

لینک‌های رادیویی مخابراتی

عملکرد و الزامات

ایرج ارفند

در مفاهیم ارتباطات مخابراتی، یک لینک رادیویی به مفهوم ارتباط بین دو ایستگاه یا دو نقطه از طریق خطوط شبکه بی سیم گفته می‌شود. به عنوان یک مثال عامیانه از این سیستم، می‌توان به موبایل‌هایی که در آن یک تلفن از طریق شبکه‌های محلی به تلفن دیگر متصل می‌شود (که به آن تماس یا ارتباط موبایل نیز می‌گویند) اشاره کرد. همچنین شبکه‌های رادیو و تلویزیونی با گیرندگی آنتنی که در کشور ایران نیز بسیار کاربرد دارد، از جمله سیستم‌های رادیویی تک‌نقطه به چندنقطه است.

عموماً یک لینک رادیویی نقطه به نقطه به مفهوم دقیقاً دو نقطه شروع و پایان بدون هیچ قطع شدگی در ارتباط است که در آن کامپیوتر میزبان¹ وظیفه بازشناسی اطلاعات جهت تبدیل به کدهای قابل فهم برای نرم‌افزارها را دارد. در بسیاری موارد ارتباط بین رادیو به سیستم تحلیل‌گر از طریق کابل‌های RF با فرکانس پایین صورت گرفته و در نهایت ارتباط با کامپیوتر مرکزی با سیستم انتقال دیتا مانند LAN, RS232, Console و غیره صورت می‌گیرد.

از سال 2003 به بعد جهت ایجاد ارتباطات بی‌سیم برای اینترنت، انتقال صدا و تصویر بر روی IP و انتقال اطلاعات از یک مرکز به مراکز دیگر، از رادیوهای با فرکانس چندین گیگاهرتز استفاده شد تا بتوان از یک سو حجم و ابعاد رادیوها را کاهش داد و از سویی دیگر فواصل ارتباطی را تا حد زیادی بیشتر کرد. این فناوری امروزه بیشتر به صورت سیگنال‌های مخابراتی با تقسیم زمان دسترسی چندگانه (TDMA) یا کانال‌بندی شده² طراحی می‌شود. [1]

دسته بندی لینک‌های رادیویی

انواع لینک‌های رادیویی عبارتند از:

نقطه به نقطه (PP)³: این لینک‌ها در هسته اصلی شبکه ارتباطات از راه دور مورد استفاده قرار می‌گیرند. در بسیاری از مواقع در شبکه‌های محلی دسترسی کاربران مانند اتصال کاربران به شبکه‌های اصلی مثل اینترنت به عنوان پخش‌کننده و توزیع لینک از رادیوهای نقطه به نقطه استفاده می‌شود.

نقطه به چند نقطه (PMP)⁴: این لینک‌ها دارای قابلیت ارسال و توپولوژی شبکه‌ای از یک نقطه به چند نقطه با شبکه اطلاعات یکسان هستند. به طور معمول در شبکه‌های دسترسی و مواقعی که نیاز به کنترل نقاط دور بدون استفاده از سیم‌کشی و کنترل توسط یک کاربر است از PMP استفاده می‌شود. در این سیستم هر کاربر می‌تواند به طور مستقیم به اپراتور مرکزی متصل شده یا با استفاده از یک یا چند PP تکرارکننده⁵ به اپراتور متصل گردد. ارتباط مرکز با چند سیستم از طریق هاب سوئیچ‌ها با تخصیص پهنای باند ایجاد می‌شود که در واقع یک سوئیچ، مدار نقطه به نقطه سریالی را به وسیله micro segmentation به نحوی فراهم می‌کند که در آن هر دیتا به سلول مشخص خود ارسال شود. مثالی از یک سیستم PMP در شکل 1 نشان داده شده است.

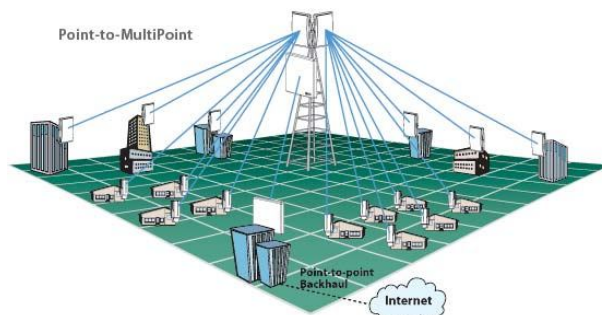
1 - Host computer

2 - channelized

3 - Point to point

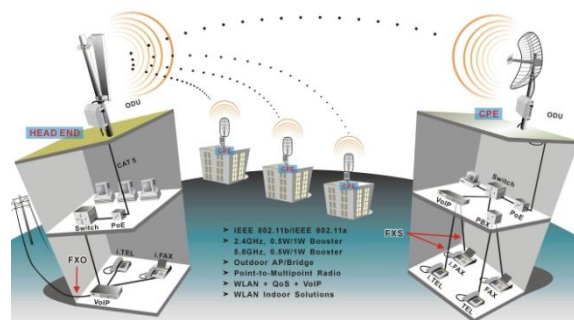
4 - Point to multipoint

5 - Repeater



شکل 1: مثال ارتباط PMP

چندنقطه به چندنقطه (MPMP)⁶: این لینک‌های رادیویی که در برخی موارد به آن‌ها شبکه‌های مش نیز گفته می‌شود ارتباط میان مسیری بین گره‌های (nodes) مختلف را فراهم می‌کنند که در آن هر گره می‌تواند با چندین همسایه نزدیک خود ارتباط مستقیم داشته باشد. این میان‌مسیرها تعداد مشخصی از کانال‌های رادیویی را با یکدیگر به اشتراک گذاشته در حالی که در این مسیر تعداد محدودی از گره‌ها به مرکز کنترل متصل هستند. شکل 2 نمونه‌ای از این نوع سیستم را نشان می‌دهد.



شکل 2: نمونه‌ای از لینک رادیویی MPMP

نصب لینک‌های رادیوها

از جمله عوامل مهمی که در کارکرد صحیح لینک‌های رادیویی موثر است، نحوه نصب، محیطی که رادیو در آن نصب می‌شود (شهری یا غیرشهری) و شرایط جوی است. نحوه نصب، بسته به نوع لینک نقطه به نقطه یا چند نقطه‌ای بودن آن متفاوت است. برای لینک‌های نقطه‌ای، Line of side بودن و برای لینک‌های چند نقطه‌ای مانند ایستگاه‌های موبایل، طراحی جهت‌دهی⁷ آنتن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. یک لینک با توجه به تنوع محیط‌های نصب خود باید توانایی عملکرد صحیح در تمام شرایط آب و هوایی از سرد و مرطوب گرفته تا گرم و خشک را داشته باشد. برای مثال در ایران، با توجه به تنوع بسیار زیاد آب و هوایی در مناطق مختلف، این امر اهمیت ویژه‌ای دارد. شرایطی را در نظر بگیرید که یک لینک باید در شمال کشور با درصد رطوبت و بارش بسیار بالا و همان لینک در شهرهای کویری با گرمای بسیار زیاد نصب شده و در هر دو محل، عملکرد یکسان و صحیحی را داشته باشد.

شاید در بسیاری موارد تجربه کرده‌اید که بارش باران موجب تضعیف سیگنال تلویزیون شده که دلیل آن جذب میدان توسط قطرات باران است. در این موارد میزان افت میدان توسط محیط که با پارامتر free space loss شناخته می‌شود از جمله

6 - Multipoint to multipoint

7 -Directivity

شرایطی است که باید در تعیین فواصل رادیوها و توان مد نظر قرار گیرد. [2] آنتن‌های نصب شده روی بخش بیرونی رادیوها (ODU) با توجه به فرکانس و شرایط کاری متفاوت هستند. یک آنتن باید بهره لازم جهت ارسال اطلاعات را به درستی داشته باشد و از سویی دیگر از پایداری جوی مناسبی نیز برخوردار باشد. در برخی موارد آنتن‌ها را جهت مقاومت کمتر در مقابل وزش باد و پایداری بیشتر به صورت شبکه‌ای، مانند شکل 3 (الف) و گاهی جهت توان و پهنای باند بیشتر به صورت یکپارچه، مطابق شکل 3 (ب) طراحی می‌کنند.



(الف)



(ب)

شکل 3: انواع آنتن‌های نصب شده در ODU

استانداردها و نظارت بر عملکرد

لینک‌های رادیویی برای مدت زمان طولانی بدون وجود هیچ استاندارد هماهنگی⁸ در سراسر جهان مورد استفاده قرار می‌گرفتند. به دلیل ایجاد اختلالات پی‌درپی رادیوها و به طبع آن نیاز به نظارت دقیق‌تر بر عملکرد و همچنین احساس خطر برای ساکنین اطراف محل استقرار این لینک‌ها و ایجاد فرکانس‌های جدید کاری، نیاز به تدوین استانداردهای بین‌المللی احساس شد. در بین کمیته‌های موجود، کمیته⁹ ATTM متولی استانداردسازی لینک‌های رادیویی نقطه به نقطه و چند نقطه‌ای شد که در ابتدا با انتشار گزارشات مشخصه فنی¹⁰ و به دنبال آن استانداردهای بین‌المللی، نظارت دقیق روی لینک‌های فوق‌الذکر صورت گرفت. [3]

برخی استانداردهای مطرح در این زمینه عبارتند از :

مجموعه استانداردها و گزارشات فنی ETISI EN 302 217, ETSI EN 301 126, TR 101 506

8- Harmonized Standard

9 -Access, Terminals, Transmission and Multiplexing

10- Reports and Technical Specifications

بخش RF آزمایشگاه EMC مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک با دارا بودن آخرین تجهیزات روز جهان از جمله power meter و تحلیل گره‌های طیف با پهنای باند وسیع و فرکانس بالا، سیگنال ژنراتور و ملحقات کاملی از تمام اتصالات فرکانس بالا و تجهیزات جانبی و همچنین ایجادکننده‌های شرایط دمایی و رطوبت نامتعارف مطابق با استاندارد و دارا بودن دانش فنی لازم آماده اندازه‌گیری نیازمندی‌ها و توانایی‌های عملکردی لینک‌های رادیویی در گستره‌ی فرکانسی تا 50 گیگاهرتز است. در کنار آزمون کارایی، با توجه به الزام، آزمون‌های سازگاری الکترومغناطیس مطابق استانداردهای سری EN 301 489 و آزمون‌های ایمنی نیز در آزمایشگاه‌های این مرکز قابل انجام هستند.

منابع:

- [1] "PtP Estimator Overview". Alphimax. Retrieved, 2011.
- [2] An introduction to microwave radio link design, SAF tehnika, 2002.
- [3] <http://www.etsi.org/technologies-clusters>