینه واحد

یکی از اهداف اصلی برنامه ریزی کنترل هزینه در مجموعه ای از محدودیت ها و الزامات است.برای انجام این کار به درستی، لازم است دید واضح و روشنی در هزینه های مختلف استقرار و نگهداری شبکهFTTH داشت. این هزینه ها شامل:

- هزینه نیروی کار برای کارهای شهری
- هزینه مواد در هر نوع تجهیزات
- نصب و راه اندازی، تست و اندازه گیری هزینه های خدمات
- هزینه های نگهداری شبکه
- هزینه انرژی برای تجهیزات فعال
- هزینه های مربوط به ایجاد و حفظ POP ها و FCP ها
- هزینه های مربوط به حق عبور از مسیر

حوزه های هزینه اغلب با توجه به اینکه آیا آنها هزینه های سرمایه (CAPEX)و یا هزینه های عملیاتی (OPEX)هستند یا نه با یکدیگر فرق دارد. دیگر دسته بندی ها مهم عبارتند از:تجهیزات فعال و منفعل ؛ ساختمان های با کابل کشی بیرونی و کابل کشی درون ساختمان.

۳-۲ موتور برنامه ریزی شبکه: ابزار

در اوایل برنامه های شبکه به صورت دستی با رسم اشیاء در بالای نقشه روی کاغذ تولید می شد، و بعد از درنرم افزارسنتی CAD (طراحی به کمک کامپیوتر).با این حال خود برنامه ریزی به طور کامل دستی بود و در نتیجه هر دو کار وقت گیر و مستعد داشتن خطا بود. در نتیجه مراحل اولیه فرایند برنامه ریزی اغلب نادیده گرفته می شد یا فقط با روش نظری یا آماری انجام می شد و برنامه ریز به طور مستقیم در فاز برنامه ریزی دقیق تمرکز می کرد.

مشکل دیگر این روش این بود که این طرح شامل کم و یا هیچ داده های هوشمند در مورد اجزای شبکه می شد زیرا هیچ دیتا بیسی در پشت آن وجود نداشت که از این برنامه در طول مراحل بعد از طول عمر شبکه به شکل موثری استفاده شود، به عنوان مثال، برای نگهداری شبکه.

امروزه بسیاری از این مسائل با استفاده از نرم افزار GISطراحی می شود. این نرم افزار اهداف بر روی نقشه با اهداف دیتا بیس متصل می کند و در نتیجه تمام انواع داده ها در مورد اجزای شبکه پیگیری می شود.

ابزار برنامه ریزی FTTHروند برنامه ریزی شبکه را بسیار کارآمد ترمی کند، نه تنها از نظر زمان (از طریق اتوماسیون) و کیفیت برنامه های شبکه (از طریق مدل های اختصاصی) بلکه از نظر هزینه استقرار مرتبط با برنامه (از طریق الگوریتم بهینه سازی هزینه هوشمند).

هر یک از سه مرحله در فرایند برنامه ریزی شبکه احتیاجات ویژه ای از نظرسرعت در مقابل پیچیدگی دارد که توسط ابزارهای نرم افزاری موجود پشتیبانی می شود.

در مرحله اول از برنامه ریزی شبکه، تمرکز بر برآورد دقیق هزینه است: هزینه این منطقه چیست،هزینه این زیر منطقه چیست و غیره. ابزار طراحی شبکه نیاز به اجرای سریع دارد که مقایسه قوانین طراحی های مختلف برای مناطق بزرگ را ممکن می کند. با توجه به تاثیر قابل توجهی ازتصمیم گیری های استراتژیک در مورد کسب و کار، کیفیت محاسبات برای نتیجه گیری معتبر باید به اندازه کافی دقیق باشد.

در طول برنامه ریزی شبکه های سطح بالا، سطح جزئیات افزایش می یابدهمینطورسطح بهینه سازی هزینه. نتیجه این فاز یک طرح شبکه و هزینه یابی دقیق مواد است که در آن تمام تصمیمات ساختاری گرفته می شود. علاوه بر آن یک طرح از چگونگی ساخت شبکه نیزفراهم می شود. طراحی شبکه های تولید شده به بهینه سازی هزینه نیاز دارد. فرآیندبرنامه ریزی شبکه سطح بالا معمولا

تعاملی است: کاربر بر اساس زمینه بررسی اطلاعات محدودیت هایی اضافه می کند و سپس نرم افزار طراحی شبکه بهینه جدید بر اساس این محدودیت ها را محاسبه می کند.

برنامه ریزی دقیق شبکه نیازهای کمتری در اتوماسیون دارد. در این مرحله برنامه ریز بایدطرح ساخت را تولید کند. بنابراین این ابزار باید بسیار دقیق مشخصات شبکه و طرح بندی کابل را پشتیبانی کند.

۲-۴ برنامه ریزی شبکه استراتژیک

تصمیمات اصلی کسب و کار در این مرحله اولیه برنامه ریزی گرفته می شود. پرسش اصلی این است که آیا در شبکهFTTH سرمایه گذاری شود یا نه.

برای پاسخ به این پرسش برنامه ریز به هزینه های دقیق نیاز دارد، نه تنها برای استقرار شبکه، بلکه برای فعال کردن مشتریان و نگهداری شبکه در طول عمر خود، و برخی از پیش بینی های واقع بینانه برای قبول مشتری از خدمات و درآمد مرتبط با آن.

مهم است که تجزیه و تحلیل هزینه هابر اساس داده های واقعی محلی باشدزیرا می تواند تفاوت بزرگی بین مناطق مختلف وجود داشته باشد - حتی آنهایی که تراکم جمعیت مشابهی دارند. باید از برون یابی و تعیین معیار در صورت امکان اجتناب شود.

اگر تصمیم به ادامه پروژه گرفته شد پرسش های دیگری بوجد خواهد آمد از قبیل:

- شبکه از کجا آماده سازی می شود؟ (تعریف محدوده جغرافیایی این پروژه.)
- آماده سازی زیر مناطق شبکه به چه ترتیب است؟ (تعریف ترتیب جغرافیایی.)
- چه روش ها و فن آوری هایی استفاده خواهد شد؟ (شناسایی قواعد طراحی،جنبه ها،تکنولوژی ها.)

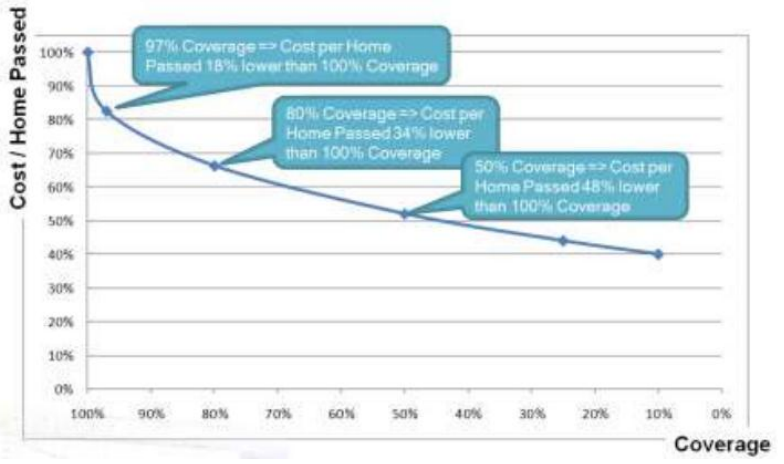
۲-۴-۱ شبکه FTTH کجا مستقر خواهد شد؟

با مقایسه مناطق مختلف از نظر هزینه و درآمد، می توان تصمیم گرفت که شبکه FTTH کجا آماده سازی شود. در واقع، سرمایه گذاران طرح های مختلفی در FTTH دارند. سرمایه گذاران خصوصی تاکید بیشتری بر عملکرد مالی دارند در حالی که سرمایه گذاران عمومی باید خدمت یکسان به همه مشتریان بالقوه ارائه کنند، گاهی مناطق بزرگ در سراسر کشوردر نظر گرفته می شوند. در حالت ایده آل هم منافع تجاری و در دسترس بودن خدمات باید در نظر گرفته شود.

هنگامی که تمرکز صرفا بر هزینه است به طور کلی این توافق وجود دارد که تراکم جمعیت بر متوسط هزینه هر خانه تاثیر واضحی دارد. با این وجود تنها با استفاده از (میانگین) تراکم جمعیت در مقایسه مناطق مختلف بر اساس جذابیت آنها برای استقرار یک شبکهFTTHمی تواند پر هزینه باشد. تفاوت در چگالی خیابان های خاص و یا مناطق با MDUs بزرگ هنوز هم می تواند باعث تغییرات در هزینه بیش از ۴۰ درصد بین دو ناحیه با تراکم مشابه شود. بنابراین بررسی تمام مناطق مورد نظر در جزئیات به جای کار با معرف مناطق و برون یابی شدیدا توصیه می شود.

گرد آوری یک تجزیه و تحلیل دقیق از تغییرات در هزینه های هر خانه برای استقرار یک شبکه FTTHدر یک منطقه بزرگ، منجر به آمار هزینه/پوشش برای یک منطقه می شود. همانطور که در شکل زیر نشان داده شده است، هزینه متوسط در هر خانه افزایش می یابد اگرX%خانه ها از این استقرار در نظر گرفته نشوند. این اطلاعات هنگام تجزیه و تحلیل لازم برای بودجه های عمومی در مناطق خاص بسیار مفید است، برای مثال با طبقه بندی زیر مناطق به مناطق سفید، خاکستری و سیاه.

مثال زیر وضعیت راه حل یک منطقه خاص که شامل بیش از ۱۰۰هزارخانه متشکل از ترکیبی از مناطق شهری و روستایی است را نشان می دهد. در این مورد تاثیر در نظر نگرفتن بیشتر مناطق روستایی از استقرار می تواند به شدت هزینه به ازای هر خانه را کاهش دهد. توجه داشته باشید که این منحنی می تواند برای مناطق مختلف بسیار متفاوت باشد.



شکل ۲-۲: نمونه منحنی هزینه / پوشش: هزینه هر خانه در تابع درصد خانه ها

با ترکیب داده های جغرافیایی بازاریابی و مقایسه مناطق مختلف بین سرمایه گذاری مورد نیاز (هزینه هر خانه)و درآمدهای مورد انتظار(مربوط به درصد مورد انتظار از خانه ها که متصل خواهند شد) اولویت بندی مناطق را بهبود خواهد داد. علاوه بر این، در هنگام استفاده از این ترکیب ارزیابی چند مورد بهبود بین ۱۰٪ و ۲۰٪در بازگشت سرمایه را شناسایی شده است.

۲-۴-۲ کدام ترتیب زیر منطقه شبکه استقرار خواهد یافت؟

هنگامی که یک پروژه FTTHیک منطقه بزرگ جغرافیایی را پوشش می دهد روند ساخت به راحتی می تواند چندین سال طول بکشد. هر چه بازه زمانی آماده سازی بیشتر باشداهمیت تعیین ترتیب بهینه برای جمع آوری شبکه در یک سری از زیر مناطق بیشتر می شود. انتخاب این ترتیب معمولا بر اساس ترکیبی از هزینه و درآمد برآورد شده است. با انتخاب ترتیب درست می توان مشترکین بالقوه در استقرار اولیه را به حداکثر رساند، نه تنها درآمد اولیه افزایش می یابد بلکه این پیام مثبت را نیز افزایش می دهد کهمی توان در مراحل بعدی با نشان دادن تعداد بالای مشتریان بالقوه دیگر مشتریان بالقوه و سرمایه گذاران را متقاعد کرد.

۲-۴-۳ چه روشها، مولفه ها و فن آوریهایی برای ساخت شبکه استفاده می شود؟

انتخاب های بسیاری از فن آوری های ممکن و اجزاء برای ساخت شبکه هایFTTHوجود دارد.مقرون به صرفه ترین گزینه تنها می تواند با استفاده از قوانین مختلف مهندسی و محدودیت برای هر رویکرد به جغرافیای واقعی منطقه و پس از آن مقایسه نتایج تعیین شود.هر پروژه یک انتخاب بهینه فن آوری های مختلف، بسته به شرایط محلی، از جمله جغرافیای محلی، تعهدات قانونی، وضعیت بازار، و عوامل دیگر بستگی دارد.

در بسیاری از موارد، هزینه تنها موضوعی نیست که در نظر می شود. برای تصمیم گیری درست در این مرحله اولیه مهم است که ارزیابی عمقی از حالات مختلف انجام شود. تاثیر یک انتخاب خاص در هزینه های کلی آماده سازی بسیار مهم است با این حال جنبه های دیگر مانند کیفیت، پهنای باند و قابلیت اطمینان نیز باید در نظر گرفته شود. انتخاب صورت گرفته اغلب در امتداد این چارچوب است:" آیا این سرمایه گذاری برای این مقدار اضافی برای کیفیت / پهنای باند / قابلیت اطمینان وغیره ارزشمند است.. ..آیا ارائه خواهد شد؟

- گزینه های ممکنی که می توان در نظر گرفت:

- معماری های مختلف ("X" در FTTH، فصل ۲)،
- فن آوری های مختلف فعال (PONدر مقابل P2Pاترنت در مقابل ترکیبی، فصل ۴)،
- سطوح مختلف تمرکزفیبر(فصل ۶)،
- روش های مختلف قرار دادن کابل(کابل میکرو در مقابل کابل کشی معمولی، فصل ۸)،
- معماری اسپیلیترهای مختلف (فصل ۶)،
- روش های مختلف کابل کشی داخل خانه (فصل ۷)،
- استراتژی به اشتراک گذاری زیرساخت های مختلف(فصل ۵)

۲-۵ برنامه ریزی شبکه سطح بالا

پس از تصمیم گرفتتدر مورد میزان منطقه پروژه، توجه به تصمیم گیری دقیق در مورد ساختار شبکه جلب می شود.خروجی اصلی این مرحله برنامه ریزی یک برآورد قابل اعتماد از سرمایه گذاری پیش بینی شده، تصمیمات در مورد محل برای POPs و FCPs،تصمیمات اتصالی در مورد محل ارائه خدمات در آن منطقه، و فهرستی از مواد است. برنامه ریزی شبکه سطح بالا با ورودی های زیر که بر اساس نتایج حاصل از مرحله برنامه ریزی استراتژیک شبکه است شروع می شود:

- منطقه برنامه ریزی تعریف شده
- قوانین طراحی و مواد
  - معماری (P2P ,PON، یا ترکیبی)
  - نوع کابل کشی
  - استراتژی اتصال ساختمان(تعداد فیبرهای هر ساختمان، و غیره)

سوالاتی که در مرحله برنامه ریزی در سطح بالا پاسخ داده می شوند عبارتند از:

۲-۵-۱ POP ها کجا واقع خواهند شد؟

برای مناطق برنامه ریزی های پیچیده برنامه ریز باید تصمیم بگیرد که چگونه باید از بسیاری از محل های POP استفاده شود، که در آن ODF ها و تجهیزات فعال قرار داده خواهد شد.اگر از چند POP استفاده می شود، برنامه ریزان همچنین باید تصمیم بگیرد که به کدام مشتریان باید خدمات توسط محل POPارائه شود.

هیچ قانون کلی برای اینکه تنها با یک POP به چه تعداد از مشتریان می توان خدمات ارائه کرد وجود ندارد. به طور کلی،هرچه مشتریانی بیشتری با POP سرویس دهی شوند، مقیاس از لحاظ

انرژی، تعمیر و نگهداری و ظرفیت تراکم بیشتر خواهد شد، با این حال، کابل های سیم تغذیه بلند تر و در نتیجه گران تر خواهد شد.

برای مناطق برنامه ریزی کوچکتر که در آن تنها یک تک POPلازم است، محل آن معمولا از مجموعه ای محدود از پیش تعریف شده گزینه های انتخاب می شود. این کار معمولا به در دسترس بودن آنها تا اپراتور از ساختمان ها در آن منطقه خاص بستگی دارد. با این وجود، همیشه آگاه بودن از هزینه های آماده سازی بین یک مکان در دسترس و محل ایده آل برای یک POP جالب است.

۲-۵-۲ نقاط تمرکز فیبر کجا نصب خواهد شد؟

از جمله وظایف اصلی برنامه ریزی شبکه های سطح بالا تصمیم گیری محل قرار گیری نقاط تمرکز فیبر(FCPs) است. برنامه ریز همچنین باید تصمیم بگیرد که کدام محل مشتری به کدام FCP متصل خواهد شد، و درباره راه حل های مدیریت فیبر نوری FCP تصمیم بگیرد.

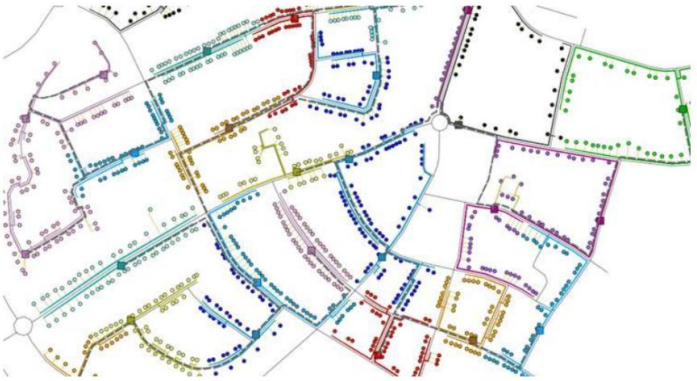
این تصمیمات مشمول محدودیت های اعمال شده توسط مشخصات فنی راه حل های موجود برای مدیریت فیبر و تعداد فیبرهای کابل و سیستم های کانال ها است. با این وجود، محل بهینه از دیدگاه هزینه ممکن است همیشه عملا امکان پذیر نباشد. با این وجود توصیه می شود از مکان های مطلوب شروع و سپس نزدیکترین مکان عملی برای FCP پیدا شود چرا که این کار می تواند منجر به صرفه جویی جدی در هزینه کل آماده سازیشود.

۲-۵-۳ کدام مسیرهای کابل کدام منطقه توزیع و سیم تغذیه را ارائه می‌کند؟

مسیرهای کابل که اتصال بین POP ها، نقاط توزیع و محل مشتری را فراهم می کند باید انتخاب شود. حفر و قرار دادن کابل ها و کانالهای هنوز هم بسیار گران است، بنابراین انتخاب مسیریکی از بحث برانگیزترنی تصمیم گیریهای کسب و کار است. به حداکثر رساندن استفاده از زیرساخت های موجود نظیر کانال های خالی برای جلوگیری از ضرورت حفر و هزینه های مرتبط مهم است. باید به حالات مختلط نیز توجه کرد:قرار دادنکابل ها در کانالهای موجود که در دسترس است و ترکیب کردن کانالهای به تازگی نصب شده و کابل های هوایی که در آن هیچ کانالی وجود ندارد. در چنین سناریویی فاصله بین راه های مختلف آماده سازی باید محاسبه شود.

۲-۵-۴ فهرست مواد مورد انتظار شامل چه چیزهایی است؟

با تصمیم گیری در مورد اتصال، باید دربارهی کابل و مجـرای نصـب و راه انـدازی ر مسـیرهایی کـه استفاده خواهد شد نیز تصمیم گرفت. همراه بـا تجهیـزات مـورد نیاز(ماننـد بسـت هـا، اسـپیلیترها، سوئیچ فعال، و غیره) این اطلاعات را می توان برای تولید یک فهرست سطح بالا از مواد و برای ارائه نشانگر مقدار به تامین کننده سخت افزار مورد استفاده قرار داد. فهرست نهـایی مـواد -کـه شـامل جزئیات همه موارد است - در مرحله برنامه ریزی دقیق تولید می شود.



شکل ۲-۳: نتیجه برنامه ریزی سطح بالا –مناطق و مکان های توزیع به صورت رنگی مشخص شده

استفاده از یک ابزار برنامه ریزی سطح بالا به صورت خودکار بسیار توصیه می شـود زیـرا مـی توانـد تمام تصمیم گیری در برنامه ریزی و بهینه سازی یکپارچه را اداره کند. در چنـین محیطـی برنامـه ریز رئیس تصمیم گیری در مورد پارامترهای برنامه ریزی و محدودیت ها اسـت. ابـزار برنامـه ریـزی سطح بالا به صورت خودکار از برنامه ریز در طراحی یک شبکه کم هزینه که تمـام محـدودیت هـای فنی که باعث استفاده بهینه از زیرساخت های موجود می شود را پشتیبانی می کند.

۲-۶ برنامه ریزی دقیق شبکه

در این مرحله از نتایج فرایند برنامه ریزی از برنامه ریزی سطح بالا به برنامه " ساخت" تبـدیل شـده است. این مرحله شامل طراحی یک برنامه شبکه دقیق و به اندازه کـافی مفصـل اسـت تـا اطمینـان حاصل شود که تمام مجوز ها ی رسمی می تواند تضمین شده باشد و دستورالعمل های انجام کـار را می توان تولید کرد. مشخصات اضافی جنبه های مانند اتصال به شبکه(در سطح تک فیبر، سـطح کانال و غیره) و برچسب زدن نیز باید در برنامه گنجانده شود.

۲-۶-۱ داده های پر جزئیات

تمام داده های که در مراحل برنامه ریزی قبلی استفاده می شود باید در برنامه ریزی شبکه های دقیق مورد استفاده مجدد قرارگیرد، به عنوان مثال داده های جغرافیایی مرجع در مورد خیابان ها، ساختمان ها و دیگر ویژگی های بزرگ جغرافیایی، و همچنین جداول دیتابیس اجزای نصب، خرید و هزینه های نصب.همچنین تصمیمات ساختاری گرفته شده در برنامه ریزی سطح بالا باید به عنوان نقطه شروع استفاده شود، از جمله:

- تعداد و موقعیت جغرافیایی POP ها و FCP ها
- مناطق ارائه خدمت هر FCP (در شکل به صورت رنگی مشخص شده)
- مسیرهای مورد استفاده از جمله کابل و کانال تاسیسات

در حالت ایده آل، ابزار نرم افزار باید قابلیت ورود و خروج مناسبی برای استفاده مجدد آسان از نتایج حاصل از برنامه ریزی شبکه های سطح بالا را داشته باشد. اگرچه در سال های اخیر در این منطقه قابلیت یکپارچگی داده پیشرفت زیادی کرده است هر گونه فرایندی که شامل وارد کردن و خارج کردن داده ها باشد می تواند به از دست دادن راستی داده ها منجر شود. به منظور جلوگیری از این کار برخی از مشتریان طراحی پر جزئیاترابط از قبل یکپارچه شده برای حل های برنامه ریزی شبکه سطح بالا و کمک به این مرحله مهم ارائه کرده اند بنابراین از تکرار داده های غیر ضروری و یا از بین رفتن آنها جلوگیری می شود.

علاوه بر این دانستن مشخصات دقیق کانالها، کابل ها ، فیبر و کانکتور فیبر برای جلوگیری از ناسازگاری بین اجزای مختلف در طول برنامه ریزیمهم است. این موضوع برای مثال شامل:

- کد گذاری رنگی کانال یا سیستم میکرو کانال
- حداقل شعاع خم شدن برای کانال و کابل
- خط مشی ملاحظات شبکه، به عنوان مثال حداکثر فاصله و یا حداقل خصوصیات کابل.
- محدود کردن اتصال دهنده ها، به عنوان مثال، متصل کننده APC نمی تواند با یک کانتکتورکامپیوتر شخصی اتصال برقرار کند.
- حالت توزیع شدت تابش برای متصل کردن و راه اندازی فیبر ؛توجه داشته باشید که این موضوع می تواند به طور کامل با به درستی مشخص کردن فیبر با توجه به آخرین توصیهITU-T G.657 ایجاد شود (نسخه ۳ ماه اکتبر ۲۰۱۲)، که سازگاری برای همه دسته بندی ها از جمله گروه B است.

علاوه بر داده های پرجزئیات بیرون ساختمان (OSP) این طرح باید شامل اطلاعات لازم برای تکمیل ساخت و یا پیکربندی در داخل ساختمان (ISP) نیز باشد. برخی از اپراتورهای این دو را به دو دسته جداگانه تقسیم می کنند زیرا انواع منابع و بار زمانی اغلب بین طرح OSPوISPبسیار متفاوت است -اگر چه استفاده از یک کار تک در سراسر هر دو حالت در داخل و بیرونساختمان نیز رخ می دهد. طرح ISPتمایل به تمرکز بر تجهیزات مورد نیاز برای ارائه خدمات دارند، اما زیرساخت های پشتیبانی نیز در نظرگرفته شده است. در مورد فیبر به خانه، جنبه های ISPشامل تعداد و مکان فیزیکی کارت های خطی نوری، لایه ۲ سوئیچ ها و اتاق برق های نوری و همچنین فضای فیزیکی قفسه قدرت و خنک کننده مورد نیاز در ساختمان دفتر مرکزی برای پشتیبانی از هر گونه تجهیزات جدید است.

۲-۶-۲ برآورد کردن

در طول مراحل برنامه ریزی، اگر اطلاعات شبکه می تواند به درستی ژئورفرنس کند و به ابزارهایی مانند نمای خیابان گوگل (شکل ۱۰) برای انجام یکDesktop Surveyمتصل شود ارزیابی مفید است. این کار بررسی جزئیات مهم را آسانتر می کند:شرایط سطح جاده،محل درخت ها، انواع خیابان، و غیره. با این حال،از آنجا که این داده ها و نقشه های آنلاین همیشه کاملا به روز نیستند، تصمیم به انجام یک بازدید از سایت فیزیکی ممکن است هنوز هم در نظر گرفته شود.

شکل ۲-۴: Desktop Survey با استفاده از نمای خیابان گوگول

برخی از اپراتورهای همیشه بازدید از سایت فیزیکی را به منظور بررسی یک طراحی دقیق قبل از نصب انجام خواهد شد، در حالی که دیگران در یک نظرسنجی بر Desktop Survey تکیه می کنند و اگر واقعا لازم باشد از سایت استفاده می کنند. اساسا این تصمیم هزینه / سود است، و تصمیم به انجام یک ارزیابی تا حدودی با توجه به موارد زیراز پیش تعیین خواهد شد:

- صحت سوابق زیرساخت های موجود
- مقدار و نوع زیرساخت گروه ثالث در منطقه
- ملاحظات محلی، به عنوان مثال، مناطق حفاظت شده، ترافیک و یا مقررات برنامه ریزی
- توجه به هزینه نصب و راه اندازی، به عنوان مثال تغییرات سطح جاده
- هزینه اقدامات اصلاحی در مورد یک طراحی و یا نصب و راه اندازی های که با شکست مواجه شده است
- ارزیابی سایت به عنوان بخشی از طراحی سطح بالا انجام شده است یا نه

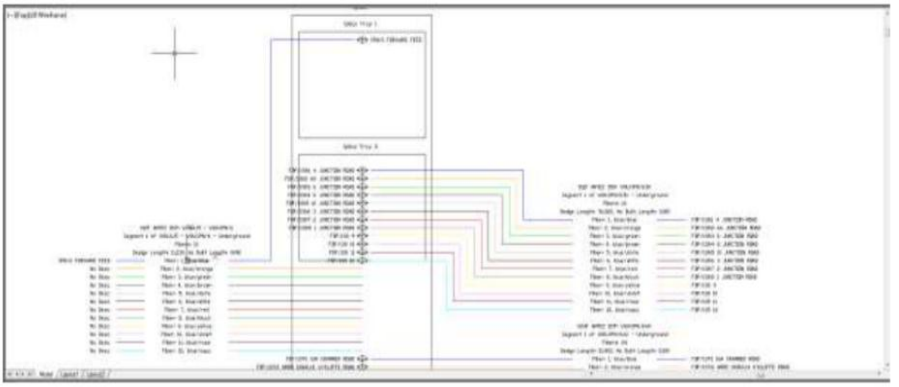
برای جلوگیری از مسائل بالقوه با زیرساخت های موجود در زیر زمین، ابزار نرم افزار به طور معمول از ورد یا نمایش اطلاعات مفید گروه ثالث در کنار طرح پیشنهادی پشتیبانی می کند. در برخی از کشورها، میزان اشتراک گذاشته شده اطلاعات گروه شخص سوم توسط قانون محدود شده و اغلب تنها به حضور شبکه زیرزمینی مسکن مربوط می شود، نه نوع یا مقدار کابل کشی در منطقه.

۲-۶-۳ تولید کردن طرح ساخت

مرحله برنامه ریزی شبکه پرجزئیات طرح " ساخت" را تولید می کند و باید جزئیات اضافه شود تا برنامه ریزی شبکه سطح بالا حاصل شود. این مرحله شامل وظایف زیر است:

- جزئیات اتصال دراپ:هر اتصال دراپ (از آخرین نقطه انشعاب در خیابان تا یک نقطه اتصال ساختمانی) باید دقیقا قرار داده شده و دنبال شود.
- کابل /پیکربندی کانال در کانال:برای هر کابل غیر مستقیم زیر خاک شده و هر کانال داخلی باید مشخص شده باشد به کدام کانال بیرونی متصل می شود، به عنوان مثال با رنگ و برچسب یک سیستم میکرو کانالی مشخص شود.
- قرار دادن کانکتور:برای هر سیستم کانالی باید مشخص شود که در کدام موقعیت جغرافیایی یک یا بیشتر از کانال (به طور خاص برای سیستم های میکرو کانال)به هم متصل شده اند، با چه نوع از اتصال و کدام کانال به سیستم کانال دیگری.

- برچسب زدن:هر نصب اجزاء با توجه به یک طرح تعریف شده ثابت از سوی کاربر که شناسایی و ارجاع را برای جزء در طرح آسان می کند یک برچسب اختصاصی دریافت می کند.
- فیبر و برنامه ریزی متصل کردن:در ODFs، نقاط تمرکز فیبر و اگر از کابل کشی معمولی استفاده می شود، در هر نقطه اتصال کابل دیگر، تعریف دقیق جفت فیبرهای با هم متصل و محل قرار گیری اتصال اهمیت دارد.



شکل ۲-۵: طرح کلی رنگ، توزیع و پایان یابی اتصال فیبرها

نتیجه مستند سازی شبکه " ساخت"شامل اطلاعات دقیق و کامل برای به روز رسانی، عیب یابی و یا بازگرداندن یک شبکه است:

- اسناد شبکه " ساخت"
- مستندات POP ها از جمله محوطه کف چینی شده و قرار دادن تجهیزات فعال و غیر فعال
- ایجاد طرح دستور کار برای اشیاء پیچیده مانند ODFو اسپیلیترهای نوری
- گزارش خلاصه کلی، لیست مواد، لیست هزینه ها و لیست های فیبر
- ایجاد لیست مناقصه ها و مزایده ها

۲-۶-۴ مدیریت برنامه

در مقابل بسیاری از عملیات هایی که در یک شبکه مخابراتی مدرن انجام می شود ساخت شبکه می تواند وقت گیر باشد ؛ شاید ماه ها یا چندین سال برای تکمیل طول بکشد. معمولا تغییرات شبکه

های بـزرگ بـه پـروژه هـای کـوچکتر (و یـا برنامـه) تقسـیم مـی شـود و بـه تبـع آن بسـیاری از فروشندگانPNIمعامله طولانی یا رویکرد مبتنی بر کار به تولید طراحی دقیق اتخاذ کـرده انـد. فکـر کردن در مورد یک برنامه، مجموعه ای از تمام تغییرات مورد نیاز برای تحقـق بخشـیدن بـه اصـلاح شبکه را در خود دارد. برنامه ها می تواند کوچک باشند، مانند اتصال یک ساختمان جدید به شـبکه فیبر موجود و یا بزرگ باشد، عنوان مثال ساخت یک منطقه سرویس دهی FTTHجدید.

در مرحله برنامه ریزی دقیق بسیار مهم است که ابزار برنامه ریزی دقیق هم از تغییرات دستی بـرای تنظیمات فردی و هم عملیات اتوماسیون داده ها پر حجم است که باید بیش از طرح کامـل باشـند پشتیبانی کند (به عنوان مثال، نامگذاری و برچسـب زدن تجهیـزات. داشـتن ایـن انعطـاف پـذیری کیفیت خروجی را افزایش می دهد در حالیکه هزینه های نیروی کـار در ارتبـاط بـا ایجـاد طراحـی دقیق را کاهش دهد.

۲-۷ موجودی شبکه

۲-۷-۱ پشتیبانی نرم افزار

تغییر معنایی یک برنامه چگونگی ساخت شبکه برای یک طرح که نشان دهنده شبکه واقعی سـاخته شده است را مستند می کند، همچنین برانتظار از داده ها و نرم افزار های مورد استفاده برای آن اثر می گذارد. این کار معمولا به معنی:

- افزایش تاکید بر کیفیت داده های مکانی برای ایجاد ثبت رسمی موقعیت کانل/ کابل..
- نیاز به یک ابزار نرم افزاری برای دستکاری گرافیکی و استحکامبررسی کردن شبکه برنامـه ریزی شده.
- نیاز به فن آوری دیتابیس برای اسناد، عملیات شبکه، مدیریت تغییر، عیب یابی، مراقبت از مشتری، بازاریابی و ثبت نام شبکه.

برای بسیاری از اپراتورهای مخابراتی شبکه مدرن این اطلاعات یا در یک نرم افزار تخصصی موجودی شبکه فیزیکی (PIN) ایجاد یا منتقل شده است. یک PNIتقریبا همیشه به شکل فضایی آگاه خواهد شد و همچنین پشتیبانی جامعی برای مجموعه ویژگی ها، گزارش ها و شـبکه از طریـق اسـتفاده از یک چارچوب دییتابیسپیشـرفته فـراهم مـی کنـد.برخـی از بانـک هـای اطلاعـاتی ماننـد اوراکـل و مایکروسافت SQLانواع داده های فضایی را به عنوان استاندارد رائه می کننـد، در حـالی کـه ضـمائم دیگر گروه های ثالث(به عنوان مثال سرورESRI ArcGIS)می تواندبرای گسترش غیر فضایی ذخیـره

داده ها با پشتیبانی جغرافیایی مورد استفاده قرار گیرد. تفاوت یک PNI از یک GIS خالص (اغلب وانیلی خوانده می شود) یا سیستم بر مبنای CAD از این حیث که مدل های داده های از راه دور پیچیده از پیش تنظیم شده را ارائه می دهد می تواند برای استاندارد و تایید اسناد و مدارک شبکه دقیق متفاوت مورد استفاده قرار گیرد.

۲-۷-۲ مدیریت گردش کار

همانطور که در بخش قبلی این فصل دیده می شود ، روند برنامه ریزی سطح بالا فرایندهای متعاقب آن در برنامه ریزی /طراحی را تغذیه می کند. با این حال، مراحل برنامه ریزی دقیق پایان گردش کار نیستند -به دور از اینکه آن شبکه حتی در این مرحله ساخته نشده است. هنگامی که تمام مراحل برنامه ریزی دقیق کامل شد، این فرایند برای ساخت و تحویل شبکه به کسب و کار طبق روال معمولا به شرح زیر است:

- تصویب مالی
  - مجوز برای ادامه ساخت و ساز از طرح پیشنهادی
- تعامل با زنجیره تامین
  - تدارکات برای سفارش و ارائه مواد مورد نیاز به سایت
- تعامل با مدیریت نیروی کار، به عنوان مثال قرار دادن تکنسین مناسب
- مرحله مهندسی عمران
  - ساخت دکل،کانال زیرزمینی، و غیره
- مرحله نصب و راه اندازی کابل
  - قرار دادن یا کشیدن کابل
- مرحله اتصال فیبر
  - متصل کردن فیبر
  - سر هم کردن فیبر در نقاط انعطاف پذیر
- خروج از طرح چرخه بازخورد
  - آیا با تغییر در طرح می توانذر آن زمینه مجوز داشت یا آیا باعث راه انداختن طرح پر جزئیات جدید می شود؟
- تست و اندازه گیری
- فعال سازی دستگاه
- تأییدبه عنوان شبکه ساخته شده و به روز

- تحویل شبکه به عملیات برای پذیرش سفارشات

این مراحل نیاز به یکپارچه شدن با اسناد شبکه" ساختن " و " ساخته شده "دارد.

در بسیاری از موارد یک اپراتور خواهان مستند کردن این روند و شناسایی ورودی ها و خروجی های کلیدی با هدف شفافیت کردن کل فرایند برنامه ریزی پایان به پایان و تسهیل گزینه تولید معیارهای پشتیبانی از موارد کسب و کار داخلی است. در حالت مطلوب، سیستم نرم افزار برنامه ریزی با مدیریت سفارش یا راه حل کار / گردش کار که تمام مراحل در گردش کار را نشان می دهد بر هم کنش دارند.

غالبا تهیه یک شبکهFTTHجدید یک چالش لجستیک به اندازه بزرگی طراحی شبکه است. بنابراین مدیریت هزینه ها، مقایسه گزینه های طراحی فنی، برنامه ریزی، تخصیص تکنسین ها، مدیریت زنجیره تامین و گزارش خروج از طراحی که همه به عنوان بخشی از پروژه در نظر گرفته می شود مهم است.

قابلیت های اضافی یک راه حل گردش کار دیجیتال ممکن است شامل داشبورد پروژه، مدیریت خطر، تعیین مسیر بحرانی و برنامه های کاهش ریسک شود. چنین سیستم گردش کاری ممکن است بیش از اتصالات داده های تلفن همراه در این زمینه در دسترس باشد که به مهندسین اجازه می دهد وضعیت کار در نزدیکی زمان واقعی را گزارش دهند.

۳-۷-۲ مستندات ساخته شده

شبکه نهایی ساخته شده به ندرت با طراح شبکه یکسان است. اگر هر تغییری در طول ساخت انجام شود،به روز بودن اصل طرح" ساختن " مهم است. در حالت ایده آل طرح به روز شده که اغلب به عنوان طرح ساخته شده نامیده می شود، باید به عنوان پایه ای برای مستندات کامل شبکه استفاده شود. بیشترین اصلاحات ناشی ازکارهای شهری و شرایط بوجود آمده در این زمینه مثل کانال بسته شده یا کشف زیرساخت گروه سوم است. برای ثبت تمام اصلاحات برنامه ساختن و به روز رسانی نرم افزار PIN برای استفاده در آینده مهم است.

مستندات شبکه ساخته شده شامل اطلاعات هر بخش و کابل به شرح زیر است:

- زیرساخت های شهری
  - نام و آدرس شرکت سازنده
  - جزئیات تایید ساخت (متصدی کار یا جزئیات سرپرست)

- داده های مکانی دقیق (شاید شامل مختصات GPS یا اندازه های سه نقطه از محل های ثابت)
- درستی طول گودال های ساخته شده
- سازنده و مدل هر آیتم که مطابق با طرح ساختن نیست، مثل گودال های بزرگتر یا کانال های اضافی
- ثبت اطلاعات فضای کانال ها (DSR)
- اطلاعات پشتیبانی دکل هوایی (افراد، مجریان، و غیره)

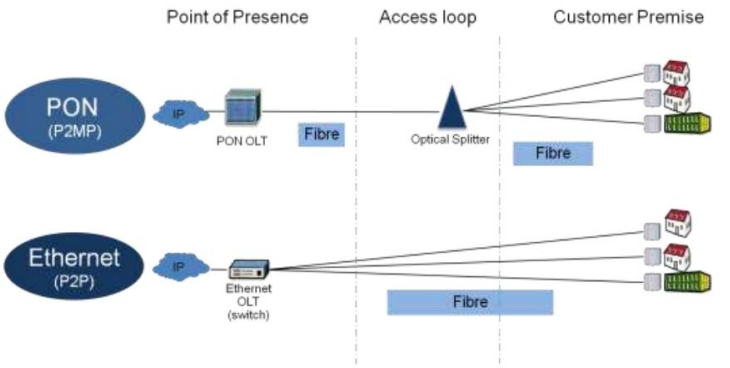
- کابل
  - تاریخ و سازنده کابل های استفاده شده

فصل سوم

تجهیزات فعال

راه حل های شبکه های نوری منفعل P2MP(PON) و P2Pاترنت در سراسر جهان مستقر شده است. انتخاب تجهیزات به متغیرهای بسیاری از جمله جمعیت و تقسیم بندی جغرافیایی، پارامترهای خاص پیاده سازی، محاسبات مالی و غیره بستگی دارد. به طور خاص، راه حل منتخب بسیار به سهولت اینکه با کدام زیرساخت منفعل مستقر می شود بستگی دارد. روشن است که در بازار امروز هر دو راه حل قابل قبول است.

در یک واحد چند مسکونی(MDU) ، ارتباط بین کاربران نهایی و سوئیچ ساختمان می توانید از مس یا الیاف تشکیل می دهند، با این حال، فیبر تنها جایگزین که تضمین خواهد کرد برای حمایت پهنای باند مورد نیاز آینده است .در برخی از استقرار یک فیبر دوم برای سیستم های پوشش های ویدئویی RFارائه شده است؛ در موارد دیگر چند الیاف 2)تا ۴ در هر خانه (نصب برای تضمین رقابت و همچنین برنامه های آینده است.



شکل ۳-۱: معماری شبکه های FTTH مختلف

۳-۱ شبکه نوری غیر فعال

تجهیزاتPONشامل یک ترمینال خط نوری(OLT)در نقطه حضور(POP)و یا دفتر مرکزی است. یک فیبر به اسپیلیتر نوری منفعل می رود و فن های خارجی حداکثر ۶۴ کاربر نهایی رابه هر یک از واحد شبکه های نوری(ONU)در نقطه ای که فیبر خاتمه می یابد متصل می کند.

ONUدر چندین نسخه در دسترس است، از جمله نسخهMDUکه برای مشترکین متعدد برای برنامه های کاربردی در ساختمان و ترکیب های موجود در ساختمان کابل کشی مناسب است (اترنت/CAT5 یا xDSL).

مزایای استفاده ازPONشامل استفاده از کاهش فیبر (بینPOPو اسپیلیتر)، عدم وجود تجهیزات فعال بینOLTوONU، قابلیت تخصیص پهنای باند فعال و امکان پهنای باند انفجاری است که می تواند باعثصرفه جویی سرمایه و هزینه های عملیاتی شود.

توجه داشته باشید که آخرین بخش از شبکه، که بین آخرین اسپیلیتر و کاربر نهایی است ، برای یک راه حل نقطه به نقطه یک PON یکسان است:هر خانه با یک (و یا بیشتر) فیبر به نقطه ای که آخرین اسپیلیترنصب شده متصل است، این کار به عنوان یک نقطه تمرکز فیبر (FCP)و یا نقطه انعطاف پذیری فیبر (FFP) نیز شناخته می شود. یکی از تفاوت های PON اینااست که تعداد فیبرهای بین FFPs و POP را می توان به طور قابل توجهی کاهش داد (نسبت تقسیم در ترکیب با نرخ پذیرش مشترک می تواند منجر بهیک فیبر۱:۱۰۰ شود).این موضوع به ویژه در مناطق براونفیلد که در آن برخی (محدودیت) منابع از قبل در دسترس است، یا فیبر تیره / یا کانال فضایی، که می تواند در هزینه هاو زمان صرفه جویی قابل توجهی داشته باشد این چنین است.

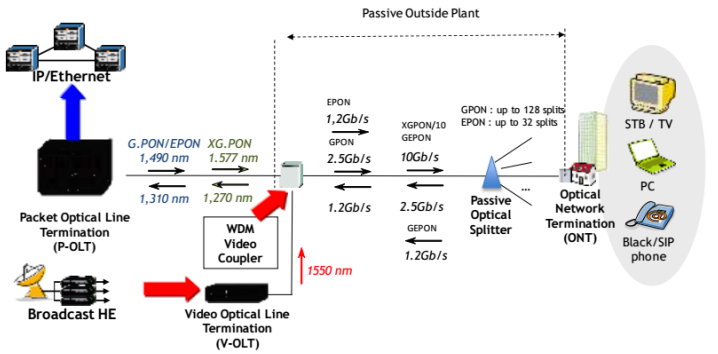
۳-۱-۱ راه حل PON

چندین نسل از فن آوری PON وجود دارد.

گروه خدمات کامل دسترسی به شبکه (FSAN) نیازهای فنی را بهبود داده اند که پس از آن با استاندارد های اتحادیه بین المللی مخابرات (ITU) مشخص و تصویب و استاندارد شده است. این استانداردها شامل GPON, BPON, APON و XG-PON است. ۲,۵GPON گیگابایت پهنای باند پایین دست و ۱,۲۵ گیگابایت پهنای بالادست فراهم می کند که با حداکثر ۱:۱۲۸ به اشتراک گذاشته شده است. XG-PON ۱۰ گیگابایت پهنای باند پایین دست و ۲,۵ گیگابایت پهنای بالادست برای تا ۱۲۸ کاربر ارائه می دهد.

همانطور که FSANبه عنوان رویکردی جدید پیش بینی کرده بود، NG-PON2 تا سال ۲۰۱۵، ظرفیت PON به حداقل ۴۰ گیگابیت در ثانیه پایین دست و حداقل ۱۰ گیگ بر ثانیه در بالادست افزایش داد، که به حداقل ۲۰ Km با حداقل سهم جداسازی ۱:۶۴رسید. برای افزایش طول موج بیشتر، رسیدن به۶۰ Km و نسبت تقسیم ۱:۲۵۶ نیز مشخصات مورد توجه قرار گرفت. در سال ۲۰۰۴ موسسه مهندسان برق و الکترونیک (IEEE) استاندارد جایگزینی به نام EPON با ظرفیت 1Gbpsدر هر دو جهت با دست و پایین دست را معرفی کردند. EPONاختصاصی نیز با 2Gbit/s سرعت ذره ای پایین دست نیز در دسترس است. در سپتامبر ۲۰۰۹ IEEE استاندارد جدیدی تصویب کرد، 10G-EPON که 10Gbps سرعت ذره ای متقارن ارائه می کند.

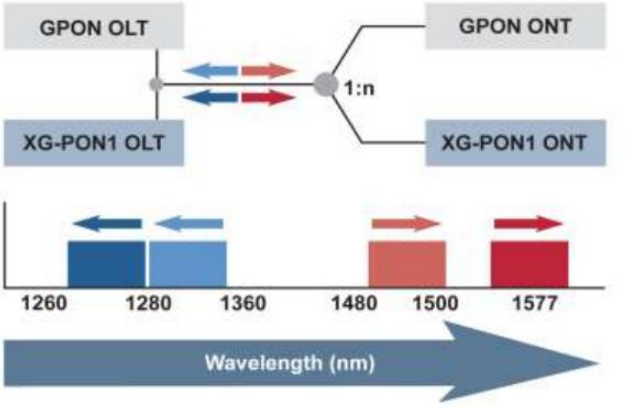
گریش دسترسی به فن آوری در طول ده سال آینده به سمت پهنای باند متقارن تر خواهد رفت. به اشتراک گذاری چند رسانه ای فایل، برنامه های اشتراک گذاری برنامه و برنامه های کاربردی اطلاعات فشرده تر که توسط کاربر خانگی استفاده می شود مشترکان را به سمت پهنای باند بالادست هدایت خواهد کرد. علاوه بر این، گردانندگان اصلی در پشت استفاده متمرکز از تکنولوژیهای PON خدمات کسب و کار، تلفن همراه وWi-Fi / شبکه های بک هال سلول های کوچک خواهند بود که اپراتورهای به پشتیبانی فراتر از خدمات مسکونی نیاز دارند. خدمات کسب و کار یابکهال موبایل مستلزم نزخ داده 1Gb/s ثابت و متقارن است. با این حال، پیش بینی تقارن کامل در کاربردهای مسکونی با توجه به مقدار زیادی از پهنای باند مورد نیاز برای خدمات HDTV و سرگرمی به طور کلی دشوار است. با این حال، سرعت ذره ای بالادست PON است که اپراتورهای FTTHمزایای رقابتی کلیدی در DSLیا ارائه دهندگان کابل فراهم می کند. GPON 20 km با بودجه نوری 28db ارائه می کند از کلاساپتیک +Bبا نسبت تقسیم1:128 استفاده می کند. این دسترسیمی تواند به 30 km با محدود کردن عامل جداکننده تا حداکثر 1:16 یا با معرفیکردن اپتیک+C برسد، که به ۴ دسی بل به بودجه لینک های نوری اضافه می کند و می تواند رسیدن نوری به ۶۰ کیلومتر را با استفاده از توسعه دهنده رسیدن افزایش دهد. 10G- EPONهمچنین می تواند به ۲۰ کیلومتر با بودجه نوری ۲۹ دسی بل برسد.



شکل ۳-۲: طرح کلی از نمودار یک شبکه GPON

به عنوان یک گزینه، یک پوشش های ویدئویی RFمی تواند با استفاده از یک طول موج اضافی(۱۵۵۰ نانومتر) که با شرایط بحرانی ساخت گام به گام یا زمان به بازار برای برنامه های کاربردی تلویزیون دیجیتال سازگار است اضافه شود.

استانداردهای تعریف شده است اجازه می دهد تا هر دو GPONو XG-PONبر روی فیبر یکسان با استفاده از طول موج های مختلف برای هر دو راه حل همزیستی داشته باشند. این موضوع تا زمانی که نیازهایی از قبیل توصیه G.984.5، که طرح طیف برای GPON را اصلاح کرده و فیلتر ها مسدود کردن در واحد شبکه های نوری (ONUs) تعریف شده مانع از تداخل طول موج های بدون GPON می شود قابل قبول است.



شکل ۳-۳: رویکرد FSAN به XC-PON

NG-PON2، رویکرد جدید توسط ITU و FSAN تکامل طبق توپولوژی های زیـرا را نشـان خواهـد داد:

پایه ای:

۴۰ گیگابایت در ثانیه ظرفیت پایین دست و ۱۰ گیگابایت در ثانیه ظرفیت بالا دست، بـا اسـتفاده از طول موج ۴

توسعه یافته:

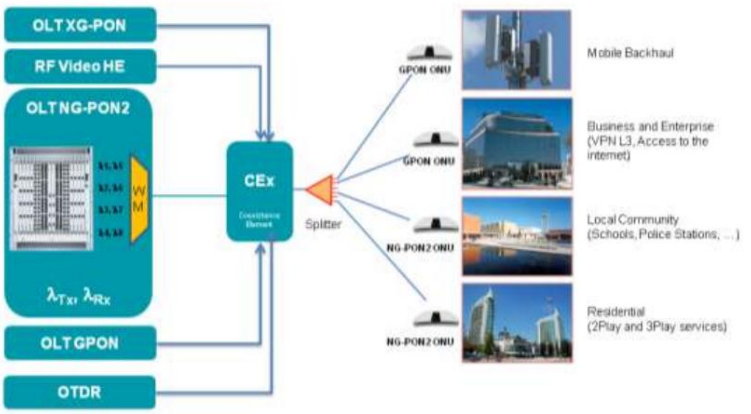
۸۰ گیگابایت در ثانیه ظرفیت پایین دست و ۲۰ گیگابایت در ثانیه ظرفیت بالا دست، بـا اسـتفاده از طول موج ۸

کسب و کار:

خدمات متقارن، ۴۰/۴۰ گیگابایت در ثانیه تا ۸۰/۸۰ گیگابایت در ثانیه

موبایل فرانتوال:

WDM نقطه به نقطه (CPRI)

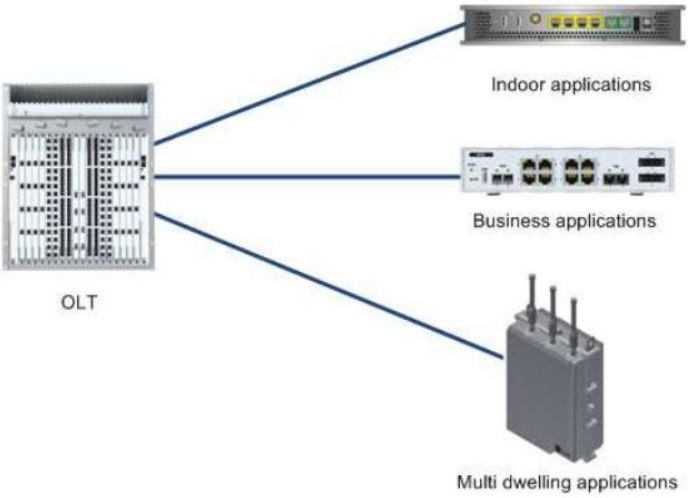


شکل ۳-۴: همزیستی تکنولوژی های مختلف FTTH

همزیستی با یک عنصر منفعل شناخته شده به عنوان عنصر عنصـر (CE)تضـمین شـده اسـت. ایـن ترکیب /تقسیم طول موج مربوط به هر یک از خدمات و فن آوری PON است.

۳-۱-۲ تجهیزات فعال PON

تجهیزات استاندارد PON شامل یک خط ترمینال نوری (OLT) و یک واحد شبکه نوری (ONU) است. یک OLT معمولا در نقطه دسترسی (POP) یا نفطه تمرکز واقع شده است. یک بردOLTمی تواند ۱۶۳۸۴مشترک را (بر اساس ۶۴ کاربردر هر اتصال GON) در هر شلف هدایت کند. این بردهاهمچنین می توانند تا ۷۶۸ اتصال نقطه به نقطه (اترنت فعال)برای برنامه های کاربردی و یا مشتریان که نیاز به این کانال اختصاصی دارند را فراهم کند. OLTها در سوئیچ های جمع آوری شده، واحد قدرت وپورت آپلینکفزونی ایجاد کنند. برخی OLT هاهمچنین می توانند مکانیزم حلقه حفاظت از پورتآپلینگخود را با برنامه های کاربردیERPS (سوئیچینگ حفاظت حلقه اترنت ITU-T G.8032) ارائه کنند. OLT می توانند با نصب GPON، XG-PONیا کارت های NG-PON2انتخاب مناسبی برای یک سناریوی پرداخت به عنوان رشد باشند.



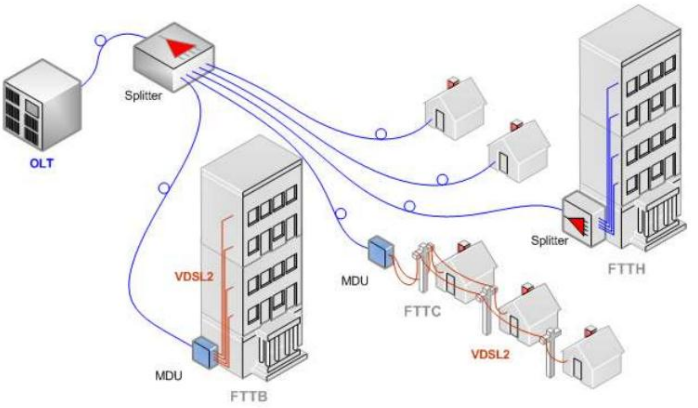
شکل ۳-۵: انواع مختلف ONT

تعدا مختلفی ONU مناسب برای یک مکان وجود دارد:

- کاربردهای خانگی
- کاربردهای بیرون از ساختمان
- کاربردهای کسب و کار
- کاربردهای MDU

بسته به نوع کاربرد ONU می تواند اتصالات تلفن آنالوگ (POTS)، اتصالات اترنت، اتصالات RF برای پوشش های ویدئویی و در مورد FTTB، VDSL2 یا اتصالات اترنت، Wi-Fi 2.4/5 گیگاهرتز و G.hn باشد.

MDU (ONUها چند واحد مسکونی) می تواند یک راه حل میانی برای معماری فیبر انتها به انتها باشد، برای ساختمان های با شبکه های مسی موجود. از آنجا که اتصالاتVDSL2هم اکنون می تواند به 100Mbpsدر دو طرف کامل دست پیدا کند، این موضوع فرصتیبرای دسترسی بیشتر مشتریان بدون نیاز به فیبر در داخل خانه های خود فراهم می‌کند. علاوه بر این، این نوع از ONU می‌تواند به جای سیستم های تلفنی یعنی در مناطق دور افتاده استفاده شود. از آنجا که فیبر در آن مناطق در دسترس است، مهاجرت تمام خطوط تلفن قدیمی را به ONU ها (با تعداد پورت POT بالا) درست به نظر می رسد، در نتیجه تبدیل آنها به VOIP OPEXوCAPEX کاهش می یابد. افزایش مانند بردار، باند و G.fast (G.9970)بیشتر می تواند به بهبود پهنای باند ارائه شده کمک کند.



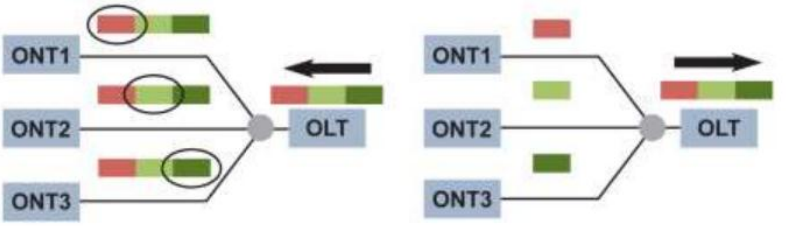
شکل ۳-۶: کاربردهای FTTH

در دنیای IEEE، به تجهیزات مشترکین به عنوان OUN اشاره شده است ، با این حال، در زمینه GPON و XG-PON این توافق وجود دارد که باید به طور کلی از واژه OUN استفاده شود ؛ ONT تنها برای تعریف پشتیبانی کردن یک ONU یک تک مشترک به کار می رود. بنابراین واژه ONU کلی تر و مناسب تر است.

این تعریف همیشه با همه و در دیگر (غیر PON) موارد رعایت نمی شود ؛ هر دستگاهی کـه شـبکه های نوری را پایان می دهد نیز به عنوان یک ترمینال شبکه های نوری (ONT)در نظـر گرفتـه مـی شود. در این متن هیچ اولویتی بیان نشده است و هر دو اصـطلاحات اسـتفاده مـی شـود و بایـد در وسیع ترین معنای خود تفسیر شود.

۳-۱-۳ مدیریت پهنای باند

پهنای باندGPON ، EPON، XG-PON و 10G-EPON بـا روش هـای مبتنـی بـر TDM (تسـهیم کننده بخش زمان) تخصیص داده شده است. در جهت پایین دست تمام داده ها به تمـام ONU هـا ختم می شوند و سپس داده های ورودی براساس پورت ID فیلتر مـی کنـد. در جهـت بـالا دسـت، OLT کانال های بالادست را با اختصاص دادن یک سوراخ به هر ONU کنترل می کنـد. ایـن OLT پهنای باند پویا و اولویت بندی بین خدمات بـا اسـتفاده از یـک پروتکـل MAC (کنتـرل دسترسـی رسانه) فراهم می کند.



شکل ۳-۷: مدیریت پهنای باند در سیستم های PON

۴-۱-۳ مدیریت پهنای باند

مجموعه ای از طول موج ها توسط ITU-Tتعریف شده است تـا از همزیسـتی فـن آوری PONهـای مختلف در فیبر یکسان اطمینان حاصل شود، از طریق WDM. این مشخصات ویژگی های مسـدود کننده طول موج برای فیلتر ها که از سیگنال پایین دست GPONدر ONUاز دخالت از باند جدیـد محافظت می کند نیز تعریف می شود. با این حال، تعریف برخی از جنبه های اضافی در مـورد روش های مدیریت و کنترل چندین طول موج در سیستم لازم است. این جنبه درتوصیه ITU-T در حال توسعه است.

۳-۲ بهینه سازی استقرار PON

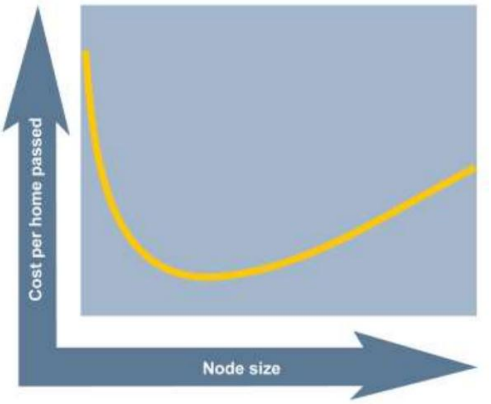
زمانی که شبکه های PON استقرار پیدا می کنند، زیرساخت فعال و غیر فعال با هم کار کنند.روشن است که سرمایه گذاری به موقع در تجهیزات فعال (به طور عمده با سمت شبکه همراه)را مـی تـوان زمانی که ترتیب تقسیم کردن منفعل درستی انتخاب شـده باشـد مـی توانـد بهینـه باشـد. هنگـام طراحی شبکه باید ملاحظاتی را در نظر گرفت از جمله:

- استفاده بهینه از تجهیزات فعال -اطمینان (به طور متوسـط)ازنرخ اسـتفاده از هـر پـورت PONبیش از ۵۰٪
- ساختمان بیرونی انعطاف پذیر که به راحتی سازگار برای ارائه و توزیع مشـترک در آینـده است
- الزامات قانونی برای دسترسی غیرتجاری نسل بعدی (NGA)شبکه ها
- بهینه سازی هزینه های عملیاتی

این ملاحظات منجر به تعدادی از قوانین طراحی خواهد شد.

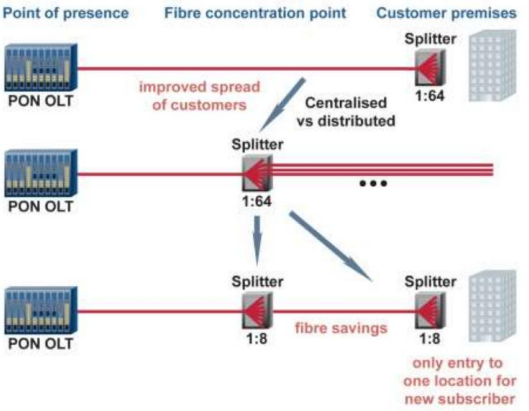
برای استفاده از مزایای ذاتی فیبـر PON، محـل اسـپیلیترها بایـد بهینـه باشـد. در منـاطق معمـول شهرهای اروپایی اندازه گره مطلوب جایی بین ۵۰۰و ۲۰۰۰ خانه است.

با فرض تقسیم کردن تنها در یک سطح، که به عنوان تقسیم متمرکز نیز شناخته مـی شـود، انـدازه گره باید تعریف شود، به این معنی که تعداد خانه ها، کـه در آن اسـپیلیتر نصـب خواهـد شـد.بایـد مشخص باشد. بین هزینه های اتاقک ها و نیاز به فیبـر اضـافی اگـر اتـاق کیـدر شـبکه بـه بـالاتر و نزدیکتر به POP جابه جا شده باشدتفاوت وجود دارد. یکی از عوامل مهم در این فرآیند بهینه سازی شامل تراکم منطقه است،که هزینه معمولا با اندازه گره به شرح زیر تغییر خواهد کرد:



شکل ۳-۸: بهینه سازی گره جانبی در یک PON با تقسیم کننده تک سطح

شهرها شامل MUD های بسیاری است، برخی حاوی تعداد کمی آپارتمان و برخی دیگر صدها. آپارتمان است. این موضوع در هنگام طراحی یک شبکه عامل مهمی است، از جمله بسیاری از اسپیلیترها به نصب در زیرزمین ساختمان ها نیاز دارند. برخی از شبکه های یک تقسیم بندی دو سطحی را در نظر می گیرند، برای مثال، اسپیلیتر ۱:۸ در ساختمان و دومین اسپیلیتر۱:۸ در سطح گره نصب می شود. در مناطقی که ترکیبی از MDU هاو SUS (خانه های تکی)وجود دارد، اندازه گره نوری مطلوب ممکن است افزایش یابد. در برخی موارد حتی به سطوح بالاتری از تقسیم، که به عنوان تقسیم چند سطح شناخته شده می تواند استقرار یابد.



شکل ۳-۹: تقسیم تمرکز و توزیع در یک PON

برای فعال کردن زیرساخت اشتراکی در روش اگنوستیک فن آوری از طریق فیبر غیر متمرکز سایت های اسپیلیتر نزدیک به کاربران نهایی باید یک نقطه انعطاف پذیری فیبر (FFP) باشد در نتیجه اطمینان حاصل می شود که هر ارائه دهنده خدمات را به بهترین امکان در دسترسی مشترکین قرار می دهد. در مورد استقرار چندین فیبر در هر خانه، برخی از فیبرها ممکن است به یک ارائه دهنده خدمات اختصاص داده شود و در نتیجه، برای غیر متمرکز در دسترس نیست. هنگامی که یک ساختمان بیرونی نقطه به نقطه در سطح POP مستقر شد، ارائه دهنده خدمات PON تمام اسپیلیترهای خود را در POP نصب خواهد کرد. یک مانع اضافی می تواند در محل POP واقع باشد که ممکن است به کاربر نهایی نزدیک تر باشد زیرا هر خانه یک (یا بیشتر) یک فیبر متصل به POP دارد. ارائه دهنده خدمات PON حتی ممکن است تصمیم به تراکم تعدادی از POP نقطه به نقطه کند و تنها تجهیزات فعال خود (OLTs) را در یکی از این POP ها نصب کند و مابقی را بهPOP های غیر فعال (اسپیلیتر) تبدیل کند.

۳-۳ اترنت نقطه به نقطه

برای معماری اترنت، دو گزینه موجود است، یکی مربوط به یک فیبر اختصاص یافته برای هر مشترک بین سوئیچ اترنت واقع در POPو خانه است ؛ و دیگری یک فیبر به یک نقطه تمرکز و یک فیبر اختصاص یافته به سمت جلو. اجرای اولین گزینه ساده و آسان است در حالی که دومی استفاده از فیبر را محدود به حلقه دسترسی می کند.

۳-۳-۱ راه حل نقطه به نقطه اتنرنت

از دیدگاه مهندسی عمران این توپولوژی کابل برای استقرار نقطه به نقطه فیبر می تواند یکسان به کسانی که ظاهریکسانی برای PON آنها داشته باشد. با این حال تعدادفیبر ها / کابل های بین POPو FFP برای استقرار PON به طور قابل توجهی کمتر خواهد بود.

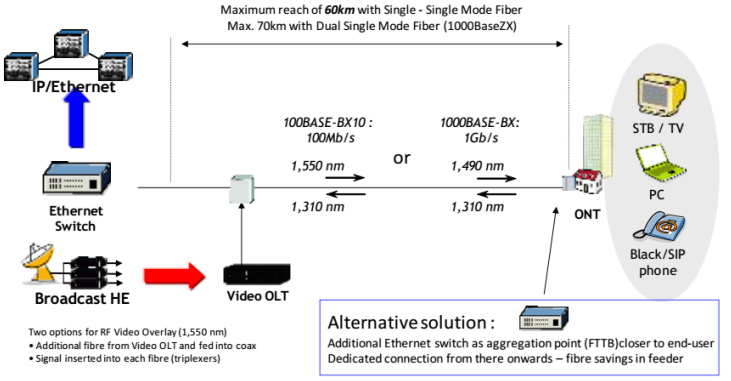
از POP فیبرهای سیم تغذیه مشترک فردی به یک نقطه توزیع در فیلد متصل می شود. این موضوع اغلب یک نقطه انعطاف پذیری فیبر است که یا در یک محفظه در زیر زمین و یا در اتاقک برقی در خیابان واقع شده است. سپس از این نقطه توزیع فیبر به خانه متصل می شود.

تعداد زیادی از فیبرهای سیم تغذیه هیچ مانع عمده ای از دیدگاه مهندسی عمران ایجاد نمی کنند. با این حال، از آنجا که تراکم فیبر در سیم تغذیه و دراپ بسیار متفاوت است، این احتمال وجود دارد که از انواع تکنیک های کابل کشی در دو بخش از شبکه استفاده شود.

استقرار را می توان با کانالهای موجود، و همچنین از طریق سیستم های زمین های عبورسیم برق و غیره مانند فاضلاب و یا تونل تسهیل کرد.

فیبرهاییکه وارد POP می شونددر یک تابلو توزیع نوری (ODF) خاتمه پیدا می کنند که یک راه حل مدیریت فیبر قابل انعطاف است که به مشترکین امکان می دهد به هر پورت در سوئیچ ها در POPمتصل شوند.

برای از عهده تعداد زیادی از فیبر در POP و فضای کم برآمدن،تراکم فیبر باید بسیار بالا باشد.در حال حاضر نمونه هایی از ODFبا تراکم بالا در بازار موجود است که می تواند بیش از 2300فیبر را در یک قاب تک وصل کرده و پایان دهد. نرخ های پذیرش در پروژه های FTTHبرای سطح شیب دار نیاز به زمان دارد و معمولا زیر ۱۰۰٪ باقی میماند. مدیریت فیبر اجازه می دهد تا یک سطح شیب دار از تعدادی از پورت فعال هم زمان با فعال شدن مشترکین باشد. این کار تعداد عناصر شبکه فعال استفاده نشده در POP را به حداقل می رساند.



شکل ۳-۱۰: نمودار شبکه اتنرنت

۳-۳-۲ تکنولوژی ارسال

با توجه به نیاز به اترنت در شبکه های دسترسی، یک اترنتIEEE 802.3ahدر مسیر اول (EFM) گروه کاری در سال ۲۰۰۱ مقرر شد و نیز استانداردهای در حال بهبود برای اترنت بر روی مس و EPON، این گروه دو استاندارد برای اترنت سریع و اتنرنت گیگابیت روی فیبر سینگل مد ایجاد کرد. استاندارد EFMدر سال ۲۰۰۴ تصویب و منتشر شد و شامل استاندارد پایه IEEE 802.3در سال ۲۰۰۵می شد. مشخصات ارسال در فیبر سینگل مد 100BASE-BX10برای اترنت سریع و

1000BASE-BX10برای اترنت گیگا بیت نامیده می شود. هر دو مشخصات برای حداکثر دسترسی اسمی ۱۰ کیلومترتعریف شده است. برای جدا کردن جهت بر روی همان فیبر، دورشته ای کردن تقسیم طول موج به کار می رود. برای هر یک از طبقات نرخ بیت دو مشخصات فرستنده و گیرنده تعریف می شود؛ یکی برای بالادست(ازز مشترک به POP)و یکی برای پایین دست (از POP به سمت مشترک) . جدول زیر پارامترهای نوری اساسی برای این مشخصات را ارائه کرده است:

	100Base-BX10-D	100Base-BX10-U	1000Base-BX10-D	1000Base- BX10-U
Transmit direction	Downstream	Upstream	Downstream	Upstream
Nominal transmit wavelength	1550nm	1310nm	1490nm	1310nm
Minimum range	0.5m to 10km			
Minimum channel insertion loss	5.5dB	6.0dB	5.5dB	6.0dB

برای مقابله با موقعیت های غیر معمول، در بازار فرستنده و گیرنده نوری با ویژگی ها غیر استاندارد ارائه شده است و برای مثال برخی از آنها قادر به اتصال فاصله طولانی هستند که این موضوع آنها را برای استقرار در مناطق روستایی مناسب می کند.

از آنجا که ارسال طول موج اسمی (100BASE-BX-D(1550NMمشابه طول موج استاندارد برای پوشش های ویدئویی در سیستم های PON است، فرستنده و گیرنده می تواند 1490nmمنتقل کنند. این کار استفاده از تجهیزات ارسال ویدئویی را با قرار دادن یک علامت اضافی در 1500nmبه منظور حمل سیگنال RF پوشش های ویدئویی بر روی همان فیبر ممکن می شود.

برای دسترسی به بالاترین و قدرت 1000-BX40، BX40-یا BX60- در حال حاضر در دسترس در بازار موجود است. خط اتصال 10GE نیز در دسترس قرار خواهد گرفت. هنگام که از روش دسترسی به شبکه P2MP وP2P استفاده می شود، اجازه درج در همان کارت های خط شاسی OLT، ازGPON ، XG-PONوNG-PON2 ، و همچنین اترنت P2P و اتنرنت 10GP2Pمنطقی است.

۳-۳-۳ راه حل ویدئو مبتنی بر RF

از ویژگی های راه حل های ویدئو مبتنی بر IP این است که نسبت به راه حل های پخش رادیویی ساده تر هستند.غالبا، پوشش پخش ویدئو RFبرای پشتیبانی گیرنده های تلویزیون های موجود در

مشترکین خانگی مورد نیاز است. معماری PONمعمولا این با ارائه یک سیگنال ویدیویی RF، سازگار با راه حل های تلویزیون کابلی، بیش از یک طول موج اضافی در 1550nm این امر را محقق می کند. تاسیسات فیبر نقطه به نقطه بسته به نصب و راه اندازی فیبر تک دو روش متفاوت ارائه می کند.

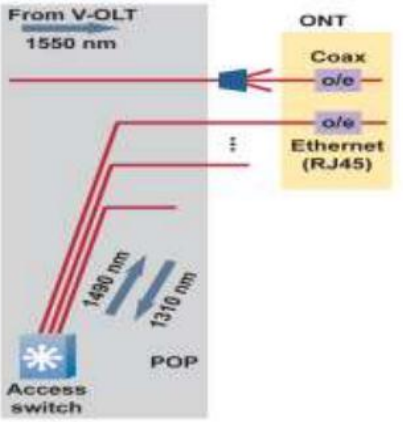
روش اول شامل یک فیبر اضافی برای هر مشترک است که در یک ساختار درختی مستقر شده و یک سیگنال ویدیویی RFکه به شبکه توزیع هم محور در خانه تغذیه می کند را حمل می کند. با این گزینه، عوامل تقسیم(به عنوان مثال 128 ≥) کسانی کهبه طور از PON ها استفاده می کنند را افزایش می دهد در نتیجه تعداد فیبرهای سیم تغذیه اضافی به حداقل می رسد.

در روش دوم یک سیگنال ویدئویی به هر فیبر نقطه به نقطه در 150nmوارد می شود. سیگنال RF ویدئو حمل شده توسط یک طول موج اختصاصی یک ویدیو OLTابتدا توسط اسپیلیتر نوری به چند جریان یکسان تقسیم می شود و پس از آن با استفاده از تریپل کسر هر فیبر نقطه به نقطه را تغذیه می کند. اینطول موج در پایان بین مشترکان تقسیم شده و سیگنال 150nmبه یک سیگنال RFبرای توزیع هم محور از هم جدا می شود، با سیگنال 1490nmعملیات در یک پورت اترنت صورت می گیرد.

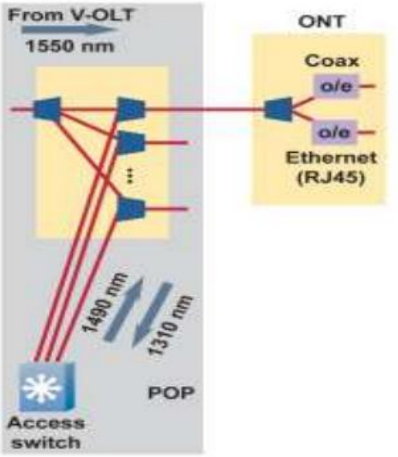
در هر دو مورد دستگاهCPE/ONU شامل دو بخش مجزا است:

- یک مبدل رسانه ای که سیگنال RF در 1550nm را گرفته و آن را به یک سیگنال الکتریکی همواره یک رابط هم محور تبدیل می کند.
- یک رابط اترنت نوری در یک سوئیچ اترنت یا روتر

در موردسیگنال های تک فیبر توسط یک تریپلکسر جدا شده CPE می سازد، در حالی که در این مورد فیبرها دوگانه هستند در محل هر فیبر رابط نوری تکی وجود دارد.



شکل ۳-۱۱: پوشش های ویدئویی RFبا استفاده از یک فیبر دوم برای هر مشترک، مستقر در یک ساختار درختی.



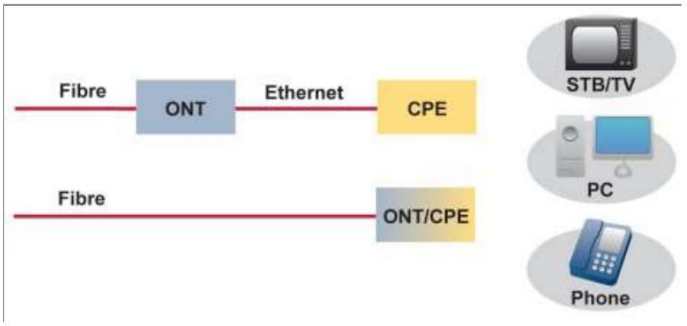
شکل ۳-۱۲: درج ویدیو RFدرفیبرهای نقطه به نقطه

روش های جدید فن آوری موجود دسترسی و کیفیت جای گذاری سیگنال RF را بهبود داده اند. این خدمات عبارتند از ترکیب کردن تقویت کننده جای گذاری RFو تسهیم کردن بر پایه تفکیک طول موج در داخل شاسی OLT، در نتیجه اتلاف توان و هزینه های سرمایه کاهش می یابد و در نتیجه کل سیستم می تواند در زیر همان سیستم مدیریت شبکه یکپارچه شود.

۳-۴ تجهیزات مشترکین

در روزهای اولیه پهنای باند، اتصال به اینترنت از خانه به رایانه های شخصی از طریق مودم کم هزینه صورت می گرفت. این روند با روتر و اتصال بی سیم (Wi-Fi) ادامه پیدا کرد. امروز، گسترش دستگاه های دیجیتال در داخل خانه، شامل کامپیوتر، دوربین های دیجیتال، پخش دی وی دی، کنسول های بازی و کامپیوتر دستی می شود و به تجهیزات بالاتری نیاز است. "خانه ها دیجیتال" شده اند.

دو گزینه مجزا موجود در محیط خانه وجود دارد:پایان شبکه های نوری (ONT)، که در آن فیبرهاپایان یافته است ؛ و تجهیزات قبلیمشترک (CPE) که شبکه و خدمات پشتیبانی لازم را فراهم می کند. این گزینه ها ممکن است بسته به نقطه علامت گذاری بین ارائه دهنده خدمات و کاربر نهایی یکپارچه و یا جدا باشند.



شکل ۳-۱۳: پیکربندی احتمالی ONT و CPE

با ایجاد فن آوری های و دستگاه های پیشرفته تر، مفهوم دروازه مسکونی (RG) پدید آمده است. CPEطیف گسترده ای از قابلیت ها از جمله خدمات، مانند فسخ شبکه های نوری، مسیریابی، شبکه های بی سیم (Wi-Fi)، انتقال آدرس شبکه (NAT) و همچنین امنیت و فایروال را ترکیب می کند. این فن آوری همچنین قادر به ترکیب قابلیت های مورد نیاز برای پشتیبانی از VoIP و خدمات تلویزیون پروتکل اینترنت (IPTV)، اتصال USB برای به اشتراک گذاشتن پرینتر، دانگل مسافت سنجی، مراکز ذخیره سازی رسانه های و کیفیت خدمات مورد نیاز است. برخی ONT ها همچنین رابط مناسبی برای شبکه های خانگی بر روی خطوط برق، خطوط تلفن و کابل های کواکسیال هستند.

برای استقرار خدمات CPE می توان یکی از دو سناریو را انتخاب کرد:

- CPEبه عنوان مرزبندی با مشترکین. CPE بخش جدایی ناپذیری از خدمات ارائه دهنده خدمات، پایان یافتن روی خط ورودی و ارائه خدمات به مشترک شده است. این ارائه دهنده صاحبان خدمات و حفظ CPE هستند در نتیجه ارائه خدمات پایان به پایان، که شامل پایان یابی(ONT)، و یکپارچگی انتقال و همچنین ارائه خدمات است را کنترل می کنند. مشترک شبکه خانگی خود و دستگاه ها را مستقیما به رابط های مشترک CPE وصل می کند.
- رابط شبکه به عنوان یک خط علامت گذاری بین مشترکین و ارائه دهنده خدمات. ONT را ارائه دهنده خدمات فراهم می کنند و پورت (ها) اترنت ONTخط مرزبندی با مشترکینی است که شبکه خانگی یا دستگاه های مخصوص سرویس خود را به ONT متصل کرده است.

وضعیت مشترکی که در آن این سناریو استفاده شده است دسترسی به شبکه باز با ارائه دهندگان خدمات مختلف برای اتصال و خدمات است. مودم مخصوص سرویس CPEتوسط ارائه دهندگان خدمات مربوطه ارائه می شود. دستگاه ها هم می توان مستقیم به مشترکین داده شود تا خودشان آن را نصب و راه اندازی کنند و یا از طریق کانال های خرده فروشی توزیع شده شوند.

برای کمک به نگرانی های مربوط به مدیریت آدرس خانه و دستگاه، انجمن پهنای باند انجمن (قبلاانجمن DSL) استاندارد رابط مدیریت TR-069 را ایجاد کرده است که در حال حاضر در دسترس بسیاری از ورودی های مسکونی مدرن است.

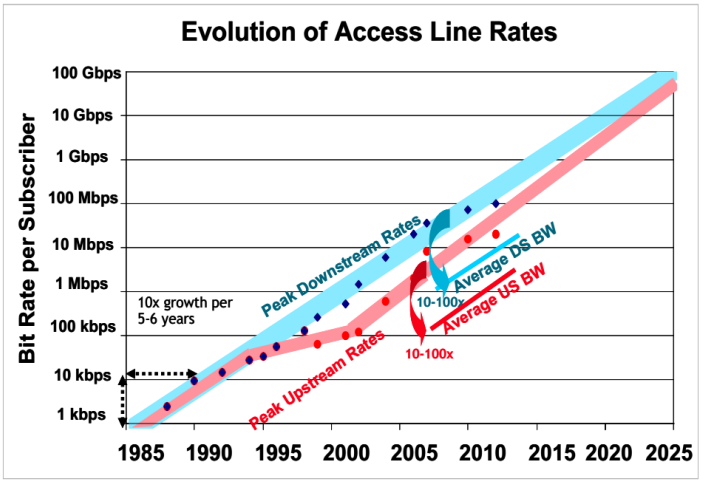
۳-۵ توسعه فن آوری آینده

۳-۵-۱ روند پهنای باند مسکونی

الزامات دسترسی و پهنای باند ستون اصلی انتظار می رود که به رشد ادامه دهند به این معنی که متوسط پهنای باند به طور اجتناب ناپذیری افزایش خواهد یافت و الزامات دسترسی سرعت ذره ای به زودی به بیش از 100Mbps خواهد رسید. همگرایی برای متحرک بودن نیز مورد انتظار است. هر اندازه که داده های بیشتر و بیشتر ی بین کاربران تلفن همراه (تلفن های هوشمند، تبلت ها، و غیره)رد و بدل شود، دسترسی مسکونی ممکن است به بخشی از شبکه زیرساخت تبدیل شود. مکانیسم های تأیید هویت EAPبه کاربر اجازه خواهد داد تا هر دو شبکه را یکپارچه کند.

۳-۵-۲ روند کسب و کار و طول موج تلفن همراه

فن آوری آینده تلفن همراه و 4G برای پوشش دهی به منابع بیشتری از شبکه، در دسترس بودن پهنای باند و تقارن و نهفتگی نیاز خواهند داشت. این مسائل تنها می تواند در یک توپولوژی فیبر کامل نشان داده شود.



شکل ۳-۱۴: تکامل نرخ خط دسترسی

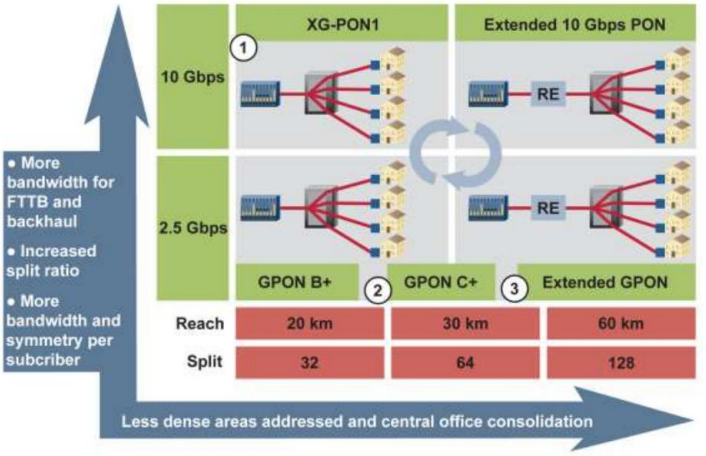
۳-۵-۳ شبکه های نوری غیرفعال

درباره ی استانداردهای ITU

بودجه نوری 28dBبا تکنولوژی GPONبا استفاده از کلاس اپتیک B + زمانی که عامل تقسیم کننده به 1:16محدود شده باشد رسیدن به 30KM را ممکن می سازد. اپتیک کلاس C + جدید یک 4dBبیشتر از بودجه اتصال اضافه کرده است. توسعه دهنده های GPONقابلیت افزایش و رسیدن به 60kmیا 128 کاربران نهایی را دارد. اگر چه GPON برای داشتن پهنای باند کافی برای سال های آینده در نظر گرفته شده است، XG-PONدر حال حاضر استاندارد شده است.

XG-PON ادامه طبیعی در تکامل فن آوری PONاست، که پهنای باند را چهار برابر تا 10Gbps افزایش می دهد، با رسیدن به گسترش از ۲۰ تا ۶۰ کیلومتر و تقسیم از ۶۴ به ۱۲۸. لازم به ذکر

است که تقسیم و رسیدن به حداکثر به طور همزمان حاصل نمی شود. مهمتر از همه، این فن آوری تکاملی نیاز به ارتقاء قابل توجهی برای ساختمان های بیرونی دارد.



شکل ۳-۱۵: تکامل استاندارد ITU PON

درباره ی استانداردهای IEEE

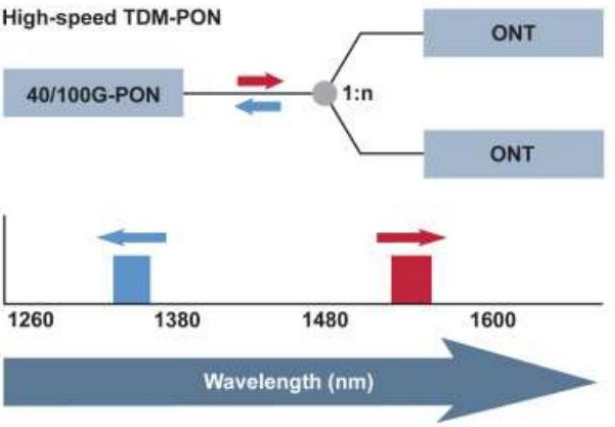
استاندارد 10G-EPON (۱۰ گیگابیت اترنت PON) در سپتامبر سال ۲۰۰۹ تحت عنوان 802.3av به تصویب رسید. این آخرین استاندارد ارائه دهنده 10Gbps متقارن است، و سازگار با 802.3ah EPON است. 10G-EPON از طول موج های جداگانه 10Gbps و 1Gbps بالا دست با جداسازی TDMA داده مشترکین استفاده می کند. نیروی کار 802.3avکار خود را با 802.3av پایان داده است و در تنظیم استاندارد IEEE 802.3در نظر گرفته خواهد شد.

۳-۵-۴ نسل بعدی تکنولوژی PON

بعد از XG-PON مرحله بعدی می تواند افزایش دادن سرعت خط فیبر تا ۴۰ یا حتی ۱۰۰ گیگابیت در ثانیه باشد.

همانطور که قبلا ذکر شد، قبل از ITU/FSAN ۲۰۱۵ استاندارد جدیدی برای NG-PON2 آماده خواهد بود. این استاندارد حمایت حرفه ای بلند مدتی را از چالش های جدید اپراتورها فراهم می کند: یعنی رشد پهنای باند برای خدمات کسب و کار و بکهال های تلفن همراه.

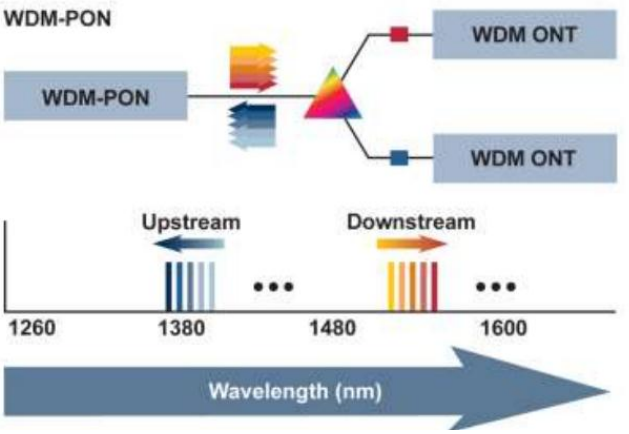
این استاندارد جدید جایی برای همزیستی طول موج هـای مختلـف و همچنـین بهبـود دسترسـی و نسبت تقسیم است. فن آوری های متعددی هستند که بـرای ایـن اسـتاندارد در نظـر گرفتـه مـی شوند، هر چند TDWDMبه نظر می رسد امکان پذیرترین آنها باشد.



شکل ۳-۱۶: طرح طول موج برای TDM-PON

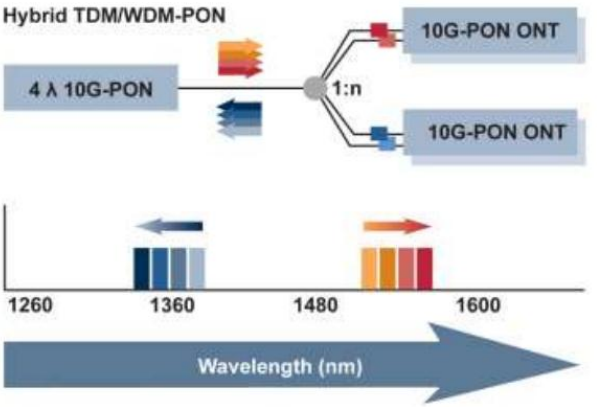
گزینه جایگزینی که قبلا برای استقرار اولیه در نظر گرفته شـده اسـتفاده از تکنیـک هـای تسـهیم کردن بر اساس تفکیک طول (WDM)برای ارسال چندین طول مـوج در یـک فیبـر اسـت-WDM PON ها بهترین ترکیب را قول داده اند یعنی شبکه PONفیزیکی با اتصال نقطه به نقطه منطقـی (یک طول موج برای هر کاربر). این معماری در طول موج هر مشترک اتصال اختصاصـی و شـفافی را فراهم می کند. نتیجه ارائه سرعت ذره ای متصل نشده بسیار بالا برای هـر مشـترک اسـت. ایـن معماری از فیلتر های طول موج به اسپیلیترها در این فیلد استفاده می کند. به عنوان یـک نتیجـه، یک مسیر ارتقاء منطقی از استقرار TDM-PON فعلی به WDM-PON در سـطح زیرسـاخت هـای فیزیکی وجود دارد.

چالش کلیدی برای WDM-PON ارائه طول موج های گوناگون بالادست است در حالی که یک نوع ONUتک دارد. ارائه دهندگان ارتباطات داشتن ONUهای مختلف در هر طول مـوج را غیـر قابـل مدیریت می دانند.. فن آوری های مورد نیاز برای WDM-PON امـروز در دسـترس اسـت بـا ایـن حال، کاهش در هزینه در صورتی که استقرارهای عظیم در نظر گرفتـه شـده باشـد ضـروری اسـت. برای اطمینان از اینکه تکامل بر روی خدمات کاربران نهایی و در سیستم هـای فعلـیO & M تـاثیر منفی حداقلی دارد تأمین و موجودی برای موفقیت در پذیرش این تکنولوژی جدید حیاتی است.



شکل ۳-۱۷: طرح طول موج برای WDM-PON

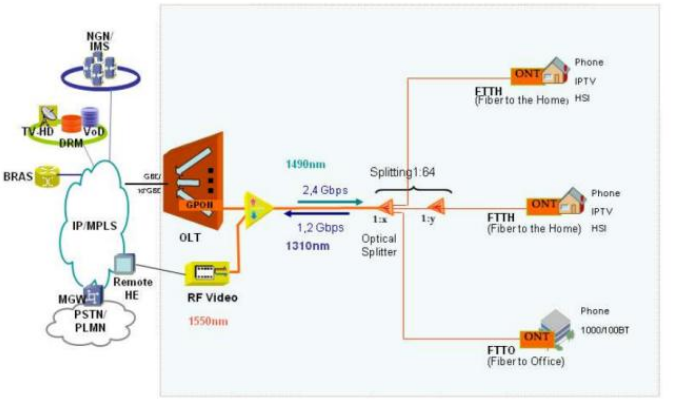
احتمال سوم انبشته شدن چندین سیگنال TDM-PON در یک فیبر ایت که معمولا ترکیبی از چهارسیستم XG-PON در حال اجرای در هر ۱۰ گیگابیت در ثانیه است.



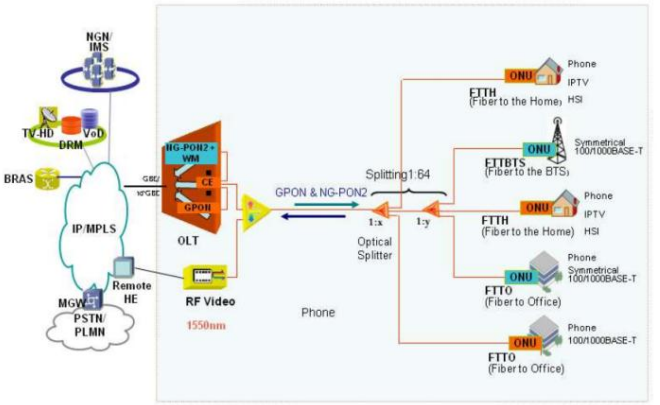
شکل ۳-۱۸: طرح طول موج برای ترکیب YDM-WDM-PON

پس از سال ۲۰۱۵ افزایش رشد ظرفیت ارسال با استفاده از تعداد طول موج بالاتر انتظار می رود. این امر همچنین طول موج غیر متمرکز را فراهم خواهد کرد و افزایشی در رسیدن و همچنین OUN ارزان تر را فراهم خواهد کرد.

نمودارهای زیر به ترتیب نمونه ای از یک شبکه GPON فعلی است:



تحول از شبکه GPON به قرار دادن مناسب همزیستی عناصر (CE) و همچنین اطمینـان از مجهـز بودن GPON ONU با فیلتر های WDM مطابق بـا ITUT G.984.5 نیـاز دارد. بـرای تعیـین ایـن موضوع یک تیغه NG-PON2 در OLT و مسیر فیبرها تا عنصر همزیستی قرار داده می شود. اکنون ارائه نسل بعدی خدمات پهنای باند به کاربر نهایی امکان پذیر است.



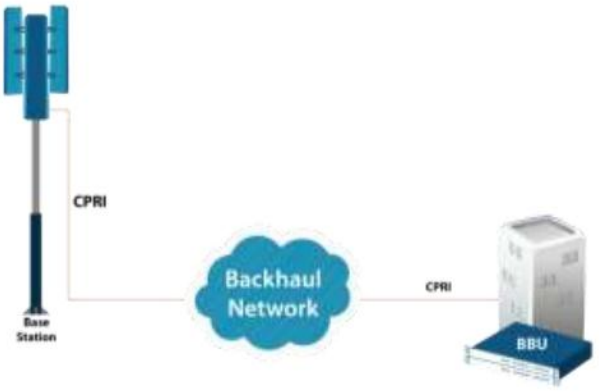
NG-PON2 با در دسترس داشتن طول موج های بیشتر استقرار اتصال نقطـه بـه نقطـه منطقـی را عملی می کند. این موضوع ادر حال حاضر WDM-PON در نظر گرفته شـده اسـت. فراتـر از NG-PON2 انتظار می رود که تکنولوژی یک WDM/TDM GPON همگـرار ار ارائـه دهـد کـه در ۱۰۰

گیگابیت در ثانیه حرکت می کند و به بیش از ۱۰۰ کیلومتر در ثانیه با نرخ تقسیم ۱:۱۰۲۴ می رسد.

۳-۵-۵ کاربرد نسل بعدی تکنولوژی FTTH

۳-۵-۵-۱ بکهال CPRI

از آنجاکه فن آوری FTTH برای مفهوم طول موج اختصاصی (اتصالات منطقی P2P) ارائه شده است، بکهال CPRI در تمام راه از CO تا آنتن را با استفاده از یک طول موج اختصاصی بر طبق سایت همراه می تواند استفاده کند.



علاوه بر این، مشخصات رابط های رادیویی عمومی مشترک (CPRI) برای ارائه یک راه حل مقرون به صرفه برای ارائه دهندگان خدمات استاندارد هستند در نتیجه از توپولوژی بی سیم پهنای باند در حال ظهور پشتیبانی می کنند.

OPEX و CAPEX به دلیل زیر کاهش پیدا خواهند کرد:

- بازدید کمتر از سایت همراه (به روز رسانی می تواند متمرکز باشد)
- هزینه های کمتر شده سایت (اجاره سایت) و کار شهری برای سایت ها
- حذف گرمایش و سرمایش از محوطه
- بهبود امنیت (بدون اتاقک)
- بهبود عملکرد X2

۳-۵-۵-۲ همراه های کوچک

پهنای باند شبکه تلفن همراه با گسترش دستگاه های جدیدتر تلفن همراه مانند گوشی های هوشمند همچنان خواهان افزایش است. ماشین ها در حال ظهور که مجهز به شبکه های حسگر و سیستم عامل های ماشین هستند به اتصال بیشتر به شبکه های تلفن همراه نیاز دارند که بارترافیکی شبکه های تلفن همراه را بیشتر خواهد کرد. همراه های کوچک نقاط پایان اضافی را در شبکه عمیق تر به مشترکین نزدیک تر معرفی کرده اند. این کار مستلزم نیاز به فعال سازی، نظارت، بهینه سازی و اطمینان از شبکه های بک هال دارد. یک بک هال سلول کوچک لایه های اضافی تجمع در شبکه بک هال را معرفی می کند که توپولوژی قطب و اقماری را معرفی می کند. تکامل به سمت تنظیمات معماری همراه کوچک نیاز به تعریف مجدد بک هال های شبکه های تلفن همراه خواهد داشت. ارتقاء ظرفیت بک هال ممکن است اپراتورها با فرصت طلایی برای به اشتراک گذاشتن سرمایه گذاری های ثابت و تلفن همراه فراهم کند، به طور خاص پوششگسترشFTTHدر حالی که به بک هال نیاز دارد. NG-PON2 با تمام ارزشهایی که افزوده برای رسیدگی به عناصر جدید این شبکه انتخاب واضحی است.

۳-۵-۶ نتیجه گیری

روی هم رفته سیستم عامل به و شبکه مشترک، لوله های پهنای باند بالا متقارن، ظرفیت زیاد و مدیریت شبکه یکپارچه روندهای آینده هستند. هر چند XG-PONتکامل طبیعی برای شبکه GPONاست، نیاز به پهنای باند بزرگتر منجر به مهاجرت مستقیم اپراتورها به NG-PON2 خواهد شد. با این حال، هنوز در مورد هزینه و عملکرد اجزای کارهای زیادی باقی مانده است ، به خصوص برای گیرنده و فرستنده تنظیم پذیر در ONU. همچنین، اطمینان حاصل کردناز روند تکامل کمترین تاثیر منفی را بر روی خدمات برای کاربران نهایی می گذارد و در سیستم های فعلی O & M کلید موفقیت حرکت در جهت NG-PON2 است.

فصل چهارم

اشتراک‌گذاری زیر ساخت

با توجه به هزینه های بالای استقرار FTTH، همکاری شبکه های فیبر و زیرساخت شده است به شدت مورد بحث گروه های علاقه مند است.علاوه بر این، نهادهای نظارتی از نزدیک فعالیت های را در این زمینه با هدف تشویق یک محیط رقابتی زیر نظر دارند.

مدل های مختلف FTTHلایه ای در کسب و کار امروز در بازار وجود دارد؛ این امر راه را برای اپراتورهای مخابراتی غیر سنتی که در این بخش درگیر شده اند هموار کرده است. این خدمات عبارتند از ارائه دهندگان، شهرداری ها، توسعه دهندگان املاک و مستغلات، دولت و غیره که همه آنها به دنبال پیدا کردن راه مطلوب برای دسترسی فیبر به خانه هستند.اطلاعات بیشتر در مورد این موضوع در راهنمای کسب و کار FTTH، در وب سایت FTTHشورای اروپا در دسترس است.

۴-۱ مدل های کسب و کار

لیست زیر چهار مدل کسب وکار است که در بازار امروز اجرا می شود:

۱. عمودی یکپارچه -یک اپراتور اصلی، مانند صاحب زیرساخت، اپراتور شبکه، ارائه دهنده خدمات و همچنین ارائه دهنده محتوا با لایه های خدمات فعال و غیر فعال، به طور مستقیم به مشترکین خدمات ارائه می کند. ترافیک در خود شبکه و دیگر ارائه دهندگان ارتباطات بر روی زیرساخت های غیر فعال(به طور انحصاری و یا عمده فروشی)منتقل میشود.

۲. به اشتراک گذاری منفعل - اجازه می دهد تا صاحب زیرساخت برای استقرار دسترسی منفعل به زیرساخت منفعل به هر لایه های خدمات اجازه ارائه فعال می دهد.

۳.به اشتراک گذاری فعال-اجازه دسترسی به دیگر ارائه دهندگان خدمات، که مسئول حفظ پایه مشترک می باشند را می دهد.

۴. کاملا از هم جدا - برخی از کشورها یک مدل کاملا از هم جدا شامل یک صاحب زیرساخت، اپراتور شبکه و تعدادی از ارائه دهندگان خدمات را راه اندازی کرده اند.

۴-۲ اشتراک گذاری زیرساخت

برای هر یک از این مدل ها زیر ساختی به اشتراک گذاشته شده است. چهار روش اشتراک گذاری زیر ساخت وجود دارد که از اجزاء فعال و غیر فعال شبکه مرتب می شود:

۱. کانال- چند ارائه دهندگان خدمات خرده فروشی و یا عمده فروشی ممکن است از یک کانال شبکه در به اشتراک گذاری یک منطقه استفاده کنند. پس از آن آنها خدمات موجود به رقابت با یکدیگر می پردازند.

۲. فیبر- چند ارائه دهندگان خدمات خرده فروشی و یا عمده فروشی ممکن است از شبکه FTTH با اتصال در رابط لایه فیزیکی (فیبر تاریک) استفاده کنند و در مورد خدمات به رقابت با یکدیگر بپردازند.

دسترسی به فیبر می تواند در نقاط مختلف در شبکه داده شود: در دفتر مرکزی یا POP یا در جایی بین ساختمان و دفتر مرکزی یا در زیر زمین یک مجموعه مسکونی. این نقطه به عنوان نقطه انعطاف پذیری فیبر (FFP) شناخته می شود و محل نقطه ای است که در آن ارائه دهندگان خدمات مختلف به مشترکین دسترسی دارند.

ارائه دهنده خدمات PON ممکن است این در FFP ها اسپیلیتر و بک هال ترافیک بیش از یک عدد کاهشی از فیبرسیم تغذیه بهPOP نصب کند. یک سرویس P2Pممکن است سوئیچ (ها) اترنت در این FFPs نصب و بک هال ترافیکبیش از یک عدد کاهشی از فیبر بهPOP نصب کند، و یا معادل آن اتصال متقابل نصب کرده و مشترکین خود را بااستفاده از تعدادفیبر مساوی با به تعداد مشترکان به POP وصل کند.

۳. **طول موج**- چند ارائه دهندگان خدمات خرده فروشی و یا عمده فروشی ممکن است از شبکه FTTHبرای اتصال در یک لایه رابط طول موج استفاده کنند و در مورد خدمات با یکدیگر رقابت کنند.

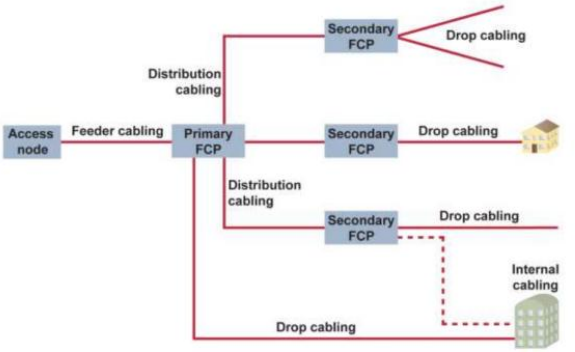
۴. بسته- چند ارائه دهندگان خدمات خرده فروشی ممکن است از شبکه FTTH با اتصال در یک لایه رابط بسته کوچک استفاده کرده و در خدمات موجود با یکدیگ رقابت کنند.

فصل پنجم

عناصر زیر ساخت شبکه

با توجه به گسترش از گره دسترسی به سمت مشترکین، عناصر کلیدی زیرساخت FTTH بـه شـرح زیر است:

عناصر زیرساخت	شکل فیزیکی متداول
گره دسترسی یا POP (نقطه حضور)	ساختن فضای ارتباطی یا ساختمان جداگانه.
کابل تغذیه	کابل های نوری بزرگ و زیرساخت پشتیبانی برای مثال کانال کشی یا نصب دکل
نقطه اتصال فیبر اولیـه (FCP)	دسترسی آسان به زیرزمین یا کابل دکل بسته شده یـا اتاقـک هـای پایـه بیرونـی (غیرفعال، بدون تجهیزات فعال) با ظرفیت متوسط/پایین فیبر و ظرفیت بالای فیبر دراپ.
کابل کشی توزیع	کابل های نوری با سایز متوسط و زیرساخت پشتیبانی برای مثال کانال کشـی یـا نصب دکل
نقطـه دسترسـی فیبـر ثانویه(FCP)	دسترسی کم به زیر زمین یا گیره اتصال کابل دکل یـا کابینـت پدسـتال بیرونـی (غیر فعال، تجهیزات غیر فعال) با ظرفیت فیبر متوسط/کم و ظرفیت بـالای کابـل دراپ
کابل دراپ	کابل های با تعداد پایین فیبر یا کانال کشی فیبرهای قهوه ای یا لوله گذاری برای اتصال مشترکین
کابل کشی بیرونـی در ساختمان	شامل دستگاهای ورودی فیبر، کابل کشی داخلی فیبر و ترمینال های نهایی. (فیبر در خانه یک بخش اختصاصی است، فصل ۷ این کتاب راهنما را ببینید).



شکل ۵-۱: عناصر اصلی در زیرساخت شبکه FTTH

۵-۱ نقطه دسترسی

نقطه دسترسی اغلب به عنوان نقطه حضور (POP) نامیده می شود، که به عنوان نقطه شروع برای مسیر های فیبر نوری به مشترک عمل می کند .کاربردنقطه دسترسی جا دادن به تمام تجهیزات انتقال فعال از ارائه دهنده مخابراتی، مدیریت تمام رمینال های فیبر و تسهیل اتصال بین فیبر نوری و تجهیزات فعال است. اندازه فیزیکی نقطه دسترسی با اندازه و ظرفیت منطقه FTTH به لحاظ مشترکین و ارتقاء در آینده تعیین می شود.

شکل ۵-۲: نمایش اندازه برای گره دسترسی P2P

خانه های متصل	نوع ساختار دسترسی	
۲-۴۰۰	در خانه	خیابان
۴۰۰-۲۰۰۰	در خانه	بتنی
بیش از ۲۰۰۰	ساختمان	

نقطه دسترسی ممکن است بخشی از یک ساختار ساختمان موجود و یا جدید را تشکیل دهد . کابلهای شبکه اصلی ورود به نقطه را پایان خواهد داد و به تجهیزات فعال خواهد رفت. کابل تغذیه نیز به تجهیزات فعال متصل شده و در خارج از ساختمان به منطقه شبکه FTTH اجرا خواهد شد. همه دیگر موارد فیزیکی مانند محوطه توزیع نوری (ODR) و سیستم های هدایت فیبر برای مدیریت فیبرهای نوری در این نقطه استفاده می شود.

فیبرهای به هم متصل یا به صورت اتصال متقابل یا اتصال متقاطع هستند. به طور معمول برای یک نقطه دسترسی FTTHیک روش ارتباط داخلی وجود دارد که به دلیل هزینه به عنوان ردیف های ترمینال فیبر ساختمان کمتر مورد نیاز است. برای حفظ حداکثر انعطاف پذیری در دسترسی باز شبکه یک روش اتصال متقابل ممکن است جایگزین شود.

کابینت های جداگتنه و قفسه های ترمینال ممکن است برای تجهیزات و مدیریت فیبرهای تک برای حفظ مدار فیبر و همچنین جلوگیری از تداخل تصادفی برای مدارهای فیبری حساس در نظر گرفته شوند.

نقطه دسترسی باید به عنوان یک منطقه امن طبقه بندی شود. پیش بینی برای آتش سوزی و نفوذ زنگ زدگی، مدیریت ورود / دسترسی و حفاظت مکانیکی در مقابل خرابکاری باید در نظر گرفته شود. علاوه بر تامین برق اضطراری برق (UPS) کنترل آب و هوا عناصر زیرساخت لازم در ساختمان یک نقطه دسترسی است.

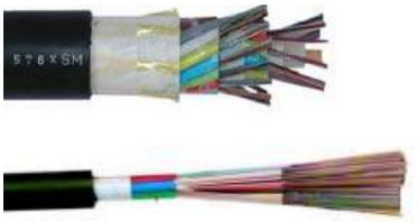
شکل ۵-۳: نمای یک POP مجهز بع یک ODR، سوئیچ های اتنرت، کنترل آب و هوا و UPS.

۵-۲ کابل تغذیه

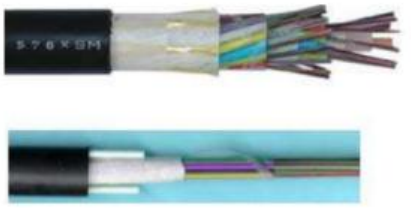
کابل تغذیه از نقطه دسترسی به فیبر اولیه نقطه تراکم (FCP) می رود و ممکن است فاصله تا چند کیلومتر قبل از ترمینال را پوشش دهد. تعداد فیبرهای کابل به نوع ساخت بستگی دارد.

برای استقرار نقطه به نقطه، کابل های فیبر تعداد بالا حاوی صدها فیبر(بیتشر از ۷۲۹/۸۶۲) برای فراهم کردن ظرفیت فیبر لازم برایسرویس به منطقه FTTHمورد نیاز است.

برای استقرار PON، استفاده از اسپیلیتر نوری منفعل بیشتر برای شبکه های خارجی قرار گرفته که ممکن است از کابلهای کوچکتر تعداد پایین فیبر در بخش سیم تغذیه شبکه استفاده شود.بهتر است یک زیرساخت منفعل که قادر به برآورده کردن تعدادی از معماری شبکه های مختلف در آینده است انتخاب شود. علاوه بر این، توجه به تعداد فیبر در کابل های تغذیهضروری است.



شکل ۵-۴: کابل با تعداد فیبر بالا



شکل ۵-۵: کابل مدولار در سیستم کانال

با توجه به شبکه های زیرزمینی، کابل های با اندازه مناسب برای مطابقت با طراحی کابل و کانال های اضافی برای رشد شبکه و تعمیر و نگهداری باید در نظر گرفته شود. اگر کانالهای کوچکتر یا زیر کانالهای سفت و سخت نیز قابل استفاده اند پس ظرفیت سیم تغذیهبا استفاده از چندین کابل کوچکتر فراهم شده است به عنوان مثال، کابل فیبرهای 72-48 (قطر ۰٫۶ میلی متر) یا تا کابل های فیبرهای ۲۸۸ (قطر ۹٫۴ میلی متر).اگر الیاف زیر کانال انعطاف پذیر استفاده شود کابل کوچکتر مورد نیاز نیست .زیر کانالانعطاف پذیر تنها تا فضای کابل ادامه دارد بنابراینکابل هاب بزرگتر و یا بیشتری را می تواند نصب کرد. به عنوان مثال در یک نمونه ۴۰میلی متر کانال انعطاف پذیر زیر کانال ID HDPE برای نصب و راه اندازی کابل های ۳در ۱۶ و ۵در ۱۲ و ۱۰در ۸٫۴ میلی متری استفاده می شود.

برای استقرار کابلهای هوایی،دکل ها یی با ظرفیت کابل کشی کافی مورد نیاز خواهد بود .زیرساخت های موجود ممکن است برای کمک به تعادل در هزینه های در نظر گرفته شود.

۵-۳ نقطه تمرکز فیبر اولیه

کابل کشی سیم تغذیه در نهایت به تبدیل به کابل توزیع کوچکتر نیاز دارد. . این موضوع در اولین مرحله از انعطاف پذیری در شبکه FTTH به دست می آید و به طور کلی به عنوان نقطه تمرکز اول (FCP)شناخته می شود .در این مرحله فیبرهای کابل تغذیه جداسازی شده وبه گروه های کوچکتر برای مسیریابی بیشتر از طریق کابل های توزیع خروجی تقسیم می شود.

تذکر: تمام نقاط ترمینالفیبر در شبکه FTTH باید به عنوان نقاط انعطاف پذیری برای ارائه گزینه های مسیریابی فیبر تلقی شوند. اصطلاح FCP در این کتاب به عنوان یک نام عمومی برای همه این نقاط، و طبقه بندی به عنوان "اصلی" و یا "ثانویه" بسته به موقعیت آن در داخل شبکهاستفاده می شود. در حالت مطلوب، FCPاولیه باید تا جای ممکن به مشترکین نزدیک باشد تا هزینه ها کاهش

یابد. در اصل محل FCP اولیه ممکن است با عوامل دیگری مانند محل کانال ها و نقـاط دسترسـی تعیین شود.

واحد FCPممکن است دکل نصب شده گیره اتصال کابل های زیر زمینی را برای رسیدگی به تعـداد نسبتا زیادی از فیبرها و اسپیلیت های متصل کننده شکل دهد. روش دیگر، یک اتاق بـرق خیابـانی است که ممکن است استفاده شـود .در هـر صـورت، ورود و ورود مجـدد بیشـتر بـه FCPنیـاز بـه پیکربندی و یا پیکربندی مجدد فیبرها و یا انجام تعمیر و نگهـداری و انجـام تسـت از فیبـر دارد. در صورت امکان این فعالیت باید بدون دخالت مدارهای فیبر موجود انجام شود. اگرچه تضـمینین کـار امکان پذیر نیست.

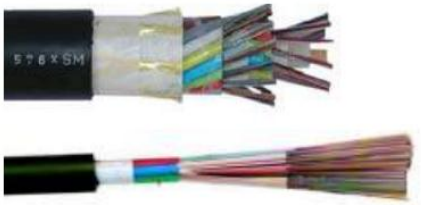
گیره اتصال کابل های زیر زمینی و دکل های نصب شده نسبتا امن بوده و قابل مشـاهده نیسـت، بـا این حال دسترسی فوری مشکل به ماشین آلات ساختمانی لازم است .امنیت و حفاظت از خرابکاری باید برای اتاق برق های خیابانی پایه FCP در نظر گرفته شود.

۵-۴ کابل توزیع

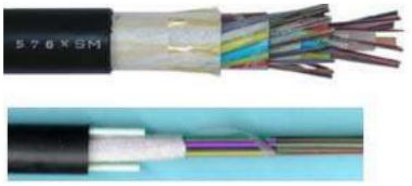
کابل توزیع که FCP را به مشترک وصل می کند معمولا از ۱کیلومترتجاوز نمی کند. کابل هـا فیبـر متوسط برای سرویس به تعداد خاصی از ساختمان ها و یا یک منطقه استفاده می شوند.

کابل ممکن است مستقیم در کانال زیر خاک و یا در یک بسته میکرو داکت متـداول گذاشـته شـده باشند. حالت دوم اجازه می دهد تا کابل های دیگر بـه پایـه اضـافه شـود. برایواحـدهای مسـکونی بزرگتر، کابل توزیع ممکن است در آخر به ساختمان برشد و به کابل داخلی برای تکمیل اتصال فیبر تبدیل شود. برای شبکه های هوایی قراردادن کابل ها توزیع مشابه کابلهای تغذیه است.

کابل توزیع از لحاظ اندازه از کابل های تغذیه کوچکتراند و تعداد کل فیبر در منطقه ۲۱۶-۴۸ دارد. کابل با لوله آزاد می توان با در کانال های معمولی و کانال فرعـی مسـتقیم و آویـزان از دکـل قـرار گیرند. کانال کشی میتواند متفاوت باشد .در یـک گرینفیلـد (نصـب و راه انـدازی کانالهـای جدیـد) کاربرد کانال می تواند از یک کابل استاندارد با قطر داخلی ۴۰ HDPE تا میکرو داکت متفاوت باشد. با زیرساخت های کانالهای موجود، تمام انواع کانال ها می تواند مورد استفاده (پی وی سی، HDPE، بتن) قرار گیرد. کابـل هـای نصـب شـده در میکـرو داکـت هـای ممکـن اسـت بـه فاصـله بـیش از ۱کیلومترقرار گیرند .



شکل ۵-۶: کابل فیبر تعداد بالا



شکل ۵-۷: کابل مادولار در سیستم کانال

شکل ۵-۸: لوله های مستقیم در خاک قرار گرفته با میکرو کابل

۵-۵ نقطه توزیع فیبر ثانویه

در برخی موارد ممکن است فیبها قبل از اتصال به مشترکین از هم جدا شوند. همانند FCPاولیه، این نقطه ثانویه نیزبرای اجازه اتصالهای سریع و پیکر بندی مجدد مدار فیبربه انعطاف پـذیری نیـاز دارد. این امر نقطه FCP ثانویه نامیده می شود.

در FCP ثانویه کابلهای توزیع به فیبرهای فرد یا جفت فیبر (مدار) کابل های دراپ تقسیم می شوند. FCP ثانویه در یک نقطه مطلوب یا استراتژیک در داخل شبکه قرار گرفتـه اسـت، کـه کابـل کشـی دراپ را قادر به تقسیم شدن به نزدیکترین جای ممکن به مشـترکینمی کنـد. محـل FCPثانویـه بـا عواملی مانند موقعیت کانال ها، لوله و نقاط دسترسـی تعیـین مـی شـود و در مـوردPON موقعیـت اسپیلیترها. FCPثانویه معمولا یک گیره اتصال کابـل زیرزمینـی و یـا دکـل نصـب شـده اسـت کـه

رسیدگی به تعداد نسبتا کمی از فیبرها و اتصالات را اداره می کنـد. در روش دیگـر ممکـن اسـت از یک ساختار پایه کوچک استفاده شود.

در مورد فیبر هوا دمیده FCPثانویه ممکن است یک دستگاه قطع لوله گـذاری طراحـی شـده بـرای اجازه به واحد های فیبری یا میکرو کانال که به طور مستقیم به محل مشترک دمیـده مـی شـود را شکل دهد. این تعداد عملیات به هم متصل کردن را کاهش می دهد.در حالی که دکل نصـب شـده FCP ثانویه گیره اتصال کابل کاملا امن و خارج از سایت هستند، ممکن است دسترسی به تجهیزات خاص مورد نیاز باشد.

۵-۶ کابل دراپ

کابل کشی درآپ به اتصال خارجی نهایی بـه مشـترکین را شـکل مـی دهـد و از آخـرین FCPبـه ساختمان مشترکین با یک فاصله بیش از ۵۰۰متری که بطور قابل توجهی در مناطق بـا تـراکم بـالا کاهش می یابد فرستاده می شود. کابل های درآپ که برای اتصال به شبکه مشترکین استفاده مـی شوند، معمولا شامل تعدادی از فیبرهاهستنداما ممکن است فیبرهای اضافی بـرای تهیـه پشـتیبان و یا به دلایل دیگر نیز وجود داشته باشد.

برای شبکه های زیرزمینی ممکن است کابل کشی درآپ در کانال های کوچک مسـتقر شـده باشـد، درون میکرو کانالها یا مستقیم در خاک گذاشته شده باشد. کابل درآپ سقفی از یـک دکـل نزدیـک تغذیه شده و در یک نقطه انتخابی در ساختمان خاتمه می یابد. در هر صورت، مونتاژ کابـل ممکـن است برای استقرار سریع و اتصال از قبـل پایـان داده شـده و یـا قبـل ازوصـل کننـده شـده بایـد، و همچنین برای به حداقل رساندن اختلال در هنگام نصب. کابل های هوا دمیده و واحـدهای فیبـری می تواند از طریق یک بافتـه بـا اسـتفاده از محصـولات میکـرو کانـال و مسـیر داخلـی وارد داخـل ساختمان شوند. این کار بخشی از کابل کشی داخلی شبکه را با دستگاه ورود بـه سـاختمان شـکل خواهد داد که به عنوان نقطه انتقال برای میکرو کانال (درجه مواد خارجی به داخلی) عمل می کند.

۵-۶-۱ کابل های نصب مستقیم

این کابل ها که در کانال های نصب می شوند، معمولا کشیده شده یا فشار داده می شوند یـا دمیـده می شوند. این ساختار می تواند غیر فلزی با یک پوشش بیرونی /داخلی یا دو پوششه باشد:

یک LSZHداخلی و یک PE خارجی.

کابل های از ۱ تا ۳۶ فیبری (معمولا ۱۲ فیبری) موجود است. عناصر فیبر می تواند لوله های کشاد، پوشش میکرو با واحدهای فیبر قهوه ای باشد.

۵-۶-۲ کابل های مستقیم در زمین قرار داده شده

این نوع کابل ها با دو ساختار موجود است: غیر فلزی یا با محافظ فلزی.

مزایای استفاده از کابل بامحافظ فلزی مقاومت بسیار بالا و بارگذاری کشش بالای آنها است. ورقه های غیر فلزی جدید برای محافظت از کابلهایی که مستقیم در خاک قرار داده می شوند در حال پیشرفت است. به طور متوسط، کابل غیر فلزی ارزان ترند. کابل های دراپ که مستقیم در زمین قرار داده می شوند با تعداد فیبر ۱ تا ۱۲ (معمولا ۴-۲) موجود است.

شکل ۵-۹: محافظ فلزی کابلی که مستقیم در زمین قرار داده می شود

شکل ۵-۱۰: کابل درآپ که مستقیم در زمین قرار داده می شود بدون محافظ فلزی

۵-۶-۳ کابل هوایی

این کابل ها به صورت زیر موجودند:

- ادامه سیم تغذیه یا شبکه های توزیع، برای مثال سیم زمینی نوری (OPGW) یا تمام دی الکتریک خود محافظ (ADSS).
- کابل های درآپ دهانه کوتاه، برای مثال مدل 8شکل، کابل های هوایی یا تخت برای بار کششی خاص طراحی شده اند که با طول دهانه و شرایط محیطی تعیین می شود.

کابل 8 شکل متشکل از یک کابل نوری با سیم های جاسازی شده در یک پوشش است. تعداد فیبر معمولا۲ تا ۴۸ است و بارگذاری کابل کششی تقریبا ۶۰۰۰ نیوتن است. کابلهای OPGWبه طور عمده در ارتباطات خط برق استفاده می شوند .همه کابل های فوق را می توان از قبل متصل سازی کرد. این کار در هنگام نصب در خانه یک مزیت است زیرا در زمان صرف جویی می شود و همچنین

به برنامه ریزی کمک میکند. عناصر فیبر می تواند لوله های گشاد، پوشش میکرو و یاواحد فیبر دمیده شده باشند.

شکل ۵-۱۱: نمونه یک کابل ADSS

شکل ۵-۱۲: نمونه یک کابل 8 شکل

۵-۶-۴ کابل نما

نصب کابل نما برای ساختمان های بزرگ یا ساختمان های ردیفی مناسب است. این روش همچنین می تواند در براونفیلد به کار گرفته شود که در آن استقرار کابل عبوری مناسب نیست .کابل ها در امتداد بیرون ساختمان با گیره اتصال به هموصل شده، شاخه ها یا نقاط اتصال با دوامبه مشترکینوصل می شوند. با این حال، ظاهر ممکن است برای صاحبان و مقامات مهم باشد، به ویژه در مناطق حفاظت شده.

کابل نما ساختاری مشابه کابل هایی که مستقیم در زمین قرار داده می شوند دارد و نیز به مقاومت در برابر اشعه UV نیاز دارد و از آنجاکه این کابل به طور معمول در ساختمان های کوچک استفاده می شود، تعداد فیبها معمولا کم است، بین ۱تا ۱۲فیبر(معمولا تنها ۲-۱یا ۴ فیبر). عناصر فیبر می تواند لوله های گشاد، پوشش میکرو، و یا واحد فیبر دمیده شده باشد.

فصل ششم

کابل کشی در خانه – فیبر در خانه

انتظار می رود خانه های امروزی به محیط هوشمند - خانه های هوشمند تبدیل شوند. یک خانه هوشمند خانه ای است پیشرفته که به صورت خودکار و یا کنترل از راه دور محیط زندگی را مدیریت می کند ؛ این امر شامل دما، روشنایی، چند رسانه ای، امنیتو کاربردهای بسیار دیگری است.

عبارت "خانه هوشمند"به طور فزاینده ای در حال مرسوم شدن است اما خیلی بیشتر آنچه در نگاه اول به نظر می رسد می تون درمورد این مفهوم صحبت کرد. شورای اروپایی FTTH علاقه مند به ارتقای این حوزه است و برای این منظور تصمیم به تشکیل یک کمیته جدید گرفته است:کمیته شهرهای هوشمند.

نصب در خانه و یا فیبر در خانه از یک وسیله ورودی که معمولا در زیرزمین یک ساختمان واقع شده به مجرای خروجی مخابرات نوری (سوکت) در محل مشترک گسترش می یابد .این یک مدل معمولی برای اکثر مجتمع های مسکونی دراروپا است .در مورد خانه های تکی یک "OTO" می تواند در نقطه ورود ساختمان یکپارچه شده باشد .در هر دو سناریو یک سوکت مخابرات نوری می تواند بخش جدایی ناپذیر از اتاقک توزیع چند رسانه ای متمرکز را تشکیل داده باشد.

متاسفانه راه حل سیم کشی های مسکونی زمان ساخت شبکه به ندرت در نظر گرفته شده است اما احتمالا ضعیف ترین اتصال در تحویل خدمات است. چرا شبکه های سیمی در خانه لازم است وقتی که راه حل بی سیم تمام نیازها را برآورده می کند؟ برخی از استدلالها برای این موضوع به شرح زیر است:

- شبکه های سیمی با ثبات تر و قابل اعتماد تر از بی سیم هستند و تداخل کانال در شبکه سیمی از دستگاه های دیگر وجود ندارد(یا دیگر نقاط دسترسی فعال در همان کانال).

- شبکه های سیمی سریع تر از همتایان بی سیم خود با، چند رسانه ای، صوتی، تصویری، بازی های شبکه کار می کنند و اجرای دیگر برنامه ها در یک شبکه سیمی بهتر عمل می‌کند.
- شبکه های سیمی با وجود رمزنگاری در شبکه های بی سیم امن تر می باشند .هنوز هم برای یک هکر دسترسی به شبکه با ابزار مناسب و یا آگاهی از آسیب پذیری در شبکه های سیمی امکان پذیر است اما تنها می تواند از طریق اتصال به شبکه در خانه به نتیجه برسد که اسن کار را برای هکر دشوار می کند.

هدف از این بخش ارائه بهترین شیوه از دستورالعمل های فنی موجود و همچنین از دید گردش کار برای رسانه های فیزیکی لایه ۱ فیبر در نصب در خانه است. به طور کلی اهداف دستورالعمل های فنی اطمینان حاصل کردن از نصب و راه اندازی در خانه است که می تواند با دو یا چند ارائه دهندگان خدمات در یک محل به اشتراک گذاشته شود.

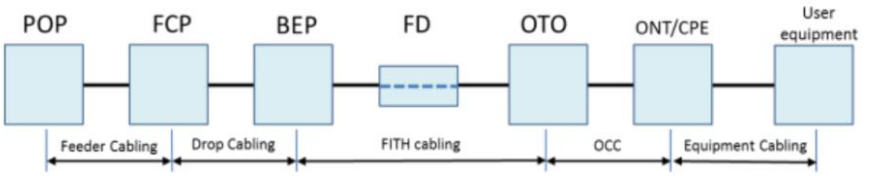
در حالی که دستورالعمل های فنی تعدادی از جنبه های مهم نصب و راه اندازی در خانه را توصیف می‌کنند، یک راه حل کامل را نشان نمی دهد .هرتوسعه دهنده طرح FTTH و پیاده سازی یک شبکه FTTH با توجه به صاحب کسب و کار، برنامه ها و روش استقرار آن اجرا می شود.

۶-۱ فیبر مدل اصلی کابل کشی در خانه

نصب در خانه و یا فیبر در خانه از یک وسیله ورودی که معمولا در زیرزمین یک ساختمان واقع شده به مجرای خروجی مخابرات نوری (سوکت) در محل مشترک گسترش می یابد.

شکل ۶-۱: هنر طراحی فیبر پایه در عناصر شبکه در خانه

بسته به استانداردهای بین المللی یک مدل مرجع برای مشخص کردن عناصر زیرساخت فیزیکی و روش های توصیف شده مورد استفاده قرار می گیرد.



عناصر زیرساخت مدل مرجع

POP	نقطه دسترسی	به عنوان نقطه شروع کننده برای مسیر فیبر نوری به سمت مشترک عمل می کند.
	کابل کشی تغذیه	کابل های تغذیه از POP به نقطه اتصال فیبر می روند
FCP	نفطه اتصال فیبر	در این نقطه اتصال یک کابل تغذیه وجود دارد که به طور مساوی به کابل های دراپ کوچکتر تبدیل شده است. در این مرحله فیبرهای کابل تغذیه جداشده و به گروه های کوچکتر برای مسیر یابی آتی از طریق کابل های دراپ تقسیم شده است.
	کابل کشی دراپ	FCP را به مشترک وصل کده و ممکن است از آخرین دراپ تا ساختمان باشد.
BEP	نقطه ورودی ساختمان	واسطی است بین کابل کشی دراپ (شبکه دسترسی نوری) و شبکه در خانه داخلی. BEP انتقال از کابل بیرون از ساختمان به کابل درون ساختمان را فراهم می کند. نوع انتقال ممکن است یک اتصال به هم متصل یا یم اتصال قابل برداشتن باشد.
FD	توزیع کننده کف زمین	یک عنصر نوری تقسیم کننده بین BEP و یک OTO است که در ناحیه پیش برنده لوله واقع شده است و امکان انتقال از کابل درون ساختمان عمودی به افقی را فراهم می کند.
کابل کشی FITH	کابل کشی در خانه	این نوع کابل کشی BEP را به OTO وصل می کند. اجزای اصلی یک کابل درون ساختمانی نوری یا مشابه آن، پایه دمنده، نصب عناصر فیبر هستند.

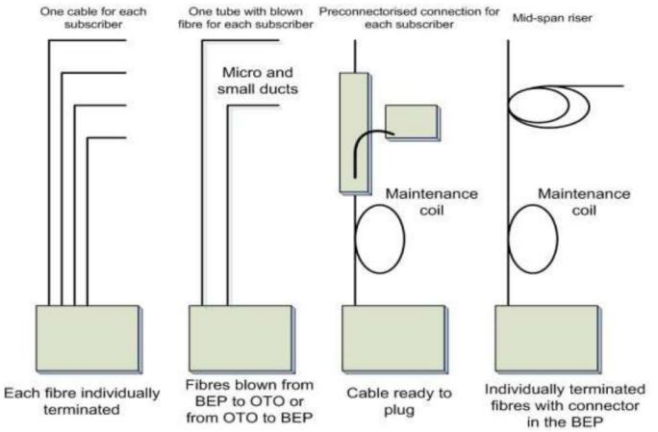
OTO	خروجی مخابرات نوری	OTO یک دستگاه اتصال دهنده ثابت است که کابل داخل ساختمان فیبر نوری را پایان می دهد. این خروجی یک واسط نوری برای بند تجهیزات ONT/CPE فراهم می کند.
ONT	ترمینال شبکه نوری	ONTشبکه نوری FTTH را در سمت مشترک پایان می دهد و شامل یک مبدل الکترو نوری است. ONT و CPE ممکن است یکی شوند.
CPE SPE	تجهیزات سمت مشتری تجهیزات سمت مشترک	تجهیزات سمت مشتری یا مشترکین به هر دستگاه فعالی گفته می شود، برای مثال ستاپ باکس، که سرویس FTTH را در اختیار مشترکین قرار می دهد (داده های سرعت بالا، تی وی و غیره). ممکن است ONT و CPE/SPE با هم یکی شوند.
OCC	کابل اتصال نوری	کابل اتصال بین خروجی مخابران نوری (OTO) و تجهیزات سمت مشتری (CPE)
	کابل کشی تجهیزات	کابل کشی تجهیزات تطیع دامنه وسیعی از کاربردها مثل تی وی، تلفن، دسترسی به اینترنت و غیره را با محوطه پشتیبانی می کند. سخت افزار کاربردهای خاص بخشی از کابل کشی تجهیزات نیست
	تجهیزات کاربر	این تجهیزات مثل تلویزیون، تلفن همراه، یا کامپیوتر شخصی که به مشترکین امکان دسترسی به سرویس را می دهد.

۶-۲ کابل کشی پیش برنده لوله

برای ویژگی های مجتمع های ساختمانی بزرگ کابل کشی داخلی بخش عمده ای از فیبر در زیرساخت اصلی را تشکیل می دهد. معماری معمول با استفاده از عناصر شبکه در بالا ذکر شد بر اساس این دو ساختار شبکه است:

- معماری دراپ مستقیم
- معماری پیش برنده لوله با یا بدون جعبه ترمینال های کف زمین

اتصال داخلی بین BEPو توزیع کننده کف زمین و یا خروجی ترمینال نوری به عنوان کابل کشی پیش رونده لوله شناخته می شود از کابل های معمولی، کانال های میکرواستفاده می کند.



شکل ۶-۲: نمونه معماری پیش برنده لوله

کابل های پیش برنده لوله یا کانالهای پرشده با فیبر به طور معمول در مجرای کابل موجود نصب می شود به عنوان مثال نصب تاسیسات الکتریکی و یا مجرای کابل نصب شده برای شبکه FTTH. نصب یک پیش برنده لوله عمودی از زیر زمین و یا در طبقه بالای ساختمان متداول است. پیش برنده لوله عمودی نشان دهنده زمان بر ترین بخش نصب کابل کشی در خانه است، به خصوص در بخشی که در آن مقررات آتش محلی باید در نظر گرفته شود.

بسته به معماری تعداد مشترکین تک فیبر و تعداد آپاراتمان های موجود در یک ساختمان، کابل های پیش برنده لوله ساختارهای مختلفی دارند: تک فیبر، دسته های تک فیبر، یا دسته های چند فیبری.

ازآنجاکه این کابل ها در مکان های دشوار نصب (به عنوان مثال شعاع کم خم شدن در لبه) می شوند استفاده از فیبرهای خم شدن غیر حساس روش متداولیاست.

۶-۳ فیبر کابل کشی در خانه – ملاحظات کلی

۶-۳-۱ ویژگی های فیبر

در BEP فیبرها از کابل کشی دراپ (کابل در فضای باز)و فیبرهای کابل کشی در خانه(کابل داخلی) باید متصل شوند . از ویژگیهای این فیبرها در دسته بندی های استاندارد فیبر مختلف توصیف شده است و باید شرایط خاصی را به شرح زیر به انجام برسانند .کابل کشی دراپ در خانه را می توان با

استفاده از تکنیک های دمیدن در میکرو کانال های انجام داد .استقرار فیبرها G657(IEC 60793-2-50 B6) به خصوص گرید G.657 A2(IEC 60793-2-50 B6a2) توصیه می شود زیرا آنها به طور کامل امن از کل پنجره 1260-1650nm منتقل می شوند و در عین حال کاملا سازگار با G.652.D هستند. این امر حتی در محیط های مورد نظر یا زمانی کهاز پوشش 200µm استفاده می شود درست است.

جدول ۶-۱: ویژگی های فیبر

نوع کابل	کد ITU	کد IEC
کابلهای فضای باز	G.652.D	IEC 60793-2-50 B1.3
کابلهای فضای باز	G.657.A1/A2 با گزینه پوشش ۲۰۰ میکرومتری	IEC 60793-2-50 B6a1/a2
کابل های داخلی	G.657.A2/B2/B3	IEC 60793-2-50 B6a2/b2/b3

۶-۳-۲ سازگاری اتصال بین انواع فیبرهای متفاوت

اتصال انواع مختلف فیبر با قطرها و تلرانس های مختلف ممکن است منجر به از دست دادن اتصال های بالاتر شود. بنابراین دستگاه اتصال دهنده در هر مورد باید به درستی تنظیم شود .

۶-۳-۳ الزامات شعاع خم شدن

شعاع خم شدن در BEP و بخشهای کابل در فضای باز برای استاندارد حالت تک فیبرها ی G.652Dباید ۳۰میلی مترو بالاتر باشد. زیرشاخه فیبرهای G.657.A1 برای حداقل شعاع ۱۰ میلی متر مناسب است .برای حداقل شعاع طراحی ۷٫۵ میلی متر یک زیر رده G.657.A2 مناسب ترین است. برای فیبر کابل کشی در خانه، به خصوص در OTO و بخش کابل داخلی، G.657.A2، G.657.B2 (هر دو برای حداقل شعاع ۷٫۵ میلی متر مناسب است) و یا G.657.B3برای یک شعاع ۵میلی متری مناسب است و که انتظار می رود طول عمر حداقل ۲۰ سال داشته باشد ؛ انتظارات مکانیکی از فیبرهای نوری در ضمیمه ۱ ITU-T G.657 بخش ۳ آمده است.

این اجراها خم سازی از موارد خاص عملیات نصب و راه اندازی و تعمیر و نگهداری برای شبکه های داخل (دفاتر مرکزی، مجتمع های چند واحدی، آپارتمان ها، خانه های فردی) است اما برای استقرار

در فضای باز (متصل کردن گیره ها، مفصل اتاق برق های خیابان و موارد مشابه) نیز استفاده می شوند.

جدول ۶-۲: الزامات شعاع خم شدن

نوع کابل	کد ITU	کد IEC	شعاع خم(میلی متر)
کابل های در فضای باز	G.652.D	IEC 60793-2-50 B1.3	R 30
کابل های در فضای باز	G.657.A1/A2 with possible 200µm coating option	IEC 60793-2-50 B6a1/a2 with possible 200µm coating option	R 10 for A1 R 7.5 for A2
کابل های در فضای بسته	G.657.A2/B2/B3	IEC 60793-2-50 B6a2/b2/b3	R 7.5 for A2/B2 R 5 for B3

۶-۳-۴ نوع کابل

کابل های فیبر نوری لوله گشاد (Loose tube fibre) با توجه به سری IEC 60794 یا کابل کشی میکرو کانال برای نصب و راه اندازی با روش دمیدن با توجه به سری IEC 60794-5 [6]معمولا برای نصب در BEPاستفاده می شوند .سازگاری سایر کابل ها با استاندارد کابل ها در واسط مشخص شده در نظر گرفته می شود.

باید توجه ویژه ای به توصیه های تولید کننده کابل و محدودیت های فیزیکی مشخص شده شود. آسیب مکانیکی زیاد در هنگام نصب ممکن است بلافاصله آشکار نشود، اما بعد می تواند به شکست در طول اجرا منجر شود.

۶-۳-۵ کابل در فضای باز

طیف گسترده ای از کابلهای در فضای باز برای استفاده در شبکه های FTTH موجود است . در بعضی موارد به کابل های دمیده شده قوی تری نیاز هست. کابل بلود(Blown cable) باید مناسب با درجه ی سفتی باشد تا به روند دمیدن کمک کند .کابل در فضای باز به طور معمول دوجداره و غیر فلزی (برای حذف در زمین و / یا حفاظت از رعد و برق) است. با این حال، ممکن است برای قدرت بالاتر و یا برای حفاظت از رطوبت عناصر فلزی به آنها اضافه شده باشد.

تعداد فیبر چنین کابلهایی به ساختار شبکه و اندازه ساختمان بستگی دارد.

کابل در فضای باز را IEC 60794-3-11 پوشش می دهد.

محدوده دمای بین ۳۰- درجه و ۷۰+ درجه است.

شکل ۶-۳: نمونه یک سیستم کابل میکرو کانال

شکل ۶-۴ نمونه یک لوله گشاد متداول

۶-۳-۶ کابل داخلی

کابل درفضای بسته که بین BEPو OTO نصب می شود برای مسیر کوتاه یا بلند در خانه مناسب است. این کابل های ممکن است از کابل فیبر تک تا چند فیبر متفاوت باشند .تعداد فیبر باید با توجه به ساختار شبکه تعریف شود و ممکن است بین ۱ و ۴ فیبر باشد. در حالی که طراحی آنها متفاوت است، همه آنها در محل مشتری استفاده می شود و بنابراین باید به نوعی در برابر آتش محافظت شوند. کابل داخلی را IEC 60794-2-20 پوشش می دهد.

محدوده دمای بین ۲۰- درجه تا ۶۰+ درجه است.

شکل ۶-۵: نمونه یک کابل داخلی آسان نصب شو

۶-۳-۷ کدگذاری رنگی فیبرها

فیبرهای درون لوله های بافر، و همچنین فیبرهای بافر، برای جداسازی فیبرها در درون کابل کد گذاری رنگی شده اند. این کد رنگی نصاب را قادر می سازد تا به راحتی فیبرها را در هر دو انتهای اتصال فیبر شناسایی کند و همچنین موقعیت مناسب هر فیبر در کابل را نشان می دهد. استاندارد رنگ ها در IEC 60304 آمده است.

برای شمارش فیبر بالاتر از ۱۲ گروه های اضافی فیبرهای ۱۲ تایی باید با ترکیب توالی بالا شناسایی شوند (برای مثال، علامت گذاری حلقه، علامت خط فاصله یا ردیاب).

۶-۳-۸ کابل کشی میکرو کانال برای نصب با هوادهی

این گزینه با بهره گیری از هوا فیبرها و کابل با قطر کوچک را در لوله های سمت مشتری می رساند. در کابل کشی میکرو کانال از لوله های سبک وزن استفاده می شود که ممکن است یک مجرای معمولی کوچک معمولا کمتر از قطر ۱۶میلی متر باشد (به عنوان مثال قطر بیرونی ۱۰میلی متر). روش دیگر این است که آنها نیز لوله های کوچک (برای مثال ۵ میلی متر قطر بیرونی) باشندکه به عنوان یک یا کابل چند لوله شناخته شده و به عنوان "محافظت میکرو کانال "تولید می شوند .نصب و یا حذف کابل های فیبر نوری میکرو کانال از میکرو کانال یا محافظت از میکرو کانالدر طول عمر عملیاتی باید ممکن باشد. کابل میکرو کانال فیبر نوری، واحدهای فیبر، میکرو کانال و محافظت میکرو کانال برای نصب و راه اندازی با دمیدن در سری IEC 60794-5تعریف شده است.

۶-۳-۹ کابل حاوی مواد قابل اشعال

کابل داخلی باید خواص مناسب در مقابل حفاظت از آتش مناسب داشته باشد .این کار به طور معمول شامل استفاده از یک کابل کم دود بدون هالوژن است. این کابل را می توان به شیوه ای که تا حدی از انتشار شعله محافظت کند (برای مثال IEC60332-1-2و IEC60332-3دسته C) و انتشار دود (IEC61034-2)ساخته شود . این مواد ممکن است برای محتوای هالوژن در راستای با IEC60754-1و طابق با pH با IEC60754-2مشخص شوند .معیارهای دیگر نیز ممکن است اعمال شوند، بسته به نیاز دقیق کاربر، اما با توجه به ایمنی مردم اولویت برخوردار دارد.

۶-۴ الزامات کلی در BEP

برای واسط بین کابل دراپ نوری و کابل داخلی شبکه درخانه BEP برای تقسیم کردن و یا مسیریابی فیبرها استفاده می شود و در نتیجه به طور کلی نشان دهنده پایان شبکه های نوری از دیدگاه اپراتور است. برای برخی از ساختارهای شبکه اپراتورهای مختلف مشتریان را به شبکه های خود در POP یا نقطه اتصال فیبر وصل می کنند.. اما برای برخی از ساختارهای شبکه همه اپراتورها کابل دراپ خود را در BEP پایان می دهند.. بنابراین نصب و راه اندازی کابل های فیبر نوری و عناصر اتصال در BEPمی تواند به طور قابل توجهی متاثر از برنامه ریزی دقیق و آماده سازی یک مشخصه باشد.

۶-۴-۱ فیوژن در BEP

فیوژن در BEP یک عمل متداول است. الزامات این کار در زیر مشخص شده است. انواع محافظهای گداختی انقباضی یا کریمپ حرارتی اند.

جدول ۶-۳: مشخصات فیوژن در BEP

مشخصات	الزامات
حداکثر تضعیف تابیدگی	≤0.15 dB @ 1550nm
برگشت خسارت	> 60 dB
مقدار درجه حرارت	–25°C to 70°C

۶-۴-۲ جعبه اتصال در BEP

اندازه سیستم مدیریت فیبر در BEP به اندازه ساختمان، پیچیدگی کلی نصب و همچنین ساختار شبکه بستگی دارد. به طور معمول برای مدیریت فیبر در BEPبا استفاده از جعبه اختصاصی استفاده می شود که تعداد صحیح کابل در / از، تعداد مورد نیاز به هم تابیدگی ها، ذخایر فیبر و مدیریت فیبر را ممکن می کند. حفاظت در برابر نفوذ مهم است و به شرایط در فضای اختصاصی BEP بستگی دارد. به طور معمول نصب در خانه خواهد بود IP20وIP54برای فضای باز خواهد بود. طول بیش از حد در جعبه اتصال و / یا سینی به هم تابیدگی معمولا طولی کمتر از ۱,۵ متر ندارد.

شکل ۶-۶: نمونه یک IP55 BEP

شکل ۶-۷: نمونه یک IP44 BEP

شکل ۶-۸: نمونه یک IP54 BEP

شکل ۶-۹: یک راه حل مودولار مناسب برای یک واحد ساختمانی بسیار بزرگ

۶-۴-۳ سینی به هم تابیدگی

از آنجا که هدف اصلی BEP برای نگه داشتن مدیریت فیبر و به هم تابیدگی بین OSPو کابل های داخلی است، سینی های به هم تابیدگی و لوازم اضافی، نگه دارنده به هم تابیدگی و لوازم جانبی برای پشتیبانی از زیرساخت های فیبر در سطح بالا ضروری است .قواعد باید به گونه ای باشد که فضاهای ذخیره سازی فیبرهای طولانی برای آینده و دوباره به هم تابدین مناسب باشد. انواع مختلفی از سیستم های کاست به هم تابیدگی موجود است، که برای اداره کردن فیبرهای تکی یا گروهی مناسب است. این سینی ها کاملا برای ذخیزه سازی لازم اند.

شکل ۶-۱۰: نمونه یک پشته سینی های به هم تابیدگی

شکل ۶-۱۱: نمونه سینی های به هم تابیدگی پشته شده با میدریت فیبر تکی

۶-۴-۴ قرار دادن BEP

همیشه یکیاز جزئیات مورد بحث، تحت تاثیر شرایط، صاحبان ساختمان و شرایط فیزیکی که ترجیحا شامل سطوح پایین رطوبت، گرد و غبار و ارتعاشات می شود وجود دارد. همانطور که قبلا اشاره کردیم، سطح محافظت در برابر نفوذ مربوط به این شرایط است .قرار گرفتن BEPنزدیک به مسیر کابل کشی عمودی به منظور اجازه انتقال مطلوب برای کابل مهم است.

شکل ۶-۱۲: نمونه یک BEP نصب شده روی دیوار در کنار توزیع برق

۶-۵ توزیع کننده کف زمین

اتصال به خروجی ترمینال نوری برای تاسیسات بزرگ را می توان با استفاده از یک نقطه توزیع کف به دست آورد. توزیع کننده کف از انواع جعبه یکسان استفاده می کند و کاربر مشابهی داردهمانند BEP با اندازه مربوط به تعداد فیبرهای ورودی و خروجی. سطح محافظت در برابر نفوذ معمولا IP20 است. هنگامی که توزیع کنندهای کف استفاده می شوند، گزینه ای که برای اتصال OTOبه این نقطه پایان توصیه می شود راه حل کابل از قبل متصل سازی شده است. در این مورد پایان متصل سازی کابل به OTO می رود و پایان غیر متصل سازیرا می توان در جعبه توزیع کف تابید.

ارتباط بین توزیع کننده کف و OTO دراپ افقی نامیده می شود .در توپولوژی شبکه دراپ افقی لینک کابل پیش برنده لوله عمودی را از توزیع زمین به واسط مشترک با تعداد مورد نیاز فیبر

متصل می کند. تعداد فیبر معمولی برای کابل دراپ افقی بین یک تا چهار فیبر بسته به مقررات محلی و برنامه های آینده برنامه ریزی شده صاحب شبکه است.

ارتباط بین پیش برنده لوله عمودی و افقی دراپ را در جعبهکف می توان با موارد زیر به دست آورد:

- مونتاژ کابل دراپ از قبل پایان یافته – در یک یا دو انتها
- به هم تابیدگی
- نصب کانکتورهای قابل نصب

مسائل معمولی مربوط با کابل کشی شامل فقدان فضای دسترسی برای کانال ها یا کابل ها به صورت عبور از دیوار است. از آنجا که این کابل ها در شرایط سخت و در مناطق به طور مستقیم توسط مشترکین در دسترس اند، نوع جدیدی از کابل های فیبر نوری مجهز شده به رشته خم حساس باید برای پشتیبانی از نصبهای ساده شده در خانه حتی توسط افراد آموزش نیده در نظر گرفته شود.

۶-۶ خروجی ارتباطات راه دور نوری (OTO)

خروجی ارتباطات راه دور نوری برای مدیریت تعداد فیبر های متفاوت - به طور معمول ۴ - با حفاظت حداقل خم شدن به شعاع ۱۵ میلی متر طراحی شده است. طراحی خروجی فیبر نوری باید فیبر خاصی را در طول جای دهد و فضا یی برای به هم تابیدگی فراهم کند. این طراحی باید ثبات دراز مدت برای فیبرها را تضمین کند .حتی پس از ۲۰ سال استفاده نیز نباید فرسودگی ظاهر شود . صفحه مقابل خروجی باید بریده های مربوط به نوع انتخاب از آداپتورهای برای نگهداشتن اتصال دهنده ها ی سیمپلکس یا دوبلکس با توجه به طراحی شبکه داشته باشد .علامت گذاری به طور عمده برای تعمیر و نگهداری شبکه و عیب یابی و همچنین در تست شبکه مهم است .اگر چه به طور کلی یک OTO به احتمال زیاد در محیط گرد و خاکی نصب می شود سطح محافظت در برابر نفوذ ۲۰ (IP20) کافی است. اغلب خروجی اول را در سمت مشترک نامیده می شود خروجی ارتباطات از راه دور نوری (OTO) می نامند که انتخاب سوکت برای ترمینال را بسته به کابل کشی مسکونی مربوطه فراهم می کند:

- سوکت با آداپتور فیبر نوری ثابت
- سوکت با آداپتور فیبر نوری قابل تعویض
- سوکت های ترکیبی با هر دو نوع آداپتور فیبر نوری و پایه مسی

۶-۶-۱ نوع فیبر و ویژگی های اتصال در OTO

متداول ترین فیبرهایی که در OTO استفاده می شوند G.657 است که شعاع خم شدگی کوچکی را در اختیار قرار می دهد. انواع اتصال فیبر در OTO می تواند به صورت زیر باشد:

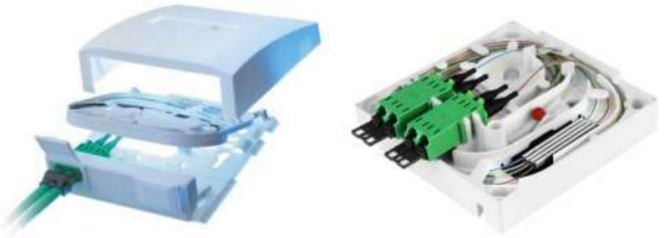
- مونتاژهای کابل از قبل پایان یافته
- گیس بافت های به هم تابیده شده
- کانکتورهای نصب شده فیلد

در خانواده G.657 بیشتر استقرارها بر اساس G657.A2 است که در برخی کشورها گزینه پیشنهادی به عنوان استاندارسازی کابل کشی داخل فضای بسته است.

۶-۶-۲ کانکتورهای نوری

نوع اتصال نوری مورد استفاده در OTOمعمولا در مرحله طراحی تعریف می شود .در حالت ایده آل چنین طرحی برای نیازهای مسکونی طراحی شده است .توصیه اصلی با توجه به سطح پیشانی اتصالات برای APC با مشخصات مشخص برای تضعیف و بازگشت خسارت است (به عنوان مثال گرید B برای ILو گرید ۱ RL). الزامات مکانیکی و آب و هوایی که به طور معمول استفاده می شود در 61753-021-2برای دسته C(محیط کنترل شده) با محدوده درجه حرارت از C ° 10-تا ° 60 + Cتعریف شده است.

شکل ۶-۱۳: نمونه یک اتصال کابل لیزری و محافظ گرد و غبار و خود انتشاری خودکار



شکل ۶-۱۴: نمای جزئیات از دو خروجی مختلف: سینی به هم تابیدگی، راهنمای شعاع خم کردن، ورق جلو با نوع LC

سریعترین، ساده ترین و قابل اطمینان ترین راه برای نصب یک OTOاستفاده از راه حل از پیش مونتاژ شده است، به عنوان مثال یک کابل که از قبل در کارخانه اتصال سازی شده است که در شکل زیر نشان داده شده. با استفاده از چنین سیستم های پلاگ اند پلی نصب تجهیزات خاص دیگر وقت گیر نخواهد بود.

شکل ۶-۱۵: نمونه خروجی ارتباطات از راه دور نوری از قبل مونتاژ شده

۶-۶-۳ به هم تابیدگی

الزامات به هم تابیدگی در OTO به طور کلی در دامنه بالاتر قرار دارد از آنجا که استفاده از هر دو تکنولوژی ممکن است، گداختگی و مکانیکی، معمولا در مرحله طراحی حداکثر ۰,۲۵ دسی بل و یک RL>60 db زمانی که پوشش RF در نظر گرفته شود تخمین زده می شود.

۶-۶-۴ قرارگیری در OTO

جعبه توزیع خانگی معمولا در ساختمان های تازه ساخته شده در دسترس است و در صورت موجود بودن، اغلب برای نصب و راه اندازی OTOاستفاده می شود .دسترسی به یک پریز برق برای ONT / CPEو همچنین دسترسی به فضای کافی و تهویه مناسب اهمیت دارد. ارتباط بین OTOو (SPE) CPEیا ONT / (SPE) CPEبه ترتیب، برای استفاده های مسکونی بهینه شده است و باید ویژگی های زیر را داشته باشد:

- سیستم پلاگ اند پلی
- حفاظت لیزری و یکپارچگی گرد و غبار
- آب بندی در برابر گرد و غبار
- مکانیزم خود انتشاری برای حفاظت از OTO در صورت کشیده شدن غیر عمدی کابل های اتصالی
- کمترین شعاع خم شدن برای حفاظت از آسیب به کابل
- نصب آسان یا قابل تعویض توسط مشترک

در بسیاری از موارد OTO در اتاق نشینمن یا فضاهایی که برای کار و یا تجهیزات در نظر گرفته شده است نصب می شود.

شکل ۶-۱۶: OTO ادغام شده در اتاقک توزیع خانه

یک OTO می تواند در پنل توزیع برق ساختمان نصب شود.

شکل ۶-۱۷: OTO ادغام شده در پنل توزیع برق خانه

۶-۶-۵ آزمودن کابل کشی در خانه، اتصال BEP-OTO

نوع آزمون مورد استفاده و اندازه گیری مشخص شده در مرحله طراحی تعریف می شود.

با این حال، نصاب مسئول نصب کابل کشی در خانه (BEP-OTO)با توجه به کیفیت تعریف شده در مرحله برنامه ریزی دقیق است.

اندازه گیری می توان به صورت زیر انجام شود:

۱. روش آزمون مرجع : اندازه گیری OTDRدو جهته بین POPو OTO

۲. روش آزمون های جایگزین :اندازه گیری OTDRیک سویه از OTO

برای اطلاعات بیشتر فصل ۱۱، دستورالعمل های تست FTTHرا ببینید.

۶-۷ CPE (SPE)

تجهیزات سمت مشتری نقطه ای است که در آن شبکه منفعل به پایان می رسد و تجهیزات فعال نصب شده است .به طور کلی، فیبر در داخل CPEاز یک کانکتور استفاده می کند .در CPEعمدتا یک واسط SCکه ظاهرا دسترسی به آن برای مصرف کنندگان نهایی دشوار است وجود دارد .این دستگاه ها یا توسط مشترک خریداری شده، و یا توسط اپراتور و یا توسط ارائه دهنده خدمات فراهم می شوند.

۶-۸ الزامات کلی ایمنی

نصب باید تنها توسط تکنسین ماهر انجام شود. الزامات ایمنی لیزر مطابق با IEC 60825 و سایر استانداردهای محلی یا بین المللی است. طراحان و نصابان مسئول توضیح صحیح الزامات ایمنی اند.

۶-۸-۱ ایمنی لیرز

طبق سری IEC 60825 نوع سمت مشتری بدون محدودیت است. تا زمانی که پیاده سازی های FTTHسطح خط ۱ منابع لیزری را به خطر نیندازد نیازی به تجهیزات ایمنی خاصی در سمت مشترک نیست.

۶-۹ فیبر در گردش کار اصلی

یکی از عوامل کلیدی صرفه جویی در هزینه اجرای FTTHدر خانه کابل کشی از نقطه ورود ساختمان (BEP) به ONTیا CPEاست .هزینه های توزیع زیرساخت FTTHحدود ۲۱٪برای شبکه فعال، ۴۸٪ برای شبکه منفعل و ۳۱٪ برای شبکه فیبر در خانه است. بنابراین بهینه سازی فیبر در کابل کشی در خانه در حفظ بودجه اجرای در یک چارچوب محدود خاص بسیار مهم است .بنابراین منابع مورد استفاده برای کابل کشی FITHباید به دقت برنامه ریزی شود. این امر به ویژه هنگامی که به یک توده-رول از FTTHاز جمله فیبر در کابل کشی خانه می آید بسیار مهم است. فرآیندهای کابل کشی در خانه باید بسیار حرفه ای و بهینه سازی شده باشد.

گروه ها و ضرورتهای در موفقیت فیبر در کابل کشی اصلی عبارتند از:

شبکه بخش / حامل: مسئول تحویل سیگنال FTTH به BEP یا FCP. BEP معمولا واسط بین بخش شبکه / حامل شبکه و فیبر در ارائه دهنده اصلی کابل کشی است، اما FCP نیز می تواند نقطه علامت گذاری باشد.

اکتساب: دسترسی قانونی به ساخت و ساز و / یا مسطح را ترتیب می دهد

حقوقی: اسناد و مدارک حقوقی و اصول اولیه برای دسترسی به ساختمان / طبقه را آماده می کند

پایگاه داده: یک پایگاه داده متمرکز برای تمام اسناد حقوقی، اسناد شبکه، اسناد کابل کشی در خانه و روابط مشتری است

صاحب ساختمان: باید برای دسترسی به ساختمان و توافقات کابل کشی با او مشورت شود

بازاریابی: پیش بینی در هر منطقه و در هر حوزه را آماده می کند

فروش: قرارداد را با مشترکین امضاء می کند

مشترک: قرارداد را بر اساس نیازهای شخصی یا خدمات موجود امضاء می کند

تدارکات: مسئول بازدید از درست و کافی بودن مواد تحویل داده شده به مکان درخواست داده شده است

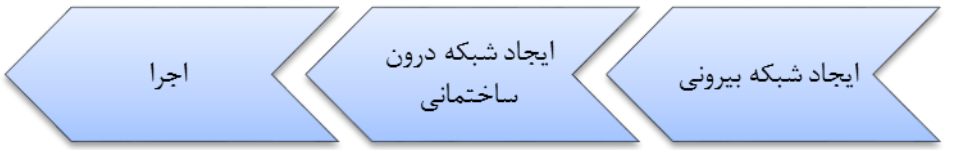
حمل و نقل:مسئول قرار ملاقات با مشترکین و یا صاحب ساختمان است

اعزام تکنسین نصب و راه اندازی: نصب کابل کشی در خانه وONT / CPE

تکنسین پیکربندی: با توجه به داده های مشتریOTN را پیش پیکربندی می کند

۶-۹-۱ فیبر عمومی در محیط اصلی

فیبر در فرآیندهای اصلی بین پیاده سازی شبکه های ساختمان های در خارج(از جمله کابل دراپ بین FCPو BEPدر صورت لزوم) و بهره برداری از شبکه FTTHواقع شده است .پس از اجرای شبکه ساختمان در خارج تا نقطه علامت گذاری (BEP)، کابل کشی در خانه ONT / CPE را با BEP وصل میکند و بعد از فعال سازی ONTمشتریان FTTHبه بهره برداری کامل خواهد شد.



- استراتژی شبکه
- طراحی شبکه
- راه اندازی شبکه بهBEP

فعال سازی
اکتساب
نصب

فروش
تعمیر

۶-۹-۲ اکتساب

فیبر اصلی می تواند پس از آن که شبکه FTTH ساختمان در خارج نصب شده و سیگنال در خط وجود داشت نصب شود. تحویل از شبکه ساختمان در خارج به کابل کشی در خانه می تواند بر روی

یک نقطه ورود ساختمان (BEP)در خارج و یا در داخل ساختمان رخ دهد .برای پیـاده سـازی کابـل کشی فیبر اصلی توافق با صاحب ساختمان لازم است .

شکل ۶-۱۸: پروسه اکتساب سطح بالا

شکل ۶-۱۹: پوسه اکتساب

۶-۹-۳ فروش

هدف از فعالیت های فروش بدست آوردن امضای قراردادهای خدماتی تا جای ممکن است .در یک اجرای براونفیلد FTTH، قرارداد خدمات موجود باید به روز رسانی شود و شامل خدمات

اضافی FTTH باشد .مناطق سبز شامل کسب امضا قراردادهای سرویس جدید توسط هر مشتری است. تمام فعالیت های فروش باید به محض اجرای طرح شبکه و استراتژی فروش و محصول نمونه کارها / خدمات شناخته شده آغاز شود.

استراتژی کلی اجرای FTTH می تواند شامل اجرای FTTHکه تنها شامل یک منطقه خاص باشد . در چنین مواردی، فعالیت های فروش باید قبل از اجرای این شبکه انجام شود.

اکتساب برای آماده سازی صفحه وب، ایجاد جا به جا شدن خط تلفن برای قراداهای موجود و جدید	ایجاد مشترکین آگاه از خدمات جدید. مشترکین جدید آگاه	تیم فروش برای امضاء قراردادها

شکل ۶-۲۰: پروسه فروش سطح بالا

۶-۹-۴ آماده سازی نصب

نصب به فروش و فعالیت های اکتساب بستگی دارد. صاحب سفارش کار توزیع کننده ای است که تکنسین ها را با مشترک و یا صاحب ساختمان و همچنین است با تیم تدارکات و فعالیت های ONT هماهنگ می کند. بازدید اضافی توسط تکنسین از مشتری / ساختمان باید اجتناب شود.

۶-۹-۵ نصب

تکنسین نصب باید بتواند مطابق با زمان بندی توزیع کننده امکانات و اطلاعات اضافی از فروش نصب را شروع کند و به اتمام برساند. او مواد و ONT از قبل پیکر بندی شده را دریافت می کند. قبل از شروع باید سیگنال ورودی در BEP را بررسی کند. اگر سیگنالی نبود باید یک گزارش مشکلات برای حامل شبکه تهیه کند.

شکل ۶-۲۱: پروسه نصب سطح بالا

۶-۹-۶ سیتم های آی تی

تا جای ممکن باید از سیستم آی تی مناسب استفاده شود. سیستم های موجود عبارتند از:

- NMS/EMS
- سیستم موجودی
- GIS
- WFM
- CRM

تمام سیستم ها اگر از دیتابیس یکسان استفاده نمی کنند باید به صورت دوره ای همگام سازی شوند.

فصل هفتم

تکنیک‌های استقرار

در این فصل تکنیک های استقرار زیر ساخت توضیح داده شده است. بسته به محیط ها و ساختمان های خاص امکان دارد که بیشتر از یک تکنیک در یک شبکه به کار رود. از آنجاکه ۵۰ درصد هزینه های ساخت شبکه به کارهای شهر ی مربوط می شود، توصیه می شود که یک ارزیابی از زیر ساخت های موجود مثل کانال های آب، گاز و غیره صورت گیرد تا در صورت امکان از آنها استفاده شود.

۷-۱ زیرساخت کانال

متداول ترین روش نصب کانال زیر زمینی است که شامل ایجاد کانال شبکه می شود تا بتوان نصب های بعدی را انجام داد. یک زیرساخت کانال متداول چندین مرحله دارد:

۱. سیستم کانال اصلی شامل کانال های فرعی سخت یا انعطاف پذیر برای نصب کابل های تکی.

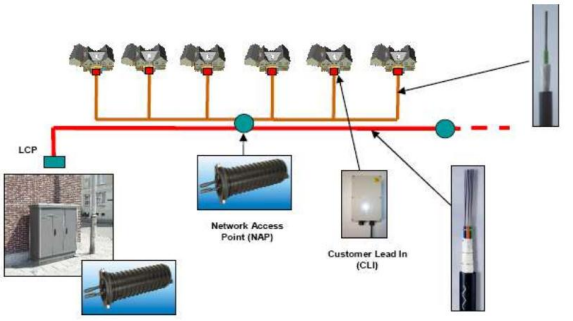
۲. کانال های قطر بزرگ که امکان گذاشتن کابل در صورت رشد شبکه را فراهم می کنند.

۳. کانال های قطر کوچک برای نصب تک کابل ها.

شکل ۷-۱: آماده سازی زیراخت کانال

زیرساخت کانال امکان توسعه و دوباره پیکربندی شبکه دسترسی اضافی را فراهم می کند.

همانند تمام کارهای شهری زمان نصب زیرساخت کانال FTTH، باید به سیستم کانال های موجود و اختلال در رفت و آمد نیز توجه شود.



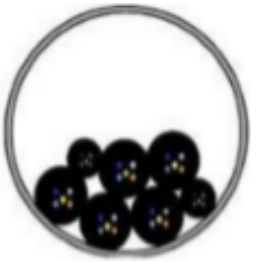
شکل ۷-۲: ایجاد نقشه برای زیرساخت کانال متداول

۷-۱-۱ شبکه کانال

کابل های چنتایی را می توان در یک کانال قرار داد اما این کار باید همزمان انجام شود یا به صورت تدریجی صورت گیرد. با این حال سیستم تک کانال تعداد کابل هایی را که می توان نصب کرد با توجه به اصطکاک بالا بین کابل ها محدود کرده است. به این ترتیب این موضوع می تواند برای خارج کردن کابل های قدیمی از کانال و قرار دادن کابل ها جدید ایجاد مشکل کند

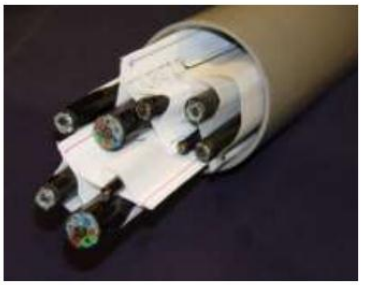
شکل ۷-۳: کابل محصور

کانال های فرعی سفت و محکم تعداد کابل هایی که می توان نصب کرد را کاهش می دهند اما نیاز به حذف کابل هایی قدیمی را نیز کم می کنند. این روش شامل هر دو کابل دمیدنی و کشیدنی است و به ایجاد اتصال محفوظ از هوا در زیر کانال ها کمک می کند. انعطاف پذیری بافت کانال های فرعی تعدا کل کابل هایی که می توان نصب کرد را به حداکثر می رساند. به طور کلی انعطاف پذیر کانال های فرعی امکان نصب سه برابر بیشتر کابل ها را در مقایسه با کانال های فرعی سخت فراهم می کند.



شکل ۷-۴: کانال اصلی ۱۱۰ میلی متری

شکل ۷-۵: کانال اصلی ۱۱۰ میلی متری با چهار کانال فرعی سفت



شکل ۷-۶: کانال اصلی ۱۱۰ میلی متری با ۹ کانال فرعی انعطاف پذیر

اندازه ی کانال اصلی با کانال های فرعی سفت بین ۶۰ تا ۱۱۰ میلی متر متفاوت است. اندازه کانال اصلی برای تک کابل کوچکتر است که معمولا قطر داخلی بین ۲۰ تا ۴۰ میلی متر دارد. کانال های اصلی کوچکتر می توانند کانال های داخلی انعطاف پذیر یا میکرو کانال ها را در خود جای دهند.

کابل ها را می توان با دمیدن یا کشیدن در کانال نصب کرد. اگر کشیده شوند پس باید از قبل کشیدن طنابی در آن کانال نصب شده باشد. اگر کابل با دیمیدن نصب می شود سیستم ورودی باید در برابر هوا محافظت شده باشد. دیواره داخلی کانال یا کانال فرعی سفت از پوشش با اصطکاک پایین ساخته شده است. کانال های فرعی انعطاف پذیر در حین ساخت از پیش روغن کاری می شوند تا کمترین اصطکاک بوجود آید.

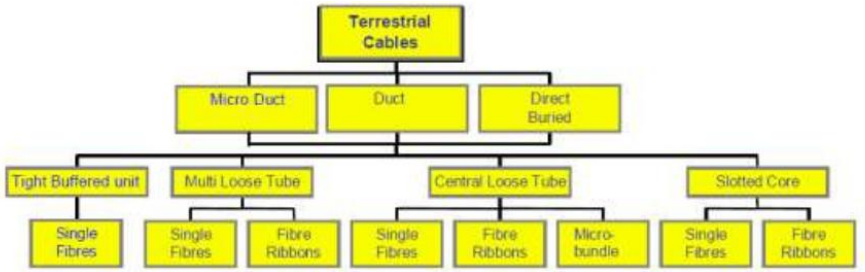
۷-۱-۲ نوع کانال

کانال اصلی – سیستم زیرزمینی

کانال تغذیه از نقطه دسترسی به FCP حرکت می کند. تعداد کانال های مورد نیاز با اندازه و تعداد کابل های تغذیه مورد استفاده مشخص می شود. ممکن برای نصب بیش تر از یک کابل در تک کانال فضای اضافی در نظر گرفته شود. کابل اصلی کوچک بین ۲۵ تا ۵۰ میلی متر قطر خارجی دارد. کانال های اصلی بزرگتر ممکن است تا ۱۱۰ میلی متر نیز باشند که می توانند کانال های فرعی را در خود جای دهند. مواد استفاده شده برای ساخت کانال HDPE یا PVC است و کانال های فرعی سفت از HDPE و کانال های فرعی انعطاف پذیر از نایلون/پلی استر ساخته می شوند.

۷-۱-۳ انواع کابل های داخل کانال

این کانال ها بسیار مختلف اند.



شکل ۷-۷: انتخاب کابل کانال

اگر چه تعداد مختلفی کابل می توان طراحی کرد اما این کابل های بر اساس تعدا عناصر کوچکی ساخته می شوند. اولین و متداول ترین آنها لوله گشاد است که لوله ای پلاستیکی است با تعداد متداول ۱۲ فیبر. این لوله با هر دو بافر فیبر پر شده و که جابه جا شدن آنها درون لوله در اثر انقباض یا انبساط کمک می کند. لوله های دیگر شامل فیبرهای چنتایی در یک نوار یا پوشش نازک سبک هستند. این فیرهای ممکن است در اسلات باریک شیارداری بیرون عنصر کابل مرکزی گذاشته شده باشند.

لوله های حاوی فیبرهای تکی یا نوارهای چنتایی دور مرکز عنصر مرکزی کابل قرار گرفته اند. مواد مسدود کننده آب مثل نوارهای مکنده آب یا روغن می تواند برای جلوگیری از نفوذ آب به کابل با یک پوشش پلی اتیلن به کار رود. فیبرها ف نوارها یا بسته ها ممکن است در یک لوله مرکزی قرار داده شوند و سپس با عناصر قوی پوشیده شده باشند. کابل های دمیده شده باید بسیار سبک و سفت باشند. کابل های کانال به طور معمول پوشش غیر فلزی دارند. با این حال ممکن است حاوی عناصر فلزی برای قویتر شدن باشند. محیط های کانال معمولا بی خطر است اما کابل ها طوری طراحی شده اند که در حوادث غیر مترقبه مثل سیل در دراز مدت دوام بیاورند.

۷-۱-۳-۱ نصب کابل به کشیدن

اطلاعات زیر خلاصه کلی از نصب لازم و توضیحات تجهیزات مربوط است. استاندارد IEC 60794-1-1 ضمیمه C نیز در راهنمای نصب کابل های فیبر نوری مرجعی برای استفاده است.

زمانی کابل در کانال کشیده می شود باید طنابی از قبل در آن نصب شده باشد. کابل باید با یک حلقه گردان در کابل نصب شده باشد تا برای نصب آزادانه بچرخد. همچنین یک فیوز لازم است که در یا زیر مقاومت کششی کابل نصب می شود.

اگر کابل توانایی تحمل کشش اضافی را دارد می توان کابل طولانی نصب کرد. عبور سریع شامل قرار دادن حلقه هایی از فیبر در سطح است که با استفاده از حلقه شماره ۸ از پیچش کابل در کانال جلوگیری می شود. اگر کانال ها یا کانالهای فرعی جداگانه نصب شده باشد سپس کابل های بیشتری را می توان در صورت نیاز نصب کرد.

در هنگام نصب کابل باید کارایی های مکانیکی و محیطی همانطور که در برگه داده های تامین کننده مشخص شده است در نظر گرفته شود و نباید از آنچه تعیین شده فراتر رود. بارکششی حداکثر کششی که باید به کابل وارد شود تا از امن بودن کار مطمئن بود را تعیین می کند. استفاده از مفصل چرخان و فیوز مکانیکی اگر نیروی کشیدن افزایش یابد کابل را محافظت می کند.

شکل ۷-۸: مفصل گردنده کشیدن کابل

شکل ۷-۹: قرقره کابل

روغن کابل می تواند برای کاهش اصطکاک بین کابل و کانال های فرعی استفاده شود که بار کششی را کاهش می دهد. حداقل قطر خمش نشان دهنده کوچکترین سیم پیچی برای ذخیره کابل در محفظه کابل باشد. قرقره مناسب و وسایل هدایت کننده باید برای اطمینان از حداقل شعاع خم شدن در حین نصب استفاده شود. اگر قطر خارجی کابل بیش تر از ۷۵٪ قطر داخلی کانال باشد طول کشیدن کاهش می یابد.

۷-۱-۳-۲ نصب کابل با دمیدن هوا

به طور سنتی کابل ها در کانال کشیده می شوند. اخیرا به خصوص با رشد کابل های سبک وزن غیر فلزی از دمیدن برای نصب کانال استفاده می شود. این سیستم می توان از سیستم کشیدن کابل سریع تر باشد و بتوان با طول بیشتری کابل را نصب کرد، بنابراین تعداد اتصالات کابل کاهش می یابد.

هنگامی که کابل به داخل کانال دمیده می شود عایق بودن کانال از هوا اهمیت دارد. این موضوع باید برای ساختمان های جدید در نظر گرفته شود اما استفاده از این سیستم باید کانالهای موجود بررسی شود.

بین قطر خارجی و داخلی کانال باید تعادلی برقرار باشد. اگر قطر خاریج ۷۵٪ بیشتر از قطر داخلی باشد فشار هوای بیشتری برای دمیدن لازم است. با این وجود نتایجی خوبی برای نسبت ۴۰٪ تا ۸۰٪ بدست می آید. اگر کابل بیش از حد کوچک باشد نصب مشکل می شود به خصوص اگر کابل بسیار انعطاف پذیر باشد. در چنین حالتی از یک شاتل نیمه باز که به انتهای کابل وسط می شود استفاده می کنند.

۷-۱-۳-۳ نصب کابل با حالت شناور

با توجه به اینکه بیشتر کابل های بیرون ساختمان زیرزمینی در معرض پوشیده شده از آب هستند، شناور کردن روش جایگزین دمیدن با هوا است. شناورکردن را می توان با استفاده از ماشین آلات طراحی شده برای دمیدن انجام داد: آب به سادگی جایگزین هوا می شود. در مقایسه با دمیدن شناور کردن می توان کابل طولانی تری را در کانال قرار داد بدون نقطه دسترسی میانی.

عملکرد این پروسه زمانی که قطر خارچی کابل ۷۵٪ قطر داخلی باشد کاهش می یابد. برای مثال یک کابل ۳۸میلیمتری ۱,۹ کیلومتر در یک کانال با قطر داخلی ۴۱ میلی متر شناور می شود. شناور کردن روش مناسبی برای برداشتن کابل از کانال نیز هست. در مقایسه با شناور کردن دمیدن عملیات خطرناکی است.

۷-۱-۴ کابل دی کورین

تکنیک های جدید برای کابل های دی کورین گسترش پیدا کرده است. با این روش هسته مسی کابل با فیبر نوعی جایگزین می شود. به جای حفر تمام طول کابل تنها در دو نقطه ۵۰ تا ۴۰۰ متری جدا می شود. مایع خاصی تحت فشار به فضای بین پوشش کابل و لفاف هسته کابل پمپ می شود که هسته را از پوشش جدا می کند. در مرحله بعد هسته کابل قدیمی به صورت مکانیکی خارج می شود. هم زمان یک پوشش خالی برای کابل فیبر نوری جدید درون پوشش کابل قدیمی کشیده می شود. بعد از آن این به اصطلاح میکرو کانال ها متصل می شود چاله های بسته شده و در پایان پوشش خالی کابل با فیبر نوری دوباره پر می شود. این روش می تواند بین ۴۰ تا ۹۰٪ از نصب کابل های جدید ارزان تر و سریع تر باشد.

شکل ۷-۱۰: کابل دی کورینگ

۷-۱-۵ محفظه دسترسی و اتصال

محفظه های دسترسی با اندازه های مناسب باید به طور منظم در طول مسیر کابل قرار گیرند تا اتصال خوبی با کابل های دارپ تامین کننده داشته باشند. محفظه کانال باید به اندازه ی کافی بزرگ باشد تا اجازه دهد تمام عملیات نصب کابل ها، انبار کردن حلقه های آزاد کابل برای اتصال و تعمیر کابل گیره ها ی کابل و غیره در آن جای شود.

این اتاقک های ممکن است در سایت ساخته شوند یا به عنوان یک وسیله از پیش ساخته شده برای به حداقل رساند هزینه های ساخت در دسترس باشند.

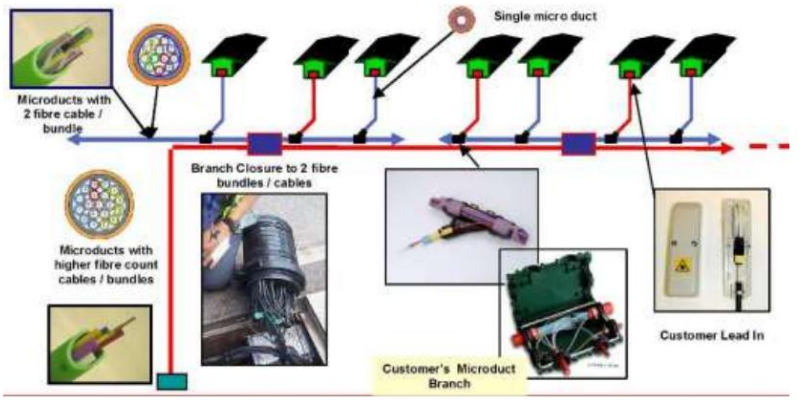
۷-۱-۶ گیره اتصال کابل

این گیره ها اتصال مسیر را شکل می دهند تا کابل های پی در پی به هم متصل شوند. گیره ها معمولا در گودالها یا زیر زمین اتاقک ها قرار داده می شوند. هیچ مقررات خاصی برای فاصله بین گیره های وجود ندارد اما معمولا این فاصله برای مناطق کم تراکم ۵۰۰ متر و برای مناطق پر تراکم

۲۵۰ متر است. این محفظه ها باید در مقابل شناور سازی مقاوم بوده و در صورت نیاز به اضافه کردن فیبر در دسترس باشند.

۲-۷ میکرو کانال و میکرو کابل دمیده شده

این گزینه از هوای فشرده برای دمیدن فیبر و کابل های با خطر کوچک در لوله های یک شبکه تا مشترکین استفاده می کند. استقرار فیبر می تواند به تعویق بیفتد تا زمانی که مشترک تایید شود. علاوه بر این تعداد اتصال ها می تواند با دمیدن طول زیاد فیبر در لوله ها به حداقل برسد. میکرو کانال دمیده شده ممکن است در ترکیب با کانال ها مستقیما در زمین گذاشته شده و زیرساخت هوایی و لوله ها در سازه طراحی شده برای هر یه روش قرار گیرند.



شکل ۷-۱۱: نقشه تولید برای میکرو کانال و میکرو کابل دمیده شده

۱-۲-۷ راه حل میکرو کانال

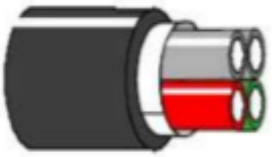
میکروکانال ها کوچک، انعطاف پذیر و لوله های سبک کمتر از ۱۶ میلیمتر قطر هستند و شبیه نسخه های کوچکتر کانال های معمولی اند (مثلا قطر خارجی ۱۰ میلی متر و قطر داخلی ۸ میلیمتر) که از پیش در یک کانال فرعی بزرگتر نصب یا دمیده شده اند. میکرو کانال ها ممکن است مستقیما به داخل کانال فرعی دمیده شده باشد.

این کانال ها همچنین می توانند لوله های کوچکی باشند (مثلا قطر داخلی ۳,۵ و قطر خارجی ۵ میلی متر) که به عنوان کابل چند لوله ای یا کابل واحد ساخته شده اند که به میکرو کانال محفوظ

شناخته می شوند. تجمع میکرو کانال محفوظ (معمولا از یک تا ۲۴ میکرو کانال) ممکن است به شیوه ی مشابه کانال های هوایی و غیره نصب شوند.

شکل ۷-۱۴: تقسیم فرعی کانال فرعی

شکل ۷-۱۳: میکرو کانال پس از نصب



شکل ۷-۱۲: میکرو کانال حفاظت شده

میکرو کانال دیواره ضخیم نیازی به قرار گرفتن یا دمیده شدن درون کانال یا لوله دیگری ندارند. دسته های میکرو کانال دیواره ضخیم راه حل متصل کننده کاربر پسند تری را ارائه می کند. از دید فنی این یک راه حل بهینه برای سطوحی است که درجه حرارت به شکل قابل توجهی متفاوت است. این محصول می تواند مستقیم در مسافت های طولانی از دسته های ۲،۴،۶،۷،۱۲ یا ۲۴ تایی یا جداگانه در فاصله های کوتاه در زمین قرار داده شود. علاوه براین میکرو کانال راه حل های آسان تری برای انشعاب و برداشتن پوشش نازک فراهم می کند.

میکرو کانال های با دسته های محکم تعداد زیادی میکرو کانال را در یک کانال استاندارد دراختیار قرار می دهند. آنها از کانال HDPE استاندار از قبل پوشش داده شده در اطراف یک دسته از میکروکانال ها تشکیل شده اند. هم کانال اصلی و هم کانال های میکرو اندازه های مختلفی با توجه به انواع کابل های فیبر دارند.

میکرو کانال های دسته شده گشاد برای مقاومت در برابر له شدگی شدید و شکستن فاصله ها در فیبر می توانند قابل توجه باشند. این میکرو کانال ها به دو روش نصب می شوند:

- از پیش نصب شده با اندازه های مختلف کانال های HDPE که برای قراردادن مستقیم در گودال و انشعابات لازم مناسب اند.
- دمیده شده بعد از اینکه کانال های HDPE در زمین قرار گرفت و یک راه حل بهینه برای گسترش انعطاف پذیری شبکه.

شکل ۷-۱۵: دسته میکرو کانال با دیواره ضخیم

شکل ۷-۱۶: انشعاب از میکروکانال با دیواره ضخیم

۷-۲-۲ کانکتور لوله میکرو کانال و گیره

قسمت های میکرو کانال می توانند با استفاده از یک کانکتور به یکدیگر متصل شوند که بـه صـورت آبی و گازی موجود است. طراحی کانکتورهای میکرو کانال های با دیواره ضخیم به نصاب امکان می دهد تا انتهای دو میکرو کانال ، انشعاب Y، یا جعبه مدیریت لولـه را بـه هـم بچسـباند. کـانتور یـا ترمینال بستن گاز باید در نقطه دسترسی شبکه استفاده شود تا از یکپارچگی طرح محافظت کند.

شکل ۷-۱۷: اجزای انشعاب

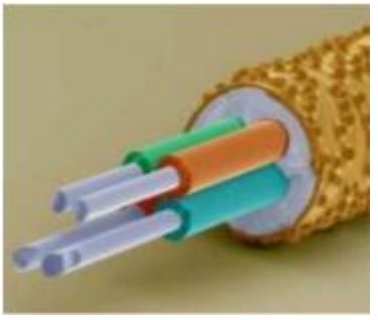
میکرو کانال های با دسته های محکم به گیره ضد آب برای انشـعاب نیـاز دارنـد. کـانکتور ضـد آب انشعاب Y و انشعاب قوسی دسترسی را فراهم یمی کند و به میکرو کانال امکان می دهـد تـا در هـر نقطه از شبکه منشعب شود. جعبه مدیریت لوله نیز می تواند زمانی که چندین انشعاب میکرو کانال در جهت های مختلف وجود دارد استفاده شود. کانکتور یـا ترمنیـال گـاز بایـد در نقطـه دسترسـی شبکه استفاده شود تا از ایمنی آن مطمئن شد.

شکل ۷-۱۸: تنظیم فشاری (چپ به راست): کانکتور لوله گاز، کانکتو لوله مستقیم، کانکتور پایان لوله

۷-۲-۳ کابل میکرو کانال و فیبر

لوله های میکرو کانال کابل های میکرو کانال (برای مثال ۹۶ فیبر با قطر ۶,۴ میلیمتر برای استفاده در یک میکرو کانال 10mm/8mm) یا کابل های فیبر دمیده با قطر ۱ تا ۳ میلی متر که مجاز برای تا ۱۲ فیبر است (برای مثال ۴ فیبر در یک کانال ۱ میلیمتری برای استفاده در لوله 5mm/3.5mm) را در خود جای می دهد. کابل های استفاده شده در این لوله ها سبک و کوچک هستند که برای محافظت به لوله نیاز دارند. به عبارت دیگر لوله و کابل به عنوان یک سیستم عمل می کنند. این کابل ها با دمیده شدن نصب می شوند.

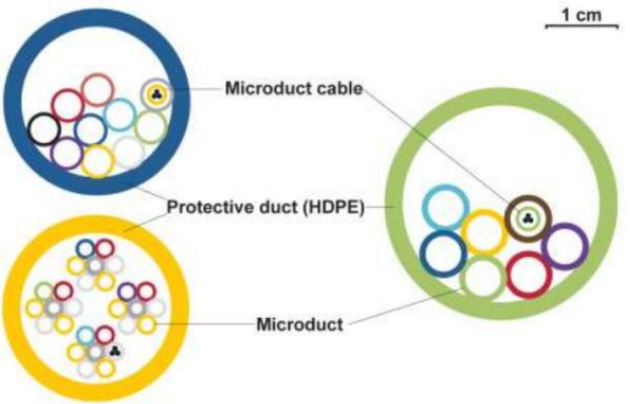
شکل ۷-۱۹: کابل میکرو کانال



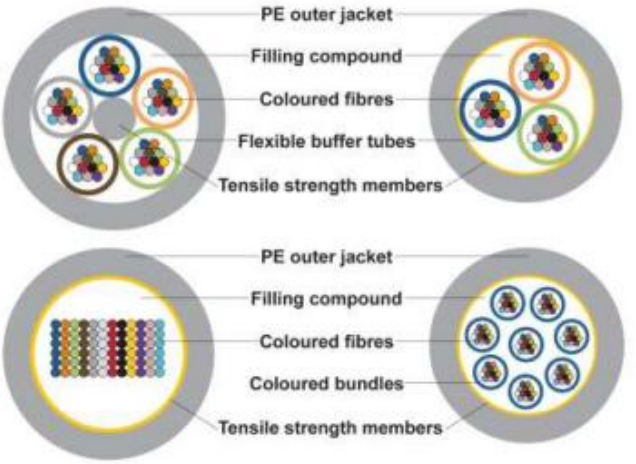
شکل ۷-۲۰: کابل میکرو کانال با ۴ فیبر

اندازه میکرو کانال ها باید درست انتخاب شود. ترکیب متداول اندازه های کابل و کانال در جدول زیر نشان داده شده است، هرچند می توان از دیگر اندازه ها و ترکیب ها استفاده کرد.

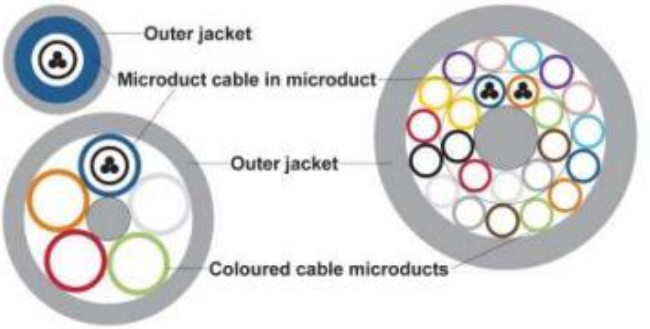
قطر خارجی میکروکانال (mm)	قطر داخلی میکرو کانال (mm)	تعداد فیبرهای متداول	قطر کابل متداول (mm)
16	12	24–216	9.2
12	10	96–216	6.5–8.4
10	8	72-96	6-6.5
7	5.5	48-72	2.5
5	3.5	6-24	1.8 - 2
4	3	22-12	1-1.6



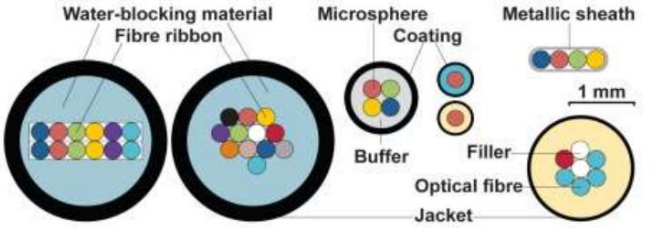
شکل ۷-۲۱: میکرو کانال محافظت شده با بسته بندی آزاد



شکل ۷-۲۲: کابل فیبر نوری میکرو کانال (نه در مقیاس)



شکل ۷-۲۳: میکرو کانال کابل حفاظت شده با کانال بیرونی یکپارچه محکم



شکل ۷-۲۴: نمونه واحد های فیبر

فاصله بدست امده از طریق دمیدن به میکرو کانال، و تجهیزات نص و همچنین پیچیدگی مسیر بستگی دارد به ویژه در انشعابات عمودی. از آنجا که فیبر دراپ نهایی را به ساختمان می رساند، شاید استفاده از لوله های کوچکتر نیز ممکن باشد (برای مثال 3mm/2mm یا 3mm/2.1mm) زیرا فاصله باقی ماندن برای دمیدن کاملا کوتاه است.

۴-۲-۷ نصب واحد فیبر میکرو کانال /دمیده شده

روش نصب بسیار شبیه به کابل های با سایز کاما است، اما با تجهیزات دمیدن کوچکتر و سبک تر و انعطاف پذیر تر. تحت شرایط خاص میکرو کابا ها ا می توان با تجهیزات کوچکتر در لوله شناور کرد.

۵-۲-۷ دسترسی و محفظه اتصال دهنده

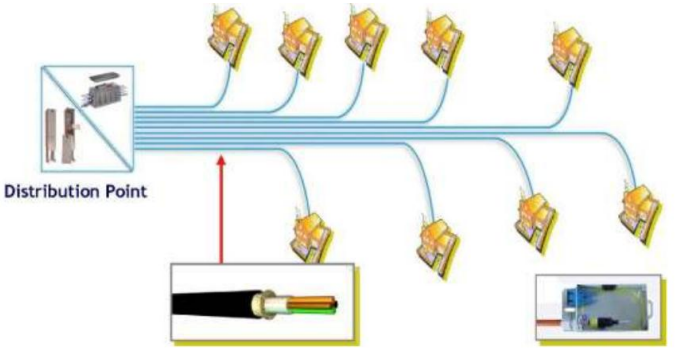
اصول مشابهی همانند کابل میکرو کانل معمولی اعمال می شود. به اضافه اینکه انشعاب لوله های میکرو کانال در محل هند هولد با استفاده از یم گیره مناسب به جای استفاده از یک محفظه بزرگ امکان پذیر است.

۶-۲-۷ گیره اتصال میکرو کابل

گیره اتصال میکرو کابل شناور ویژه گی های اولیه مشترک با گیره های اتصال کانال دارد، با این حال بسته به وجود انشعاب یا نیاز لوله به منشعب شدن یا متصل شدن انوع مختلفی دارد. این گیره ها انعطاف پذیری قابل توجهی به مسیر یابی کانال های می دهند و در عین حال تعداد مراحل نصب را به حداقل می رسانند. لوله گذاری بیرونی می توان مستقیما به لوله داخلی متصل شود با اجتناب از نیاز به اتصال در نقطه ورودی ساختمان. ممکن است به ویژگی های ایمنی بیشتری نیاز باشد، به خصوص با توجه به فشار. اگر به گیره هوابندی شده یک اتصال کامل نیاز باشد، زمانی که فیبر در یک اتصال دمیده می شود موقعیت خاصی به وجود می اید و هوای قرار گرفته در اتصالات نشت می کند. برای جلوگیری از تقویت فشار که می تواند اتصال را جدا کند، یک سوپاپ اطمینان یا هر وسیله دیگیر که فشار را کم می کند نصب می شود.

۷-۳ کابل مستقیم در خاک گذاشته شده

مستقیم قرار دادن کابل در خاک محیط امن و محافظت شده ای را برای کابل فراهم می کند ؛ با این حال، قبل از قرار دادن کابل در یک گودال باریک باید جزئیات بررسی شود تا از آسیب رسیدن به دیگر سرویس های موجود در خاک جلوگیری شود.



شکل ۷-۲۵: نقشه برای کابلی که مستقیما در خاک قرار می گیرد

۷-۳-۱ گزینه های نصب

روش های حفاری بسیاری وجود دارد که می توان از انها برای حفاری گودال از جمله شا زدن، گودال باز و غیره استفاده کرد. ترکیبی از این گزینه ها را می توان برای یک منطقه استقرار به کار برد.

۷-۳-۲ انواع کابل مستقیم در خاک گذاشته شده

مستقیم در خاک گذاشتن کابل مشابه کابل های کانال است همانطور که آنها برای لوله های آزاد پر شده به کار می روند. این کابل ها ممکن است پوشش اضافی برای محافظت بیشتر داشته باشند، اگر چه این موضوع به روش قرار دادن در خاک بستگی دارد. گودال از قبل آماده شده و قرار دادن لایه ای از بتن در اطراف این کابل ها امکان طراحی کابل های سبک وزن برای استفاده را فراهم می کند، در حالی که شیاز زدن مستقیم یا پر کردن مجدد با سنگ ممکن است به کابل های قوی تری نیاز داشته باشد. حفاظت از له شدگی موضوع اصلی است و می تواند از نوار فولادی یا ورق ضخیم پلی اتیلین تشکیل شده باشد.

شکل ۷-۲۶: کابل با فولاد چین دار محافظ

شکل ۷-۲۷: کابل های غیر فلزی که مستقیم در خاک قرار داده می شوند

۷-۳-۳ محافظ رعد و برق

مدل های غیر فلزی در مناطقی که رعد و برق زیاد است گزینه مناسب تری است. با این حال، این مدل ها مقاومت کمتری در مقابل له شدی دارند. یک نوار فولادی می تواند از اصابت رعد و برق مستقیم جلوگیری کند، به خصوص اگر کابل از هیچ قطعه فلزی دیگری تشکیل نشده باشد و همچنین محافظت بالایی در مقابل له شدی پیدا می کند.

۷-۳-۴ حفاظت از جوندگان

نوار فولادی چین دار می تواند یکی از بهترین محافظ ها در برابر آسیب جوندگان و یا سایر حیوانات باشد. اگر کابل از مواد غیر فلزی تشکیل شده باشد بهترین راه حل لایه ای از دیالاستیک سفت بین دو پوشش است. گزینه دیگر پوشش کامل با الیاف شیشه ای است.

۷-۳-۵ حفاظت از موریانه

پوشش نایلونی هرچند گران است اما محافظی عالی در مقابل موریانه است. نایلون در مقابل نیش و مواد دفع شده از موریانه ها مقاوم است.

۷-۳-۶ محفظه های دسترسی و اتصال

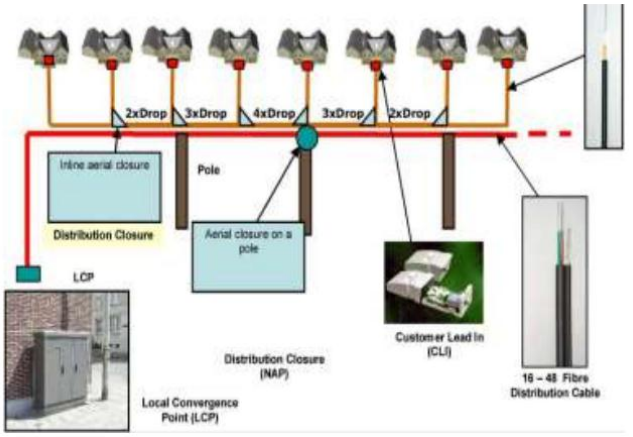
بسته به کاربرد اتصالات قرار داده شده در خاک معمولا به جای محفظه های دسترسی و اتصال در نصب کانال استفاده می شوند.

۷-۳-۷ گیره اتصال کابل هایی که مستقیم در خاک قرار می گیرند

گیره های اتصال اولیه برای جهت دادن به این کابل ها مشابه آنهایی ایت که برای کابل کانال استفاده می شو، ولی ممکن است به مواد محافظ بیشتری نیاز داشته باشد. همچنین ممکن است این گیره به تسهیل کابل دراپ کوچکتر نیاز داشته باشد.

۷-۴ کابل هوایی

کابل هوایی از زیرساخت های دکل ها یا سایر برج ها پشتیبانی می کند و نماینده یکی از مقرون به صرفه ترین روش ها استقرار کابل های دراپ در اتصال نهایی به مشترکین است. مزیت اصلی آن استفاده از زیرساخت دکل موجود است. این کابل ها نسبتا سریع و اسان نصب می شوند.



شکل ۷-۲۸: نقشه کابل هوایی

۷-۴-۱ ظرفیت بار زیرساخت دکل

دکل هایی که کابل های نوری به آنها متصل می شود ممکن است قبلا با دیگر های کابل های متصل شده به آنها بارگذاری شده باشند. در واقع مسیر دکل از پیش موجود می توان دلیل اصلی انتخاب این نوع زیر ساخت باشد. با اضافه کردن کابل باری که دکل تحمل می کند افزایش می باید، بنابراین بررسی شرایط ظرفیت کلی تحمل بار دکل بسیار مهم است. در برخی از کشورها مانند بریتانیا، این کابل ها طوری طراحی شده اند که در صورت برخورد وسایل نقلیه بلند با آنها برای آسیب نریسدن به دکل کابل ها شکسته شود.

۷-۴-۲ انواع کابل های هوایی

انواع این کابل ها شامل دایره ای خود حمایت کن (ADSS یا مشابه) ، شکل ۸، می شود که پیچیده یا تسمه ای هستند. ADSS برای جایی که عایق الکتریکی اهمیت دارد مناسب است، برای مثال، در دکلی که کابل های برق و دیتای مشترک دارد و به حفاظت مکانیکی بسیار بالا نیاز دارد. این نوع کابل برای شرکت هایی که از کابل های مسی استفاده می کنند بسیار مناسب است زیرا از سخت افزار و تکنیک های مشابه نصب استفاده می شود.

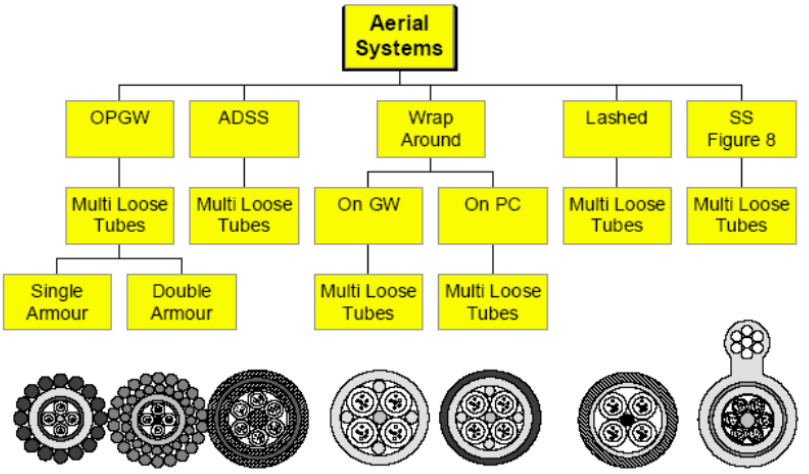
شکل ۷-۲۹: کابل هوایی پیچیده شده

مدل 8 شکل امکان جدا سازی آسان پکیج نوری را با دوری از اتصال با اعضای قوی تر فراهم می کند. با این حال، با طرح کابل ADSS، قلاب اعضای قوی بخشی از کابل است.

کابل های ADSSمزیت مستقل بودن از هادی برق را دارد که از مواد پوششی ضد ردیابی زمانی که میدان های الکتریکی بالا استفاده می شود کاربرد دارد.

کابل شلاقی یا پیچیده شده با اضافه کردن کابل های معمولی به یک عضو زنجیره ای جداگانه با استفاده از تجهیزات خاص ساخته می شود ؛ کابل پیچیده شده از ماشین آلات بسته بندی تخصصی برای استقرار کابل دور زمین یا فاز هادی استفاده می کند. اگر فیبر مستقیما در یک خط برق مستقر شود ممکن است شامل OPGW (سیم زمینی نوری) در زمین شود. POGW فیبر را با یک لایه یا دو لایه سیم پوشش فولادی محافظت می‌کند. درجه سیم پوشش و قطر کابل به طور معمول سازگار با زیرساخت های هط برق انتخاب می شوند. کابل های هوایی می توانند عناصر

مشابه کابل داشته باشند. طرح های دایره ای، ممکن است شامل اعضای محکم ثانوی اضافه تر به اضافه پوشش پلی استری یا مواد ضد ردیابی باشند. مدل 8 شکل ترکیبی از یک کابل دایره ای با عضو محکم زنجیره ای مادول بالا است. توجه داشته باشید که تمام ملاحظات بالا برای استقرار سیستم فیبر دمیده در دکل یا دیگر زیرساخت ها هوایی معتبر است.



شکل ۷-۳۰: انتخاب کابل هوایی

۷-۴-۳ سخت افزار پشتیبانی کابل دکل

سخت افزار پشتیبانی شامل کلمپ کششی برای محکم شدن یک کابل در دکل یا کنترل تغییر جهت دکل است. کلمپ آویزان کردن میانی برای پشتیبانی کابل بین نقاط کششی استفاده می شود. این کابل ممکن است با پیچ و مهره یا لوازم جانبی مارپیچی محکم شود. هر دو راه حل باید به دقت انتخاب شود. ممکن است کابل به حفاظت نیاز داشته باشد اگر به سمت پایین دکل باشد، برای مثال، با پوشش دادن با یک صفحه فلزی باریک.

جایی که دهانه ها بسیار طولانی است زمانی که برف بیاید یا یخ بزند برش عمودی هادی تغییر می کند، بادهای با زاویه قائم ملایم یا سرعت بالا ممکن است باعث شرایط لیف آیرودینامیکی شود که می تواند منجر به نوسان فرکانس پایین چندین متری شود. ارتعاشات دمپرها با خط متناسب می شود یا نزدیک به ساختمان پشتیبان یا ترکیب شده در دسته جدا کننده.

۷-۴-۴ کشش کابل

کابل هوایی با کشیدن روی قرقره های از قبل وصل شده نصب می شوند و سپس با تنش و بست آویزان شدن تامین امنیت می شوند. نصب معمولا در شرایط آب و هوایی مناسب انجام می شود زیرا تغییرات هوا، درجه حرارت، باد و یخ همگی روی تنش کابل تاثیر می گذارد. کابل باید به اندازه کافی برای مقاوت در برابر بارگذاری اضافی قوی باشد.

شکل ۷-۳۱: نصب کابل هوایی

۷-۴-۵ گیره اتصال کابل هوایی

گیره ها ممکن است در دکل یا برج یا در جعبه فوت وی در پایه نصب شوند. علاوه بر اجرای گیره کانال، حفاظت در مقابل اشعه UV نیز باید در نظر گرفته شود و به خصوص برای گیره های نصب شده روی دکل اجرای شات گان قانونی امکان دارد. گیره ها ممکن است به یک تابع برای توزیع کابل های دراپ کوچکتر نیاز داشته باشند.

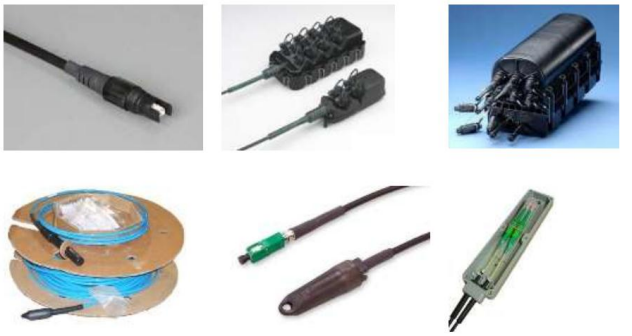
۷-۴-۶ سایر ملاحظات استقرار

محصولات هوایی بیشتر از محصولات کانال شده یا در خاک مستعد در معرض خرابکاری قرار دارند. برای مثال، کابل ها می توانند برای اجرا شات گان های غیر قانونی استفاده شوند.

۵-۷ ساخت شبکه از قبل خاتمه یافته

هم کابل ها و هم سخت افزار می توانند با کانکتورهای فیبر نوری در کارخانه ترمنیال شده باشند. این کار آزمایش کارخانه را آسان کرده و قابلیت اطمینان را افزایش می دهد و در عین حال زمان و مهارت لازم در این زمینه را کاهش می دهد.

محصولات از قبل ترمینال شده معمولا از نقطه تمرکز فیبر اولیه در اتاقک از طریق شبکه قابل خاتمه دادن دراپ مشترکین استفاده می کند. هنگامی که مشترک درخواست سرویس می کند دراپ پایانی تنها یه یک مونتاژ کابل پلاگ اند پلی نیاز دارد. چندین روش راه حل از پیش متصل سازی شده وجود دارد که به امکان ترمینال درون یا بیرون محفظه محصول را فراهم می کند چند نمونه در زیر نشان داده شده است.



شکل ۷-۳۲: ردیف اول: دوام کامل، اتصالات محکم چسبیده سازگار با محیط زیست. ردیف دوم: مونتاژ کابل با درپوش ناصاف، اتصال معمولی با پوشش ناصاف، کانکتور استاندارد در محفظه نازک.

شکل ۷-۳۳: محفظه ناصاف که کانکتورهای متداول دارد

۷-۶ اتاقک خیابان

یک شبکه FTTH قرار گرفته در زمین شامل تجهیزات ارتباطی است که می تواند دورن یا بیرون سطح زمین قرار بگیرد. اتاقک های خیابانی را می توان بالا یا زیر زمین نصب کرد اگر چه بالای سطح زمین قرار گرفتن به رسمیت شناخته شده است. اتاقک های خیابانی جدید اندازه های مختلفی و عرض کمتری دارند و فضای کوچکتری را اشغال می کنند. ملاحظات دیگر عبارتند از:

- هزینه – هزینه های نیروی کار استقرار FTTH غالبا هزینه مواد را در اجزای شبکه را تحت الشعا قرار دهند. اتاقک ها اگر با مشخصات ساخت و روش موافق باشند می توانند روش مقرون به صرفه تری در نقطه دسترسی شبکه باشند. یک راه حل اتاقک مقیاس پذیر می تواند به تعدیل هزینه های پروژه کمک کند زیرا در صورت لزوم به راحتی می توان آنها را گسترش داد.
- دسترسی شبکه – بسته به محل جغرافیایی، نصب گیره اتصال اگر در زیر زمین باشد بهتر انجام می شود و تمیز می می ماند. در شرایط مرطوب می توان به روش های سنتی برگشت که زمان نصب را طولانی تر می کند و در زمستان های سرد ممکن است دسترسی به تاسیسات زیرزمینی غیرممکن باشد.

دسترسی منظم به اتاقک ممکن است لازم باید اما مسئله محل باقی می ماند. راه حل نصب زیرزمینی است که امکان بیرون آوردن اتاقک از زیرزمین برای دسترسی به آن را فراهم می کند. تنها شاخص قابل مشاهده درپوش گودال است. بزرگترین نگرانی مربوط به نصب بالای زمین آسیب پذیری اتاقک است. فاصله از پیاده رو در خیابان های پر رفت و آمد باید در نظر گرفته شود. محل قرار گیری نیز با قوانین محلی محدود شود مثل اماکن تاریخی و غیره.

اتاقک های خیابان سه کاربرد دارند:

۱. مدیریت کانال قرار گرفته در قسمت ریشه ای برای اتصال، جداسازی و انبار کانال ها و کابل ها. از ناحیه یکسانی می توان برای نقطه دسترسی برای تسهیل دمیدن در فیبر، کانال یا کابل استفاده کرد.

۲. مدیریت اساسی، جایی که کانال ها، کابل های مادولار و کابل های نوری می توانند ثابت و مدیریت شوند.

۳. مدیریت فیبر، جایی که فیبرها انواع مختلف کابل می تواند متصل شود. این اتصال اتصال بدون خطا انواع مختلف فیبر را آسان می کند.

شکل ۷-۳۴: مدیریت کانال

شکل ۷-۳۵: مدیریت پایه

شکل ۷-۳۶: مدیریت فیبر

برای حفاظت از اجزای فعال حساس به رطوبت و دما یک محیط کنترل شده لازم است، که با اتاقک بیرونی کنترل کننده شرایط هوایی می توان آن را فراهم کرد.

شکل ۷-۳۷: نمونه های اتاقک های خیابانی در اندازه های مختلف

اتاقک های خیابانی می توانند به صورت از قبل ساخته شده باشند. این اتاقک ها در کارخانه مونتاژ شده و برای تحویل امتحان می شوند. این اتاقک ها را می توان جلوی ساختمان های مسکونی یا در خیابان قرار داد. این اتاق ها برای تعمیر و نقطه دسترسی در شبکه های فیبر نوری نیز استفاده می شوند.

۷-۷ گزینه های دیگر استقرار با استفاده از مسیر لوله آب و تلفن و غیره

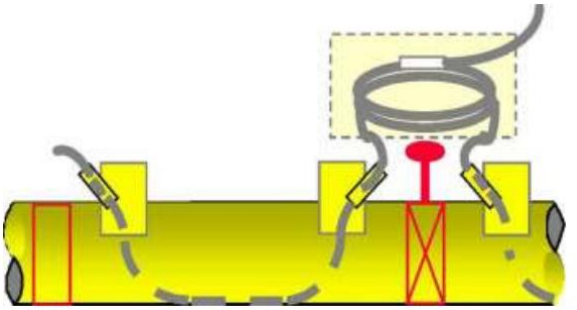
علاوه بر مسیرهای کابل کشی سنتی، نقاط دسترسی دیگر مسیرها (RoW) نیز می توان بهره برداری کرد اگر از قبل در محل حاضر باشند. با استقرار کابل ها در زیرساخت های کانال های آب و فاضلاب، سیستم لوله های گاز، آبراه ها و همچنین دیگر سیستم های حمل و نقل می توان در هزینه و زمان صرفه جویی کرد.

۷-۷-۱ کابل های فیبر نوری در سیستم های مجرای فاضلاب

مجرای فاضلاب ممکن است برای شبکه های دسترسی استفاده شوند. علاوه بر استفاده از سیستم فاضلاب دیگر نیازی به حفاری نیست و در نتیجه در هزینه و زمان صرفه جویی می شود. اندازه تونل در فاضلاب عمومی بین ۲۰۰ میلیمتر قطر تا بزرگی دسترسی با قایق در آن است. این مجراها بیشتر قطری بین ۲۰۰ تا ۳۵۰ میلی متر دارند که مقطع مناسبی برای نصب یک یا چند کابل میکروکانال است. بسته به سطح مقطع مجرای فاضلاب نصب های مختلفی را می توان انجام داد.

۷-۷-۲ کابل های فیبرنوری در لوله ها گاز

از لوله های گاز نیز می توان برای استقرار شبکه فیبر نوری استفاده کرد. شبکه فیبر نوری با استفاده از پورت I/O که کابل را به داخل یا خارج لوله گاز هدایت می کند، با عبور از دریچه گاز مستقر می شود.

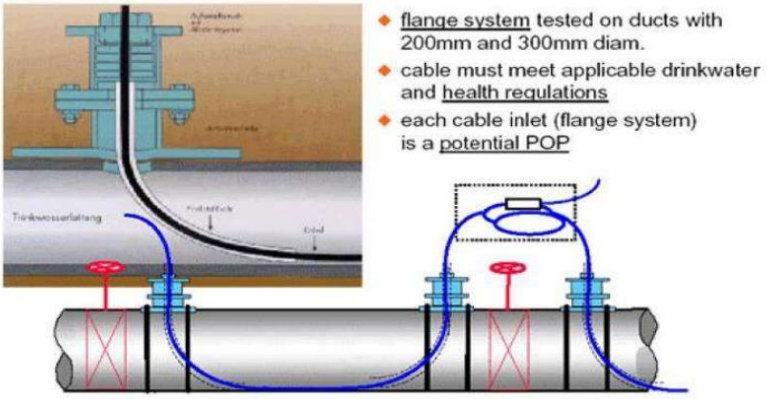


شکل ۷-۳۸: برش خطلوله گاز، شامل پورت های I/O و انشعاب یک شیر که حضور نقطه به نقطه را برای کابل فیبر نوری مشخص می کند.

کابل در لوله گاز با استفاده از یک پراشوت تقویت شده یا با استفاده از خود جیان گاز یا با استفاده از هوای فشرده، بسته به شرایط محلی دمیده می شود. سیستم خط لوله گاز حفاظت خوبی برای کابل فیبر نوری فراهم می کند چرا که به خوبی زیر سطح خیابان ها یا زیر ساختمان ها واقع شده است.

۷-۷-۳ کابل نوری در لوله های آب زیر زمینی

از لوله های آب زیر زمین می توان برای استقرار کابل های فیبر نوری به شیوه مشابه با لوله های گاز استفاده کرد.



شکل ۷-۳۹: برش نشان دهنده فیبر نصب شده در سیستم لوله های آب زیر زمینی

۷-۷-۴ کانال ها و آبراه ها

برای عبور از آبراه ها و کانال ها کابل های فیبر نوری محکم شده را مـی تـوان بـدون هـیچ خطـری استفاده کرد با وجود اینکه فیبر به رطوبت حساس است.

۷-۷-۵ تونل های زیر زمین و حمل و نقل

کابل فیبر نوری را می توان در تونل های زیر زمینی نصب کرد که اغلب کنار کابل کشی هـای بـرق قرار می گیرند. این کابل ها با قلاب به دیواره متصل می شوند و ممکن است به روشی مشـابه کابـل های استفاده شده در مجرای فاضلاب ثابت شوند.

دو مسئله اصلی که باید در نظر گرفته شود حفاظت در مقابل آتش و جوندگان است.

استاندارد IEC TR6222 دستورالعملی برای آتش گرفتن کابل های ارتباطی در ساختمان داده است، که می توان آن را برای تونل های زیر زمینی نیز به کار برد. این دستورالعمل خطرات بـالقوه ماننـد انتشار دود، آتش، گاز سمی که همه می توانند مانع تخلیه شوند را فهرست کرده است.

شکل ۷-۴۰: نصب کابل در یک تونل مترو

اطمینان از مقرارت محلی برای ایمنی آتش قبل از نصب باید در نظر گرفته شود. کابل هـا در تونـل می توانند مورد حجوم جوندگان قرار گیرند و برای محافظت از آنها به محافظت بیشـتری بـه عنـوان مثال پوشش فلزی نیاز دارند.

فصل هشتم

فیبر و مدیریت فیبر

انواع مختلفی از فیبر نوری در دسترس است .طرح های FTTH عایق معمولا در بر اساس تک فیبر است؛ با این حال فیبر چند حالته نیز ممکن است در شرایط خاص استفاده شود .انتخاب فیبر به تعدادی از ملاحظات بستگی دارد .مواردی که در زیر ذکر شده است جامع نیست.

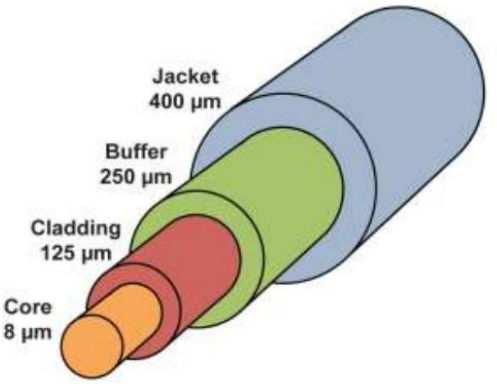
معماری شبکه - انتخاب معماری شبکه بر نرخ داده ای که باید توسط فیبر و بودجه برق نوری موجود در شبکه تحویل داده شود تاثیر می گذارد .هر دو عامل در انتخاب فیبر تاثیر می گذارد.

- اندازه شبکه -اندازه شبکه می تواند به تعداد مقدمات ارائه شده توسط شبکه مربوط باشد. با این حال، در این زمینه به فاصله فیزیکی در سراسر شبکه اشاره دارد .بودجه برق موجود تعیین خواهد کرد که تا POPرا می توان تا چه فاصله ای از مشترک قرار داد .بودجه برق توسط تمام اجزای سازنده در مسیر نوری از جمله فیبر تحت تاثیر قرار می گیرد.
- نوع فیبر شبکه موجود - اگر یک شبکه موجود گسترش یافته است، فیبر نوری در بخش شبکه جدید باید سازگار با فیبر در شبکه موجود باشد.
- طول عمر مورد انتظار - شبکه های FTTH با طول عمر حداقل ۳۰ سال طراحی می شوند .بنابراین، سرمایه گذاری در زیرساخت های FTTHمناسب برای نیازهای آینده ضروری است .تغییر انتخاب فیبر در طول عمر مورد انتظار از شبکه FTTH یک گزینه واقع بینانه نیست.

۸-۱-۱ اصول اولیه فیبر نوری

فیبر نوری به طور موثری یک "لوله نوری "حمل کننده پالس های نور تولید شده توسط لیزر یا سایر منابع نوری به یک سنسور دریافت کننده است. انتقال نور در یک فیبر نوری می تواند در مسافت قابل توجهی انجام شود. دهه ی ۶۰ میلادی را در نظر بگیرید، فیبر نوری توسعه پیدا کرده،

در حال حاضر استاندارد شده، به پایه قابل اعتماد و ثابت برای سیستم های انتقال مخابراتی مدرن امروزی تبدیل شده است .فیبر از سیلیس با خلوص بالا تولید شده است .در ابتدا در میله های شیشه ای مانند تشکیل شده می شد، آنها به رشته مو مانند خوب کشیده و با یک پوشش پلاستیکی محافظ نازک پوشش داده میشد.



شکل ۸-۱: ساخت فیبر نوری تک حالت

فیبر شامل هسته، روکش فلزی و پوشش بیرونی است. پالس های نور به منطقه اصلی فرستاده می شود .روکش فلزی عبور نور تا هسته نگه می دارد و از نشت آن و پوشش بیرونی جلوگیری می کند که معمولا از یک پلیمر ساخته شده است. فیبر پس از آن در ترکیب بندی های مختلف کابل قبل از نصب بسته بندی می شود. جزئیات مربوط به کابل در فصل های دیگر این کتاب در دسترس است . در حالی که بسیاری از انواع فیبرهای مختلف وجود دارد، این کتاب بر فیبر برای برنامه های کاربردی FTTH توجه دارد.

هسته فیبر می تواند در اندازه های مختلف هندسی بسته به اینکه چگونه پالس نور حرکت می کند طراحی می شود .تعدادی از پارامترهای چگونگی تاثیر پالس نورکه پایین فیبرمنتقل می شود را تعیین می کند .دو پارامتر اصلی عبارتند از میرایی و پراکندگی.

میرایی کاهش توان نوری در طول مسیر است .حتی با مواد کاملا خالص مورد استفاده برای تولید هسته فیبر و روکش فلزی، قدرت در طول مسیر توسط پراکندگی و جذب در فیبر کم می شود. میرایی فیبر فاصله پالس های نور را محدود می کند. میرایی در دسی بل در هر کیلومتربا طول موج داده شده و یا دامنه طول موج ها افزایش پیدا می کند، همچنین به عنوان ضریب میرایی یا نرخ میرایی شناخته می شود.

پراکندگی را می توانبه شکل وسیعی به عنوان مقدار پیچش نـور یـا گسـترش یـک پـالس در زمـان انتقال توصیف کرد .اگر پالسها بیش از حد گسترش پیدا کنند، آشکارساز در انتهای دیگر فیبر قـادر به تشخیص پالس بعدی نیست، که باعث ازرفتن اطلاعات می شود. پراکندگی رنگی در تمام فیبرها رخ می دهد و توسط رنگ های مختلف نور (اجزای یک پالس نور) ایجاد می شود که در سرعت های کمی متفاوت در طول فیبرحرکت می کند.

۸-۱-۲ فیبر تک حالت

فیبر تک حالت یک اندازه کوچک هسته ای (<10µm) دارد که تنها یـک حالـت (الگـوی ری)از نـور پشتیبانی می کند .اکثر سیستم های فیبر در جهان از این نوع فیبر است .فیبر تـک مـد کمتـرین از دست دادن میرایی نوری و بالاترین انتقال پهنای باند و ظرفیت حمل انواع فیبر را فراهم مـی کنـد . فیبر تک مد هزینه تجهیزات بالاتر را نسبتبه سیستم فیبـر چنـد حالتـه متحمـل مـی شـود .بـرای کاربردهایFTTH، توصیه ITUT G.652برای حالت تک فیبر برای پوشش نیازهای بسیاری از شبکه های کافی است .برای مدتی نوع جدیدتری از فیبر تک مد در بازارموجود بود که باعث کاهش تلفات نوری در خمش های محکم می شد .این فیبرها در توصیه ITU-T G.657استاندارد شده است.

۸-۱-۳ فیبرهای چند حالته شاخص تدریجی

فیبرهای چنـد حالتـه دارای هسـته بـه بزرگتـری(50و یـا 62.5µm) کـه بسـیاری از حالـت هـای (مسیرهای مختلف نور در هسته) را پشتیبانی می کند .بسته به ویژگی های راه اندازی، قدرت پالس ورودی در همه یا برخی از حالت ها تقسیم می شود .سرعت انتشار مختلف از حالت تکی (پراکندگی معین) می تواند با طراحی فیبر به حداقل برسد .فیبر چند حالته می تواند بـا منـابع نـور ارزان تـر و اتصالات عمل کند ؛ با این حال این نوع فیبر گران تر از تک حالت است.

مشخصات IEC11801/ ISO میزان داده ها و دسترسی به گرید فیبر چند حالته را، به عنوان OM1، OM2، OM3و OM4 توصیف می کند.

۸-۱-۴ فیبر حساس به خم شدن

هنگامی که کابل کشی داخل ساختمان انجام می شود، بسیاری از مناطق برای فیبـر هـای معمـولی مشکل دارند و در نتیجه ممکن است منجر به عملکرد نوری ضعیف شـود .بـرای جلـوگیری از ایـن موضوع نصب و راه اندازی بسیار دقیق و ماهرانه لازم است. با این حال، گاهی برای برخـی از انـواع

فیبرها با استاندارد ITU-T G.657 که به طور گسترده ای در دسترس است امکان می دهد کابل های فیبر نوری آسان تر از کابل های مس معمولی نصب شوند .فیبرهای درون این کابل ها، که حساس به خم شدن نامیده می شوند، قادر به اجرا شدن در شعاع خم تا7.5mm، و با برخی از فیبرهایکاملا سازگار تا 5mmهستند

توصیه G657دو دسته از فیبرهای تک حالت که مناسب برای استفاده در شبکه های دسترسی را توصیف می کند .هر دو دسته Aو B شامل زیر مجموعه هایی است که در از دست دادن خمش ماکرو متفاوت اند در نتیجه تفاوت بین این فیبر در شعاع خمش مجاز است:

دسته Aشامل ویژگی ها و مقادیر مورد نیاز برای پشتیبانی نصب شبکه های دسترسی بهینه سازی شده با توجه به از دست دادن خمش ماکرو توصیه می شود .با این حال مقادیر توصیه شده برای ویژگی های دیگر هنوز در محدوده توصیه شده در G.652.Dباقی می ماند و بر سازگاری با فیبر G.652.D تاکید دارد. این دسته دارای سه زیر مجموعه های مختلف مورد نیاز خمش ماکرو است::G.657.A1 ، G.657.A2و فیبر G.657.A3.

شعاع خمش	G.657.A1	G.657.A2	G.657.A3*
10 mm	0.75 dB/turn	0.1 dB/turn	
7.5 mm		0.5 dB/turn	
5 mm			0.15 dB/turn

افت مشخص شده 1550nm @ ؛ G.657.A3 نهایی نشده است.

دسته B شامل ویژگی های توصیه شده و مقادیر مورد نیاز برای پشتیبانی شعاع خم بسیار پایین مخصوصا قابل انطباق با نصب در ساختمان است. برای قطر میدان حالت و ضرایب پراکندگی رنگی، مقدار دامنه توصیه شده ممکن است خارج از دامنه مقادیر توصیه شده در ITU-T G.652شود .این دسته دو زیر مجموعه با الزامات خمش ماکرو مختلف است: فیبر G.657.B2و فیبر.G.657.B3.

شعاع خمش	G.657.B2	G.657.B3
10 mm	0.1 dB/turn	0.03 dB/turn
7.5 mm	0.5 dB/turn	0.08 dB/turn
5 mm		0.15 dB/turn

افت مشخص شده 1550nm @

۸-۲ خاتمه فیبر نوری

تمام کابلهای در فضای باز مورد استفاده در هر استقرار شبکه فیبر نوری در هر دو به سرخاتمه پیدا می کنند .در این بخش مسائل مربوط به خاتمه فیبر تعداد بزرگ و مدیریت در POP، گره دسترسی و اتاقک های خیابانی که در آن چالش مدیریت تعداد فیبر زیادی است بررسی می شود.

۸-۲-۱ تابلو های توزیع نوری

تابلو توزیع نوری (ODF)نقطه ای است که همه فیبرها از کابل در فضای باز در دسترس رابط با تجهیزات انتقال فعال قرار می گیرند. ODF هامعمولا در POPها واقع شده اند. یک اتاقک تنها ODFمی تواند به تا ۴۰۰۰ فیبررا با استفاده از اتصال SFF متصل کند. POP های بزرگ از چندین اتاقک ODFاستفاده می کنند.

به طور معمول، کابلهای در فضای باز قبل از ODFs خاتمه پیدا می کنند و کابلهای انتقال استفاده می شود، هر چند در برخی موارد، ODF همچنین برای خاتمه کابل در فضای باز استفاده می شود.در هر صورت، برای دسترسی به هر فیبر از کابل در فضای باز، یک فیبر گیس بافت شده به انتهای هر فیبر تقسیم می شود.

شکل ۸-۲: کار جداسازی در یک ODF

شکل ۸-۳: نمونه واحدهای ODF شکل۱۱۳: POP کوچک شکل ۱۱۲: ODF فعال و غیر فعادل در POP

کابل های نوری داخلی بین ODFsو تجهیزات فعال اجرا می شوند .پلت فرم (مهار فیبر)هدایت کننده فیبر بین تجهیزات فعال و اتاقک ODF یک مسیر محافظت شده برای کابل داخلی برای اجرا بین دو محل ساخته شده فراهم می کند .بر خلاف سینی فلزی معمولی و یا سبد ها، مهار فیبر با مواد مقاوم در برابر آتش کپسوله می شود که زمان بهبودی در شرایط بحران.را افزایش می دهد. کابلمی تواند به سرعت و به راحتی از طریق سیستم مهار فیبر کشیده و عملکرد نوری با محدودیت خمش جامع و پشتیبانی جانبی بهینه شود .

شکل ۸-۴: نمونه مهار فیبر بالای سر

یک منبع تغذیه اضطراری(UPS) برق اضطراری بازگشت به بالا را اگر یک منبع تغذیه خارجی دچار مشکل شود فراهم می کند. نقطهدسترسی نیز ممکن است یک منبع تغذیه خارجی ثانویه باشد، که ممکن است بخشی از نیازهای محلی و قانونی(ارائه خدمات فوری) راتشکیل دهد .ماژول یو پی اس

در اندازه های مختلف بسته به نیاز به برق در دسترس اند. تجهیزات مناسب شرایط تهویه هوا بـرای حفظ درجه حرارت تجهیزات فعال مهم است.

شکل ۸-۵: منبع تغذیه اضطراری

شکل ۸-۶: دستگاه تهویه هوا

۸-۲-۲ اتاقک های خیابانی

اتاقک های خیابانی محفظه های فلزی یا پلاستیکی هستند، که به عنـوان نقـاط توزیـع /دسترسـی بین فیبر توزیع و فیبر دراپ به مشترکین به کار می روند. این اتاقک ها معمولا برای دسترسی آسان و سریع به مدارهای فیبر ساخته می شوند. نقاط دسترسی / توزیع اغلب بـه ۲۴ تـا ۹۶ مشـترکارائه می شود، در حالی که گزینه های اتاقک های پدستال معمولا۱تا ۲۴ مشترک را پوشش می دهنـد.
از این اتاقک های می توان برای نقاط دسترسی بالای زمین برای گیره های فیبر نیـز اسـتفاده کـرد. اتاقک های خیابانی اغلب برای انباشته کردن اسپیلیترهایPON استفاده می شوند.این اتاقـک هـا در معماری شبکه های نقطه به نقطه نیز استفاده می شود.

یک عامل مهم در اجرای شبکه های جدید سرعت است .این اتاقک ها در کارخانـه مونتـاژ و قبـل از تحویل تست شده است . کنترل ککننده شرایط جوی این اتاقک ها می تواند راه حل انعطاف پـذیری را برای سیستم ODF فشرده فراهم کند. این اتاقک ها می توانند با اقدامات ایمنـی و منبـع تغذیـه بدون وقفه در اندازه های مختلف تجهیز شده باشند.

شکل ۸-۷: اتاق برق معمولی

شکل ۸-۸: اتاقک از پیش ساخته شده

شکل ۸-۹: اتاقک POP/ODF با کنترل شرایط جوی

۸-۳ کانکتوها، سیم رابط و سیم پیگتایل

پس از پایان کابل OSP، فیبرهای تکی باید برای توزیع و یا اتصال بـه تجهیـزات فعـال در دسـترس باشند. خاتمه دسته های کابل در مدارهای کی قابل کنترل با به هم وصل کـردن هـر فیبـر تکـی از OSPبه یک کابل منعطف انتهای پایان یافته به نام پیگتال به دست آید .توزیع اضـافی و یـا ارتبـاط بین این فیبرها به / از تجهیزات فعال نیاز به دو اتصال ترمینال سیم رابط دارد. این کابل ها به طـور کلی در دو شکل مختلف در دسترس اند:

- پیگتال های ۹۰۰ میکرومتری نیمه سفت با توانـایی ≤ ۱,۵ میلیمتـر و طـول معمـول ۲,۵ متر
- سیم رابط های ۱,۶ تا ۳,۰ میلیمتری با پوشش LSZH و تقویت شده با الیافت

در مقابل همتایان الکترومکانیکی خود، هیچ تمایز بین پلاگ و جک با اتصال فیبر نوری وجود ندارد . اتصالات فیبر نوری شامل یک فرول برای جا دادن و موقعیـت یـابی دقیـق انتهـای فیبـر اسـت، و از طریق یک کوپلر با محفظه به یک دیگر متصل شده است .یـک اتصـال پـین دوشـاخهکامل شـامل اتصال ترکیبی کانکتور/ کوپلر/کانکتور است .دو قلاب، با دو سر فیبر، باید تا جـای ممکـن دقیـق در داخل اتصال قرار گیرند تا مانع از دست دادن انرژی نور یا بازتاب (از دست دادن بازگشت)آن شوند . عوامل تعیین کننده جهت هندسی و طرز کار فیبر در کانکتور است.

قطر بسیار کوچک هسته فیبرهای نوری بالاترین دقت مکانیکی و نوررا طلـب مـی کنـد .بـا تلـرانس های 0.5تا 0.10µm (بسیار کوچکتر از یک دانه گرد و غبار)، تولید کنندگان در با مهندسـی دقیـق عمل می کنند. سازش یک گزینه نیست .قطر هسته از 8.3µmبرای تک حالت و یـا 50 / 62.5µm برای فیبرهای چند حالت و قلاب با ۲,۵ میلیمتری و یا از ۱,۲۵میلی مترقطـر ی بازرسـی بصـری از اتصال را غیر ممکن می کند.

۸-۳-۱ انواع کانکتورهای متداول

کانکتور ST (که به BFOC ,IEC 61754-2 نیز معروف است)

کانکتورهای با قفل سرنیزه ای اولین کانکتورهای PC (۱۹۹۶) بودند و همراه با این طرح آنها را مـی توان در شبکه های LAN در سراسر دنیا یافت. کانکتور ST علامت مشخصه بـرای انـواع مسـتقیم است.

شکل ۸-۱۰: کانکتور ST

شکل ۸-۱۱: آداپتور/کوپلر

DIN/LSA (آلمانی: کانکتور کابل فیبر نوری)، ورژن A، (IEC 61754-3, DIN 47256

این کانکتورهای فشرده با کوپلرهای پیچ زده شده بیشتر در کشورهای آلمانی زبان استفاده می شوند.

کانکتور SC (IEC 61751-4)

این نوع از اتصال با طراحی های درجه دوم و سیستم فشار/کشش برای نصبهای جدید (SCمخفف میدان اتصال و یا مشترک اتصال)توصیه می شود .طراحی جمع و جور SCاجازه می دهد تا تراکم بسته بندی بالا رود و می تواند با و اتصالات دوتایی و چندتایی ترکیب شود . این کانکتور هنوز از محبوب ترین اتصالات WANدر سراسر جهان است، عمدتا به دلیل خواص نوری عالی آن است. این کانکتور به طور گسترده در شکل دوتایی به خصوص در شبکه های محلی استفاده می شود.

شکل ۸-۱۲: کانکتور SD

شکل ۸-۱۳: کوپلر/آداپتور SD

کانکتور MU (IEC 61754-6)

مسلما اولین کانکتور کوچک است که بر اساس یک فرول ۱,۲۵ میلی متری است و عملکرد آن شبیه به SD است اما اندازه آن نصف است.

MTP / MPO (IEC 61754-7)

این کانکتور در یک فرول پلاستیکی قادر به نگهداری از ۷۲ فیبر در یک کانکتور است. به دلی طراحی فشرده و حمل آسان متفاوت است.

شکل ۸-۱۴: کانکتور MPO

FC (کانکتور فیبر، IEC 61753-13)

اولین نصل کانکتور که قوی و ثابت است. این کانکتور هنوز هم استفاده می شود.

شکل ۸-۱۵: کانکتور FC

شکل ۸-۱۶: کوپلر/ آداپتور FC

E-2000™ (LSH, IEC 61753-15)

این کانکتور دارای شاتر محافظ یکپارچه در برابر گرد و غبار و خش و همچنین پرتوهای لیزر است. این کانکتور در مکانیزم نگهداری با یک بست قرار گرفته است که رنگ و کدگذاری شده است و اولین کانکتوری است کهدرجه *Aعملکرد را بدست آورده است.

شکل ۸-۱۷: کانکتور E-2000™

شکل ۸-۱۸: کوپلر/آداپتور E-2000™

MT-RJ (IEC 61751-18)

این کانکتور در LAN ها استفاده می شود و ظاهری شبیه به کانکتورهای RJ45 در شبکه های مسی دارد. این کانکتور به عنوان یک کانکتور دوتایی استفاده می شود.

کانکتور LC

توسط شرکت لوسنت (LCمخفف کانکتور لوسنت) طراحی و توسعه یافته استو در واقع بخشی از نسل جدید کانکتورهای فشرده است که بر روی یک فرول با قطر 1.25میلی متر ساخته شده است . یک کوپلر دوتایی اندازه یک کوپلر SC است در نتیجه تراکم بسته بندی بسیار بالا را ممکن می کند و آن را برای استفاده در مراکز داده و دفاتر مرکزی جذاب می کند.

شکل ۸-۱۹: کانکتور دوتایی LC

شکل ۸-۲۰: کوپلر / آداپتور دوتایی LC

F-SMA

کانکتور پیچ داده شده بدون تماس فیزیکی بین فرول ها. این کانکتور اولیت کانکتور استاندار شده فیبر نوری است، اما امروزه فقط برای PEC /HCS یا POF استفاده می شود.

BLINK

این کانکتور به صورت کوچک با فرول ۱,۲۵ میلیمتری مشابه LCطراحی شده است و بهترین وسیله برای ارتباط بین OTOو ONTیا CPE است. این کانکتوربا شاتر اتوماتیک یکپارچه شده است که در برابر گرد و غبار و خش و همچنین پرتوهای لیزر محافظت می شود .علاوه بر آن دارای یک مکانیسم خود انتشار خودکار است که مانع از آسیب OTOیا ONT / CPE می شود.

شکل ۸-۲۱:: BLINK در آداپتور / کوپرترکیبی LC

شکل ۸-۲۲: BLINK در آداپتور ترکیبی CLIK در فرمت کیستون

شکل ۸-۲۳: کانکتور BLINK

LX.5

در اندازه مشابه LC با فرول ۱,۲۵ میلی متری، و ویژگی های مشابه کانکتور E -2000. کوپلر دوتایی هم اندازه کوپلر SC است.

شکل ۸-۲۴: کانکتور LX.5

شکل ۸-۲۵: کوپلر /آداپتور LX.5

SC-RJ

همانطور که از نامشپیداست این محصول در بر اساس فرمت RJ45 است. دو SC یک RJ45 را تشکیل می دهند. این معادل SFF (فاکتور فرم کوچک) محفظه فرول ۲,۵ میلی متر است، تکنولوژی استفاده شده در آن قوی تر و قابل اعتماد تر از فرول ۱,۲۵ میلی متری است. بخش-SC RJنه تنها متاثر از طراحی فشرده خود است، بلکه متاثر از عملکرد نوری و مکانیکی آن نیز هست . به عنوان یک کانکتور همه کاره، در بسیاری از مناطق استفاده می شود، از درجه *Aتا*M ، از حالت تک به POF، از WANبه LAN، از آزمایشگاه تا خارج از خانه.

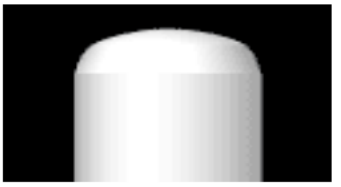
شکل ۸-۲۶: کانکتور SC-RJ

شکل ۸-۲۷: کوپلر/آداپتور SC-RJ

۸-۳-۲ افت بازگشت

افت بازگشت، RL، اندازه گیری بخشی از نور است که به منبع در محل اتصال منعکس شده است و با dBنشان داده می شود افت بازگشت بالاتر انعکاس پایین تر دارد. مقادیر معمول آن بین ۳۵ و ۵۰دسی بل برایPC ، ۶۰تا ۹۰ دسی بل برای APCو ۲۰تا ۴۰ دسی بل برای فیبرهای چند حالته است .اوایل کانکتورهای پلاگین در فیبر نوری قسمت انتهایی با محور فیبر زاویه ۹۰ درجه داشت، در حالی که استانداردهای فعلی به پولیشPC (تماس فیزیکی) یا APC (تماس فیزیکی زاویه دار) نیاز دارد. از اصطلاح HRLافت شدید بازگشت بالا) زیاداستفاده می شود، اما همان معنای APC را دارد.

APC(تماس فیزیکی زاویه دار)



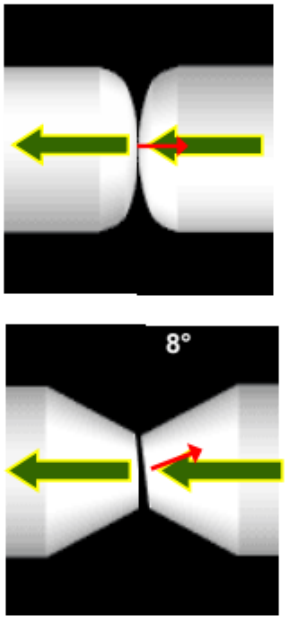
PC (تماس فیزیکی)

در پرداخت PC، انتهای فرول محدب صیقل داده می شودتا اطمینان حاصل شود هسته فیبر در بالاترین نقطه لمس می شود. این کار وقوع بازتاب در محل اتصال را کاهش می دهد .بهبود بیشتر در افت بازگشت با استفاده از روش صیقل دادن APCبه دست می آید .در اینجا، سطوح پایانیب ا زاویه ۸درجه نسبت به محور فیبر صیقل داده می شوند. کانکتورهای SC نیز یک زاویه ۹درجه دارند. آنها مقادیر ILو RL یکسان با ورژن ۸ دارند.

افت بازگشت به دلیل انعکاس

نتیجه محل اتصال بین دو فیبر، گریز از مرکز، خراشیدگی، و آلودگی ها، بخش هایی از نور در نقطه اتصال پراکنده می شود. صیقل خوب و تمیز کانکتور PCاتصال تقریبی ۱۴,۷دسی بل RLدر برابر هوا و ۵۰-۴۰ دسی بل وقتی به برق وصل را نشان می دهد. با کانکتورAPC، اگر چه حالت منعکس می شود، به دلیل زاویه ۸ یا ۹ درجه آنها در یک زاویه بزرگتر از زاویه پذیرش برای بازتاب داخلی کلی رخ می دهد .مزیت این موضوع این است که این حالت ها در فیبر انجام نشده است .یک کانکتورخوب APC حداقل ۵۵ دسی بل RLدر برابر هوا و ۹۰-۶۰دسی بل وقتی به برق وصل است

را نشان مـی دهـد .در مقایسـه، خـود فیبـر افـت بازگشـت ذاتـی 79.4dBدر 1310nm، 81.7dBدر 150nmو 82.2dBدر 1625nm دارد (تمام مقادیر در یک طول پالس 1ns).



۸-۳-۳ افت جاسازی

برای افت در اتصال دو فیبر نـوری، بـه طـور کلـی تمـایزی بـین افـت"ذاتـی "بـا توجـه بـه فیبـر و افت"بیرونی " ناشی از اتصال وجود دارد .افت ناشی از فیبر، به عنوان مثال، هنگامی که شعاع هسته های مختلف استفاده می شود، با شاخص های مختلف شکست و یا گریز از مرکز رخ می دهـد. افـت ناشی از اتصال به دلایل مختلف از جمله بازتاب و زبری در نمای نهایی، خطاهاینقطه گـذاری یـا بـی نظمی شعاعی اتفاق میفتد. نکات و اطلاعات زیر به افـت اتصـال اشـاره دارد؛ تـاثیر تحمـل فیبـر و کیفیت کابل فیبر نوری در نظر گرفته نشده است .درجه انتقال فنی اتصال پلاگین در فیبر نـوری در درجه اول توسط دو ویژگی تعیین می شود: افت بازگشت ILو RL. هرچه IL کوچکتر باید مقدار RL بزرگتر می شود بنابراین انتقال سیگنال بهتری در یک اتصال پلاگین اتفاق می افتد.

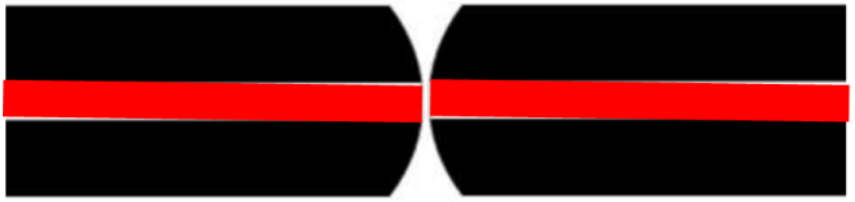
۸-۳-۴ افت بیرونی

انرژی نوری کمتری افت پیدا می کند اگر هسته فیبرها دقیق تر با هم تماس پیدا کنند .به همین دلیل، فیبرها با دقت بالا در فرول سرامیک کنار هم قرار میگیرند .افت بیرونی بازتابب وابسته به اتصال، زبری در پایان نما، خطاهای زاویه ای یا بی نظمی شعاعی (متحدالمرکز) است .بازتاب و زبری نقش تابع را در افت دادن بازی می کنند. علل اصلی انحراف و خطای نقطه گذاری است. سوراخ فرول باید بزرگتر از فیبر باشد تا فیبر در آن جای شود.

خطا نقطه گذاری زاویه ای: این خطا باید < 0.3درجه باشد .خطاهای بزرگتر باعث فشار بر روی فیبر می شوند که می تواند به شکستگی فیبر منجر شود.

متحدالمرکز: مطابق با استاندارد2 + IEC 61755-3-1 ، حداکثر متحد المرکز بودن، بسته به گرید، بین 1.0میکرومتر و 1.6میکرومتر از محور الیاف به فرول قطر بیرونی است.

اگر کانکتور دو قلاب و یا پلاگین در اتصال با هم باشند بدون در نظر گرفتن گام های بیشتری، خطر متحدالمرکز و خطا نقطه گذاری زاویه ای با هم افت را افزایش می دهند.



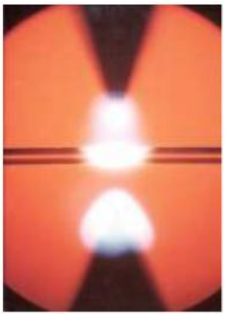
۸-۴ متصل کننده فیبر نوری

دو تکنولوژی رایج برای متصل کردن فیبر وجود دارد: جوشی و مکانیکی.

۸-۴-۱ اتصال جوشی

این اتصال به یک قوس الکتریکی بین دو الکترود نیاز دارد. شکاف دو فیبر در یک قوس به هم می‌رسند و در نتیجه هر دو ذوب شده و به یکدیگر متصل می شنود.

شکل ۸-۲۸: اتصال کامل



شکل ۸-۲۹: قوس جوش

افت نوری اتصال بسته به مکانیزم به کار رفته می تواند مختلف باشد. ماشین آلات اتصال دهنده با هم ترازی هسته کانالهای هدایت کننده نور فیبر آنها را به هم وصل می کنند (هسته 9μm) این ماشینها افت معمولا در منطقه .0.05dB> ایجاد می کنند.

شکل ۸-۳۰: ماشین اتصال جوشی

برخی از ایـن ماشـین آلات (مـدل هـای دسـتی کـوچکتر، بـه عنـوان مثـال) روکـش فلـزی 125 میکرومترفیبر را به جای هسته که نور را حمل می کند تراز می کنند .این یک تکنولـوژی ارزان تـر است، اما می تواند خطاهای ناشی از تلرانسهای روکش فلزی بزرگتر را افزایش دهد .

۸-۴-۲ اتصال مکانیکی

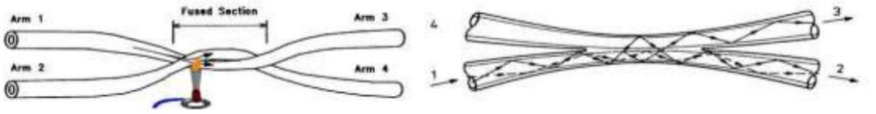
اتصال مکانیکی بر اساس تراز مکانیکی دو شکاف انتحایی فیبر صورت می گیرد که اجازه می دهد تـا نور جریان آزاد داشته باشد. به منظور تسهیل در اتصال بین نور و فیبرها، از ژل مخصوصی اسـتفاده می شود .تولید کنندگان باید از روش های مختلف برای خاتمـه دادن بـه فیبـر در اتصـال مکـانیکی استفاده کنند. اتصال های مکانیکی می تواند با زاویه شکاف یا غیر زاویه شکاف باشند، اما اولی افـت بازگشت بیشتری دارد .از افت جاسازی یک اتصال مکانیکی معمولا 0.5>دسی بل است.

شکل ۸-۳۱: اتصال دهنده مکانیکی

۸-۵ اسپیلیترهای نوری

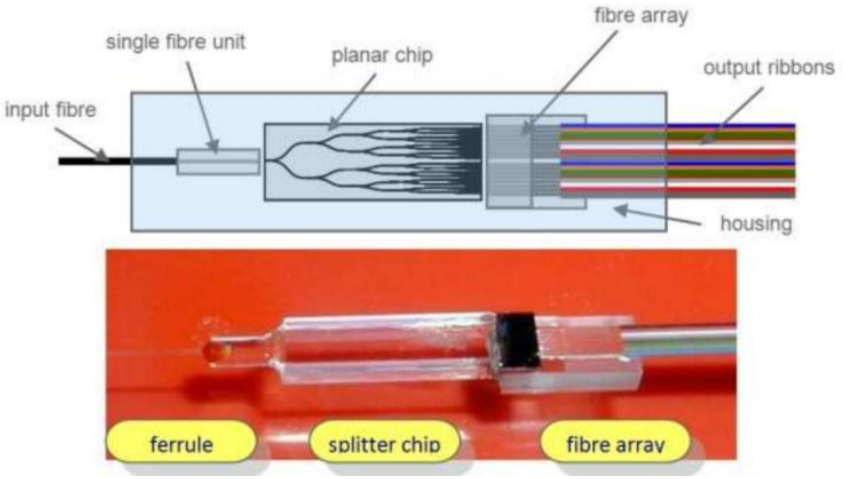
در دنیای اسپیلیترهای غیر فعال دو تکنولوژی رایج است: دو هسته ای مخروطی جوش داده شـده و اسپیلیتر موج راهنما مسطح.

۸-۵-۱ دو هسته ای مخروطی جوش داده شده



- اسپیلیتر FBT ساخته شده از جوش دو فیبر به هم تابیده شده.
- پروسه تولید مشتر ک
- تکنولوژی ثابت شده برای محیط های OSP
- دستگاه های یکپارچه موجود تا نرخ تقسیم ۱ در ۴
- نسبت تقسیم بیشتر از ۱در۴ ساخته شده توسط اسپیلیترهای ۱در ۲، ۱در ۳یا ۱ در ۴
- نسبت تقسیم از ۱در ۲ تا ۱در ۳۲ و بالاتر (ورودی دوگانه نیز امکان دارد)
- نسبت تقسیم بالاتر معمولا بیشتر از IL (افت جاسازی) و یکنواختی پایین تـر در مقایسـه با تکنولوژی مسطح

۸-۵-۲ اسپیلیتر مسطح



- مسیر نوری در داخل تراشه سیلیکا در زمین قرار داده شده
- نسبت تقسیم موجود از ۱در ۴ تا ۱در ۳۲ و بالاتر، ورودی دوتایی زیر ممکن است
- تنها اسپیلیتر متقارن به عنوان دستگاه استاندارد موجود است
- فشرده شده با FBT در نسبت تقسیم بالاتر
- افت جاسازی بهتر و یکپارچگی در طـول مـوج بـالاتر در مقایسـه بـا FBT بـر روی همـه دسته‌ها
- بهتر برای طول موج بلندتر، طیف وسیع تر

۸-۶ درجه کیفیت برای کانکتورهای فیبر نوری

مصوبه مارس سال ۲۰۰۷، استاندارد IEC 61753 درجه کاربرد محوری برای عناصر اتصال در شبکه های فیبر نوری تعریف کرده است (جدول زیر). شناسایی درجه و روش آزمون لازم IEC به برنامه ریزان و همچنین کسانی که مسئول شبکه در انتخاب اتصالات پلاگین، کابل پچ، و پیگتال هستند را کمک کند .اپراتورهای مرکز داده ها و شرکت های مخابراتی می توانند مجموعه ای فیبر نوری با توجه به استفاده از آنها را تعیین و سریع تر و آگاهانهترین تصمیم را برای خرید بگیرند.

شرایط فعلی بر اساس بخشی از IEC 61753 و مقادیر افت فهرست شده است .علاوه بر این، استانداردهای IEC 61755-3-1 و IEC 61755-3-2 پارامترهای هندسی برای اتصال پلاگین در فیبر نوری را تعریف میکنند .تعامل این سه استاندارد پایه ای برای سازگاری اتصالات پلاگین در فیبر نوری از تولید کنندگان مختلف و برای تعیین مقادیر افت تولید خنثی را تشکیل میدهد.

درجه میرایی	میرایی تصادفی IEC 61300-3-34	
Grade A*	≤ 0.07 dB mean	≤ 0.15 dB max. for >97% of samples
Grade B	≤ 0.12 dB mean	≤ 0.25 dB max. for >97% of samples
Grade C	≤ 0.25 dB mean	≤ 0.50 dB max. for >97% of samples
Grade D	≤ 0.50 dB mean	≤ 1.00 dB max. for >97% of samples
درجه افت بازگشت	افت بازگشت تصادفی	
Grade 1	≥ 60 dB (mated) and ≥ 55 dB (unmated)	
Grade 2	≥ 45 dB	
Grade 3	≥ 35 dB	
Grade 4	≥ 26 dB	

جدول: بررسی اجمالی معیارهای عملکرد درجه های عملکرد جدید برای انتقال داده ها در اتصالات فیبر نوری مطابق با استاندارد61753 IEC . تعریف درجه Aهنوز نهایی نشده است .معیارهای فیبرهای چند حالته هنوز هم مورد بحث است.

از لحاظ تئوری، درجه میرایی (* Aتا D) می توان با نمرات افت بازگشت ترکیب شوند. با این حال، درجه A* / 4 معنی ندارد، و به همین دلیل ترکیب مشترک زیر ایجاد شده است:

	Grade A*	Grade B	Grade C	Grade D
Grade 1	✓	✓	✓	✗
Grade 2	✓	✓	✓	✓
Grade 3	✗	✗	✗	✓
Grade 4	✗	✗	✗	✓

۸-۷ مقادیر این به آن

مقادیر افت مشخص شده در IEC 61753 به عنوان مقدار این به آن نیز نامیده می شود . یعنی افت یک کانکتور به یک کانکتور مرجع اندازه گیری نیست، اما مورد استفاده در موقعیت های آزمایشی است، هر کانکتور به کانکتور دیگر وصل می شود و افت ترکیب کانکتور / محفظه / کانکتور اندازه گیری می شود .منطق این مدل این است که: مقادیر افت تولید شده با توجه به مشخصات IECبرای جفت اتصال تصادفی نسبت به شرایط عملکرد واقعی مقادیر افت تولید کننده مشخص نزدیک تر است.

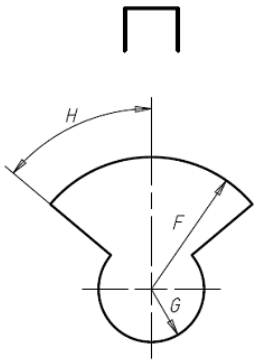
در بهترین حالت اندازه گیری ها، کانکتور در برابر یک کابل مرجع اندازه گیری می شود .در اینجا، کابل مرجع طوری انتخاب شده است که اندازه گیری در کارخانه منجر به کمترین مقدار ممکن می شود.

۸-۸ مقادیر میانگین

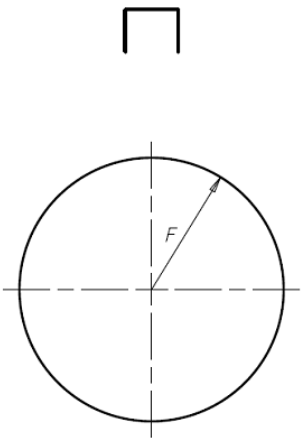
توسعه ی جدید حاصل از درجات برای مقادیر متوسط تقاضا می شود .این یک اساس بهینه برای محاسبه میرایی اتصال است و به خصوص در شبکه های بزرگ .پیش از این برای محاسبه میرایی استفاده از حداکثر مقدار ضروری بود، که قبلا به عنوان قابلیت اطمینان پایین برای اتصالات این به آن ذکر شد .در حال حاضر مقادیر میانگین تعییت شده را می توان برای محاسبه استفاده کرد و در این راه هر برنامه ریز برای رفع نیازهای موجود از کلاس مناسب استفاده می کند، در نتیجه نسبت بهینه هزینه / سود را تضمین می کند. مثال:

مشخصات	مقادری این به آن	بودجه برای ۱۰ اتصال
0.1 dB connector	approx. 0.2 dB (possibly higher if different manufacturers are combined or unadjusted connectors are used)	approx. 2 dB, unclear range of tolerance
Grade C	Mean ≤0.25 dB, Max ≤0.50 dB	≤2.5 dB
Grade B	Mean ≤0.12 dB, Max ≤0.25 dB	≤1.2 dB
Grade A*	Mean ≤0.07 dB, Max ≤0.12 dB	≤0.70 dB

علل افت برای کمیته استاندرسازی IEC مشخص شده است. به همین دلیل آنها پارامترهـای H,F و G را در زیر ارائه کرده اند



درجه B و C



درجه D

IEC 61755-3-1 (کانکتور PC، فرول ۲,۵ میلی متر)							
	درجه B		درجه C		درجهD		
	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	ملاحظات
H:	0	50	0	50	0	0	درجه
F:	0	0.0012	0	0.0015	0	0.0016	شعاع
G:	0	0.0003	0	0.0003	0	0	شعاع

IEC 61755-3-2 (کانکتور APC، فرول ۲,۵ میلی متر)							
	درجه B		درجه C		درجهD		
	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	ملاحظات
H:	0	50	0	50	NA	NA	درجه
F:	0	0.0010	0	0.0014	0	0.0015	شعاع
G:	0	0.0003	0	0.0003	NA	NA	شعاع

پارامترهای هندسی برای کانکتورهایفیبر نوری مطابق با IEC 61755-3-1 و 61755-3-2

۸-۹ مشخصات شرکت سازنده و شرایط استفاده واقعی

مثال زیر از زندگی واقعی است و نشان می دهد که چرا استفاده از درجه بسیار مهم است: یک اپراتور شبکه از کابل رابط با افت جاسازی مشخص شده توسط سازنده از ۰,۱ دسی بل استفاده می کند. در طول اندازه گیری بر روی زمین، کابل رابط "ناگهان" مقدار بین ۰,۲ و ۰,۳ دسی بل را نشان می دهد این اختلاف جدی از کجا سرچشمه گرفته است؟ تولید کننده مقدار را که در مشخصات محصول مشخص کرده است برای بهترین حالت محیط است . عدم آگاهی متخصصین سازنده از شرایط واقعی باعث انتخاب اشتباه برنامه ریز می شود که می تواند باعث تاخیر در نصب و تحمل هزینه های زیادی شود. در این زمینه، مهم است که به نکات زیر توجه کنید: نصب و راه اندازی فیبر نوری و از دست زدن اتصالات در عملات روزانه نیاز به تخصص خاص و آموزش های گسترده دارد بنابراین در نظر گرفتن گواهینامه مناسب از شرکت های متخصص و یا پرسنل توصیه می شود.

فصل نهم

عملیات تعمیر و نگهداری

این بخش نگاهی اجمالی به عملیات و تعمیر و نگهداری جنبه هایی از زیرساخت شبکه FTTH ارائه می کند. در حالی که طراحی شبکه FTTH مختلف خواهد بود و عملیات در شرایط و محیط های مختلفی صورت خواهد گرفت، عملیات و تعمیر و نگهداری به عنوان یک نیاز عمومی باقی می ماند.

در طول ساخت شبکه باید اطمینان حاصل کرد که در منطقه FTTH اخلال اندک یا هیچ اختلالی برای مردم بوجود نمی آید. این امر زتنها با برنامه ریزی دقیق دست یافتنی است. در مقابل برنامه ریزی ناکارآمد به عملکرد ضعیف ساخت شبکه منجر می شود. در حالی که فیبر بیش از چند دهه در محیطی ثابت و قابل اعتماد استفاده شده است، اما هنوز در معرض مشکلات غیر منتظره است که به تعمیرات سریع و کارآمد نیاز دارد. در طول زمان ساخت دسترسی به پرونده شبکه ضروری است. تمامی اسناد و سوابق مربوط به ساخت شبکه باید گردآوری شود تا در صورت نیاز به آنها مراجعه کرد. روش های تعمیر و نگهداری باید برنامه ریزی شود تا از دسترس بودن نیروی انسانی مناسب در زمان لازم اطمینان حاصل شود.

۹-۱ دستورالعمل های برنامه ریزی استقرار

۹-۱-۱ کنترل سایت و برنامه ریزی عملیات نصب

کار با سیتم های کانال زیرزمین یا نصب های فرعی یا دکل ها به برنامه ریزی دقیق نیاز دارند و غالبا باعث ترافیک می شوند بنابراین هماهنگی های لازم با مسئولین محلی لازم است تا کنترل مناسبی صورت گیرد. بخش های زیر به اختصار جنبه های اصلی نصب را که باید در زمان ساخت کانال در نظر داشت فهرست می کنند.

۹-۱-۲ ملاحظات کلی مدیریت

آشنایی و تجربه با سیستم های کابل هوایی و کانال ها ی زیر زمینی لازم است تا بهترین شیوه انجام کار انتخاب شود. برنامه ریزی دقیق نصب و ارتباط با مسئولین محلی منجر به یک عملیات کارآمد و ایمن می شود.

۹-۱-۳ ملاحظات کلی مربوط به ایمنی

مناطق ایمنی با استفاده از چراغ ها و علائم راهنمایی مناسب باید سازماندهی شود. برای اختلات ترافیکی باید با مقامات محلی هماهنگی شود. تمام محفظه ها و گودال ها باید مشخص شود و آنهایی که برای دسترسی باید برای ورود گازهای سمی و قابل اشتعال آزمایش شوند. با توجه به محدودیت فضا آزمایش هوا و اکسیژن باید قبل از ورود انجام شود. در حین کار باید تجهیزات هشدار دهنده مرتب بررسی شود و خدمات آتش نشانی باید حاضر باشد.

۹-۱-۴ ملاحظات کلی درباره ی ساخت و تجهیزات

قبل از نصب باید سیستم کانال زیر زمینی یا تجهیزات هوایی را با دقت بررسی کرد. سطح های بالای غیر قبول آب در اتاقک های کابل و تونل های آب و فاضلاب باید با پمپ تخلیه شود. جعبه باید برای آسیب های بالقوه بررسی شود. گودال ها باید برای اطمینان از مناسب بودن برای شل کردن کابل و سایر کارها بررسی شوند. باید برنامه دقیقی برای موقعیت یابی بهینه از بازه کابل، عبور سریع نقطه میانی و تجهیزات مورد نیاز ترتیب داده شود. اقدامات مشابهی نیز باید برای کابل های دمیده انجام داد. برای تغییرات ارتفاع باید انحراف در نظر گرفته شود. عبور سریع کابل در بخش های میانی با استفاده از تکنیک 8 شکل می تواند منجر به افزایش نصب کابل های طولانی شود. برای اطمینان از محل مناسب برای عبور سریعکابل آماده سازی لازم است. برای دستورالعمل های نصب کابل باید با سازنده کانال یا کانال داخلی تماس گرفت. کانال های شیار دارد یا چین دار با اصطکاک پایین برای کاهش اصطکاک در هنگام نصب طراحی شده اند. برخی از کانال ها ممکن است به روان کننده مناسب نیاز داشته باشند. گیره های کشیدن برای وصل کردن طناب به انتهای کابل استفاده می شود. این گیره ها غالبا به شکل بافته شده هستند یا به طور مکانیکی به انتهای کابل وصل شده اند تا قطر انتهایی کابل را به حداقل برسانند و بنابراین از فضای کانال استفاده شود. یک مفصل گردنده باید بین گیره کشیدن کابل و طناب کشیدن قرار داده شود. این مفصل ها برای آزاد کردن هر گشتاوری ایجاد شده طراحی شده اند بنابراین محافظ کابل هستند. یک فیوز

مکانیکی از کابل در مقابل نیروهای کشیدن بیش از حد با شکستن پین برشی محافظت می کند. این پین ها مقدار تنش های مختلف موجودند. یک وینچ کشیدن با ظرفیت مناسب باید استفاده شود و در یک دینامومتر برای بررسی تنش در حین کشیدن قرار داده شود. قرقره و بلوک باید برای هدایت کابل تحت کشش استفاده شود تا مطمئن شد که حداقل قطر خمش کابل حفظ می شود. رادیوهای مخابراتی، تلفن های همراه یا مشابه آن باید در تمام مکان ها عملیات در دسترس باشند. استفاده از نقطه میانی یا وینش های کمکی در مواردی که باز تنشی کابل به مرز خود رسیده توصیه می شود. استفاده از دستگاه بازده کابل، یک حلقه یا درام تریلر نیز پیشنهاد می شود.

برای کاربردهای هوایی، تجهیزات مناسب مثل بیل مکانیکی باید پیش بینی شود. دستورالعمل های ایمنی خاص برای کار در ارتفاع باید مورد توجه قرار گیرد. سخت افزار خاص برای کابل و گیره های فیکسچر موجود است.

۹-۱-۵ ملاحظات کلی درباره ی روش های کابل کشی

۹-۱-۵-۱ کابل کشی کانال و میکرو کانال

نصب و نگهداری کانال نسبتا آسان است. گاهی کابل ها سهوا از زمین بیرون آورده می شوند ؛ از این جهت باید تمام مدت از آنها نگهداری شود. کانال ها و کابل های قرار داده شده در زیر زمین می توانند ساخت یکسانی داشته باشند، با کمی محافظت بیشتر در مقابل شرایط محیطی که در آن نصب شده اند.

هنگام محاسبه طول مسیر برای اتصال باید انحراف در نظر گرفته شود: معمولا ۳تا۵ متر برای هر اتصال کافی است. حداقل شعاع خمش (MBR) و حداکثر میزان بار تنشی برای کابل ها نباید افزایش یابد. حداقل شعاع خمش معمولا به عنوان ضریب قطر کابل (برای مثال 20xD) بین می شوند و معمولا به عنوان حداکثر مقدار برای موقعیت های ثابت و دینامیک تعریف می شوند.

MBR استاتیک حداقل مقدار خمش مجاز برای کابل در عملیات است، به عنوان مثال حلقه زدن در یک گودال یا محفظه. مقدار MBR دینامیک حداقل مقدار خمش مجاز برای کابل تحت شرایط کشیدن است. مقادیر بار کششی به طور معمول برای شرایط کوتاه مدت یا بلند مدت مشخص می شود. مقادیر بار کوتاه مدت نشان دهنده حداکثر تنش است که می توان به کابل در حین پروسه نصب وارد کرد. مقدار بلند مدت نشان دهنده حداقل تنشی است که می توان به کابل در طول عمرش اعمال کرد.

۹-۱-۵-۲ مستقیم قرار دادن کابل در زمین

تکنیک های نصب برای این کار می تواند شامل حفر، شیار زدن، حفاری باشد. در قسمت نصب کابل هایی که مستقیم در زمین قرار داده می شوند IEC 60794-1-1 ضمیمه C.3.6مرجعی برای این بخش است.

اعلام حداقل شعاع خم کابل و حداکثر تنش کشیدن برای نصب و شرایط بلند مدت.

اطمینان حاصل کردن از تحت نظارت بودن تنش کابل در طول قرار گرفتن در زمین و عدم افزایش حداکثر محدودیت کابل.

بررسی کامل از بخش در خاک قرار گرفته کارآمدی یک عملیات نصب و راه اندازی را تضمین خواهد کرد.

عبور بیش از نقاط با سایر خدمات و امکانات باید شناسایی شود.

همه کابل در زمین قرار داده شده باید برای هر مکان شناسایی و مشخص شده باشند.

تمام سطوح باید با استانداردهای محلی دوباره بازسازی شود.

۹-۱-۵-۳ کابل هوایی

مرجع IES 60794-1-1 ضمیمه C.3.5 نصب کابل های هوایی را مشخص کرده است.

ساخت کابل مورد استفاده در ساخت تاسیسات هوایی از آنهایی که برای برنامه های زیرزمینی است متفاوت طراحی شده است تا بارهای ناشی از باد و برف /یخ را تحمل کند.

با توجه به منطقه جغرافیایی به کابل های متفاوت نیاز است، به عنوان مثال، یک منطقه طوفانی بادهای شدیدتری را تجربه میکند.

شل بودن در دکل باید برای دسترسی به کابل و یا نصب گیره انباشته شود.

به اشتراک گذاری دکل ها بین اپراتورها و ارائه دهندگان خدمات (CATV، برق، POTS، و غیره(متداول است و به سازمان خاص نیاز دارد.

۹-۲ دستورالعمل عملیات و نصب

موارد زیر باید در نظر گرفته شود:

- اندازه گیری
- ثبت اطلاحات کابل فیبر و کانال
- تکمیل اسناد
- شناسایی عناصر زیرساخت مربوط به عملیات های تعمیر و نگهداری
- لیست تعمیر و نگهداری جزئی
- برنامه ریزی برای خرابی فاجعه آمیز عوامل خارجی، مثل حفر تصادفی کابل یا کانال
- عوامل زیرساخت یدک برای در دسترس بودن در حوادث

فصل دهم

راهنمای امتحان کردن FTTH

۱۰-۱ مراقبت از کانکتور

۱۰-۱-۱ چرا تمیز کردن کانکتور اهمیت دارد؟

یکی از اولین وظایف اجرا در هنگام طراحی شبکه های فیبر نوری ارزیابی بودجه قابل قبول افت است تا یک نصب نیازهای طراحی را برآورده کند. برای مشخص کردن به اندازه کافی بودجه افت، پارامترهای کلیدی زیر به طور کلی در نظر گرفته می شوند:

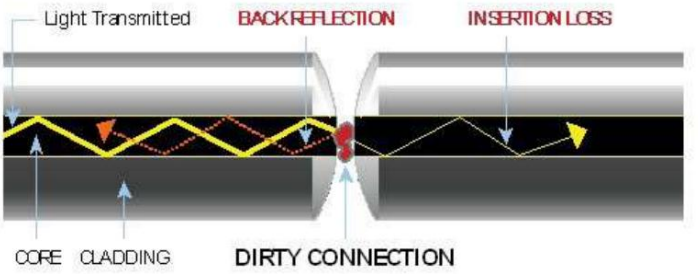
- فرستنده - قدرت پرتاب، درجه حرارت و فرسودگی
- کانکتور فیبر -کانکتور و کیفیت اتصال دهنده،
- کابل - اثرات افت و درجه حرارت فیبر
- گیرنده – حساسیت آشکارساز
- سایر - حاشیه ایمنی و تعمیرات

هنگامی که یکی از متغیرهای فوق نتواند مشخصات را برآورده کند، عملکرد شبکه را می توان تحت تاثیر قرار داد. در بدترین حالت، تخریب می تواند منجر به نارسایی شبکه شود .متاسفانه، همه متغیرها را نمی توان با سهولت در طول استقرار شبکه یا مرحله تعمیر و نگهداری کنترل کرد .

یک ذره در هسته اصلی یک فیبر می تواند باعث بازتاب قابل توجه (همچنین به عنوان از دست دادن بازگشت شناخته می شود)، افت جا سازی وآسیب به تجهیزات شود . بازرسی بصری تنها راه برای تعیین این است که آیا کانکتور فیبر واقعا تمیز است یا نه .از آنجا که بسیاری از آلاینده بیش از حد کوچک با چشم غیر مسلح دیده نمی شود، مهم است که هر اتصال فیبر با یک میکروسکوپ قبل از اتصال بازرسی شود .

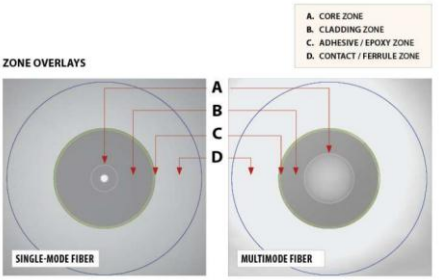
۱۰-۱-۲ آلاینده های احتمالی چه آلاینده هایی هستند؟

طراحی کانکتور و روش های تولید بسیاری از مشکلات در دستیابی به تراز هسته و تماس فیزیکی را حذف کرده اند .با این حال، تمیز نگه داشتن رابط کانکتور هنوز هم یک چالش است .خاک همه جا هست یک ذره گرد و غبار معمولی به کوچکی ۲-۱۵ µm به طور قابل توجهی می تواند بر عملکرد سیگنال تاثیر بگذارد و باعث آسیب دائمی به سر های انتهایی فیبر شود. .اگر ذرات خاک به سطح هسته بچسبند نور مسدود خواهد شد، و افت غیر قابل قبول و انعکاس بوجود خواهد آمد .همچنین، ذرات زیادی از خاک در لایه روکش فلزی و / یا فرول می توانند یک مانع فیزیکی باشند که مانع از تماس فیزیکی و ایجاد یک شکاف هوا بین فیبرها ایجاد می کند و ذرات سست تمایل به مهاجرت به شکاف هوا را خواهند داشت.



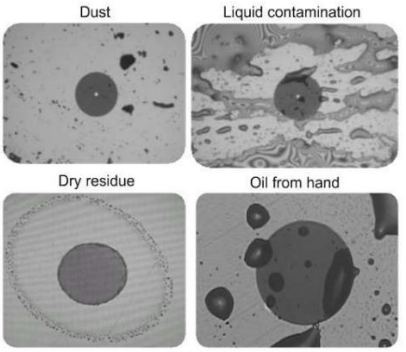
شکل ۱۰-۱: افت جاسازی افزایش یافته و انعکاس به عقب به دلیل اتصال با فیبر کثیف

ذرات گرد و غبار 1µmبر روی هسته فیبر سینگل مود می تواند تا ۱٪ نور را مسدودکند (۰,۰۵ دسی بل افت). فاکتور اضافی برای حفظ دو سر انتهایی از آلودگی اثر نور با شدت بالا بر دو سر انتهایی کانکتور است: برخی از اجزای ارتباط از راه دور می تواند سیگنال های نوری با قدرت تا + 30dBm (1W) ایجاد کند که می تواند نتایج فاجعه باری داشته باشد زمانی که با کانکتورهای کثیف یا اسیب دیده ترکیب شود. نواحی بازرسی یک سری از دایره های متحد المرکز که نواحی دو سر پایانی کانکتور هستند در شکل ۱۴۴ نشان داده شد است. مناطق داخلی از مناطق بیرونی حساسیت بیشتری به آلودگی دارند.



شکل ۱۰-۲: نواحی بازرسی دو سر انتهایی کانکتور

برای کمک به جلوگیری از شکست کانکتور و ارائه برخی از دستورالعمل ها آنچه قابل قبول است یا نه استاندارد IE 61300-3-35 تعریف کرده است. این استاندارد همچنین معیارهای پـذیرش بـرای هر نوع از اتصال موجود در بازار را تعریف می کند. گرد و غبار، ایزوپروپیل الکل، روغن های معدنی، ژل تطبیق شاخص، رزین های اپوکسی، آلاینده های هستند که می توانند بر اتصال سرهای انتهـایی تاثیر می گذارد. این آلاینده ها می تواند خود به خود و یا در ترکیب رخ دهند .توجه داشـته باشـید که هر آلاینده ظاهر متفاوتی دارد و صرف نظر از ظاهر، نقاط حساس بـه آلـودگی هسـته و روکـش فلزی در این مناطق است که تا حد زیادی می تواند بر کیفیت سیگنال تاثیر می گذارد .شـکل ۱۴۵ انتهای پایانی اتصال دهنده های مختلف که با یک کاوشگر بازرسی شده است را نشان می دهند.



شکل ۱۰-۳: ظاهر آلاینده های مختلف در سر انتهایی کانکتور.

۱۰-۱-۳ چه جنبه هایی به بازرسی و تمیزی نیاز دارند؟

اجزای زیر باید بازرسی و تمیز شوند:

- تمام پانل های مجهز به آداپتور که در آن کانکتورها در یک یا هر دو طرف وارد شده اند
- کابل رابط آزمایش
- تمام کانکتورهای نصب شده بر روی کابل رابط و یا پیگتال ها

۱۰-۱-۴ چه زمانی کانتور را باید بازرسی و تمیز کرد؟

کانکتورها باید به عنوان بخشی از روال بازرسی برای جلوگیری از هزینه ها ی بعد بازرسی شوند. مراحل این کار عبارتند از:

- بعد از نصب
- قبل از تست
- قبل از اتصال

۱۰-۱-۵ کانکتور چگونه بررسی می شود؟

برای بازرسی درست سرهای انتهایی کانکتور، استفاده از میکروسکوپ طراحی شده برای این کار توصیه می شود .انواع ابزار بازرسی موجود در بازار به دو دسته اصلی تقسیم می شوند :پروب فیبر بازرسی (فیبروسکوپ ویدئو نیز نامیده می شود) و میکروسکوپ نوری .در جدول زیر فهرستی از ویژگی های اصلی این ابزار بازرسی بین شده است:

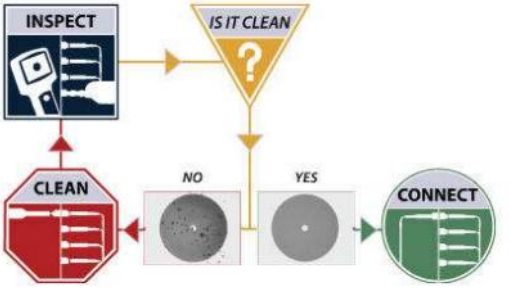
ابزار بازرسی	ویژگی های اصلی
پروب فیبر بازرسی/ فیبروسکوپ ویدئو	تصویر در ویدئو بیرونی نمایش داده می شود، PC یا تست زیر ساخت. حفاظت چشم از ارتباط مستقیم با یک سیکنال. قابلیت استفاده از تصویر برای مستند کردن گزارش. استفاده اسان در مسیر تونل های شلوغ. ایده آل برای بررسی کاتکتورهای تکی که در مسیر نصب شده اند یا پیگتال ها و کانکتورهای چند فیبری. درجه های مختلف بزرگنمایی راهنمای آداپتور برای تمام انواع کانکتور در دسترس است. اطلاعات خرابی مطابق با استاندارد IEC
میکروسکوپ نوری	فیلتر ایمنی از تماس مستقیم چشم یا فیبربرقدار جلوگیری می کند. دو نوع مختلف میکروسکوپ لازم است: یکی برای بازرسی مسیر و دیگری برای بازرسی کانکتورهای موجود در مسیر.

پروب بازرسی فیبر همراه با راهنمایی های مختلف برای مطابقت نوع اتصال: کانکتور زاویه ای صیقل خورده (APC) یا کانکتور تخت صیقل خورده (PC).

شکل ۱۰-۴: نرم افزار خودکار تجزیه و تحلیل اتصال

۱۰-۱-۶ زیرساخت های بازرسی

بازرسی بصری اتصال فیبر تنها راه مشخص کردن تمیزی است. میکروسکوپ های ویدئویی تصویر سر انتهایی یک کانکتور روی صفحه نمایش را با بزرگنمایی نشان می دهند که این موضوع به نوع محصول بستگی دارد.



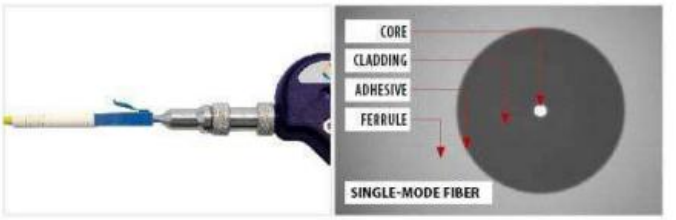
۱۰-۱-۷ ابزار لازم برای بازرسی

دو روش برای بازرسی سرهای پایانی فیبر وجود دارد .اگر کابل در دسترس است، برای بازرسی فرول کانکتور در میکروسکوپ قرار داده می شود ؛ این کار به طور کلی به عنوان بازرسی سیم رابط

شناخته شده است .اگر کانکتور که در داخل یک آداپتور بر روی دستگاه و یا سیم رابط قرار دارد، یک پروب میکروسکوپ به انتهای باز آداپتور وارد می شود درون آن مشاهده می شود.

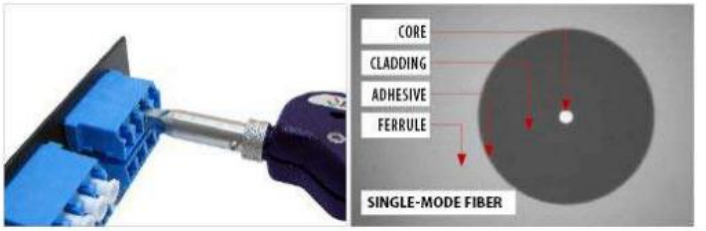
۱۰-۱-۷-۱ بازرسی سیم رابط

- انتخاب سری مناسب مربوط به اتصال تحت بازرسی و متناسب با میکروسکوپ.
- قرار دادن کانکتور در سری و تنظیم فوکوس برای بازرسی (آخرین خط در نقشه: فیبر تک حالت)



۱۰-۱-۷-۲ تیغه / از طریق بازرسی کانکتور

- انتخاب سری /پروب مناسب مربوط به نوع اتصال تحت بازرسی و قرار دادن آن در پروب میکروسکوپ.
- قرار دادن پروپ در تیغه و تنظیم فوکوس برای بازرسی



۱۰-۱-۸ تمیز کردن ابزار

۱۰-۱-۸-۱ تمیزکاری خشک

دستمال تمیزکاری ساده شامل تعدادی دستمال مرطوب بدون پرز است. این دسته بندی همچنین شامل ابزار تمیز کردن کانکترهای فیبر نوری و قرقره ها می شود.

مواد تمیزکاری باید از آلودگی محافظت شوند .قبل از استفاده آنها را باز نکنید .دستمال مرطوب باید با دست مورد و یا متصل به یک سطح نرم و یا پد انعطاف پذیر استفاده شود. از دستمال با سطح زبر استفاده نکنید زیرا می تواند به فیبرها آسیب برساند. اگر از دست استفاده می کنید، به سطح را با انگشت نگه ندارید زیرا اثر انگشت روی آن باقی می ماند.

شکل ۱۰-۵: نمونه دستمال تمیزکاری خشک و ابزار برای کانکتورهای فیبر نوری

شکل ۱۰-۶: نمونه استفاده از مایع و دستمال مرطوب

۱۰-۱-۸-۲ تمیز کاری خیس

تمیز کردن با مایعات یا حلال ها به طور کلی در ترکیب با دستمال مرطوب برای ایجاد ترکیبی از عمل شیمیایی و مکانیکی برای تمیز کردن سرهای انتهایی فیبر است .همچنین دستمال مرطوب

شده با گروه های پلی اتیلن مهر و موم شده موجود است. توجه: برخی از مایعات تمیز کاری، به خصوص IPA، می توانید رد به جای بگذارند که تمیز کردن شان دشوار است.

- تمیز کردن با مایع فقط هنگامی مؤثر است که با عمل مکانیکی استفاده شود.
- حلال باید سریع خشک شود.
- نباید دستمال را پیش از حد خیس کرد. سطح باید به آرامی پاک شود.
- فرول باید بلافاصله با یک تمیز کننده خشک تمیز شود.
- حلالها نباید به دیوار جانبی فرولها مالیده شوند زیرا در حین اتصال به محفظه تراز نوری منتقا می شوند.
- دستمال باید با دست و یا بر روی یک سطح نرم و یا پد انعطاف پذیر استفاده شود.
- به کار بردن سطوح زبر می تواند باعث آسیب به فیبر شود.

۱۰-۱-۸-۳ از طریق / تیغه ابزار تمیز کردن آداپتور کانکتور

همه اتصالات را نمی توان به آسانی از از طریق / تیغه آداپتور، و بنابراین، دسترسی برای تمیز کردن سخت می شود. این دسته شامل رابطهای فرول، لنز فیزیکی در یک فرستنده و گیرنده نوری می شوند ؛ با این حال شامل عناصر لنز بدون تماس در چنین دستگاه هایی نمی شود .چوبها و پاک کننده تیغه برای رسیدن به محفظه تراز و دیگر پوشش ها طراحی شده اند تا سرهای انتهایی یا لنز در سیتو را تمیز کنند. هنگام تمیز کردن فرستنده و گیرنده و یا ظروف، باید دقت شود که قبل از تمیز کردن محتویات پورت شناسایی شود. در هنگام تمیز کردن فرستنده و گیرنده لنز تخت باید مراقب بود.

شکل ۱۰-۷: نمونه از طریق / تیغه ابزار تمیز کردن آداپتور کانکتور

توصیه های دستکاری کردن فیبر نوری:

- هنگام تست در یک پنل رابط، تنها کلاهک پورت مربوط به فیبر در حال آزمایش باید فورا بعد از تست جایگزین شود.
- کلاهک بدون استفاده باید در یک کیسه پلاستیکی کوچک نگه داشته شود.
- آزمایش پوشش های استفاده شده در رابطه با آزمون باید بعد از حداکثر ۵۰۰ بار استفاده جایگزین شود.
- .....

۱۰-۲ تست شبکه های FTTH در طول ساخت

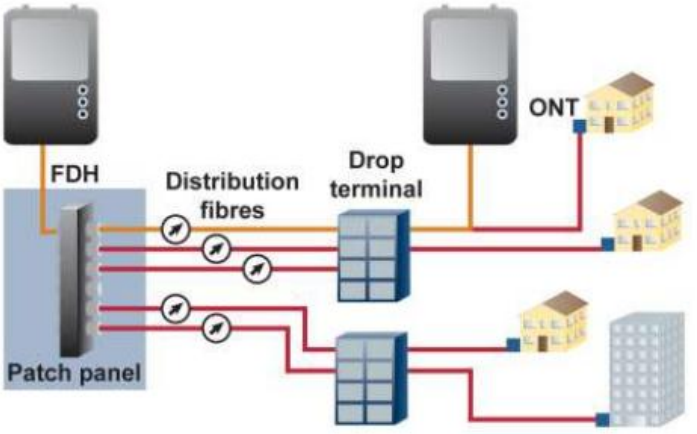
در طول ساخت شبکه، برخی از تست در بیرون ساختمان انجام می شود. وقتی فیبر خوابانده می شود اتصال جدید باید انجام شود و با استفاده از یک OTDR مورد آزمایش قرار گیرد. برای اندازه گیری دقیق، اندازه گیری دو طرفه OTDR باید انجام شود. برای قبول تست، مهم این است که هر بخش از ساخت آزمایش شود .چندین روش تست وجود دارد که برخی از آنها در اینجا ارائه شده است .هر کدام مزایا و معایب خاص. خود را دارند. انتخاب مناسب ترین روش بستگی به محدودیت های پیش رو دارد :هزینه های نیروی کار، از دست دادن بودجه، تست زمان همراه با زمان فعال سازی سرویس، حداکثر عدم قطعیت اندازه گیری قابل قبول، و غیره. علاوه بر این عوامل باید هنگام تست سطح مهارت تکنسین در نظر گرفته شود.

۱۰-۲-۱ روش ۱: استفاده از مجموعه تست افت نوری

این روش شامل استفاده از یک مجموعه تست افت نوری (OLTS) است، شامل دو مجموعه تست است که داده های را برای اندازه گیری افت جاسازی (IL) و افت بازگشت نوری (ORL) به اشتراک می گذارد. قبل از اندازه گیری IL باید ابتدا دستگاه ها را معرفی کرد.

شکل ۱۰-۸: مجموعه تست باید قبل از اندازه گیری ارجاع داده شود

در مرحله بعدی، حساسیت ORLبا کالیبره حداقل ORL تنظیم شده است که دستگاه می تواند اندازه گیری کند .محدودیت از ضعیف ترین بخش از راه اندازی تست ناشی می شود که به احتمال زیاد به اتصال بین دستگاه ها و اتصال دهنده مرجع تست مربوط می شود .برای تنظیم حساسیت ORLدر هر دو دستگاه و مرجع منبع و کنتور برق دستورالعمل سازنده را دنبال کنید. هدف از این تست شناسایی هر فیبر منتقل شده و اندازه گیری ILو ORLاست تا اطمینان حاصل شود که بودجه افت برآورده شده است.



شکل ۱۰-۹: اندازه گیری توزیع فیبر IL و ORL با استفاده از دو OLTS.

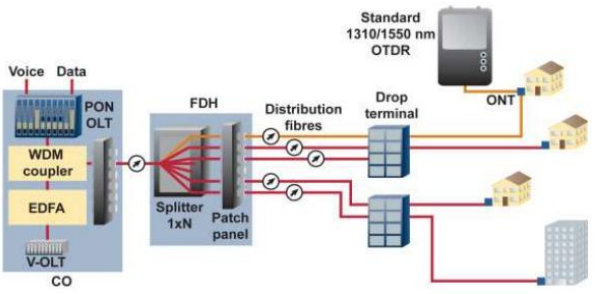
نتایج جدول برای IL و ORL (Pr = محل، CO = دفتر مرکزی)

Length (metres)	1310nm (dB)	1490nm (dB)	1550nm (dB)
50	53	56	57
300	46	50	50
500	44	47	48
1000	41	45	46

جدول زیر مقادیر مورد انتظار ORL برای شبکه را نشان می دهد

این مقادیر فقط برای دو اتصال به حساب می آیند .شبکه های FTTHاغلب از نقاط اتصال چندگانه تشکیل می شوند و، به عنوان مقدار بازتاب بسیار حساس به گرد و غبار و خش هستند، این مقادیر می تواند به راحتی توسط اتصالات بد تحت تاثیر قرار بگیرد.

۱۰-۲-۲ روش ۲: استفاده از یک OTDR

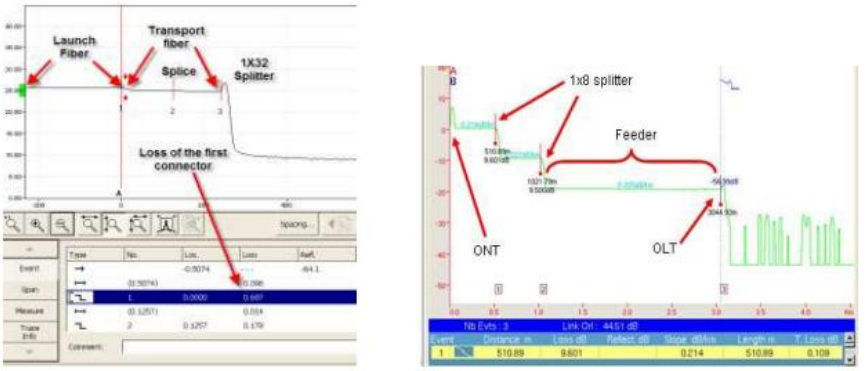


شکل ۱۰-۱۰: اندازه گیری با OTDR

این روش از یک بازتابنده دامنه زمان نوری (OTDR) استفاده می کند. بر خلاف OLTS، OTDR می تواند محل موقعیت هر یک از مؤلفها شبکه راشناسایی و تعیین کند. OTDR افت اتصال، افت

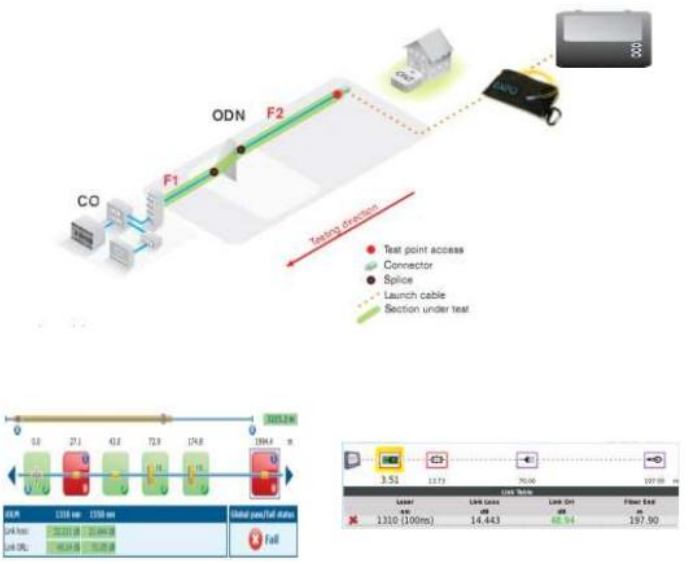
کانکتور و بازتاب، و همچنین جمع کل افت انتها به انتها وORL را نشان می دهد .همه فیبرها بین OLTو قبل از اولین اسپیلیتر ممکن است آزمایش شده باشند تا افت هر اتصال و موقعیت خمش ماکرو را مشخص کنند. این تست می تواند برای پوشش هر دو جهت انجام شود.

نتایج پس از پردازش برای محاسبه افت واقعی هر یک از اتصلات لازم خواهد بود. مهندسین می توانند افت اسپیلیتر و افت لینک را مشخص کنند و همچنین شناسایی اینکه آیا هر رویداد فیزیکی قبال رخ داده است یا نه. انجام تست به طور قابل توجهی می تواند تعدادی از مشکلاتی که پس از فعال سازی مشترک رخ می دهد را با تضمین یکپارچگی لینک انتها به انتها کاهش دهد .



شکل ۱۰-۱۱: OTRD

مزایا روش ۲: OTDR	معایب روش ۲: OTDR
هردو مقدار IL و ORL را اندازه گیری می کند.	زمانی که تست بعد از اسپیلیتر در ONT انجام می شود، ORL در جهت درست اندازه گیری نمی شود.
امکان آزمایش هر توزیع فیبر.	تنسین باید از ترمینال دراپ به ترمینال دراپ جابه جا شود.
شناسایی خمش های ماکرو در حین آزمایش در ۱۵۵۰ و ۱۳۱۰ نانومتر یا ترکیب سایر طول موجها.	ممکن است برای لینک ورودی چندین تست لازم باشد.
در موارد بریده شدن فیبر یا خمش ماکرو یا انعکاس بالا/پایین/ ORL، می تواند یک گسل قرار داد.	تکنسین ماهر برای انجام تست لازم است.
تنها یک تکنسین لازم است.	طولانی بودن زمان تست.

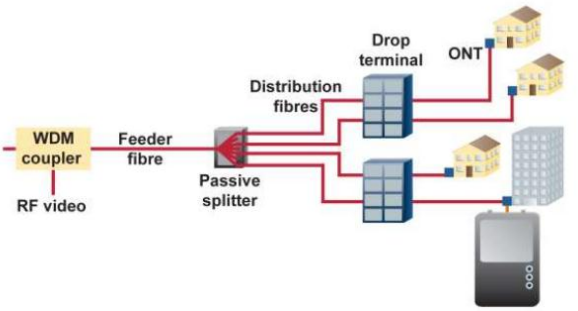


شکل ۱۰-۱۲: آیکون بر اساس OTDR

۱۰-۲-۲-۱ فعال سازی سرویس

مرحله فعال سازی سرویس ممکن است بسیار ساده به نظر برسد، با این حال این کار را نباید دست کم گرفت زیرا لحظه ای است که در آن تجربه مشترک آغاز میشود .طرح فعال سازی سرویس می تواند بسته به توپولوژی شبکه فیبر متفاوت باشد .این روند برای قطعات پیش مهندسی پلاگ اند پلی با نقاط اتصال چندگانه، به جای رویکرد همه متصل شده، به ویژه برای استقرار در MDUs است. از لحاظ پردازش داده ها مربوط به تست و اندازه گیری در PON، فعال سازی سرویس می آورد دو بعد جدید به وجود می آورد:

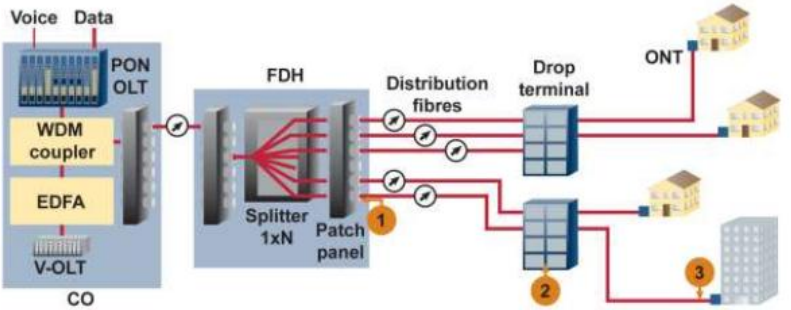
- نتایج باید به مشترکین و یا ONUها به جای فیبرها متصل شود.
- بیش از یک محل آزمون ممکن است لازم باشد، به طور معمول دو یا سه



شکل ۱۰-۱۳: تست فعال سازی با استفاده از یک توان سنج PON

۱۰-۲-۲-۲ محل تستهای متعدد

تأیید سطح نوری در مکان های مختلف در طول مسیر همان فیبر همان از فعال شدن سرویس مشترک به مهندسین تست در تعیین مشکلات و / یا اجزای معیوب کمک می کند. از آنجا که مشکلات شبکه FTTH اغلب توسط اتصالات کثیف یا آسیب دیده ایجاد می شود، بازرسی اجزء تا حد زیادی نیاز برای عیب یابی را کاهش می دهد. همچینی به شدت توصیه می شود که بازرسی از هر نقطه اتصال با استفاده از یک پروب فیبر بازرسی قبل از هر اندازه گیری توان انجام شود.



شکل ۱۰-۱۴: نقطه آزمایش در PON

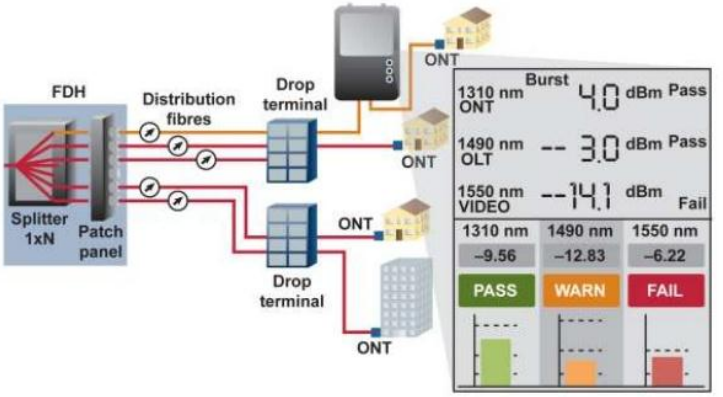
۱۰-۲-۲-۳ نقطه تست

۱. با انجام تایید سطح توان در اسپلیتر، یا به طور خاص در خروجی، کاربران را قادر می سازد تا اگر شاخه اسپلیتر به خوبی کار می کند آن را شناسایی کنند. این ارزیابی ساده این امکان را برای تایید اینکه آیا همه اجزای شبکه از CO به خروجی اسپلیتر در شرایط خوبی هستند یا نه را فراهم

می کند. به طور معمول، FDHشامل کانکتورهای SC / APC یا LC / APC مـی شـود امـا ممکـن است شامل اتصال جوشی نیز باشد.

۲. با تایید سطح توان در ترمینال دراپ، مهندسان می توانند فیبر توزیع و پورتهای ترمینال دراپ را مشخص کنند. معمولا، یک سینی اتصال در داخل ترمینال دراپ است که می تواند باعث مشکلات خمش ماکرو شود.

۳. فیبر اتصـال ترمینال های دراپ و محل مشترکین به طور کلی در طـول فعـال سـازی سـرویس نصب می شود. برای اطمینان از خدمات قابـل اعتمـاد بـه مشـترک، شـبکه و مشـترک ONU بایـد مشخصات خود را تامین کنند .بهترین روش تضمین این است که برای انجام یک اتصال عبـوری بـه طور کامل تمام طول موج های عامل (بالادست و پایین دست) درPON را مشخص کند. ایـن فقـط می تواند در مرحله خدمات فعال سازی با استفاده از یک دو پورت PON تـوان سـنج بـا یـک پـاس عبوری اتصال بدست آید.



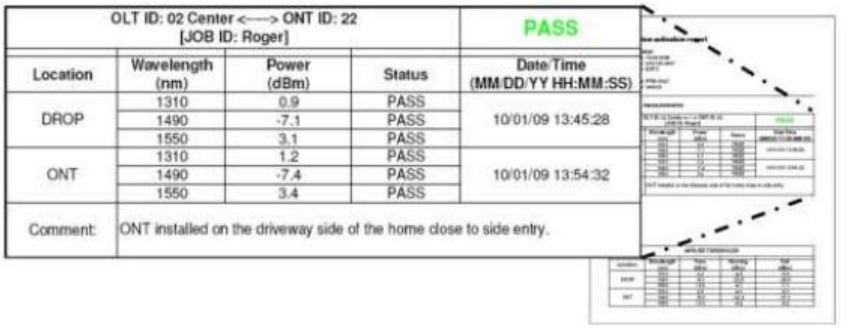
شکل ۱۰-۱۵: تست عبوری تمام طول موج ها

۱۰-۳ گزارش فعال سازی سرویس

مهندسان باید برای پیگیری نتایج تست از مرحله فعال سازی سرویس گزارش تهیه کنند. این نتایج را می توان بعدا برای مشکلاتی که به دقت اشـاره شـده ان از قبیـل کـاهش تـوان اسـتفاده کـرد . اپراتورهایی که با پیمانکاران فرعی کار می کنند نیـز ممکـن اسـت از ایـن اطلاعـات بـرای پیگیـری مشترکان فعال استفاده کنند.

گزارش فعال سازی سرویس به طور معمول عبارت است از:

- نام مشتری و / یا شماره تلفن
- سطح توان برای هر طول موج و هر مکان
- زمان برای هر اندازه گیری
- پاس /هشدار /خرابی وضعیت مطابق با استانداردهایی مثل BPON، GPONیا EPON
- آستانه مورد استفاده برای انجام پاس / هشدار /ارزیابی شکست



OLT ID: 02 Center <----> ONT ID: 22
[JOB ID: Roger]

PASS

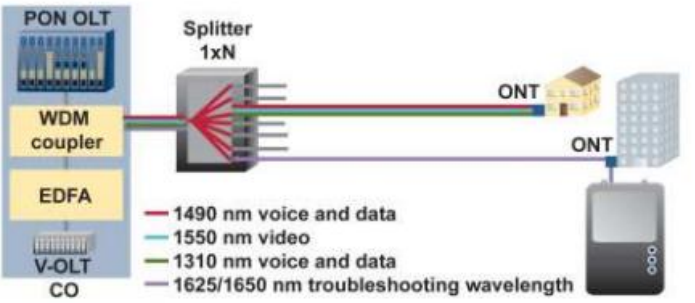
Location	Wavelength (nm)	Power (dBm)	Status	Date/Time (MM/DD/YY HH:MM:SS)
DROP	1310	0.9	PASS	10/01/09 13:45:28
	1490	-7.1	PASS	
	1550	3.1	PASS	
ONT	1310	1.2	PASS	10/01/09 13:54:32
	1490	-7.4	PASS	
	1550	3.4	PASS	
Comment:	ONT installed on the driveway side of the home close to side entry.			

شکل ۱۰-۱۶: گزارش فعال سازی سرویس

فصل یازدهم

عیب یابی شبکه FTTH

عیب یابی شبکه های خارج از سرویس را می توان با استفاده از یک توان سنج یا OTDR انجام دارد. یک شبکه PON فعال به استفاده از توان سنج PON نیاز دارد تا سیگنال ها را کنترل کند. برای دقیق مشخص کردن هر شکستگی در فیبر، خمش ماکرو، خرابی اتصال یا کانکتور، یک OTDR با تست یک پورت فعال باید از محل مشتری استفاده شود.



شکل ۱۱-۱: عیب یابی شبکه PON

اطمینان از اینکه طول فیبر با طول در بین خروجی کابل دارپ و محل اسپیلیتر ارتباط دارد. اگر ندارد، نشان می دهد یک مشکل (شکست یا خمش ماکرو) در این مکان موجود است .اگر اندازه گیری طول، درست باشد، هر نقطه اتصال باید بررسی شود تا ببینیم که آن نقطه از مقدار اتصال نرمال تجاوز نکرده است. فیبر در خانه توسط یک ONU که رابط برای سرویس آنالوگ به تصویری دیجیتال است خاتمه می یابد.

۱۱-۱ مسائل سیم کشی در خانه

علاوه بر از افت، زمان تاخیر، و با به هم ریختگی ناشی از شبکه فیبر، ترکیب تعدادی از مسائل در خانه می تواند به کاهش کیفیت منجر شود، از جمله مشکلات مربوط با خطوط تلفن، سیم کشی اترنت اشتباه پیکربندی شده یا عیب ترمینال، کابل کشی کواکسیال ضعیف و نویز.

۱۱-۱-۱ مسائل خط تلفن

خطوط تلفن معمولا هم سرویس صوتی و هم سرویس دیتا را با استفاده از استاندارد HomePNA حمل می کنند. ONU شبکه POTS را با استفاده از تمام ولتاژ باتری، زنگ تلفن، و شماره گیر که قبلا در دفتر مرکزی فراهم شده است را شبیه سازی می‌کند. در نتیجه عیب یابی VoIP که سیم کشی تلفن را پوشش می دهد بسیار شبیه به عیب یابی POTS است.

خطاهای متداول بر سیم کشی داخل خانه تاثیر می گذارد که شامل:

- بازی
- کوتاهی
- سیم های متقاطع
- سیم های شکسته

۱۱-۱-۲ شناسایی مسائل سیم کشی اترنت

بسیاری از خانه امروز از قبل سیم کشی شده اند که برای سرویس دیتای اتنرنت مناسب است. تایید خاتمه دادن مناسب اهمیت دارد. بین ۷۵٪ تا ۸۵٪ از زمانی که تکنسین برای عیب یابی در خانه صرف می کند می توان مربوط به خاتمه دادن باشند. متداول ترین عیوب خاتمه دادن را می توان با تایید سیم کشی مشخص کرد.

ادامه تست شامل:

- تایید اتصالات نقطه به نقطه
- ظرفیت سیم برای حمل یک سیگنال
- محفظه ها
- ولتاژ خط

این یک تست اتصال است و نه تست فشار.

۱۱-۱-۳ مکان یابی و حل مشکلات هم محور

شبکه های خانگی کواکسیال موجود انواع مختلفی از چالشها را دارد .ساخته شده توسط سازنده اصلی، مالک، و یا شاید یک ارائه دهنده خدمات قبلی، کیفیت و مسیریابی شبکه که به ندرت شناخته شده است .نصب و راه اندازی کواکسیال با کیفیت بالا باید حداقل از ۳۰ dB جداسازی نویز از محیط بیرون را فراهم کند.

با این حال این شبکه ها غالبا شامل:

- اسپیلیتر
- معایب
- کابل نامناسب
- سرهای انتهایی جمع نشده
- اتصالات نامناسب
- تقویت کننده

فصل دوازدهم

بررسی استانداردسازی FTTH و اصطلاحات

۱۲-۱ مقدمه

پس زمینه فصل جدید کتاب راهنما FTTH ارائه یک نمای کلی از تلاش های استانداردسازی در FTTHتوسط مراجع استانداردسازی مربوطه است. تعداد زیادی از اصطلاحات و اختصارات در FTTHرا خود سازمانها ایجاد کرده اند. در نتیجه آنها دیگر قادر به درک یکدیگر نیستند. بنابراین یک لیست کلی از شرایط و اختصارات شده است IEC Electropedia1 با هدف ارائه به تمام گروها با زبان فنی یکسان و استاندارد تدوین و منتشر شده است .

تعداد زیادی از ساخت های براونفیلد وجود دارد که به طور گسترده ای به نیازهای تکنیکی متفاوتی نیاز دارد. FTTX هنوز یک صنعت نسبتا جوان است و برخی گروه های فعال در این بازار ممکن است به طور کامل پیامدهای مشخصات و یا حتی خطرات مربوط به فعالیت بدون مشخصات مناسب را نداشته باشند. همچنین برخی از سازندگان شبکه های کوچک وجود دارند که ممکن است درک کافی از نیاز به استاندارد سازی داشته باشند.

راهنمایی استانداردهای به تعریف سیستم های معماری، ویژگی های اساسی و الزامات محصول کمک خواهد کرد در نتیجه از انتخاب مناسب راه حل ها، مواد و کیفیت شبکه مناسب می توان اطمینان حاصل کرد .تعریف روشن از استاندارد کیفیت حداقل در دسترسی به شبکه استقرار و بهره برداری از شبکه های معتبر را تسهیل خواهد کرد.

از آنجا که زیرساخت های شبکه به طور کامل در نظر گرفته شده است، روشی که در آن استانداردهای اعمال می شود به حداقل الزامات خاص مربوط به منطقه خاص در زیرساخت بستگی دارد و می تواند به تعدادی از مناطق تقسیم شود:

- دفتر مرکزی

- ساختمان های بیرونی (OSP): استاندارد باید به هر دو عملکرد زیست محیطی و نوری و طول عمر مورد نیاز بدون تأثیر در طراحی واقعی مربوط باشد ؛
- فضای ساختمان به اشتراک گذاشته شده در یک استقرار و تجهیزات زیرزمین MDU: استاندارد باید به هر دو عملکرد زیست محیطی و نوری و طول عمر مورد نیاز بدون تأثیر در طراحی واقعی مربوط باشد ؛
- فضای در خانه و فضای عمومی :این یک منطقه جدید است که ممکن است به فعالیت بیشتری نیاز داشته باشد.

۱۲-۲ فعالیت های استانداردسازی و راهنمایی های اصلی

چندین فعالیت استاندارد سازی در سطوح ملی و بین المللی در حال توسعه می باشد .گروه های کاری در ITU، IEC، ISO / IEC JTC1، CENELECوIEEE ، و همچنین سازمان هایی مانند شورای FTTHدر حال ارائه راهنمایی برای طراحی و پیاده سازی شبکه های دسترسی فیبر نوری. هستند. در زیر یک مرور کلی از فعالیت های کلیدی خواهیم داشت.

IEC TC 86, SC 86A, SC 86B, SC 86C ۱-۲-۱۲

۱-۱-۲-۱۲ محدوده TC 86

کمیته فنی ۸۶ (فیبر نوری) و کمیته های فرعی آن استانداردها، مشخصات و گزارش های فنی برای فیبر نوری مبتنی بر سیستم، زیر سیستم، ماژول، دستگاه ها و قطعات را فراهم کرده اند. این استاندارد در درجه اول برای استفاده با تجهیزات ارتباطات در نظر گرفته شده است .و اصطلاحات، ویژگی های، آزمایش مربوط، کالیبراسیون و اندازه گیری روش ها، رابط کاربردی، نوری، الزامات زیست محیطی و مکانیکی با هدف حصول اطمینان از عملکرد سیستم قابل اعتماد را پوشش می دهد.

۲-۱-۲-۱۲ استراتژی طرح کسب و کار TC 86

کار TC 86 و کمیته های فرعی آن انجام شده است، و همچنان ادامه دارد، و تاثیر عمیقی بر بازار ارتباطات گذاشته است .با این حال، رشد بازار آهسته اما پیوسته را تجربه کرده است و تنوع برنامه های کاربردی فیبر نوری از اوایل ۲۰۰۰ وجود داشته است .این کار با مشارکت جهانی ادامه دارد:

کاربران و تامین کننده، و همچنین به عنوان تغییر چند سازمان بزرگ بـه بسـیاری از شـرکت هـای کوچک که در این صنعت فعال شده اند .

ISO/IEC JTC 1/SC 25 ۲-۲-۱۲

کابل کشی سمت مشتری: ISO/IEC 15018، فناوری اطلاعات – کابل کشی عمومی برای ساختمان.

ITU ۳-۲-۱۲

۱-۳-۲-۱۲ کتاب راهنما ITU-T در فیبر، کابل ها و سیستم های نوری

این کتاب راهنمـا در سـال ۲۰۰۹ منتشـر شـده اسـت و از www.itu.int/publ/T -HDB-OUT.10-2009-1/en در دسترس است.

۲-۳-۲-۱۲ گروه مطالعات ۱۵ ITU-T

این گروه در ارتباط با شبکه های انتقال نوری و زیر ساخت دسترسی شبکه کار می کنند.

CENELEC ۴-۲-۱۲

۱-۴-۲-۱۲ گزارش فنی CENELEC

این گزارش فنی توسط CENELEC TC 86 A، فیبرهای نوری و کابل های فیبـر نـوری آمـاده شـد است. این گزارش اطلاعات در مورد لایه های زیرساخت منفعل یک شبکه دسترسی فیبر را فـراهم می کند و همچنین شامل یک واژه نامه اصطلاحات است.

۲-۴-۲-۱۲ فعالیت ها در کمیته فنی CENELEC CLC/TC 86A

- فیبرهای حساس به خمش در کابل
- نسل بعدی کابل های لوله های منعطف پیش برنده لوله
- کابل های مقاوم در برابر آتش برای کاربرهای در خانه – روش های تست

۳-۴-۲-۱۲ فعالیت ها در کمیته فنی CENELEC CLC/TC 86BXA

کار بر روی فعالیت های جدید خاصمربوط به شبکه های توزیع نوری (از جمله محصولات داخلی).

۱۲-۲-۴-۴ فعالیت ها در کمیته فنی CLC/TC 215 CENELEC

کابل کشی سمت مشتری

۱۲-۲-۵ IEEE P802.3

طراحی ارائه یک ویژگی برای کاربر فیبرهای کاربردی است. فعالیت IEEE محدود به کابل فیبر است.

۱۲-۲-۶ انجمن های پهنای باند

متن های کار شده در www.broadband-forum.org/technical/technicalwip.php در دسترس است.

۱۲-۲-۷ ETSI

دسترسی، ترمینال ها، انتقال و کمیته فنی TC ATTM شامل سه گروه می شود.

۱۲-۲-۸ سایر گروه ها

گروه های ملی پراکندگی که در شبکه های FTTH کار می کنند، از جمله ATIS (US)، CCSA (چین)، Oita (ژاپن) و همچنین گروه های دیگر به عنوان مثال، در کره جنوبی وجود دارد.

۱۲-۳ واژگان توصیه شده

برای اطمینان از وضوح و ثبات یک مجموعه مشترک از اصطلاحات، تعاریف و اختصارات از واژه نامه کتاب مانند یک لیست استفاده شود.

این متن توسط شورای FTTH در ژانویه ۲۰۰۹ (شمال -America، اروپا، آسیا و اقیانوس آرام،..) گرداوری شده و به تصویب رسید تعریف اصطلاحات مورد استفاده که توسط شوراهای FTTH ارایه شده باید توسط تمام شرکت ها و سازمان های فعال در این صنعت پذیرفته شود.

IEC دو سرویس regarding term و مخفف ها را ارایه کرده است.

- IEV یا موسسه بین المللی برق و واژگان، معمولا به عنوان Electropedia شناخته شده است، در دسترس است در www.electropedia.org

- واژه نامه IEC که در آدرس زیر موجود است.std.iec.ch/glossary

واژه نامه IEC (تعاریف جمع آوری شده توسط استاندارد IEC) و Electropedia(پایگاه اصطلاحات معتبر) در هم ادغام خواهد شد پایگاه داده ITU تعاریف را ارایه می کند و در آدرس www.itu.int/en/ITU - T/publications/Pages/dbase.aspx موجود است.

توصیه های G.987 ITU-T بعضی از تعاریف سخت را ارایه می کند برای مثال ONU/ONT, PON, and ODN که به نظر می رسد تعاریف متفاوتی برای افراد مختلف دارد اصطلاحات و مخفف ها که در پیوست ۲ آمده با موارد موجود در Electropedia مقایسه شده است هر گاه تعریفی وجو داشته باشد تحت عنوان تعاریف در ستون مربوطه لیست می شود.