أنظمة النطاق الواسع اللاسلكية الثابتة

يعود تاريخ النطاق الواسع اللاسلكي إلى الرغبة في إيجاد تقنيات منافسة للتقنيات السلكية يدعمها في ذلك الاتجاه لتحرير قطاع الاتصالات عالمياً والنمو الكبير في استخدام الإنترنت.

فخلال عقد التسعينيات طُور عدد من التقنيات اللاسلكية واستخدمتها الشركات الجديدة التي ولجت مجال خدمات الاتصالات وتراوحت هذه التقنيات من ناحية الإمكانات والأداء والمعايير والمدى الترددي المستخدم، وبعض هذه الأنظمة تم تركيبها تجارياً ليتم إزالتها في وقت لاحق.أما الاستخدام الناجح فقد كان محدوداً في بضعة استخدامات، ويمكن الإجمال بأن أنظمة النطاق الواسع اللاسلكية Wimax تواجه سجلاً خاضعاً للتقلبات يعود بصورة جزئية إلى عدم وجود معايير موحدة لهذه التقنية؛ لذا يأمل المختصون في هذا المجال أن يُحَقق ظهور هذه التقنية التغيير في هذا المجال.

مراحل تطور أنظمة الاتصالات اللاسلكية الثابتة

أنظمة الحلقة المحلية اللاسلكية الضيقة Narrowband Wireless Local Loop System

أول الأنظمة اللاسلكية صُممت واستخدم للاتصالات الصوتية حيث كانت تدعى هذه الأنظمة بأنظمة الحلقة اللاسلكية (WLL)

obeikandl.com

كما نجحت هذه الأنظمة في الصين والهند وأندنوسيا والبرازيل وروسيا والتي كانت الشبكة السلكية فيها كانت غير قادرة على تلبية الاحتياجات الأساسية وكانت تلك الأنظمة ذات تصميم يعتمد على معياري DECT و CDMA اللذين لا يزالان يركبان حتى الآن.

وعند بداية انتشار خدمة الإنترنت في منتصف التسعينيات وزيادة الطلب عليها رأى العديد من الشركات أن تقديم خدمة الإنترنت بسرعة عالية يمكن تحقيقه من خلال الأنظمة اللاسلكية فعلى سبيل المثال أعلنت شركة AT&T أنها طورت نظام اتصال لاسلكي بمدى 1900 ميجا هرتز في مدى يعرف في الولايات المتحدة باسم Personnel Communications Service (PCS) يمكنه تقديم خطين صوتيين وربط بيانات بسرعة 128 كيلو بت/ ثانية للمشترك.

وبعد مدة من التشغيل التجاري أوقف هذا النظام في نهاية عام 2001 م بسبب عدم تحقيقه عدد المشتركين المطلوب.

وخلال تلك المدة استخدم عدد من شركات تقديم خدمة الإنترنت الاتصال اللاسلكي لهذه الخدمة باستخدام التردد 900 و 2400 ميجا هرتز وجميع هذه الأنظمة تحتاج إلى هوائي خارجي وكانت تقدم خدمة إنترنت بسرعة بضعة مئات الكيلوبت/ ثانية.

الجيل الأول من أنظمة النطاق الواسع

عند بدء استخدام تقنية الخط الرقمي DSL والمودم الكيبلي Cable Modem في النصف الثاني من التسعينيات كان على مصممي

الأنظمة اللاسلكية تطويرها لتقديم سرعات عالية لتصبح قادرة على المنافسة لذلك كان على هؤلاء استخدام ترددات أعلى مثل 2.5 و 3.5 جيجا هرتز التي أطلق عليها اسم أنظمة التوزيع متعددة النقاط كما طُورت أنظمة قادرة على تقديم سرعات تصل إلى بضعة مئات من الميغابت/ثانية تستخدم ترددات أعلى مثل 24 و 39 جيجا هرتز وقد استخدمت بنجاح في نهاية التسعينيات، لكن هذا النجاح لم يستمر طويلاً فقد كانت تحتاج لتركيب هوائيات وأجهزة على أسطح المباني كما كانت تعاني قصوراً في مسافة الخدمة.

وفي نهاية التسعينيات أنشئت أنظمة أخرى تدعى خدمة التوزيع متعددة النقاط MMDS تعمل بمدى 2.5 جيجا هرتز وقد كانت تستخدم خدمة لتوزيع القنوات التلفزيونية لاسلكياً؛ فقد أدى البث الفضائي إلى جعل هذه الخدمة غير متواكبة؛ نظراً لعدد القنوات الفضائية ومدى التغطية الواسع الذي يوفره البث الفضائي.

وفي أمريكا أُنشئت عدة شركات أنظمة لخدمة الإنترنت اللاسلكية بهذا المدى ودفعت حوالي بليون دولار حقوق استخدام هذه الترددات في أمريكا.

وكانت الأنظمة الأولى تستخدم هوائيات على ارتفاع يزيد على 100 متر، مما جعلها قادرة على توفير تغطية مسافة 50 كيلومتراً بشرط وجود تبادل رؤيا بين البرج وهوائي المشترك.

obeikandi.com

الجيل الثاني من أنظمة النطاق الواسع

الجيل الثاني من أنظمة النطاق الواسع اللاسلكية كان قادراً على تجاوز موضوع تبادل الرؤيا ليوفر سعة أكبر، وكان يتم ذلك من خلال تصميم التغطية الخلوية، واستخدام تقنيات معالجة متقدمة للإشارة لتحسين الاتصال، وأداء النظام في حال تعرض الاتصال لمشكلات تعدد المسارات وبدأ عدد من الشركات تصنيع أنظمة طُورت كلٌّ على حدة وفقاً لأنظمة مغلقة Proprietary وكان معظم هذه الأنظمة قادرة على الأداء بصورة جيدة حتى في حالة عدم وجود تبادل للرؤيا مع هوائي خارجي.

كثير من هذه الأنظمة حلت مشكلة عدم وجود تبادل رؤيا من خلال تقنية التجميع بالتقسيم الترددي المتعامد Orthogonal Frequency Division Multiplexing والتقسيم الشفري متعدد الوصول CDMA والمعالجة بالهوائيات المتعددة كما حققت أنظمة طورتها شركة SOMA Networks و Navini Networks أداء ربط جيد داخل المباني بلا حاجة لهوائيات خارجية ولمسافة بضعة كيلومترات.

وكانت هذه الأنظمة توفر سرعة بيانات تصل عدة ميغابت /ثانية لبضعة كيلومترات هي مجال خلية التغطية.

ظهور المعايير

في عام 1998م شكل معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات مجموعة أطلق عليها اسم 802.16 لتطوير معيار أطلق عليه اسم

(الشبكة الحضرية اللاسلكية) Wireless Metropolitan Area Network أو MAN اللاسلكية.

أولاً كان عمل المجموعة مركزاً على تطوير حلول بالمدى من 10-66 جيجا هرتز وذلك لاستخدام رئيس هو نقل البيانات بسرعة عالية لقطاع الأعمال التي لا يمكنها الحصول على ربط بالألياف البصرية وهذه الأنظمة مصممة للارتباط بشبكة الألياف البصرية وتوزيع خدمات الاتصال لاسلكياً.

وقدمت المجموعة مواصفاتها في نهاية عام 2001 م هذا المعيار يحدد الطبقة الفيزيائية للتدفق بالتجميع بالتقسيم الزمني وبطبقة التحكم بالوصول للوسط Media Access Control (MAC) بتقنية تضمين بحامل واحد Single Channel Per Carrier وبتصميم يدعم كلاً من الإرسال والاستقبال بتقسيم ترددي FDD أو زمني TDD (Time Division Duplexing).

وبعد الانتهاء من وضع تفاصيل المعيار استمر العمل لتوسعة وتعديل المعيار في الترددات المرخصة والمتوقع ترخيصها في مدى C الترددي (2-11) جيجا هرتز والتي تسمح باستخدام تقنية اتصال لا تحتاج إلى تبادل رؤيا بين هوائي الإرسال وهوائي الاستقبال وهذه التعديلات التي أطلق عليها IEEE 802.16a أكملت في عام 2003م بإضافة التجميع بالتقسيم الترددي المتعامد OFDM التي تدعم استخدام النظام وتقلل تأثير المسارات المتعددة وهو ما أثبت نفسه باستخدام هذه التقنية في معايير IEEE 802.11.

obeikandi.com

وفي عام 2004 م أجريت تعديلات أخرى على المعيار IEEE 802.16a أطلق عليه 2004-IEEE 802.16 تستعيض عن المعيارين 802.16a و802.16c بمعيار واحد وهو ما تبنته أيضاً كأساس لمعيار HIPERMAN (MAN عالية الأداء) من معهد الاتصالات الأوروبي ETSI.

وفي عام 2003م بدأت مجموعة 802.16 العمل لتحسين المواصفات للسماح باستخدام النظام في مركبات متنقلة أو من السيارات وهذا التعديل هو 802.16e وقد أكمل في ديسمبر 2005 وأطلق على المعيار الجديد IEEE 802.16e-2005 فقد حدد مقاييس متعددة لـ OFDM للطبقة الفيزيائية وأجرى تعديلات إضافية على طبقة MAC ليستوعب عملية التنقل باتصال عالي السرعة.

وكما اتضح فإن مواصفات IEEE 802.16 هي مجموعة من المواصفات ذات مجال واسع ونظراً للحاجة لتلبية متطلبات متنوعة تضمن المعيار خيارات واسعة متنوعة وبدأت مجموعة 802.16 بفحص إمكانية استخدام أجهزة من مصنعين مختلفين لمعيار 802.16-2004 في يناير 2006م أما الأجهزة العاملة بمعيار 802.16-2005 فقد بدأ فحص عمل أجهزة من مصنعين مختلفين عام 2007م.

ومن الفرص المتاحة لتقنية Wimax الربط بين نقاط خدمة WiFi مثل المطارات والفنادق والمقاهي، ومن المتوقع الاستمرار في التوسع وذلك بتركيب أنظمة WiFi في السنوات القادمة ومعظم شبكات WiFi حالياً تستخدم ربط دائرة خاصة أو خدمة DSL وهو ما يكسب

نقطة توزيع WiFi سرعة أعلى عند استخدام خدمة Wimax لربطها، كما يمكن لأنظمة Wimax أن تمثل وسيلة لربط خلايا الهاتف النقال العامل بالجيل الثالث.

وتأمل الشركات التي تعمل في تطوير وتصنيع أنظمة Wimax أن تحصل على حجم كبير من أسواقها في البلدان النامية مثل الصين والهند وروسيا وأندنوسيا والبرازيل ودول أخرى في أوروبا الشرقية ,أمريكا اللاتينية وأفريقيا وآسيا.

اتصالات النطاق الواسع المتنقلة

مع أن الإنشاءات الأولى لأنظمة Wimax هي الاتصالات الثابتة إلا أن الاستخدام الذي يسعى إليه مصنعو هذه الأنظمة يشمل الاتصالات المتنقلة واسعة النطاق من خلال تركيب أنظمة عاملة بالمعيار IEEE 802.16e-2005.

لكن الأنظمة العاملة بهذا المعيار ليست مزودة بإمكانيات الانتقال إلى شبكات أخرى Roaming أو الانتقال غير المحسوس من خلية إلى أخرى بسرعة السيارة كما يحدث في أنظمة الجيلين الثاني والثالث للهاتف النقال، إلا أنها قادرة على الانتقال من خلية إلى أخرى عند السير مشياً أو إمكانية الارتباط بالشبكة من أي مكان داخل منطقة خدمتها.

وفي هذا المجال كان المختصون لا يتوقعون أن تتبنى شركات تقديم خدمات الهاتف النقال إنشاء شبكات عاملة بتقنية Wimax بل ستتجه نحو توسعة خدماتها بالجيل الثالث وبسرعات أعلى.

obeikandl.com

لكن هذا التوقع لم يكن صحيحاً تماماً، فشركة كوريا تيليكوم أنشأت شبكتها المسماة WiBro العاملة بتقنية Wimax لتقديم خدمات البيانات بسرعة عالية إضافةً إلى شبكتها للاتصالات المتنقلة العاملة بتقنية CDMA2000.

وخدمة WiBro هي خدمة اتصالات متنقلة واسعة النطاق طورها معهد أبحاث الإلكترونيات والاتصالات الكوري لتعمل بالمدى الترددي 2.3 جيجا هرتز وتوفر حالياً سرعة بيانات تتراوح بين 512 – 3000 كيلو بت/ثانية وهي أيضاً متوائمة مع معيار IEEE 802.16e-2005.

كما أن لتقنية Wimax إمكانيات لاستخدامها للاتصالات الصوتية من خلال الصوت عبر معيار إنترنت Voice Over IP.

أنظمة الجيل الثالث واستخدامها للحزمة الواسعة

الشكل (29-1) هوائي Wimax في مدينة الرياض

obeikandl.com

تتجه حالياً جميع شركات الهاتف النقال نحو تطوير شبكاتها إلى الجيل الثالث، فالشركات التي تستخدم حالياً نظام GSM تعمل على تركيب أنظمة تعمل بنظام UMTS (Universal Mobile Telephone System) و HSDPA (High Speed Downlink Packet Access).

أما الشركات التي تعمل بنظام CDMA فإنها تستخدم أنظمة أخرى مثل Time Division Synchronous CDMA.

HSDPA هي عبارة عن تقنية تعمل للوصلة الهابطة Downlink في أنظمة الجيل الثالث، ويمكنها توفير سرعة بيانات تنزيل 14.4 ميغابت/ثانية بحد أقصى عند استخدامها مجمل القناة الترددية البالغ (5) ميغاهرتز واستخدام جميع الشفرات الخاصة بهذه القناة وهي (15) شفرة وهو أمر غير وارد.

أما عند استخدام (5) أو (10) شفرات فإن سرعة التنزيل هي 3.6 و 7.2 ميغا بت/ثانية.

أما عملياً فإن سرعة التنزيل القصوى عند استخدام هذه التقنية فإنها تتراوح بين 250- 750 كيلو بت/ثانية، وتتيح تقنية الجيل الثالث سرعة إرسال 384 كيلو بت/ ثانية أما عملياً فهي تتراوح بين 40- 100 كيلو بت /ثانية.

أنظمة WiFi

بالرغم من كون أنظمة WiFi مصممة لتقديم خدمات داخل

obeikandl.com

المباني نظراً لطاقة الإرسال المحدودة التي تعمل بها، إلا أن هذه الأنظمة مستخدمة حالياً في تغطية مواقع خارجية، وبطاقة أعلى تجعلها تغطي دائرة بقطر من 300 - 1000 متر من خلال استخدام أمداء ترددية أخرى خارج المدى المخصص لها عالمياً وهو (2.4-2.48 جيجاهرتز).

ومن الملاحظ أن خدمة WiFi التي تعمل بترددات خارج المدى 2.4 أو المدى 5.8 جيجا هرتز يمكنها تحقيق سرعة نقل بيانات أعلى من أنظمة الهاتف النقال من الجيل الثالث وذلك بفضل عرض القناة المستخدمة والبالغ 20 ميجا هرتز بدلاً من (5) ميجا هرتز في أنظمة الجيل الثالث.

إضافةً إلى ذلك فإن أنظمة WiFi غير مصممة لتقديم اتصالات متنقلة بالسيارة.

النطاقات الترددية المتوافرة لتقنية Wimax

يعد النطاق الترددي 3.6- 3.4 جيجا هرتز هو النطاق المخصص للاتصالات اللاسلكية الثابتة واسعة النطاق حول العالم الذي تم زيادته في بعض البلدان بنطاقات أخرى منها 3,3 – 3.4 جيجا هرتز و 3.8- 3.6 جيجا هرتز.

أنظمة النطاق الواسع اللاسلكية الثابتة: التغطية والاستخدام

إن استخدام أنظمة النطاق الواسع اللاسلكية الثابتة يمكن تقسيمها من ناحية الاتصال إلى نقطة لنقطة Point to Point أو نقطة

obeikandl.com

لعدة نقاط Point to Multi Point، فاستخدامات النقطة لنقطة تشمل الربط بين المباني داخل مجمع، وأما النقطة لعدة نقاط فتتضمن استخداماتها الربط واسع النطاق إلى المساكن والمكاتب الصغيرة Small Office/Home Offices، أو المؤسسات الصغيرة والمتوسطة أو ربط الدوائر الخاصة بسعة E1 أو T1 أو ربط لاسلكي رئيس لنقاط متعددة عاملة بتقنية WiFi.

أما بالنسبة لخدمة المساكن والأعمال الصغيرة فمن الواضح أن تقنية WiMax تعد من التقنيات الواعدة في المستقبل القريب لربط الإنترنت للمساكن أو الشركات الصغيرة، كما تتضمن خدمات الهاتف باستخدام تقنية الصوت عبر معيار إنترنت.

وخدمة الإنترنت اللاسلكية تقدم عدداً من المزايا على الربط السلكي منها: انخفاض تكلفة إيصال الخدمة والسرعة وسهولة التركيب وانخفاض تكلفة الصيانة والتشغيل والاستقلال عن مشغلي الخدمة الإلزاميين.

وفي الدول التي تمتلك شبكات ألياف بصرية وصلت إلى معظم أجزاء المدن؛ لأن لهذه التقنية مجالاً رحباً في الضواحي والمناطق البعيدة حيث تصبح الوسائل الأخرى ذات تكلفة غير تنافسية.

كما يمكن أن تكون خدمة WiMax منافسة للخدمات الأخرى في المناطق الحضرية مثل DSL أو المودم الكيبلي.

obeikandl.com

الاستخدام الآخر هو توفير ربط T1 أو E1، أو سرعات أعلى لقطاع الأعمال نظراً لكون عدد قليل من المباني ترتبط حالياً بشبكة الألياف البصرية، بينما قد لا يمكن خدمة ذلك الموقع بخدمة DSL نتيجة عدد من العوائق التقنية.

obeikandl.com