

الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية **ITU-R M.1801-1**
(2010/01)

معايير السطوح البنية الراديوية لأنظمة النفاذ
اللاسلكي عريض النطاق بما في ذلك للتطبيقات
المتنقلة والتطبيقات الجوالة في الخدمة المتنقلة
العامة دون التردد 6 GHz

السلسلة M

الخدمة المتنقلة وخدمة التحديد الراديوي للموقع
وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة

الاتحاد الدولي للاتصالات



تمهيد

يضطلع قطاع الاتصالات الراديوية بدور يتمثل في تأمين الترشيد والإنصاف والفعالية والاقتصاد في استعمال طيف الترددات الراديوية في جميع خدمات الاتصالات الراديوية، بما فيها الخدمات الساتلية، وإجراء دراسات دون تحديد مدى الترددات، تكون أساساً لإعداد التوصيات واعتمادها. ويؤدي قطاع الاتصالات الراديوية وظائفه التنظيمية والسياساتية من خلال المؤتمرات العالمية والإقليمية للاتصالات الراديوية وجميعيات الاتصالات الراديوية بمساعدة لجان الدراسات.

سياسة قطاع الاتصالات الراديوية بشأن حقوق الملكية الفكرية (IPR)

يرد وصف للسياسة التي يتبعها قطاع الاتصالات الراديوية فيما يتعلق بحقوق الملكية الفكرية في سياسة البراءات المشتركة بين قطاع تقييس الاتصالات وقطاع الاتصالات الراديوية والمنظمة الدولية للتوحيد القياسي واللجنة الكهترتقنية الدولية (ITU-T/ITU-R/ISO/IEC) والمشار إليها في الملحق 1 بالقرار ITU-R 1. وترد الاستثمارات التي ينبغي لحاملي البراءات استعمالها لتقديم بيان عن البراءات أو للتصريح عن منح رخص في الموقع الإلكتروني <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en> حيث يمكن أيضاً الاطلاع على المبادئ التوجيهية الخاصة بتطبيق سياسة البراءات المشتركة وعلى قاعدة بيانات قطاع الاتصالات الراديوية التي تتضمن معلومات عن البراءات.

سلاسل توصيات قطاع الاتصالات الراديوية

(يمكن الاطلاع عليها أيضاً في الموقع الإلكتروني <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>)

| العنوان | السلسلة |
|--|---------|
| البث الساتلي | BO |
| التسجيل من أجل الإنتاج والأرشفة والعرض؛ الأفلام التلفزيونية | BR |
| الخدمة الإذاعية (الصوتية) | BS |
| الخدمة الإذاعية (التلفزيونية) | BT |
| الخدمة الثابتة | F |
| الخدمة المتنقلة وخدمة التحديد الراديوي للموقع وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة | M |
| انتشار الموجات الراديوية | P |
| علم الفلك الراديوي | RA |
| الخدمة الثابتة الساتلية | S |
| أنظمة الاستشعار عن بعد | RS |
| التطبيقات الفضائية والأرصاد الجوية | SA |
| تقاسم الترددات والتنسيق بين أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية والخدمة الثابتة | SF |
| إدارة الطيف | SM |
| التجميع الساتلي للأخبار | SNG |
| إرسالات الترددات المعيارية وإشارات التوقيت | TF |
| المفردات والمواضيع ذات الصلة | V |

ملاحظة: تمت الموافقة على النسخة الإنكليزية لهذه التوصية الصادرة عن قطاع الاتصالات الراديوية بموجب الإجراء الموضح في القرار ITU-R 1.

النشر الإلكتروني

جنيف، 2010

© ITU 2010

جميع حقوق النشر محفوظة. لا يمكن استنساخ أي جزء من هذه المنشورة بأي شكل كان ولا بأي وسيلة إلا بإذن خطي من الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU).

التوصية *ITU-R M.1801-1

معايير السطوح البينية الراديوية لأنظمة النفاذ اللاسلكي عريض النطاق بما في ذلك للتطبيقات المتنقلة والتطبيقات الجوال في الخدمة المتنقلة العاملة دون التردد 6 GHz

(المسألان ITU-R 212/5 و ITU-R 238/5)

(2010-2007)

1 مقدمة

توصي هذه التوصية بمعايير خاصة بالنفاذ اللاسلكي¹ عريض النطاق في الخدمة المتنقلة. وتتألف هذه المعايير من مواصفات مشتركة أعدتها منظمات وضع المعايير (SDO). وسيتمكن المصنعون والمشغلون بفضل هذه التوصية من تحديد أفضل المعايير التي تلائم احتياجاتهم.

وتوفر هذه المعايير الدعم لعدد كبير من التطبيقات في المدن والضواحي والمناطق الريفية لإرسال معطيات الإنترنت النوعية بالنطاق العريض أو إرسال معطيات الإنترنت وفي الوقت الحقيقي ومنها تطبيقات الهاتفة والمؤتمرات الفيديوية.

2 مجال التطبيق

تحدد هذه التوصية معايير خاصة للسطوح البينية الراديوية في أنظمة النفاذ اللاسلكي عريض النطاق (BWA) في الخدمة المتنقلة العاملة دون التردد 6 GHz. والمعايير التي تتضمنها هذه التوصية قادرة على تزويد المستعملين بمعدلات معطيات عريضة النطاق مع مراعاة تعريف قطاع الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات لمصطلحي "النفاذ اللاسلكي" و"النفاذ اللاسلكي عريض النطاق" الواردين في التوصية ITU-R F.1399.²

ولا ترمي هذه التوصية إلى تحديد نطاقات التردد الملائمة لأنظمة BWA ولا تتطرق إلى أي قضايا تنظيمية.

3 التوصيات ذات الصلة الصادرة عن الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصيات النافذة والهامة لإعداد هذه التوصية هي التالية:

التوصية ITU-R F.1399 – مفردات المصطلحات الخاصة بالنفاذ اللاسلكي.

التوصية ITU-R F.1763 – معايير السطوح البينية الراديوية لأنظمة النفاذ اللاسلكي عريض النطاق في الخدمة الثابتة العاملة في تردد أدنى من 66 GHz.

التوصية ITU-R M.1678 – الهوائيات التكميلية في الأنظمة المتنقلة.

* ينبغي لفت انتباه لجنتي الدراسات 2 و15 لقطاع الاتصالات الراديوية إلى هذه التوصية.

¹ يرد تعريف "النفاذ اللاسلكي" و"النفاذ اللاسلكي عريض النطاق" ("BWA") في التوصية ITU-R F.1399 التي تقدم أيضاً تعاريف مصطلحات النفاذ اللاسلكي "الثابت" و"المتنقل" و"الجوال".

² يتحدد النفاذ اللاسلكي عريض النطاق بأنه نفاذ لاسلكي يتجاوز مقدرات توصيله (توصيلاته) المعدل الأولي المحدد بمعدل بتات إرسال قدره 1,544 Mbit/s (T1) أو 2,048 Mbit/s (E1). ويتحدد النفاذ اللاسلكي بأنه التوصيل الراديوي (التوصيلات الراديوية) بين المستعمل النهائي والشبكات المركزية.

| المختصرات والتسميات المختصرة | | 4 |
|---|--|----------|
| هوائي تكيفي (<i>Adaptive antenna</i>) | | AA |
| إشعار وصول (قناة) (<i>Acknowledgement (channel)</i>) | | ACK |
| شبكة نفاذ (<i>Access network</i>) | | AN |
| رابطة الصناعات الراديوية والمشروعات (<i>Association of Radio Industries and Businesses</i>) | | ARIB |
| تكرار المحاولة الأوتوماتي (<i>Automatic repeat request</i>) | | ARQ |
| مطراف النفاذ (<i>Access terminal</i>) | | AT |
| الائتلاف لحلول صناعة الاتصالات (<i>Alliance for Telecommunications Industry Solutions</i>) | | ATIS |
| أسلوب نقل غير متزامن (<i>Asynchronous transfer mode</i>) | | ATM |
| قناة التحكم الإذاعية (<i>Broadcast control channel</i>) | | BCCH |
| نسبة أخطاء البتات (<i>Bit-error ratio</i>) | | BER |
| شبكة النفاذ الراديوي عريض النطاق (<i>Broadband radio access network</i>) | | BRAN |
| محطة قاعدة (<i>Base station</i>) | | BS |
| مسير محطة قاعدة (<i>Base station router</i>) | | BSR |
| شفرة دوران فدرية (<i>Block turbo code</i>) | | BTC |
| نفاذ لاسلكي عريض النطاق (<i>Broadband wireless access</i>) | | BWA |
| تشفير تلافيفي (<i>Convolutional coding</i>) | | CC |
| نفاذ متعدد بتقسيم الشفرة (<i>Code division multiple access</i>) | | CDMA |
| نفاذ متعدد بتقسيم الشفرة - موجة حاملة متعددة (<i>Code division multiple access – multi carrier</i>) | | CDMA-MC |
| طبقة التوصيل (<i>Connection layer</i>) | | CL |
| مستوي التحكم (<i>Control plane</i>) | | C-plane |
| تمديد الشفرة - نفاذ الإرسال المتعدد بتقسيم تعامدي للتردد (<i>Code spread OFDMA</i>) | | CS-OFDMA |
| شفرة دوران تلافيفية (<i>Convolutional turbo code</i>) | | CTC |
| اتصالات رقمية محسنة لا سلكية (<i>Digital enhanced cordless telecommunications</i>) | | DECT |
| تحكم في وصلة المعطيات (<i>Data link control</i>) | | DLC |
| نفاذ متعدد بتقسيم شفرة إلى تتابعات مباشرة (<i>Direct-sequence code division multiple access</i>) | | DS-CDMA |
| تمديد الطيف بتتابع مباشر (<i>Direct sequence spread spectrum</i>) | | DSSS |
| قناة مكرسة محسنة (<i>Enhanced dedicated channel</i>) | | E-DCH |
| خدمة عامة راديوية بأسلوب الرزم المحسن (<i>Enhanced general packet radio service</i>) | | EGPRS |
| المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (<i>European Telecommunication Standards Institute</i>) | | ETSI |
| تطور المعطيات المستثملة (<i>Evolution data optimized</i>) | | EV-DO |
| قناة أمامية (<i>Forward channel</i>) | | FC |
| قناة أمامية للتحكم (<i>Forward control channel</i>) | | FCC |
| إرسال مزدوج بتقسيم التردد (<i>Frequency division duplex</i>) | | FDD |

| | |
|--|----------|
| (Forward-error correction) التصحيح الأمامي للأخطاء | FEC |
| (Frame error rate) معدل الأخطاء في الرتل | FER |
| (Frequency hopping spread spectrum) تمديد الطيف بقفزات التردد | FHSS |
| (Fixed termination) مطراف ثابت | FT |
| (GSM edge radio access network GSM edge) شبكة نفاذ راديوي | GERAN |
| (Grade of service) صنف الخدمة | GoS |
| (General packet radio service) خدمة راديوية عامة بأسلوب الرزم | GPRS |
| (Global positioning system) نظام عالمي لتحديد المواقع | GPS |
| (High capacity-spatial division multiple access) نفاذ متعدد عالي القدرة بتقسيم المكان | HC-SDMA |
| (High performance RLAN) شبكة منطقة راديوية عالية الجودة | HiperLAN |
| (High performance metropolitan area network) شبكة منطقة حضرية راديوية عالية الجودة | HiperMAN |
| (High rate packet data) معطيات بأسلوب الرزم عالي المعدل | HRPD |
| (High speed downlink packet access) نفاذ عالي السرعة بأسلوب الرزم في الوصلة الهابطة | HSDPA |
| (High speed downlink shared channel) قناة متقاسمة عالية السرعة في الوصلة الهابطة | HS-DSCH |
| (High speed uplink packet access) نفاذ عالي السرعة بأسلوب الرزم في الوصلة الصاعدة | HSUPA |
| (Internet code division multiple access) نفاذ متعدد إلى الإنترنت بتقسيم الشفرة | I-CDMA |
| (Institute of Electrical and Electronics Engineers) معهد المهندسين الكهربائيين والإلكترونيين | IEEE |
| (Internet Engineering Task force) فريق مهام هندسة الإنترنت | IETF |
| (Internet protocol) بروتوكول الإنترنت | IP |
| (Link access control) التحكم في النفاذ إلى الوصلة | LAC |
| (Local area network) شبكة محلية | LAN |
| (Low density parity check) تحقق التعادلية بكثافة منخفضة | LDPC |
| (Logic link control) التحكم في الوصلة المنطقية | LLC |
| (Medium access control) التحكم في النفاذ إلى الوسط | MAC |
| (Metropolitan area network) شبكة منطقة حضرية | MAN |
| (Multi-carrier synchronous beamforming) تشكيل حزم متزامنة بموجات حاملة متعددة | MCSB |
| (Multiple input multiple output) دخل متعدد، خرج متعدد | MIMO |
| (Mobile station) محطة متنقلة | MS |
| (Non-line-of-sight) لا يقع في خط البصر | NLOS |
| (Orthogonal frequency division multiplexing) تعدد إرسال بتقسيم متعامد للترددات | OFDM |
| (Orthogonal frequency division multiple access) نفاذ متعدد الإرسال بتقسيم متعامد للترددات | OFDMA |
| (Open systems interconnection) توصيل بيني للأنظمة المفتوحة | OSI |
| (Packet data convergence protocol) بروتوكول تقارب معطيات الرزم | PDCP |
| (Personal handyphone system) نظام هاتف محمول شخصي | PHS |

| | | |
|--|--|-------------|
| | (Physical layer) الطبقة المادية | PHY |
| | (Physical layer protocol) بروتوكول الطبقة المادية | PLP |
| | (Portable termination) مطراف محمول | PT |
| | (Quadrature amplitude modulation) تشكيل الاتساع التربيعة | QAM |
| | (Quality-of-service) نوعية الخدمة | QoS |
| | (Reverse access channel) قناة النفاذ الراجعة | RAC |
| | (Radio frequency) تردد راديوي | RF |
| | (Radio local area network) شبكة الراديو للمنطقة المحلية | RLAN |
| | (Radio link control) تحكم في الوصلة الراديوية | RLC |
| | (Radio link protocol) بروتوكول الوصلة الراديوية | RLP |
| | (Reverse traffic channel) قناة حركة الرجوع | RTC |
| | (Single carrier) موجة حاملة أحادية | SC |
| | (Single carrier-frequency division multiple access) نفاذ متعدد بتقسيم الموجة الحاملة الوحيدة | SC-FDMA |
| | (Subcarrier group) زمرة موجات حاملة فرعية | SCG |
| | (Spatial division multiple access) نفاذ متعدد بتقسيم المكان | SDMA |
| | (Standards development organization) منظمة وضع المعايير | SDO |
| | (Single input single output) دخل وحيد وخرج وحيد | SISO |
| | (Security/session/stream layer) طبقة الأمن/الجلسة/التدفق | SL |
| | (Spatial multiplexing) تعدد إرسال مكاني | SM |
| | (Signalling network protocol) بروتوكول شبكة التشوير | SNP |
| | (Traffic code channels) قنوات شفرة الحركة | TCC |
| | (Time-division duplex) إرسال مزدوج بتقسيم الزمن | TDD |
| | (Time-division multiple access) نفاذ متعدد بتقسيم الزمن | TDMA |
| | (TDMA-single carrier TDMA) موجة حاملة أحادية للنفاذ | TDMA-SC |
| | (Time-division-synchronized CDMA) نفاذ CDMA متزامن بتقسيم الزمن | TD-SCDMA |
| | (Telecommunications Technology Association) رابطة تكنولوجيا الاتصالات | TTA |
| | (User plane) مستوي المستعمل | U-plane |
| | (Wireless broadband) نطاق عريض لاسلكي | WiBro |
| | (Wireless metropolitan area network) شبكة لاسلكية لمنطقة حضرية | WirelessMAN |
| | (Wireless Technologies and Systems Committee) لجنة التكنولوجيات والأنظمة اللاسلكية | WTSC |
| | (Wireless widebands Internet access) نفاذ لاسلكي إلى شبكة الإنترنت بالنطاقات العريضة | WWINA |
| | (eXtended Global Platform) منصة عالمية موسعة | XGP |

5 تنبيه

توصي التوصية ITU-R F.1763. معايير السطوح البينية الراديوية لأنظمة النفاذ اللاسلكي عريض النطاق في الخدمة الثابتة العاملة دون التردد 66 GHz.

إن جمعية الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات،

توصي

1 باستخدام المعايير الخاصة بالسطوح البينية الراديوية الواردة في الملحق 1 من 1 إلى 7 باعتبارها ملائمة لأنظمة النفاذ اللاسلكي عريض النطاق (BWA) في الخدمة المتنقلة العاملة دون التردد 6 GHz. الملاحظة 1 - يقدم الملحق 8 ملخصاً لخصائص المعايير الواردة في الملحق 1 من 1 إلى 7.

الملحق 1

الشبكات المحلية الراديوية عريضة النطاق

توفر الشبكات المحلية الراديوية (RLAN) توسعاً للشبكات المحلية السلكية التي تستعمل الموجات الراديوية كوسيط توصيل. وهي تضم تطبيقات تصلح للبيئة التجارية، حيث تتيح وفورات كبيرة في التكاليف والوقت الضروريين لإنشاء شبكة، وتطبيقات في بيئة منزلية، حيث تقدم توصيلاً مرناً بتكلفة زهيدة للحواسيب المتعددة المستعملة في المنزل، وتطبيقات في بيئة جامعية وعمامة، حيث يتزايد استعمال الحواسيب المحمولة لأغراض تجارية أو شخصية أثناء السفر وبسبب تزايد مزاولة العمل المتنقل، مثل حالة العمال المتنقلين الذين يستعملون حواسيبهم المحمولة الشخصية ليس في المكتب والمنزل فحسب، بل في الفنادق ومراكز المؤتمرات والمطارات والقطارات والطائرات والسيارات أيضاً. وباختصار تتوجه هذه الشبكات بصورة رئيسية لتطبيقات النفاذ اللاسلكي المتنقل فيما يتعلق بنقطة النفاذ (أي عندما يكون المستعمل في عربة متحركة تكون نقطة النفاذ أيضاً في العربة).

وترد معايير الشبكة المحلية الراديوية عريضة النطاق في التوصية ITU-R M.1450، ويمكن تجميعها على النحو التالي:

- المعيار IEEE 802.11

- المعيار ETSI BRAN HIPERLAN

- المعيار ARIB HiSWANa

1 المعيار IEEE 802.11

طور الفريق العامل للمعيار IEEE 802.11TM معايير للشبكات المحلية الراديوية RLANs، IEEE Std 802.11-2007 والتي تعتبر جزءاً من سلسلة IEEE 802 للمعايير لشبكات المناطق المحلية والحضرية. وقد صُممت وحدة التحكم في النفاذ إلى الوسط في IEEE Std 802.11 لدعم وحدات الطبقات المادية بالنحو الذي تعتمد عليه رهناً بتوافر الطيف. ويعمل المعيار IEEE Std 802.11 داخل النطاق الذي يتراوح بين 400-2 500 MHz، وداخل النطاقات التي تضم 3 650-3 700 MHz و 4,99-4,94 GHz و 5,03-5,091 GHz و 5,25-5,15 GHz و 5,35-5,25 GHz و 5,725-5,47 GHz و 5,850-5,725 GHz. ويستخدم المعيار IEEE Std 802.11 تقنية تمديد بقفزات التردد (FHSS)، وتمديد الطيف المتتابع المباشر (DSSS) وتقنية تعدد الإرسال بالتقسيم المتعامد للتردد (OFDM).

وتشمل التعديلات التي أدخلت على المعيار القاعدي IEEE 802.11-2007 قياس الموارد الراديوية للشبكات المحلية اللاسلكية (IEEE 802.11k)، وانتقال سريع لمجموعة خدمة أساسية (IEEE 802.11r)، وتشغيل التردد 3 650-3 700 MHz في الولايات المتحدة الأمريكية (IEEE 802.11y)، والتعزيز من أجل صبيب أعلى (IEEE 802.11n).

والعنوان URL للفريق العامل المعني بـ IEEE 802.11 هو <http://www.ieee802.org/11> ويتوافر مجاناً المعيار IEEE 802.11-2007 وبعض التعديلات عن طريق برنامج Get IEEE 802™ على العنوان التالي <http://standards.ieee.org/getieee802/802.11.html>، وسوف تتوافر التعديلات المعتمدة مجاناً بعد النشر بستة أشهر. وتوجد تعديلات معتمدة وبعض مشروعات التعديلات للشراء على العنوان <http://standards.ieee.org/getieee802/drafts.html>.

2 المعيار HIPERLAN الصادر عن اللجنة التقنية BRAN للمعهد ETSI

طورت اللجنة التقنية للمعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI TC) المعنية بشبكات النفاذ الراديوية عريضة النطاق (BRAN) مواصفات المعيار HiperLAN 2. وهو معيار مرن للشبكات المحلية الراديوية (RLAN) مصمم لتوفير نفاذ عالي السرعة يصل معدله إلى 54 Mbit/s في الطبقة المادية (PHY) لعدة شبكات ومنها الشبكات القائمة على بروتوكول الإنترنت (IP) التي تستخدم عادة أنظمة الشبكات RLAN. وتخصص بعض طبقات التقارب للعمل مع شبكات الإنترنت والشبكات ATM و IEEE 1394. وتتضمن تطبيقاتها الأساسية المعطيات النصية والصوتية والفيديوية وتراعي معلمات نوعية خدمة محددة. ويمكن نشر الأنظمة HiperLAN 2 في المكاتب وقاعات التدريس والمنازل والمعامل ومناطق التجمع لصالات المعارض، وبصورة عامة في المكان الذي يشكل فيه الإرسال الراديوي بديلاً فعالاً للتقنية السلكية أو يكملها.

والمعيار HiperLAN 2 مصمم للعمل في النطاقات GHz 5,25-5,15 و GHz 5,35-5,25 و GHz 5,725-5,47. والمواصفات الرئيسية هي TS 101 475 (الطبقة المادية) و TS 101 761 (طبقة التحكم بوصلة المعطيات) و TS 101 493 (طبقات التقارب). وجميع معايير المعهد ETSI متاحة في صيغتها الإلكترونية في العنوان <http://pda.etsi.org/pda/queryform.asp> مع تحديد رقم المعيار في خانة البحث.

وطورت اللجنة ETSI TC BRAN أيضاً مواصفات اختبار المطابقة لأغراض المعايير الرئيسية HiperLAN 2 بهدف تأمين إمكانية التشغيل البيئي للأجهزة والمنتجات الصادرة عن مصنعين مختلفين. وتضم مواصفات الاختبار هذه اختبار العمليات الراديوية والتحقق من البروتوكول على حد سواء.

وعملت اللجنة ETSI TC BRAN جنباً إلى جنب مع فريق العمل 802.11 التابع للمعهد IEEE-SA ومع فريق العمل المعني بشبكات النفاذ اللاسلكي عالية السرعة في اليابان من أجل تأمين الاتساق بين الأنظمة التي تضعها هذه الهيئات الثلاث للعمل في نطاقات التردد 5 GHz.

3 اللجنة HSWA³ التابعة للمنتدى MMAC⁴

وقد أعدت اللجنة HSWA التابعة للمنتدى MMAC معياراً وافقت عليه الرابطة ARIB⁵ ونشرته وهو يتعلق بأنظمة اتصالات النفاذ المتنقل عريض النطاق ويسمى HiSWANa (ARIB STD-T70). ويقتصر مجال تطبيق المواصفات التقنية على السطح البيئي الراديوي والسطوح البيئية للخدمة في الأنظمة الفرعية اللاسلكية ووظائف طبقة التقارب ووظائف الدعم الضرورية لتنفيذ الخدمات.

³ timedia Mobile Access Communication Systems Promotion Council

(يسمى الآن "Multimedia Mobile Access Communication Systems Forum") أو ("MMAC Forum").

⁴ High Speed Wireless Access Committee

⁵ Association of Radio Industries and Businesses

وتصف المواصفات التقنية الطبقة المادية (PHY) وطبقة التحكم في النفاذ إلى الوسيط (MAC) في وصلة المعطيات (DLC)، وهي طبقات مستقلة عن الشبكة المركزية. وتصف أيضاً طبقة التقارب الخاصة بالشبكة المركزية. ويتراوح معدل المعطيات عادة بين 6 و36 Mbit/s. كما يستعمل تقنية تعدد الإرسال بالتقسيم المتعامد للتردد (OFDM) والنظام TDMA-TDD. ويوفر النظام تطبيقات متعددة الوسائط من خلال تقديم آليات تتيح التحكم في نوعية الخدمة (QoS). وتتوفر إمكانية تنقل محدودة للمستعمل داخل منطقة الخدمة المحلية. ولا تتوفر حالياً إلا خدمة الإنترنت. ويعمل النظام HiSWANa في نطاق التردد 5 GHz (9,4-5,0 GHz و 15,5-5,25 GHz).

الملحق 2

السطوح البينية الراديوية للأرض في الاتصالات IMT-2000

تستمد عناوين هذا القسم من الفقرة 5 من التوصية ITU-R M.1457، حيث يمكن أيضاً الحصول على معلومات إضافية محدثة.

1 نظام نفاذ CDMA مع تمديد مباشر للاتصالات IMT-2000⁶

نظام النفاذ الراديوي UTRAN هو نظام نفاذ CDMA بتتابع مباشر (DS CDMA) وتمديد معلومات لعرض نطاق قدره 5 MHz تقريباً بمعدل Mchip/s 3,84. وتستعمل تقنيات متطورة للتشكيل، (64-QAM في الوصلة الهابطة، و16-QAM في الوصلة الصاعدة)، والدعم المحسن L2 لمعدلات المعطيات العالية وتقنيات التشفير وهوائيات متعددة المدخلات متعددة المخرجات والتشفير العنفي لتأمين نفاذ الرزم بسرعة عالية.

ويقسم الرتل الراديوي البالغ طوله 10 ms إلى 15 فترة زمنية (560 chip/slot في معدل قدرة Mchip/s 3,84). وتتحدد بالتالي قناة مادية باعتبارها شفرة (أو عدد من الشفرات). وتحدد أرتال فرعية طولها 2 ms مكونة من 3 فترات زمنية لأغراض القناة المتقاسمة بمعدل عال في الوصلة الهابطة (HS-DSCH) والقناة المكرسة المحسنة (E-DCH) (نفاذ بأسلوب الرزم عالي السرعة في الوصلة الصاعدة (HSUPA)) وقنوات التشوير المصاحبة. ويتحدد رتلان فرعيان قدر الواحد منهما 2 ms يتألفان من 3 فترات زمنية وتحقق هذه التكنولوجيا معدلات معطيات مرتفعة للغاية تصل إلى 42 Mbit/s بالنسبة للوصلة الهابطة وتصل إلى 11 Mbit/s بالنسبة للوصلة الصاعدة. ويمكن تحقيق مديات خلوية (تصل إلى 180 km) في ظروف الانتشار الطيبة (كالصحراء والحقول العشبية والحقول الخالية والمناطق الساحلية إلى غير ذلك).

ولتحقيق دعم يتسم بالكفاءة ودائم في السماح في نفس الوقت بالتوفير في UE مع زيادة سعة السطح البيني الهوائي، فإن المواصفات تشتمل أيضاً على رزمة من الخصائص التوصيلية (CPC). وثمة دعم لخدمات الصوت CS في HSPA.

ويتحدد السطح البيني الراديوي على نحو يتيح عدداً كبيراً من الخدمات لتأمين خدمات تعمل بتبديل الدارات (مثل الشبكات PSTN وISDN) وخدمات تعمل بتبديل الرزم (مثل شبكات الإنترنت) على حد سواء. وقد صمم بروتوكول راديوي مرّن يتيح للمستعمل أن يستخدم في نفس الوقت عدة خدمات مختلفة مثل خدمات الهاتفية والمعطيات والوسائط المتعددة وأن ترسلها إرسالاً متعددداً على موجة حاملة واحدة. وتؤمن خدمات الوسائط الراديوية المحددة خدمات في الوقت الفعلي وفي غير الوقت الفعلي على حد سواء باستعمال نقل معطيات شفاف و/أو غير شفاف. وتضبط نوعية الخدمة من حيث وقت الانتشار واحتمالية أخطاء البتات ونسبة أخطاء الأرتال (FER).

⁶ انظر الفقرة 1.5 من التوصية ITU-R M.1457.

وتؤمن معمارية شبكة النفاذ الراديوي أيضاً خدمات إذاعة متعددة الوسائط وإرسال متعدد، مثل إتاحة توزيع محتويات متعددة للوسائط إلى مجموعات المستخدمين في قناة حاملة من نقطة إلى عدة نقاط.

استحدثت E-UTRAN من أجل تطوير تكنولوجيا النفاذ الراديوي لتحقيق معدل معطيات مرتفع، ومعدل كُمون منخفض ونفاذ راديوي معزز بالرزم packet-optimized وتدعم ال E-UTRAN تشغيل عرض النطاقات المتدرج لتوزيعات الطيف الواصلة إلى أقل من 5 MHz وإلى 20 MHz في كل من الواصلة الصاعدة والواصلة الهابطة وتتألف معمارية شبكة النفاذ الراديوي التابعة لنظام النفاذ الراديوي E-UTRAN من عقد الرابطة المطورة المسماة (eNBs) UTRAN NodeBs. وتستضيف eNBs الوظائف الإدارية اللازمة لإدارة الموارد الراديوية، وانضغاط رأسية بروتوكول الإنترنت IP وتشفير مجرى معطيات المستعمل إلى غير ذلك. وعُقِدَ eNBs مترابطة بينياً بعضها ببعض وموصلة بلَب متطور من الرزم، (EPC).

وفي نظام E-UTRAN يتركز نظام النفاذ الراديوي الصاعد على موجة FDMA وحيدة، وبتحديد أكبر، على DFTS-OFDM. والمسافات الفاصلة بين الموجات الحاملة الفرعية هي 15 kHz. ويبلغ نظام التشكيل بالنسبة للواصلة الصاعدة نحو 16-QAM (تشكيل الاتساع التريبيعي-16) ويبلغ، اختياريًا، 64-QAM. ويرتكز نظام النفاذ الراديوي الهابط E-UTRAN على النفاذ التقليدي متعدد الإرسال بتقسيم متعامد للتردات (OFDM) وذلك باستخدام سابقة دورية (cyclic prefix). ومسافات التقسيم المكاني للموجة الحاملة الفرعية لـ OFDM هي 15 kHz للمسافة. وثمة دعم للدخل المتعدد، الخرج المتعدد للمستعمل الإفرادي MIMO ولـ MIMO متعدد المستخدمين يتحقق بواسطة هوائيات إرسال 2 و4. ويمكن تحقيق أقصى معدل للمعطيات يزيد على 300 Mbit/s عن طريق عرض نطاق قدره 20 MHz وبواسطة MIMO وبتشكيل يصل إلى 64-QAM. ويصل كل رتل راديوي في E-UTRAN إلى 10 ms من حيث الطول، وتبلغ أصغر وحدة زمنية رتل فرعي مقداره 1 ms. ويوجد الإرسال بالواصلة الصاعدة والإرسال بالواصلة الهابطة منفصلاً في دلالة التردد.

2 تقنية النفاذ CDMA مع موجات حاملة⁷ متعددة IMT-2000

ثمة خياران في السطح البيئي الراديوي cdma2000 هما: cdma2000 حيث تستخدم موجتان حاملتان أو ثلاث موجات حاملة RF أو HRPD رزم المعطيات عالية المعدل التابعة لـ cdma2000 حيث تستعمل منها من موجة حاملة إلى خمس عشرة موجة حاملة RF.

ويقدم خيار التشغيل cdma2000 الدعم إلى واحد أو ثلاثة 1,2 288 Mchips/s من الموجات الحاملة RF. ويتحدد السطح البيئي الراديوي بحيث يتيح عدداً كبيراً من الخدمات بتبديل الدارات (مثل شبكات PSTN أو ISDN) والخدمات بتبديل الرزم (مثل شبكات تستعمل بروتوكول الإنترنت). وقد صمم البروتوكول الراديوي ليتيح للمستعمل أن يستخدم في نفس الوقت وبمرونة عدة خدمات مختلفة كالمهاتفة والمعطيات والوسائط المتعددة وأن يرسلها على موجة حاملة واحدة. وتقدم خدمات الموجات الحاملة الراديوية المحددة خدمات في الوقت الفعلي وفي الوقت غير الفعلي على حد سواء من خلال استخدام نقل معطيات بأسلوب شفاف و/أو غير شفاف. ويمكن ضبط نوعية الخدمة (QoS) من حيث وقت الانتشار واحتمال أخطاء البتات ومعدل أخطاء الرتل (FER).

وتتضمن مواصفة السطح البيئي الراديوي خصائص محسنة تتيح إرسال معطيات بأسلوب الرزم عالي السرعة وخدمات أخرى مثل المهاتفة في نفس الوقت على موجة حاملة واحدة. وقد أدخلت على وجه التحديد خصائص لوصلة الرجوع المحسنة، مما أتاح تحسين القدرة والتغطية، وتجاوزت معدلات المعطيات الحد الأقصى الحالي في الواصلة الصاعدة وانخفض وقت الانتشار وقلت تغيراته في وصلة الرجوع.

وتقدم معمارية شبكة النفاذ الراديوي أيضاً خدمات الإذاعة متعددة الوسائط وتعدد الإرسال، أي أنها تتيح توزيع محتويات متعددة الوسائط إلى مستعملين في دارة موجات حاملة من نقطة إلى عدة نقاط.

⁷ انظر الفقرة 2.5 من التوصية ITU-R M.1457.

وفيما يتعلق بإرسال معطيات الرزم عالي المعدل cdma2000، تتألف قناة الذهاب المنتشرة في واحدة من الموجات الحاملة RF البالغ عددها 15 قناة من القنوات متعددة الإرسال بتقسيم الزمن التالية: القناة الدليلة، وقناة الذهاب للتحكم في النفاذ إلى الوسيط (MAC) وقناة التحكم وقناة حركة الذهاب. وتحمل قناة حركة الذهاب رزم معطيات المستعمل. وتحمل قناة التحكم رسائل التحكم وقد تحمل أيضاً حركة المستعمل. وتقسم كل قناة إلى أربع قنوات متعددة الإرسال حسب توزيع شفرة ولش (Walsh).

وتتألف القناة cdma2000 HRPD MAC من قناتين فرعيتين هما قناة التحكم في قدرة الرجوع (RPC) وقناة نشاط الرجوع (RA). وتنقل القناة RA تدفق بتات نشاط وصلة الرجوع (RAB). ورمز كل قناة MAC مشكل بالأسلوب BPSK لكل كلمة شفرة من كلمات شفرة ولش الأربع والستين 64-ary.

وقناة حركة الذهاب هي قناة تعمل بأسلوب الرزم وبمعدل متغير. وتنقل معطيات المستعمل في مطراف نفاذ بمعدل يتراوح بين 38,4 kbit/s و 4,9 Mbit/s. لكل حاملة 1,2 288 Mchips/s وتشفر معطيات قناة حركة الذهاب وقناة التحكم وتخلط وتشذر. وتلقم المعطيات الناتجة عن مشذر القناة في المشكل QPSK/8-PSK/16-QAM/64-QAM. وتكرر تتابعات الرموز المشكلة وتبتر حسب الاقتضاء. ثم يفك تعدد إرسال التتابعات الناتجة عن رموز التشكيل لتحويلها إلى 16 زوجاً من التدفقات المتوازية (في الطور والتريب). ويعطي كل تدفق من التدفقات المتوازية وظيفة ولش منفصلة من 16 بتة بمعدل يفضي إلى توليد رموز ولش بمعدل 76,8 ksymbol/s. وتجمع كافة الرموز المشفرة بأسلوب ولش لتشكيل تدفقاً واحداً في الطور وتدفقاً تريبعياً واحداً بمعدل 1,2 288 Mchip/s. ويتعدد إرسال العناصر الناتجة بتقسيم الزمن مع عناصر الاستهلال والقناة الدليلة والقناة MAC ليشكل التابع النهائي للعناصر اللازمة للتمديد التريبعي.

ويمكن إرسال رزم الطبقة المادية لقناة حركة الذهاب في فترات زمنية تتراوح بين 1 و 16. وعندما يتجاوز عدد الفترات الموزعة الواحدة، تستخدم الفترات المرسل في التداخل الحادث بين الأربع فترات زمنية. أي أن الفترات المرسل من الرزمة تفصل بينها ثلاث فترات وترسل فترات الرزم الأخرى في فترات تقع بين فواصل الإرسال هذه. فعند استلام إشعار وصول على القناة ACK لوصلة الرجوع يفيد بأن رزمة الطبقة المادية قد استلمت في قناة حركة الذهاب قبل إرسال جميع الفترات المحددة، لا ترسل الفترات المتبقية التي لم ترسل، وتستعمل الفترة المحددة القادمة كفترة زمنية أولى لإرسال رزمة الطبقة المادية التالية.

وتتألف قناة الرجوع CDMA للإرسال cdma2000 المحمولة في قناة راديوية RF مكرسة من قناة نفاذ وقناة حركة رجوع. ويستعمل مطراف النفاذ قناة النفاذ من أجل الشروع باتصال مع شبكة نفاذ أو الرد على رسالة موجهة إلى مطراف للنفاذ. وتتألف قناة النفاذ من قناة دليلة وقناة معطيات. وتستعمل المحطة المتنقلة قناة حركة الرجوع لإرسال حركة خاصة بالمستعمل أو إرسال معلومات إلى شبكة النفاذ. وتضم قناة حركة الرجوع قناة دليلة وقناة مؤشر معدل الرجوع (RRI) وقناة تحكم بمعدل المعطيات (DRC) وقناة إشعار (ACK) وقناة معطيات. وتستعمل القناة RRI للدلالة على معدل إرسال المعطيات في قناة حركة الرجوع. وهي قناة متعددة الإرسال بتقسيم الزمن مع القناة الدليلة. وتستعمل المحطة المتنقلة القناة DRC لتدل شبكة النفاذ على معدل معطيات قناة حركة الذهاب الذي يمكن توفيره وعلى أفضل قطاع خدمة في قناة الذهاب CDMA. ويستعمل مطراف النفاذ القناة ACK لإبلاغ شبكة النفاذ باستلام أو عدم استلام رزم المعطيات المرسل على قناة حركة الذهاب.

وفيما يتعلق بالنفاذ HRPD المحسّن، يتم استخدام طلب تكرار المحاولات الأوتوماتي الهجين (H-ARQ) في الطبقة المادية وبأطوال أرتال مختصرة، وتحكم سريع في البرجة/المعدل ومع تشكيل وتشفير تكييفيين من أجل زيادة الحد الأقصى لمعدل إرسال معطيات نظام في وصلة الرجوع.

1.2 نظام النطاق العريض فائق التنقل

إن النظام العريض النطاق فائق التنقل "UMB" يُقدّم تصميماً موحداً لكل من أسلوب التشغيل الكامل أو النصفى للإرسال المزدوج بتقسيم التردد (FDD) والإرسال المزدوج بتقسيم الزمن (TDD) تدعّمه في ذلك عروض نطاق متدرجة تتراوح بين 1,25 MHz و 20 MHz. وهذا النظام مصمم للنفاذ القوي إلى النطاق العريض المتنقل، وهو معزز ليتمتع بكفاءة طيف عالية وفترات كمون قصيرة باستخدام تشكيل متقدم، وتكييف وصلي، وتقنيات إرسال متعددة الهوائيات. وتستخدم سرعة إلهاء

التشغيل اليدوي (Fast handling) وسرعة التحكم في الطاقة، وإدارة التداخل بين القطاعات. أما التشكيل والتكيف التشفيري مع طلب التكرار الأوتوماتي المرتفع (H-ARQ) والتشفير العنفي (وتحقق التعادلة بكثافة منخفضة أمر اختياري) فتستخدم في تحقيق الكفاءات الطيفية المرتفعة. ويوفر تخطيط النطاقات الفرعية أداءً محسناً على الوصلة الأمامية والرجعية عن طريق استغلال المكاسب الناتجة عن تنوع كثرة المستخدمين في الحركة الحساسة للكُمون.

وتنهض الوصلة الأمامية على النفاذ متعدد الإرسال بتقسيم متعامد للترددات (OFDMA) ويعززها وجود تقنيات إرسال متعدد الهوائيات تشمل الدخل المتعدد، الخرج المتعدد MIMO، وتشكيل الحزم ذي الدارة المغلقة، والنفاذ المتعدد بالتقسيم المكاني وحد أقصى من تعدد الإرسال المكاني ترتيب 4. أما الحد الأدنى من كُمون إعادة الإرسال فيقرب من 5,5 ms ويتحقق أقصى معدل يزيد على 288 Mbit/s بالترتيب 4 من MIMO بـ 20 MHz.

إن الوصلة العكسية تكون شبه عمودية. أي أنها تستعمل الإرسال العمودي الذي يعتمد على النفاذ متعدد الإرسال بتقسيم متعامد للترددات (OFDMA) وكذلك الإرسال المتعدد غير العمودي للمستعمل المزود بتراكب طباقي أو هوائيات متعددة الاستقبال (SDMA) (لنفاذ المتعدد بتقسيم المكان). وتشمل الوصلة العكسية أيضاً إرسال بالنفاذ المتعدد بتقسيم الشفرة (CDMA) للحركة ذات المعدل المنخفض. وتتحقق إدارة التداخل عن طريق إعادة الاستخدام النسبي للترددات. ويمكن الحصول على التوازن بين الصيب/والإنسياب عن طريق التحكم في توزيع القوة على أساس تداخل مواقع الخلايا الأخرى. وتستعمل الوصلة العكسية قطعة تحكم CDMA وقطعة تحكم OFDMA. ويستعمل هذا النظام نفاذاً سريعاً ذا طلبات بطيئة وطلبات سريعة بلا بتات خدمة. وتستعمل الوصلة العكسية إشارة إحالة عريضة النطاق للتحكم في القدرة، والقرارات الذاتية، والتخطيط في النطاق الفرعي. ويسمح تصميم UMB MAC بالإرسال بواسطة الوصلة العكسية الموفرة للقدرة وذلك عن طريق مطرافيات ذات قدرة محدودة عن طريق التخطيط. ويصل كُمون إعادة الإرسال بالوصلة العكسية إلى نحو 7,3 ms ويصل أقصى معدل معطيات إلى ما يزيد على 75 Mbit/s في عرض نطاق قدرة 20 MHz (ذي كلمة شفريّة واحدة ذات تشفير شبه عمودي).

صمم النطاق UMB للتشغيل في توزيعات غير تزامنية جزئياً أو كلياً، ومع ذلك تزداد قدرات السطح البيئي الهوائي للاستفادة من التزامن فيما بين الخلايا. والقنوات الدليلية المنخفضة (بدون بتات) (القنوات الإرشادية) فيتم استحداثها للتمكن من البحث المجاور قليل التعقيدات وتيسير تبادل نفس التردد وكذلك التبادل داخل الترددات مع عدم السماح إلا بأقل قدر من التقطع.

ويعرض UMB أساليب تشغيل ذات سمات موفرة للقدرة وذلك لتحسين عمر بطاريات المطراف. ويتم، بصورة محددة، تعظيم إمكانيات أسلوب التداخل التشابكي لاستيعاب التطبيقات الحساسة لانخفاض معدل الكُمون مثل نقل الصوت بواسطة بروتوكول الإنترنت (VoIP)، بينما توجد حالة شبة توصيل ترمي إلى توفير القدرة عن طريق استعمال DTX/DRX ذي حركة لا تتأثر بانخفاض الكُمون أثناء دورة التشغيل.

3 النظام IMT-2000 CDMA TDD⁸

يتحدد السطح البيئي للإرسال المزدوج بتقسيم الزمن (TDD) بنفاذ راديوي عالمي للأرض (UTRA) على أنه يوفر ثلاثة خيارات، يسمى الأول TDD بمعدل 1,28 Mchip/s (TD-SCDMA) والثاني TDD بمعدل 3,84 Mchip/s والثالث TDD بمعدل 7,68 Mchip/s.

وقد أعد السطح البيئي الراديوي UTRA TDD لهدف قوي هو الاتساق مع مكونة الإرسال المزدوج بتقسيم التردد (FDD) (انظر الفقرة 1.1) من أجل تحقيق أكبر قدر من العناصر المشتركة. وقد تحقق ذلك في اتساق معلمات هامة للطبقة المادية وتحددت مجموعة مشتركة من بروتوكولات الطبقات العليا لكل من الإرسالين FDD و TDD حيث يتقاسم الإرسال TDD

⁸ انظر الفقرة 3.5 من التوصية ITU-R M.1457.

بالمعدل Mchip/s 1,28 مع الإرسال TDD بالمعدل Mchip/s 3,84 خصائص كثيرة. ويولي النظام UTRA TDD بفضل الخيارات الثلاثة، مختلف احتياجات أقاليم الاتحاد بطريقة مرنة، ويتحدد في مجموعة مواصفات مشتركة.

ونظام النفاذ الراديوي هو نفاذ متعدد بتقسيم الشفرة وتتابع مباشر. وهناك ثلاثة خيارات لمعدل العناصر، هما الإرسال TDD بمعدل Mchip/s 3,84 مع تمديد معلومات في عرض نطاق يقارب 5 MHz ومعدل قدره Mchip/s 3,84. والإرسال TDD بمعدل Mchip/s 1,28 مع تمديد معلومات في عرض نطاق يزيد على 10 MHz ومعدل قدره Mchip/s 7,68 و TDD بمعدل قدره Mchip/s 1,28. مع تمديد معلومات على عرض نطاق قدره 1,6 MHz، ومعدل عناصر قدره Mchip/s 1,28 ويتحدد السطح البيئي الراديوي بحيث يوفر عدداً كبيراً من الخدمات ليؤمن بشكل فعال خدمات تعمل بتبديل الدارات (مثل شبكات PSTN و ISDN) وخدمات تعمل بتبديل الرزم (مثل الشبكات التي تستعمل بروتوكول الإنترنت). وقد صمم بروتوكول راديوي مرن يتيح للمستعمل أن يستعمل في نفس الوقت عدة خدمات مختلفة، كالمهاتف والمعطيات والوسائط المتعددة وأن يعدد إرسالها في موجة حاملة واحدة. وتوفر خدمات القنوات الحاملة الراديوية المحددة خدمات في الوقت الفعلي وغير الفعلي باستخدام نقل المعطيات بالأسلوب الشفاف و/أو غير الشفاف. ويمكن ضبط نوعية الخدمة (QoS) من حيث وقت التأخير والمعدل BER والمعدل FER.

وتشمل مواصفة السطح البيئي الراديوي خصائص محسنة للنفاذ عالي السرعة للرزيم في الوصلة الهابطة HSDPA ودعم L2 محسن للمعدلات العالية من المعطيات. وتسمح بالإرسال للمعطيات بالرزيم بالوصلة الهابطة بصورة تصل إلى أقصى معدلات المعطيات وهي Mbit/s 2,8، Mbit/s 10,2، Mbit/s 20,4، لكل من Mchip/s 1,28، Mchip/s 3,84، و Mchip/s 7,68 على التوالي. كما تتيح إرسالاً متآوياً وسريعاً لمعطيات الرزم وخدمات أخرى كالكلام على قناة حاملة وحيدة. وقد استحدثت خصائص الوصلة الصاعدة المعززة، مما سمح بتحسين السعة والتغطية، كما بمعدلات أعلى من المعطيات، وقللت من فترات التأخير وتفاوت التأخير بالنسبة للوصلة الصاعدة.

إن إضافة التشكيل الأعلى (16-QAM) إلى الوصلة الصاعدة المعززة، يسمح بمعدلات قصوى من المعطيات تصل إلى نحو Mbit/s 2,2، Mbit/s 9,2، و Mbit/s 17,7 بالنسبة لكل من الأسلوب Mchip/s 1,28 و Mchips 3,84 و Mchip/s 7,68 على التوالي. وقد أضيف دعم إلى تشغيل التردد المتعدد لأسلوب UTRA TDD بمعدل Mchip/s 1,28.

وتوفر معمارية شبكة النفاذ الراديوي أيضاً خدمات الإذاعة متعددة الوسائط وخدمات الإرسال المتعدد أي إنها تتيح توزيع المحتويات متعددة الوسائط إلى مجموعات المستعملين في قنوات حاملة من نقطة-إلى-عدة نقاط.

وقد استحدثت E-UTRAN لتطوير تكنولوجيا النفاذ الراديوي نحو تحقيق معدل معطيات عال، وتكنولوجيا نفاذ راديوي معزز الرزم إلى أبعد الحدود ومنخفض الكمون. ويدعم نظام E-UTRAN تشغيل عرض نطاق متدرج لأجل عمل توزيعات الطيف الممتدة من أقل من 5 MHz إلى 20 MHz في كل من الوصلة الصاعدة والوصلة الهابطة. وتتألف معمارية شبكة النفاذ الراديوي من عقد UTRAN NodeBs مطورة. وتستضيف eNBs الوظائف الخاصة بإدارة المواد الراديوية، وانضغاط رأسيات بروتوكول الإنترنت وتشفير تدفق معطيات المستعمل إلخ. و eNBs مترابطة فيما بينها ومرتبطة بلب رزمي متطور (EPC).

وفي نظام E-UTRAN، يعتمد نظام النفاذ الراديوي بالوصلة الصاعدة على قناة حاملة وحيدة للنفاذ المتعدد بتقسيم التردد FDMA، وبصورة أكثر تخصيصاً DFTS-OFDM. والمسافات الفاصلة في القناة الحاملة الفرعية هي 15 kHz. وخطة التشكيل للوصلة الصاعدة تصل إلى اتساع تربيعة قدره 16-QAM ويمكن أن يكون 64-QAM اختياريًا. أما خطة النفاذ الراديوي بالوصلة الهابطة E-UTRAN فتعتمد على OFDM التقليدية باستخدام سابقة دورية. وتبلغ المسافات الفاصلة للموجات الحاملة الفرعية ل OFDM 15 kHz. ويوجه دعم المستعمل MIMO الفردي و MIMO المتعدد المستعملين بواسطة 2 و 4 هوائيات إرسال. ويمكن تحقيق معدل معطيات أقصى يزيد على 300 Mbit/s بواسطة عرض نطاق قدره 20 MHz، و MIMO وتشكيل أعلى يصل إلى اتساع تربيعة قدره 64-QAM.

4 المعيار TDMA بموجة حاملة وحيدة IMT-2000⁹

يقدم هذا السطح البيئي ثلاثة خيارات لعرض النطاق من أجل المعطيات عالية السرعة تستعمل جميعها تكنولوجيا النفاذ TDMA. ويستعمل الخيار (EDGE) ذو عرض النطاق kHz للموجة الحاملة التشكيل 8-PSK أو التشكيل 32-QAM بمعدل رموز زائد بالأسلوب ARQ الهجين، ويؤمن معدل إرسال للقناة في أسلوب الموجتين الحاملتين مقداره 1,625 Mbit/s أو 3,25 Mbit/s مع دعم تنقلية عالية. وبتيسر عرض نطاق مقداره 1,6 MHz للبيئات ذات التنقلية الأقل تستخدم التشكيل QAM بتخالف ثنائي ورباعي بالأسلوب ARQ الهجين. ويدعم خيار عرض النطاق 1,6 MHz هذا التوزيع المرن للفواصل ويحقق معدل إرسال للقناة يبلغ 5,2 Mbit/s.

كما تتوفر خدمة إذاعية متنوعة من نقطة-إلى-عدة نقاط تعرف بالخدمة الإذاعية متعددة الوسائط/متعددة الإرسال (MBMS). وتوجد اليوم خدمات من نقطة-إلى-عدة نقاط تتيح إرسال معطيات صادرة عن كيان وحيد المصدر إلى نمايات متعددة. وتوفر الخدمة MBMS بصورة فعالة هذه المقدرة للخدمات الإذاعية/متعددة الإرسال التي يوفرها موردو الخدمة المحلية وموردون آخرون لخدمات القيمة المضافة (VASP).

والخدمة MBMS هي خدمة حمالة من نقطة-إلى-عدة نقاط باتجاه واحد تنقل فيها المعطيات من كيان مرسل وحيد إلى مقاصد متعددة. وهي قادرة أيضاً على التوسع لتقديم خدمات أخرى بفضل هذه المقدرات الحمالة.

وأسلوب الإرسال المتعدد قابل للتشغيل مع الإرسال المتعدد IP العامل بالمعايير التي وضعها الفريق IEEE. مما يتيح أفضل استعمال لقواعد الخدمة IP من أجل إتاحة أكبر قدر من تيسر التطبيقات والمحتويات بحيث يمكن إيصال الخدمات الحالية والقادمة باستعمال أكثر فعالية للموارد.

5 النظام IMT-2000 FDMA/TDMA¹⁰

يسمى السطح البيئي الراديوي IMT-2000 العامل بتقنية النفاذ FDMA/TDMA، الاتصالات اللاسلكية الرقمية المحسنة (DECT).

ويحدد هذا السطح البيئي الراديوي سطحاً بينياً راديوياً بنفاذ TDMA مع إرسال مزدوج بتقسيم الزمن (TDD). أما معدلات إرسال القنوات لأنظمة التشكيل فهي 1,152 Mbit/s و 2,304 Mbit/s و 3,456 Mbit/s و 4,608 Mbit/s و 6,912 Mbit/s. ويقدم المعيار توصيلاً تناظرياً وتوصيلاً غير تناظري ونقل معطيات بأسلوب التوصيل ودون توصيل. ويتيح استعمال تشغيل متعدد الموجات، بثلاث موجات مثلاً، معدلات تصل إلى 20 Mbit/s وتضم طبقة الشبكة برتوكولات التحكم في النداء والخدمات الإضافية وخدمة رسائل التوصيل وخدمة الرسائل دون توصيل وإدارة التنقل ومنها خدمات الأمن والسرية.

وتحدد قنوات تردد النفاذ الراديوي والبنية الزمنية على حد سواء. أما التباعد بين الموجات الحاملة فقدره 1,728 MHz. ومن أجل النفاذ إلى الوسيط في الوقت المناسب، تستعمل البنية TDMA النظامية ورتل طوله 10 ms. وتُستحدث داخل هذا الرتل 24 فترة زمنية كاملة تتألف كل منها من نصفي فترة. ويعادل طول الفترة المضاعفة طول فترتين كاملتين، تطابق بدايتها بداية الفترة الكاملة.

وطريقة التشكيل المستخدمة هي إما الإبراق الغوسي بزحزة التردد (GFSK)، علماً بأن القيمة الاسمية لحاصل ضرب عرض النطاق في مدة البتة هي 0,5، أو الإبراق التفاضلي بزحزة الطور (DPSK) أو التشكيل الاتساعي التريبيعي (QAM). ويمكن للتجهيزات استعمال التشكيل بالحالات 4 و/أو 8 و/أو 16 و/أو 64 إضافة إلى التشكيل بحالتين؛ مما يضاعف معدل البتات في تجهيز راديوي واحد بضره بالعامل 2 أو 3 أو 4 أو 6. ويكون التشكيل بأربع حالات $\pi/4$ -DQPSK والتشكيل بشماني حالات $\pi/8$ -D8-PSK والتشكيل بست عشر حالة 16-QAM والتشكيل بأربع وستين حالة 64-QAM.

⁹ انظر الفقرة 4.5 من التوصية ITU-R M.1457.

¹⁰ انظر الفقرة 5.5 من التوصية ITU-R M.1457.

وتقدم طبقة MAC إلى الطبقات العليا وإلى كيان الإدارة ثلاث مجموعات من الخدمات هي:

- التحكم في الرسالة المذاعة (BMC)؛
- التحكم في الرسائل بأسلوب عدم التوصيل (CMC)؛
- التحكم متعدد الوسائط (MBC).

ويتيح التحكم BMC مجموعة خدمات متواصلة من نقطة - إلى - عدة نقاط بأسلوب عدم التوصيل. وتستخدم هذه الخدمات لنقل قنوات منطقية داخلية وتتاح أيضاً للطبقات العليا. وتعمل هذه الخدمات في الاتجاه من مطراف ثابت (FT) إلى مطراف محمول (PT) وتستطيع جميع المطاريف المحمولة الواقعة داخل مدى الإرسال الوصول إلى هذه الخدمة.

ويتيح التحكم CMC للطبقات العليا خدمات من نقطة إلى نقطة أو من نقطة - إلى - عدة نقاط بأسلوب عدم التوصيل. وتعمل هذه الخدمات بالاتجاهين بين مطراف ثابت محدد ومطراف محمول واحد أو أكثر.

ويتيح كل تحكم MBC للطبقات العليا خدمة واحدة من خدمات أسلوب التوصيل من نقطة إلى نقطة. وتستطيع الخدمة MBC استعمال وسيط واحد أو أكثر لتوفير خدمة واحدة.

وللوسيط MAC أربعة أنواع:

- وسيط إرسال مفرد: يستحدث وسيط الإرسال المفرد بإنشاء قناة مادية واحدة للإرسال في اتجاه واحد.
- وسيط إرسال مزدوج: يستحدث وسيط الإرسال المزدوج بضم وسيطين يعملان باتجاهين متعاكسين في قناتين مادتين.
- وسيط إرسال مفرد بقناتين: يستحدث وسيط إرسال مفرد بقناتين بضم وسيطي إرسال مفردين طويلين يعملان في نفس الاتجاه وفي قناتين مادتين.
- وسيط إرسال مزدوج بقناتين: يتألف وسيط الإرسال المزدوج بقناتين من وسيطي إرسال مزدوج من نفس توصيل التحكم MAC.

ويتخذ الوسيط إحدى الحالات التشغيلية الثلاث التالية:

- وسيط زائف: ويضم عادة إرسالات متواصلة (أي إرسال في كل رتل).
- وسيط حركة: ويضم إرسالات متواصلة من نقطة إلى نقطة. وهو وسيط إرسال مزدوج أو وسيط إرسال مفرد بقناتين أو وسيط إرسال مزدوج بقناتين.
- وسيط دون توصيل: ويضم إرسالات متقطعة. وهو وسيط إرسال مفرد أو إرسال مزدوج.

وتحدد طبقة التحكم في النفاذ إلى الوسيط (MAC) البنية المنطقية للقنوات المادية. ويعتمد معدل بتات المستعمل على نوع الفترة الزمنية ونظام التشكيل وسوية الحماية وعدد الفترات الزمنية وعدد الموجات الحاملة.

وتتيح الرسائل والإجراءات الإلزامية لانتقاء القنوات دينامياً تعاملاً فعالاً بين الأنظمة الخاصة والعمومية العاملة في نطاق ترددات معين مشترك دون الحاجة إلى اللجوء إلى عمليات تخطيط الترددات التقليدي. ولكل جهاز نفاذ إلى جميع القنوات (تجميعات زمن/تردد). وعند الحاجة إلى التوصيل يتم اختيار القناة على أساس أهمها، في تلك اللحظة وفي ذلك المكان هي القناة الأقل تداخلاً بين جميع لقنوات النفاذ المشتركة. الأمر الذي يعني عن التخطيط التقليدي للترددات وييسر عمليات التركيب إلى حد بعيد. ويقدم هذا الإجراء أيضاً قدرة تزايد بازدياد قرب مكان محطة القاعدة مع المحافظة على نوعية عالية للوصلة الراديوية. ويساعد الاستغناء عن تقسيم مورد الترددات على عدة خدمات أو مستعملين في استعمال الطيف استعمالاً فعالاً.

وتقدم المواصفات الأخيرة معلومات محدثة عن نظام "الجيل الجديد للاتصالات DECT" الذي يركز بشكل رئيسي على توفير خدمات تستعمل بروتوكول الإنترنت. كما أن نوعية خدمة الهاتفية يتحسن باستعمال تشفير النطاق الواسع. وجهاز التشفير

وفك التشفير الضروري لتأمين التشغيل البيئي في السطح البيئي الراديوي هو الكودك G.722. ويمكن التفاوض بشأن خيارات أخرى لكودك. وإضافة إلى خدمة الهاتفة باستعمال بروتوكول الإنترنت يتيح "الجيل الجديد للاتصالات DECT" خدمات سمعية وفيديوية وغيرها من الخدمات القائمة على بروتوكول الإنترنت.

6 السطح البيئي IMT-2000 OFDMA TDD WMAN¹¹

يقوم السطح البيئي IMT-2000 OFDMA TDD WMAN على معيار المعهد IEEE رقم 802.16 الذي قام على وضعه ورعايته فريق العمل 802.16 التابع للمعهد IEEE المعني بالنفاذ اللاسلكي عريض النطاق. وتتولى نشره جمعية المعايير التابعة لمعهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE-SA). وتتسم تكنولوجيا السطح البيئي الراديوي الوارد توصيفها في المعيار 802.16 بالمرونة من حيث إمكانية استعمالها في مجموعة واسعة من التطبيقات وترددات التشغيل والبيئات التنظيمية. ويضم المعيار IEEE 802.16 مواصفات متعددة للطبقة المادية، منها ما يعرف بالمواصفة MAN-OFDMA اللاسلكية. وتعد المواصفة OFDMA TDD WMAN حالة خاصة من المواصفة WirelessMAN-OFDMA اللاسلكية حيث تحدد مواصفة سطح بيئي راديوي خاص قابل للتشغيل البيئي. والشبكة OFDMA TDD WMAN الوارد تعريفها هنا تعمل في الأسلوبين TDD و FDD على السواء.

ويضم السطح البيئي الراديوي OFDMA TDD WMAN الطبقتين الأدنى للشبكة-الطبقة المادية (PHY) وطبقة التحكم في وصلة المعطيات (DLC). والعنصر الأدنى في الطبقة DLC هو MAC؛ والعنصر الأعلى في هذه الطبقة هو طبقة التحكم في الوصلة المنطقية (LCC). وتقوم الطبقة المادية على الأسلوب OFDMA الذي يدعم توزيع مرن للقنوات يشمل نطاقات تبلغ 5 MHz و 7 MHz و 8,75 MHz و 10 MHz. وتقوم الطبقة المادية MAC على البروتوكول القائم على التوصيل والمصمم للاستعمال في تشكيل من نقطة إلى عدة نقاط. وهو مصمم بحيث يحمل مجموعة واسعة من الخدمات (عادة خدمات قائمة على بروتوكول الإنترنت) بتبديل الرزم مع السماح بالتحكم الدقيق واللحظي في توزيع الموارد بما يتيح التمييز الكامل لنوعية الخدمة من صنف الموجة الحاملة.

والسطح البيئي الراديوي OFDMA TDD WMAN مصمم لحمل الحركة القائمة على الرزم، بما فيها تلك القائمة على بروتوكول الإنترنت. وهو مرن بما يكفي لدعم ضرب متنوع من معماريات شبكات الطبقات العليا من أجل الاستعمال الثابت أو المتحول أو المتنقل بالكامل مع دعم تسليم الحركة. ويمكنه بسهولة دعم الجوانب الوظيفية الملائمة لخدمات المعطيات العامة فضلاً عن خدمات الصوت والوسائط المتعددة التي يشكل الزمن عنصراً حاسماً فيها وخدمات الإذاعة والبث المتعدد والخدمات التنظيمية المخولة.

ويقوم معيار السطح البيئي الراديوي بتوصيف الطبقتين 1 و 2؛ ولا يتضمن المعيار مواصفة طبقات الشبكة العليا. وهو يوفر ميزة المرونة والانفتاح عند السطح البيئي بين الطبقتين 2 و 3 ويدعم مجموعة متنوعة من البنى التحتية الشبكية. وهذا السطح البيئي الراديوي متوافق مع معماريات الشبكة المعروفة في التوصية ITU-T Q.1701. ويوفر منتدى WiMAX¹²، على نحو خاص، تصميمًا لمعمارية شبكة من أجل الاستعمال الأمثل للمعيار IEEE 802.16 والسطح البيئي الراديوي OFDMA TDD WMAN والذي يرد وصفه في "المرحلة 2-3 لمعمارية الأنظمة الشبكية WiMAX من طرف لطرف".

¹¹ انظر الفقرة 6.5 من التوصية ITU-R M.1457.

¹² <http://www.wimaxforum.org/technology/documents/>

الملحق 3

معايير المعهدين IEEE وETSI الموحدة للسطوح البينية الراديوية
لأنظمة النفاذ اللاسلكي عريض النطاق (BWA) في الخدمة الثابتة
ومنها التطبيقات المتنقلة والجوالة

1 معلومات عامة عن السطح البيني الراديوي

إن المعيار IEEE 802.16-2009 والمعايير ETSI HiperMAN تعرف سطوحاً بينية راديوية موحدة للطبقات المادية للإرسال OFDM والنفاذ OFDMA وللطبقة MAC (التحكم بالنفاذ إلى الوسيط)/الطبقة DLC (التحكم بوصلة المعطيات). لكن مع أن المعيار ETSI BRAN HiperMAN لا يتطرق إلا لتطبيقات الخدمة الجوالة، فإن المعيار IEEE 802.16-2009 أيضاً يتوجه للتطبيقات المحمولة بالكامل على عربات.

ويتيح استعمال نطاقات تردد دون 6 GHz إنشاء نظام نفاذ يتوافق مع هذا السطح البيني الراديوي المعياري ويقدم مجموعة من التطبيقات بدءاً من التطبيقات المتنقلة بالكامل حتى تطبيقات الشركات والتطبيقات الخاصة في المدن والضواحي والريف. وتم تحسين هذا السطح البيني ليعمل مع القنوات الراديوية للأجهزة المتنقلة الدينامية. وهو قادر على توفير طرائق نقل وسلسلة كاملة من أساليب الاقتصاد في الطاقة. وقد تتيح هذه المواصفة تسهيل توفير بيانات نوعية من نمط الإنترنت وبيانات في الوقت الفعلي، بما في ذلك تطبيقات مثل المهاتفة وخدمة المؤتمر المرئي.

ويسمى هذا النوع من الأنظمة بالشبكة اللاسلكية لمنطقة حضرية (WirelessMAN في المعيار IEEE وHiperMAN في المعيار ETSI BRAN). ولا تحيل كلمة "حضرية" إلى التطبيق بل إلى الحجم. وتستند معمارية هذا النوع من الأنظمة بشكل رئيسي إلى الإرسال من نقطة-إلى-عدة نقاط مع محطة قاعدة تخدم مشتركين في خلية معينة قد تصل مساحتها إلى عدة كيلومترات. ويمكن المستعملون من النفاذ إلى أنواع مختلفة من المطاريف مثل الهواتف المحمولة والهاتف الذكي والحاسوب الجيبى والحاسوب الشخصي المحمول والمذكرة الإلكترونية وذلك في بيئة متنقلة. ويعمل السطح البيني الراديوي في عدد من عروض القنوات مثل 1,25 و3,5 و5 و7 و8,75 و10 و14 و15 و17,5 و20 MHz لترددات التشغيل تحت التردد 6 GHz. ويحسّن استعمال تعدد الإرسال المتعامد بتقسيم التردد (OFDM) والنفاذ المتعدد المتعامد بتقسيم التردد (OFDMA) من فعالية استعمال عرض النطاق بسبب البرمجة المناسبة للوقت/التردد والمرونة في إدارة أجهزة المستعمل المختلفة مع عدد من أنواع الهوائيات وأشكالها. وينتج عن هذا الاستعمال نقص التداخل في أجهزة المستعمل ذات الهوائيات شاملة الاتجاهات وتحسن المقدرة في غير خط البصر، وهو أمر بالغ الأهمية بالنسبة لمشاركي الخدمة المتنقلة. ويحدد ترتيب القنوات الفرعيّ قنوات فرعية يمكن توزيعها على مختلف المشتركين تبعاً لشروط القناة ومتطلبات معطياتها. ويعطي ذلك مزودي الخدمة مزيداً من المرونة في إدارة عرض القناة وقدرة الإرسال ويؤدي إلى مزيد من الفعالية في استعمال الموارد بما فيها موارد الطيف.

ويوفر السطح البيني الراديوي عدداً من عروض القنوات وترددات التشغيل تتيح فعالية قصوى في استعمال الطيف تصل إلى 3,5 bits/s/Hz في تشكيلة واحدة لهوائي الاستقبال والإرسال (SISO).

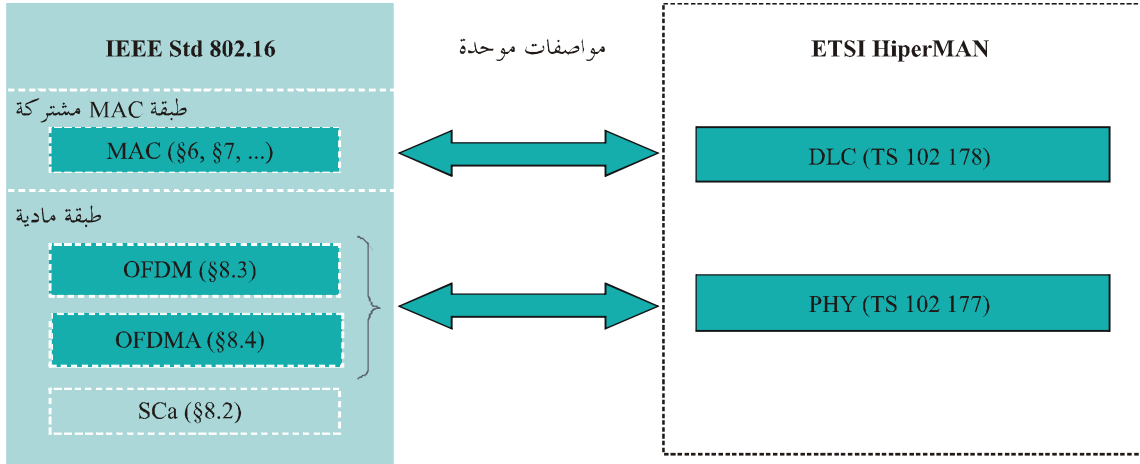
ويضم السطح البيني الراديوي الطبقة PHY والطبقة MAC/DLC. وتقوم الطبقة MAC/DLC على أساس النفاذ المتعدد المخصص حسب الطلب حيث الإرسالات مبرمجة تبعاً للأولوية والتيسر. ويستند هذا التصميم إلى الحاجة إلى توفير نفاذ من النوع التشغيلي للشبكات العمومية من خلال توفير عدة طبقات فرعية للتقارب مثل بروتوكول الإنترنت والإنترنت مع المحافظة على نوعية خدمة كاملة.

وتقدم الطبقة MAC/DLC الأساليب OFDM (تعدد إرسال متعامد بتقسيم التردد) وOFDM (نفاذ OFDMA) وPHY.

ويبين الشكل 1 مخططات مواصفات التشغيل البيئي الوحيدة للمعايير IEEE و WirelessMAN و ETSI HiperMAN التي تضم مواصفات الطبقات المادية لإرسال OFDM والنفاذ OFDMA وكذلك كامل الطبقة MAC بما فيها وظائف الأمان.

الشكل 1

المعايير BWA الموحدة الخاصة بالتشغيل البيئي في الترددات دون 6 GHz



1801-01

ويحدد المنتدى WiMAX Forum™ والمعايير IEEE 802.16 و ETSI HiperMAN ملامح معلمات التشغيل البيئي الموصى بها. وترد خصائص المعيار IEEE 802.16 في وثيقة المعايير الرئيسية بينما ترد خصائص المعيار HiperMAN في وثيقة مستقلة. وتحدد رابطة تكنولوجيا الاتصالات (TTA) ملامح الخدمة WiBro (اللاسلكية عريضة النطاق) التي تستند إلى ملامح المعيار 1A¹³ للمنتدى WiMAX. وعلى الرغم من عدم وروده صراحة في الملحق 2، فإن محتوى هذا المعيار، TTA.KO-06.0082/R2، بما في ذلك ترتيب القنوات في النطاق 8,75 MHz يماثل أحد الخيارات الواردة في الفقرة 6 من الملحق 2.

2 مواصفة تفصيلية للسطح البيئي الراديوي

1.2 المعيار IEEE 802.16

معياري صادر عن المعهد IEEE من أجل الشبكات المحلية والكبيرة، الجزء 16: سطح بيئي راديوي من أجل أنظمة النفاذ الثابتة واللاسلكية عريضة النطاق.

المعيار IEEE 802.16 هو معيار سطوح بيئية راديوية للنفاذ اللاسلكي عريض النطاق (BWA). وهو يدعم الأنظمة الثابتة والجوالة والمنتقلة كما يدعم التشغيل المشترك للخدمتين الثابتة والمنتقلة في نفس الوقت في نطاقات ترددات مرخص بها تحت التردد 6 GHz. أما المعيار IEEE 802.16-2009 الحالي فصمم على شكل شبكة راديوية للمعطيات بأسلوب الرزم وبصبيب مرتفع قادر على توفير عدة أنواع من التطبيقات والخدمات التي تستعمل بروتوكول الإنترنت وتقوم على أساس نماذج مختلفة للاستعمال والتنقل والأعمال التجارية. ومن أجل توفير هذا التنوع صمم السطح البيئي الراديوي IEEE 802.16 على درجة عالية من المرونة مع قائمة واسعة من الخيارات.

وتتيح التكنولوجيا اللاسلكية المتنقلة عريضة النطاق القائمة على المعيار IEEE 802.16 مرونة في نشر الشبكة وتوفير الخدمات. وفيما يلي وصف بعض خصائص المعيار الرئيسية ذات الصلة:

الصبيب وفعالية استعمال الطيف والتغطية

تتضافر التقنيات المتطورة للهوائيات المتعددة مع تشوير النفاذ OFDMA من أجل زيادة استطاعة النظام وتغطيته إلى أكبر حد. ويحوّل التشوير OFDM قناة عريضة النطاق تتعرض للخبو الانتقائي للتردد إلى عدة موجات حاملة فرعية ضيقة النطاق مع خبو منتظم مما يمكن تشغيل الهوائي الذكي على موجات حاملة فرعية منتظمة المتجه. وفيما يلي الخصائص التقنية الرئيسية المتعددة للهوائي:

- تعدد دخل وتعدد خرج (MIMO) من المرتبة الثانية والثالثة والرابعة وتعدد إرسال مكاني (SM) في الوصلة الصاعدة والوصلة الهابطة؛
- تبديل MIMO تكييفي بين تشفير تعدد الإرسال المكاني/القدرة المكانية الزمنية من أجل زيادة فعالية استعمال الطيف إلى أكبر حد دون تقليص منطقة التغطية؛
- تعدد إرسال مكاني مرافق للوصلة الصاعدة (UL) للأجهزة المزودة بهوائي إرسال واحد؛
- تقنية متطورة لتشكيل الحزم دون توجيه.

وتتوفر مراتب التشكيل QPSK و 16-QAM و 46-QAM في الوصلة الصاعدة والوصلة الهابطة على حد سواء. أما أنظمة التشفير المتطورة ومنها التشفير التلافيقي و CTC و BTC و LDPC بالترافق مع أسلوب التجميع (chase combining) وأسلوب ARQ المهجين بالإطباب التدريجي وآلية التشكيل والتشفير التكييفيين فتمكن التكنولوجيا من توفير وصلة راديوية متينة وعالية الجودة.

توفير إمكانية التنقل

يتيح هذا المعيار تحسين النقل التبدلي الذي تقوم به المحطة القاعدة أو المحطة المتنقلة مع الحفاظ على فعالية استعمال عرض النطاق واختصار وقت النقل إلى أقل من 50 ms. ويتيح أيضاً خيار التبدل السريع لمحطة قاعدة (FBSS) والنقل المتنوع (MDHO) Marco من أجل اختصار مدة النقل.

وتتوفر أيضاً أساليب مختلفة لتوفير الطاقة ومنها أسلوب الرقاد والراحة.

الخدمات المتوفرة وأصنافها

تتوفر مجموعة خيارات لنوعية الخدمة مثل الخدمة UGS (خدمة ضمان دون طلب) ومعدل متغير في الوقت الفعلي ومعدل متغير في وقت لاحق ومعدل متغير لاختيار الأفضل، والزيادة في الوقت الفعلي مع إلغاء فترات الصمت (خاصة لأغراض المهاتفة باستعمال الإنترنت) من أجل ضمان سوية الخدمة بما فيها معدل إيصال المعلومات المتفق عليه والمعدل الأقصى والمعدل الأدنى المحجوز والمعدل الأقصى الثابت وأقصى تفاوت مسموح به للانتشار وللارتعاش وأولوية الخدمة، وذلك لأنماط مختلفة من تطبيقات الإنترنت والوقت الفعلي مثل المهاتفة باستعمال الإنترنت.

ويتيح التوزيع المتغير للأرتال الفرعية في الوصلتين الصاعدة والهابطة تسيير حركة المعطيات في هاتين الوصلتين بصورة متناظرة داخلياً.

وتتيح عدة أساليب OFDMA لتوزيع الموجات الحاملة المتجاورة والمتنوعة للتكنولوجيا أن تجد حلولاً توفيقية بين التنقلية والاستطاعة داخل الشبكة ومن مستعمل إلى مستعمل. ويتيح النفاذ OFDMA مع تبديل الموجات الحاملة المتجاورة إمكانية تخصيص مجموعة موجات حاملة لمستعملي الخدمة المتنقلة وذلك تبعاً لقوة الإشارة.

وتقدم أنظمة توزيع القنوات الفرعية والتشوير MAP آلية تسمح بالحصول على أفضل برمجة لموارد المكان والتردد والوقت من أجل مراقبة المعطيات وتوزيعها (توزيع متعدد وإذاعي وأحادي) في نفس الوقت في السطح البيئي الراديوي رتلاً رتلاً.

قابلية المعايير

المعيار IEEE 802.16 مصمم ليقبل عروض نطاق مختلفة للقناة من 1,25 إلى 28 MHz وذلك لتلبية احتياجات متفرقة في أرجاء العالم.

وتتيح الطبقة المادية القابلة للمعايرة والقائمة على أساس مفهوم النفاذ OFDMA القابل للمعايرة للتكنولوجيا تحسين الأداء إلى أكبر قدر في بيئة متنقلة تتعرض للخبو الناجم عن تعدد المسارات وتتصف بتأخر الانتشار وأثر دوبلر مع إطناب ضئيل في مدى واسع من عروض نطاق القناة. وتتحقق قابلية المعايير من خلال تسوية متحولة فوربيه السريعة (FFT) مع عرض نطاق القناة وتثبيت تباعد الترددات بين الموجات الحاملة الفرعية.

تخطيط إعادة استعمال الترددات

يقدم المعيار IEEE 802.16 OFDMA PHY عدة أساليب للتوزيع إلى موجات حاملة فرعية وعدة بني أرتال مثل الاستعمال الجزئي أو الكلي للتوزيع إلى قنوات فرعية (PUSC أو FUSC) أو التشكيل والتشفير المتطورين (AMC). وتمكّن هذه الخيارات مزودي الخدمة من التخطيط بمرونة لإعادة استعمال الشبكات اللاسلكية من أجل الحصول على عامل إعادة استعمال الترددات قدره 1 من حيث فعالية استعمال الطيف أو عامل إعادة استعمال متين قدره 3 من حيث التداخل أو أفضل السيناريوهات لإعادة استعمال جزئي.

وفي حالة عامل إعادة الاستعمال 1 وعلى الرغم من أن استطاعة النظام تزايد عادة، قد يعاني المستعملون عند أطراف خلية التغطية من نوعية التوصيل المتدنية بسبب التداخل الشديد. ونظراً لأن المستعملين في النفاذ OFDMA يستخدمون القنوات الفرعية التي تشغل جزءاً صغيراً من عرض نطاق القناة فمن الممكن معالجة مشكلة التداخل عند أطراف الخلية بسهولة من خلال إعادة ترتيب استعمال القنوات الفرعية وعامل إعادة الاستعمال داخل الأرتال (ومن هنا مفهوم إعادة الاستعمال الجزئي) دون اللجوء إلى عملية التخطيط التقليدية للترددات. وتُبقي هذه التشكيلة على العامل 1 لإعادة استعمال الترددات في الحمولة الكاملة للمستعملين الواقعين في وسط الخلية¹⁴ والذين يتمتعون بتوصيل جيد من أجل تعزيز فعالية الطيف إلى أبعد حد، بينما تتم إعادة الاستعمال الجزئي للترددات لخدمة المستعملين الواقعين على حدود الخلية¹⁵ من أجل تحسين نوعية التوصيل ومعدله. ويمكن استمثال تخطيط إعادة استعمال القنوات الفرعية بتكليفه مع القطاعات أو الخلايا تبعاً لحمولة الشبكة وتوزيع مختلف أنماط مستعملها (ثابت ومتنقل) وحالة التداخلات رتلاً رتلاً. ويجوز لجميع الخلايا/القطاعات أن تستخدم نفس قناة التردد الراديوي دون الحاجة إلى إجراء تخطيط الترددات التقليدي.

طبقة الأمن الفرعية

يوفر المعيار IEEE 802.16 الخصوصية وإدارة المفاتيح RSA PKMv1 و HMAC و AES-CCM وكذلك PKMv2-EAP و CMAC و AES-CTR والأمن MBS.

المعيار

المعيار IEEE متاح في نسخته الإلكترونية في العنوان التالي:

<http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.16-2009.pdf>

¹⁴ المستعملون الواقعون في وسط القطاع بعيداً عن القطاعات المجاورة.

¹⁵ المستعملون الواقعون قرب حدود القطاع قريباً من القطاعات المجاورة.

2.2 معايير المعهد ETSI

- تضم المواصفات الواردة في هذا القسم المعايير التالية لأغراض النفاذ اللاسلكي عريض النطاق، وفيما يلي أحدث النسخ المتاحة:
- ETSI TS 102 177 v1.3.2: شبكات النفاذ الراديوية عريضة النطاق (BRAN)؛ HiperMAN؛ الطبقة المادية (PHY).
 - ETSI TS 102 178 v1.3.2: شبكات النفاذ الراديوية عريضة النطاق (BRAN)؛ HiperMAN؛ طبقة التحكم في وصلة المعطيات (DLC).
 - ETSI TS 102 210 v1.2.1: شبكات النفاذ الراديوية عريضة النطاق (BRAN)؛ HiperMAN؛ خصائص النظام.
- ملخص: يتناول المعيار HiperMAN موضوع قابلية التشغيل البيئي أنظمة النفاذ BWA تعمل بترددات أدنى من 11 GHz من أجل التشغيل في خلايا كبيرة لا تقع في خط البصر (NLOS). ويقدم المعيار الأسلوبين FDD و TDD وفعالية عالية في استعمال الطيف ومعدلات مرتفعة للمعطيات وتشكيل تكييفي ونصف قطر كبير للخلايا ودعم أنظمة متطورة للهوائيات وخوارزميات تشفير على درجة عالية من الأمان. والخصائص الراهنة لهذا المعيار تتوجه للمعدلين 1,75 MHz و 3,5 MHz والتباعد 7 MHz بين القنوات وتتلاءم مع النطاق 3,5 GHz.
- أما الخصائص الرئيسية للمعايير HiperMAN الموحدة تماماً مع المعيار IEEE 802.16 فهي:
- جميع تحسينات الطبقة PHY المتعلقة بالأسلوبين OFDM و OFDMA بما فيها MIMO الخاصة بالأسلوب OFDMA؛
 - ترتيب مرن للقنوات مع تباعد قدره 3,5 MHz و 7 MHz و 10 MHz (ويصل إلى 28 MHz)؛
 - نفاذ OFDMA قابل للتوسيع مع قيم المتحولة FFT البالغة 512 و 1024 و 2048 نقطة للاستعمال تبعاً لعرض القناة على نحو يبقي التباعد بين الموجات الحاملة الفرعية ثابتاً؛
 - النفاذ OFDMA للوصلة الهابطة والوصلة الصاعدة (ترتيب القنوات الفرعية) للأسلوبين OFDM و OFDMA؛
 - توفير الهوائي التكييفي في الأسلوبين OFDM و OFDMA.
- المعايير: جميع المعايير ETSI متاحة بنسختها الإلكترونية في العنوان <http://pda.etsi.org/pda/queryform.asp> مع تحديد رقم المعيار في مربع البحث.

الملحق 4

المعايير ATIS WTSC المتعلقة بالسطوح البيئية الراديوية في أنظمة النفاذ اللاسلكي عريض النطاق (BWA) في الخدمة المتنقلة

1 معيار النفاذ اللاسلكي إلى شبكة الإنترنت عريضة النطاق (WWINA) ATIS WTSC ومعايير أخرى

إن لجنة التكنولوجيا والأنظمة الراديوية (WTSC، T1P1 سابقاً) للرابطة ATIS (رابطة الحلول الصناعية للاتصالات) هي منظمة معنية بوضع المعايير ومعتمدة من المؤسسة الوطنية الأمريكية للمعايير، وضعت ثلاثة معايير وطنية أمريكية تنسجم والمتطلبات التي اعتمدها فيما يتعلق بأنظمة النفاذ اللاسلكي إلى شبكة الإنترنت عريضة النطاق (WWINA) ومعايير أخرى تطبق على النفاذ اللاسلكي الجوال. وتتيح معايير السطوح البيئية الراديوية WWINA إمكانية النقل وتقديم خدمات مكتملة لما تقدمه الخدمتان DSL والمودم الكبلي لمشاركي الخدمة الجواله المتنقلين. ويتم تعزيز هذه الأنظمة لاستخدامها في خدمات

المعطيات بأسلوب الرزم عالية السرعة التي تعمل في قناة مستقلة للمعطيات المحسنة. وتحدد متطلبات النفاذ WWINA سطحاً بينياً راديوياً للإنترنت لا يقع في خط البصر لأجهزة الوسائط المتعددة ولجميع أنواع الشاشات والأداء.

وتتيح هذه السطوح البينية الراديوية استعمال الأجهزة الطرفية (AT) المحمولة للنفاذ مع أداء محسن مقارنة بأنظمة أخرى مخصصة لأجهزة المستعمل كثيرة التشغيل. وتركز السطوح البينية الراديوية WWINA على وجه التحديد على تحسين نعوت الأداء التالية:

- سرعة إرسال المعطيات في النظام؛
- تغطية/مدى النظام؛
- استطاعة الشبكة؛
- الحد من تعقيد الشبكة إلى أبعد حد؛
- إدارة مستوى الخدمة ونوعية الخدمة.

2 المعيار الخاص بالسطوح البينية الراديوية لأنظمة تمديد الطيف T1.723-2002 I-CDMA

1.2 معلومات عامة عن السطح البيني الراديوي

يستعمل المعيار I-CDMA (النفاذ المتعدد إلى الإنترنت بتقسيم الشفرة) تكنولوجيا النفاذ CDMA العاملة بمعدل رقاقت قدره 1,2288 Mcps والتي تستعمل تخصيص تردد قدره 1,23 MHz مشابه لترددات الأنظمة الخلوية التجارية بالنفاذ CDMA. ويضمن التشكيل QPSK/BPSK مع شفرة توربو للمنتج (TPC) وتصحيح الخطأ الأمامي استناداً إلى الشفرات BCH والبروتوكول ARQ تسليمياً أميناً للمعطيات. وتستعمل تباعدات بين القنوات قدرها 12,5 kHz أو 25 kHz أو 30 kHz أو 50 kHz لتحديد الترددات المركزية للإرسال والاستقبال في القنوات من أجل تأمين المواءمة مع الترددات المخصصة حالياً للأنظمة FDD الخلوية.

2.2 المواصفات التفصيلية للسطح البيني الراديوي

يتألف السطح البيني الراديوي I-CDMA من ثلاث طبقات تعتمد النموذج OSI. وهذه الطبقات هي الطبقة المادية، وطبقة الوصلة، التي تضم التحكم LAC والتحكم MAC، وطبقة الشبكة.

ترسل الطبقة المادية إلى طبقة الوصلة قطع معطيات موضوعة في رزم وتستقبلها من هذه الطبقة. وتقدم تشفير التصحيح الأمامي (FEC) والتشذير والتعامد والتمديد من أجل إتاحة النفاذ المتعدد بتقسيم الشفرة (CDMA) والتشكيل.

وتشمل طبقة الوصلة طبقتين فرعيتين هما: التحكم بالنفاذ إلى الوسيط (MAC) والتحكم بالنفاذ إلى الوصلة (LAC). وتتولى الطبقة MAC مهمة إدارة موارد الطبقة المادية لأغراض خدمات المعطيات. أما الطبقة LAC فتقوم بإقامة توصيل طبقة الوصلة بين مطراف النفاذ (AT) ومسير محطة قاعدة (BSR). وتعنى طبقة الوصلة بالتقطيع وإعادة التجميع وخدمات المعطيات واستعادة التشغيل بعد وقوع خطأ ARQ.

وتستقبل طبقة الشبكة حمولة المستعمل على شكل رزم IP وتنقلها من وإلى طبقة الوصلة. وتتصل طبقة الشبكة مع كيانها النظير عبر السطح البيني الراديوي I-CDMA بغية إنشاء وظائف طبقة الشبكة ومراقبتها. وهي تتيح تشكيلات المطراف AT وإدارته وصيانة التوصيل واستيقان الأجهزة ومستعملها. وتتيح طبقة الشبكة أيضاً ضمان نوعية الخدمة وخدمات الجلسة والتنقل باستخدام بروتوكول الإنترنت المتنقل.

3 مواصفة الطبقة المادية MCSB، والتحكم بالنفاذ إلى الوسيط المادي (MAC)/الوصلة المنطقية (LLC) وطبقة الشبكة

1.3 معلومات عامة عن السطح البيئي الراديوي

يستعمل المعيار MCSB (تشكيل متزامن لرزم الموجات الحاملة المتعددة) مزيجاً من تكنولوجيا النفاذ CDMA والهوائيات التكميلية (الذكية) لإنتاج نظام إرسال من نقطة إلى عدة نقاط من نوعية محسنة بهدف تحقيق معدلات معطيات عريضة النطاق في البيئات غير الواقعة في خط البصر (NLoS).

2.3 المواصفات التفصيلية للسطح الراديوي

يتكون السطح الراديوي MCSB من ثلاث طبقات تعتمد النموذج OSI. وهذه الطبقات هي الطبقة المادية وطبقة وصلة المعطيات التي تضم التحكم LLC والتحكم MAC، وطبقة الشبكة.

وتحدد الطبقة المادية كما يبين الجدول 1 التشكيل وتعدد الإرسال وبنية أرتال الإرسال المزدوج بتقسيم الزمن (TDD) والتحكم بالقدرة وتزامن التوقيت. كما تعالج المعطيات بتبديل الدارات وتبديل الرزم على حد سواء في نفس الطريقة.

الجدول 1

وظائف طبقات السطح البيئي الراديوي

| الوظيفة | الطبقة |
|---|---------------------|
| تصنيف/تحديد درجة أولوية الرزم، التقابل، التشغيل والإدارة والصيانة (OA&M) | طبقة الشبكة (L3) |
| LLC: تقطيع/إعادة جمع، إدارة الموارد، استعادة الإرسال الانتقائي بعد وقوع خطأ | طبقة الوصلة (L2) |
| MAC: تقطيع/إعادة جمع، إدارة الموارد، تصحيح الخطأ الأمامي | |
| ترتيب القنوات، تمديد النفاذ CDMA، تشكيل، التحكم في القدرة، تزامن | الطبقة المادية (L1) |

وتضم طبقة وصلة المعطيات طبقتين فرعيتين: التحكم بالنفاذ إلى الوسيط (MAC) والتحكم بالوصلة المنطقية (LLC). وتعنى الطبقة MAC بتخصيص القناة وإعادة تخصيصها وتحريرها ومعالجة رزم المعطيات. وتعالج الطبقة LLC المعطيات بتبديل الدارات وتبديل الرزم على حد سواء. ويقوم التحكم بالوصلة المنطقية لتبديل الدارات بجمع رزم إشارات التحكم وفكها ومعالجتها، وينشئ التوصيل الهاتفي مع قناة المشفر الصوتي الملائم. أما التحكم بالوصلة المنطقية لتبديل الرزم فينظم بنية المعطيات وينفذ بروتوكول الاستعادة الانتقائية بعد حدوث خطأ ما.

وتقوم طبقة الشبكة بتصنيف/تحديد درجة أولوية الرزم وإقامة تقابل مع الإثرت وإرسال رسائل التشغيل والإدارة والصيانة (OA&M) وهي السطح البيئي مع الشبكة المركزية.

ويستعمل السطح البيئي الراديوي موجات حاملة بتردد 500 kHz لقنوات الحركة/النفاذ/الإذاعة بينما تستعمل قناة التزامن موجات حاملة بتردد 1 MHz. وبالتالي يمكن الحصول في عرض نطاق قدره 5 MHz على 10 موجات حاملة لقنوات الحركة/النفاذ/الإذاعة، أو 5 موجات حاملة لقنوات التزامن. وكل موجة حاملة قادرة على توفير عدد من قنوات شفرة الحركة (TCC) يصل إلى 32 قناة.

ويستخدم تشفير ريد-سولومون لتصحيح الخطأ الأمامي وتشكل تدفقات المعطيات باستعمال QPSK أو 8-PSK أو 16-QAM أو 64-QAM. وتتجمع المعطيات في كل قناة TCC ثم تجمع مع قنوات شفرة أخرى لجمع الحصيلة.

ويمكن لقناة حركة الرجوع أن تستعمل موجتين حاملتين فرعيتين متجاورتين أو أربع كحد أقصى.

وفترة الرتل المستخدم هي 10 ms مع عدد رموز إجمالي بمقدار 125 رمزاً في الرتل (بما فيها الوصلة الصاعدة والوصلة الهابطة). وقد تشغل حركة الذهاب $7 * n + 55$ رموز بينما تشغل حركة الرجوع $7 * n - 55$ رموز، حيث تتراوح n بين 0 (تناظري) و7.

4 المعيار ATIS-0700004.2005: النفاذ المتعدد بتقسيم المكان عالي القدرة (HC-SDMA)

1.4 معلومات عامة عن السطح البيئي الراديوي

يحدد المعيار HC-SDMA السطح البيئي الراديوي لنظام متنقل عريض النطاق في منطقة شاسعة. ويستخدم المعيار تقنيي الإرسال المزدوج بتقسيم الزمن (TDD) والهوائي التكميني (AA) مع خوارزميات معالجة المكان باستعمال عدة هوائيات من أجل التوصل إلى نظام اتصالات متنقل باستعمال فعال للطيف قادر على توفير خدمة متنقلة عريضة النطاق في نطاق ترددات (غير متزاوجة) يبلغ 5 MHz من الطيف المرخص للخدمات المتنقلة. وتصمم الأنظمة HC-SDMA لتعمل في طيف ترددات مرخص أقل من 3 GHz وهو الطيف الأكثر ملاءمة للتطبيقات المتنقلة التي تقدم إمكانية نقل كاملة وتغطية واسعة. وبما أن الأنظمة القائمة على المعيار HC-SDMA تستند إلى تقنية الإرسال TDD ولا تتطلب نطاقات متزاوجة متناظرة يفصل بينها تباعد ملائم أو مرسل مزدوج، فإنه من السهل إدخال تعديلات عليها لتمكينها من العمل في نطاقات ترددات مختلفة. وتتيح التقنية HC-SDMA معدل إرسال للقناة قدره 20 Mbit/s في نطاق مرخص عرضه 5 MHz. ومع عامل إعادة استعمال الترددات $N = 1/2$ في نظام يستعمل 10 MHz من الطيف المرخص، يتيسر معدل إرسال قدره 40 Mbit/s بصورة كاملة في كل خلية من خلايا الشبكة HC-SDMA مع فعالية استعمال طيف قدرها 4 bits/s/Hz/cell.

2.4 المواصفات التفصيلية للسطح البيئي الراديوي

للسطح البيئي الراديوي HC-SDMA بنية TDD/TDMA اختيرت خصائصها المادية والمنطقية لأغراض النقل الفعال للمعطيات IP من المستعمل الطرفي والإفادة إلى أبعد حد من مزايا الهوائي التكميني. وتشكل الملامح المادية للبروتوكول على نحو يؤمن توفير معلومات عن المكان والأماكن التي تعاني من التداخلات المترابطة في الوصلتين الصاعدة والهابطة، فيما يتعلق بالقنوات التي تتأهب للإرسال والاستقبال الموجهين مثل قنوات الحركة. وبالمقابل، فإن القنوات غير المؤهلة للمعالجة التوجيهية مثل قنوات البحث الراديوي والإذاعة تكلف حمولات أصغر وتزود بدرجة أعلى من الحماية من الأخطاء لكي تتعادل وصلاتها مع وصلات قنوات المعالجة التوجيهية. ويضاف تشكيل وتشفير القناة التكمينيان إلى التحكم بقدرة الوصلتين الصاعدة والهابطة بغية توفير إرسال موثوق في ظروف شديدة التنوع للوصلات. كما يضاف طلب ARQ سريع إلى التشكيل والتشفير والتحكم في القدرة من أجل الحصول على وصلة موثوقة. وتتوفر أيضاً عمليات نقل سريع بين الخلايا من النمط عمل-توقف بإطباب ضئيل. وتحقق عملية الاستيقان المتبادل للمطاريق وشبكة النفاذ والتشفير من الاستيقان والترخيص لوصلة النفاذ الراديوي وتضمن سريتها.

ويتكون السطح البيئي الراديوي HC-SDMA من ثلاث طبقات هي L1 و L2 و L3.

ويصف الجدول 2 وظائف السطح البيئي الراديوي التي تتضمنها كل طبقة. ويرد أدناه وصف موجز لكل من خصائص الطبقة؛ وتضم الأقسام اللاحقة من هذه الوثيقة معلومات دقيقة عن الملامح الرئيسية.

الجدول 2

طبقات السطح البيئي الراديوي

| الطبقة | تعريف الخصائص |
|--------|---|
| L1 | بنية الأرتال والرشقات، التشكيل وتشفير القناة، تقديم التزامن |
| L2 | إرسال موثوق، تحويل القنوات المنطقية إلى قنوات مادية، تجفير عام |
| L3 | إدارة الجلسة، إدارة الموارد، إدارة التنقل، التقطيع، التحكم في القدرة، تكييف الوصلة، الاستيقان |

ويلخص الجدول 3 العناصر الرئيسية للسطح البيئي الراديوي HC-SDMA.

الجدول 3

ملخص العناصر الأساسية للسطح البيئي الراديوي HC-SDMA

| القيمة | الكمية |
|---|--|
| TDD | طريقة الإرسال المزدوج |
| FDMA/TDMA/SDMA | طريقة النفاذ المتعدد |
| كشف/تجنب، برمجة مركزية | خطة النفاذ |
| kHz 625 | تباعد الموجات الحاملة |
| ms 5 | طول (مدة) الرتل |
| عدم تناظر بنسبة 3:1 الوصلة الهابطة: الوصلة الصاعدة في معدلات الذروة | عدم تناظر معدل معطيات المستعمل |
| 3 | الفواصل الزمنية في الوصلة الصاعدة |
| 3 | الفواصل الزمنية في الوصلة الهابطة |
| km 15 < | المدى |
| kbaud/sec 500 | معدل الرموز |
| جذر التجيب التريبيعي المرفوع | تشكيل النبضة |
| %25 | عرض نطاق القناة الزائد |
| - انتقاء مستقل لمجموعة الوصلتين الصاعدة والهابطة رتلاً رتلاً + تشفيرها - 8 مجموعات في الوصلة الصاعدة + أصناف التشفير - 9 مجموعات في الوصلة الهابطة + أصناف التشفير - مجموعات ثابتة المقاس ومستطيلة | تشكيل وتشفير |
| عروة مفتوحة ومغلقة رتلاً رتلاً في الوصلتين الصاعدة والهابطة | التحكم بالقدرة |
| نعم | طلب ARQ سريع |
| نعم | تجميع الموجات الحاملة والفواصل الزمنية |
| DiffServ (خدمات مؤجلة) مواصفات السياسة، الحد من معدل التشغيل، الأولوية، التقطيع، إلخ. | نوعية الخدمة |
| استيقان متبادل للمطاريق والمسيرات BSR، تشفير لأغراض السرية | الأمن |
| موجة بمطراف النفاذ، عمل-توقف | النقل |
| دينامي، عرض النطاق حسب الطلب | توزيع الموارد |

5 المعيار T1.716/7-2000(R2004) للسطح البيئي الراديوي للنفاذ CDMA بتتابعات مباشرة

عريضة النطاق للنفاذ إلى الشبكات PSTN اللاسلكية الثابتة - الطبقة 1/الطبقة 2

1.5 معلومات عامة عن السطح البيئي الراديوي

يستعمل هذا السطح البيئي الراديوي النفاذ CDMA بالتتابعات المباشرة مع معدلات رقاقات محددة تتراوح بين 4,16 Mchip/s إلى 16,64 Mchip/s، وينتج عن ذلك عروض نطاق راديوية تتراوح بين 5 MHz و 20 MHz. ويتحدد التشغيل FDD مع مسافات تباعد دنيا بين نطاقات الوصلتين الصاعدة والهابطة تتراوح بين 40 و 60 MHz تبعاً لمعدل الرقاقات.

2.5 المواصفات التفصيلية للسطح البيئي الراديوي

- يتكون السطح البيئي الراديوي CDMA بالتتابعات المباشرة عريضة النطاق من طبقتين: الطبقة 1 (L1) والطبقة 2 (L2) - وتقسّم إلى طبقتين فرعيتين (MAC وDLC) التي تختلف عن النموذج OSI التقليدي كما هو مبين في الجدول 4:
- يقتصر التحكم DLC على التحكم في وصلة المعطيات لقنوات التحكم المكرسة. ولا يدير التحكم DLC قنوات الحركة المكرسة.
- يقوم التحكم MAC - وليس الطبقة المادية (PHY) - بالشفير/فك التشفير لتصحيح الخطأ الأمامي (FEC)، والتشفير/فك التشفير وتكرار/تجميع الرموز، والتحكم في القدرة لأغراض نوعية الخدمة.

الجدول 4

طبقات السطح البيئي الراديوي

| الوظائف | الطبقة |
|--|---------------|
| DLC: التحكم في وصلة معطيات قنوات التحكم المكرسة | الطبقة 2 (L2) |
| MAC: تشفير/فك تشفير، تكرار/تجميع الرموز، التحكم في القدرة، تجفير/فك تجفير | الطبقة 1 (L1) |
| ترتيب القنوات، تمديد النفاذ CDMA، تشكيل/إزالة تشكيل، تزامن، جمع/تقسيم الترددات الراديوية | |

توفر الطبقة 1 قنوات مادية (حمالة) بمعدل 128 kbit/s. ويمكن تجميع عدة حمالات بمعدلها 128 kbit/s لتوفير خدمات بمعدل معطيات أعلى إلى المستعمل. وتعدد الطبقة 1 إرسال عدة قنوات مادية داخل نفس طيف الترددات الراديوية باستعمال تقنية تمديد طيف التتابع المباشر علماً بأن لكل قناة تتابع تمديد منفصل.

ويشكل تتابع المعطيات لكل قناة مادية تتابع التمديد، ويشكل التتابع الناتج بدوره الموجة الحاملة الراديوية. ويحدد معدل تتابع التمديد عرض نطاق الإرسال.

وتتولد الرموز الدليلة في الطبقة 1 حسب الحاجة وترسل مع إشارات المعطيات المشكّلة.

وتقدم الطبقة الفرعية DLC من الطبقة 2 خدمات خطة التحكم. كما تقدم وظيفة التحكم في الأخطاء في بروتوكول نفاذ إلى الوصلة المتناظرة المسماة LAPCC التي تستند إلى البروتوكول LAPC الذي يستند بدوره إلى البروتوكول LAPD (التوصيتان ITU-T Q.920 وITU-T Q.931). وتوفر خدمات خطة التحكم خدمة إرسال من نقطة إلى نقطة يعمل بأسلوب الإشعار. وتضم خدمة الإرسال من نقطة إلى نقطة وظائف العنونة والتحكم في الخطأ والتحكم في التدفق وتشكيل تتابعات الرتل وتعدد الإرسال/فك تعدد الإرسال في ميادين معلومات طبقة الشبكة وتقسيم الأرتال DLC.

وتتاح جميع المعايير المذكورة في هذا الملحق بنسختها الإلكترونية في العنوان: <https://www.atis.org/docstore/default.aspx>.

الملحق 5

"منصة عالمية موسعة (XGP)" لأنظمة النفاذ اللاسلكي عريض النطاق (BWA) في الخدمة المتنقلة

1 معلومات عامة عن السطح البيئي الراديوي

طور منتدى XGP المعروف سابقاً باسم مجموعة مذكرة التفاهم بشأن الهواتف المحمولة (PHS MoU Group)، وهي منظمة وضع معايير "المنصة العالمية الموسعة (XGP)" كنظام من أنظمة النفاذ اللاسلكي عريض النطاق (BWA). وتتيح المنصة XGP المعروفة أيضاً باسم نظام "الجيل القادم PHS" فعالية عالية في استعمال الطيف خاصة بسبب استعمال خلايا صغيرة نصف قطرها أصغر بكثير من نصف قطر خلايا الهاتف المتنقل العادي أو النظام PHS الأصلي.

المنصة XGP عبارة عن نظام BWA متنقل جديد يستعمل النفاذ OFDMA/TDMA-TDD وبعض الخصائص المتطورة التالي وصفها:

- استمرارية التوصيل في بروتوكول الإنترنت نظراً للراحة التي يوفرها التوصيل المستمر في المودم الكبلي وغيره، لا بد من تأمين استمرارية التوصيل في بروتوكول الإنترنت التي تتيح للمستخدمين البدء الآني بإرسال عالي السرعة.
 - سرعة إرسال عالية من المهم أيضاً المحافظة على صبيب ما لأسباب عملية حتى حالات الحركة الكثيفة.
 - سرعة الإرسال في الوصلة الصاعدة نظراً للطلب المتزايد على الاتصالات ثنائية الاتجاه في النطاق العريض مثل اتصالات المؤتمر الفيديوي، فإن سرعة إرسال تتجاوز 10 Mbit/s في الوصلة الصاعدة ستكون أكثر إلحاحاً في المستقبل القريب.
 - فعالية عالية في استعمال الطيف عند حدوث ازدحام حاد في الحركة يتمركز في المنطقة التجارية أو في مركز المدينة، قد يسبب نقص الترددات مشاكل تعطل خدمات عديدة. ومن أجل تجنب مثل هذه الحالات، لا بد من استعمال طيف الترددات بفعالية عالية.
 - علاوة على ذلك، يتيح النظام استعمال الطيف استعمالاً عالي الفعالية من خلال التقنيات التالية:
 - تتيح تقنية صفيف الهوائيات التكييفية وتقنية النفاذ المتعدد بتقسيم المكان عامل إعادة استخدام الترددات أعلى من 4.
 - تتيح تقنية التحكم اللامركزي الذاتي الاستغناء عن ضرورة تخطيط الخلايا مما يؤدي إلى إمكانية إنشاء خلايا بنصف قطر أقل من 100 m.
- وبما أن العديد من الخلايا تتداخل فيما بينها في نظام "المنصة العالمية الموسعة"، فإن الهاتف المحمول يمكنه النفاذ إلى محطات خلايا مجاورة متعددة في نفس الوقت. ولذا، فإن هذا النظام قادر على تزويد جميع المستخدمين بصبيب مستقر ودائم عن طريق توزيع حجم الحركة بصورة مكثفة ودورية.
- وتعد طريقة التحكم اللامركزي الذاتي فعالة لبناء شبكات ذات خلايا صغيرة. والميزة التي تتسم بها هذه الطريقة تتمثل في الخواص غير الصارمة فيما يتعلق بالتركيب.

وتحتاج الأنظمة المتنقلة اللاسلكية بوجه عام مستوى عال نسبياً من الدقة بالنسبة لموضع تركيبها من أجل تفادي التداخل مع الخلايا الأخرى. وفي حالة شبكات الخلايا الكبيرة، فإن إزاحة محطة القاعدة من المبنى المزمع نحو مبنى بديل مجاور بموجب مفاوضات مع مالك المبنى، لا تتسبب إلا في قدر ضئيل من التداخل بين الخلايا يظل في حدود الخطأ هامشي.

بيد أنه في حالة شبكات الخلايا الصغيرة ومع تعذر القبول بهذه الإزاحات كخطأ هامشي؛ يتعين في بعض الحالات إعادة ضبط تصميم الخلايا المجاورة.

وقد تم حسم هذا الهاجس من خلال نظام "المنصة العالمية الموسعة" نتيجة لتمييزها ببنية مقاومة للتداخل ولا تحتاج إلى دقة صارمة بالنسبة لموضوعة المحطات القاعدة بما يشير بمصاعب أقل بالنسبة لبناء شبكات الخلايا الصغيرة.

ونظراً لأن نظام "المنصة العالمية الموسعة" يستخدم طريقة التحكم اللامركزي الذاتي التي تتيح للعديد من المشغلين تقاسم نفس نطاق التردد، فإن فعالية استعمال الطيف ستزداد.

ونظام "المنصة العالمية الموسعة" هو أحد أنظمة النفاذ BWA التي تتسم بخاصة تفصيلية من خلال استخدام شبكات الخلايا الصغيرة بمرونة هي وشبكات الخلايا الكبيرة من أجل حل مشكلة الازدحام في الحركة الكثيفة في المناطق ذات الكثافة السكانية الكبيرة.

وتوفر طريقة التحكم اللامركزي الذاتي "المنصة العالمية الموسعة" ميزة في بناء شبكات الخلايا الصغيرة. ويمكن تكوين شبكة دون الانزعاج من مشكلات التداخل عند إدخال الخلايا الصغيرة جداً (البيكو) والفتمو باستعمال نفس الطريقة. كما أنه لا يلزم بالضرورة وجود تصميم صارم لبناء شبكة الخلايا الكبيرة، حيث يتسنى التشغيل البسيط للشبكة، وبغض النظر عن الخلايا الصغيرة أو الخلايا الكبيرة، فإن هذه الطريقة تسمح بالتشغيل البسيط بالنسبة لتركيب محطات قاعدة إضافية للشبكة.

ويوفر السطح البيئي الراديوي "المنصة العالمية الموسعة" عروض نطاق تتراوح بين MHz 1,25 و MHz 20 وتشكيل QAM يصل إلى 256 حالة من أجل الحصول على سرعة إرسال في الوصلتين الصاعدة والهابطة.

2 مواصفات تفصيلية للسطح البيئي الراديوي

للسطح البيئي الراديوي في "المنصة العالمية الموسعة" بعدان لطرائق النفاذ المتعدد مثل النفاذ OFDMA (الذي يركز على محور التردد) والنفاذ TDMA (الذي يركز على محور الزمن). ففي محور الزمن يكون نسق الرتل الزمني المماثل للنسق PHS الأصلي رتلاً متناظراً طوله 5 ms. وفي محور التردد وباستعمال طريقة النفاذ OFDMA يمكن وضع عدد من الموجات الحاملة الفرعية داخل عرض النطاق الكامل الموزع بحسب طلب المستعمل وظروف التردد في كل وقت.

ويمكن لهذا السطح البيئي الراديوي استعمال عدة عروض نطاق هي MHz 1,25 و MHz 2,5 و MHz 5 و MHz 10 ويمكن أن يتباين بين ترددات الموجات الحاملة الفرعية فهو 37,5 kHz. ويضم رتل الزمن ثمانية فواصل مدة كل منها 5 ms، أربعة فواصل متتالية منها للوصلة الهابطة والأربعة المتتالية الأخرى للوصلة الصاعدة. ويمكن بالطبع استعمال كل فاصل من مجموعة الأربعة الفواصل على حدة، كما يمكن استعماله بصورة مستمرة من قبل مستعمل واحد؛ وبالإمكان أيضاً استعمال أكثر من أربعة فواصل بصورة دائمة في بنية رتل لا تناظرية.

وتتيح "المنصة العالمية الموسعة" استعمالاً فعالاً للطيف من خلال بعض الوظائف مثل صنيف الهوائيات التكيفية والنفاذ SDMA و MIMO. ويضم أيضاً طريقة التحكم اللامركزية الذاتية وتقنية تخصيص القنوات دينامياً لإنشاء شبكة خلايا صغيرة، وهي وظائف هامة لفعالية استعمال الطيف.

ويبين الجدول 5 العناصر الرئيسية للسطح البيئي الراديوي.

الجدول 5

العناصر الرئيسية لنظام "المنصة العالمية الموسعة"

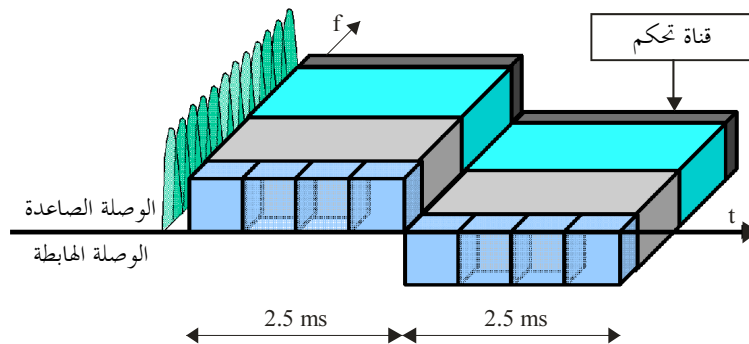
| | |
|---|--|
| طريقة النفاذ المتعدد | OFDMA, SC-FDMA/TDMA |
| طريقة الإرسال المزدوج | TDD |
| عدد الإرسالات المتعددة TDMA | 4 |
| عدد الإرسالات المتعددة OFDMA | حسب عرض نطاق القناة |
| عرض نطاق قناة التشغيل | 1,25 MHz و 2,5 MHz و 5 MHz و 10 MHz و 20 MHz |
| التباعد بين ترددات الموجات الحاملة الفرعية | 37,5 kHz |
| عدد النقاط FFT (عرض نطاق القناة: MHz) | 32 (1,25)، 64 (2,5)، 128 (5)، 256 (10)، 512 (20) |
| طول مدة الرتل | 5 ms |
| عدد الفواصل الزمنية | 8 فواصل (4 للوصلة الهابطة/4 للوصلة الصاعدة: تناظر) |
| طريقة التشكيل | 256-QAM، 64-QAM، 16-QAM، QPSK، BPSK |
| تخصيص القنوات | التحكم اللامركزي الذاتي |
| حجم الخلايا الأساسية | خلايا صغيرة |
| تقنية التوصيل | توصيل قناة فرعية، توصيل بفواصل زمنية |
| تقنيات تتيح استعمالاً فعالاً للطيف | صفيف هوائيات تكييفية، SDMA، MIMO |
| معدل الذروة لإرسال القناة/5 MHz (في الحالة SISO، تناظر) | الوصلة الصاعدة: 9,85 Mbit/s الوصلة الهابطة: 10,7 Mbit/s |

والطبقة MAC في "المنصة العالمية الموسعة" مبنية غاية في البساطة بالنسبة لمحوري التردد والزمن. ويرجع ذلك إلى قيمة الحفاظ على الاستعمال المستمر لنفس التردد المستعمل بين المحطات القاعدة والمطاريق. ونتيجة لذلك، يمكن لمحطة قاعدة معينة مراقبة التردد والتوقيت المستعملين في المناطق المحيطة كما أن بإمكانها اختيار استعمال التردد والتوقيت اللذين ينتميان لأفضل الظروف الظروف. كما أن "المنصة العالمية الموسعة" لها سرعتها الخاصة في الوصلتين الصاعدة والهابطة المتناظرة على محور الزمن وهو ما يتيح سرعة ثابتة أيضاً بالنسبة للوصلة الصاعدة. وهي تسمح من خلال ذلك بوضع الأفلام في الوقت الفعلي على الموقع إضافة إلى المؤتمرات الفيديوية المتنقلة دون معوقات.

ويعرض الشكل 2 في صورة الطبقة MAC في "المنصة العالمية الموسعة".

الشكل 2

الطبقة MAC في "المنصة العالمية الموسعة"



المعايير

مواصفات "المنصة العالمية الموسعة" لمنتدى XGP متاحة إلكترونياً على موقع الويب:

"A-GN4.00-1-TS": مواصفات المنصة العالمية الموسعة <http://www.xgpforum.com>.

ولرابطة الصناعات والأعمال التجارية الراديوية (ARIB) "منصة عالمية موسعة" قياسية من أجل الاستعمال المحلي في اليابان. كما أن معيار الرابطة ARIB "للمنصة العالمية الموسعة" المذكور هنا باسم "الجيل القادم PHS" متاح على موقع ARIB على الويب.

"ARIB STD-T95": نظام النفاذ عريض النطاق OFDMA/TDMA TDD (الجيل القادم PHS) معيار ARIB

<http://www.arib.or.jp/english/index.html>.

ويشمل المعيار "ARIB STD-T95" مواصفات اللائحة اليابانية إضافة إلى المواصفات الأصلية للنظام.

الملحق 6

المعيار IEEE 802.20: سطح بيني راديوي قياسي لنفاذ اللاسلكي المتنقل عريض النطاق يدعم التنقلية عبر المركبات

المعيار IEEE 802.20 مصمم لتوفير النفاذ اللاسلكي العريض النطاق القائم على بروتوكول الإنترنت (شبكة الإنترنت) في بيئة متنقلة. ويشمل المعيار أسلوباً للنطاق العريض وأسلوباً للموجات الحاملة المتعددة -625k. والإرسال المزدوج بتقسيم الزمن مدعوم في الأسلوبين في حين يدعم أسلوب النطاق العريض الإرسال المزدوج بتقسيم التردد.

1 جوانب النظام

يحدد المعيار 802.20 المتطلبات اللازمة لضمان التوافق بين انتهائية نفاذ (AT) مطابقة وعقدة نفاذ (AN) مطابقة أو محطة قاعدة (BS) مطابقة لأساليب منتقاة بشكل جيد للمعيار.

والغرض من المعيار 802.20 هو السماح إما ببنية توصيل تراتبية ثابتة (الملائم لبيئة الاتصالات الخلوية) أو ببنية توصيل أكثر دينامية وغير تراتبية. والقصد من معمارية المواصفة 802.20 هو أن توفر إطاراً للتوافق العكسي لإضافات الخدمة والتوسعات في إمكانات النظام في المستقبل دون فقدان التوافق العكسي مع دعم التكنولوجيا التقليدية.

ويستند أسلوب النطاق العريض إلى تقنيات النفاذ OFDMA وهو مصمم لكي يعمل مع عروض نطاقات في أسلوب الإرسال FDD و TDD. تتراوح من 5 MHz إلى 20 MHz. وبالنسبة للأنظمة التي تتوفر فيها عروض نطاقات أكبر من 20 MHz، يحدد أسلوب النطاق العريض أسلوباً مناسباً لموجات حاملة متعددة يمكنه تأمين عروض نطاقات أكبر.

والأسلوب 625k-MC عبارة عن سطح بيني راديوي TDD تم تطويره لاستخلاص الفائدة القصوى من معالجة إشارة هوائيات متعددة تكيفية. ويمكن الأسلوب 625k-MC من النفاذ اللاسلكي عريض النطاق باستعمال موجات حاملة بترددات راديوية (RF) مع مبادعة بين الموجات الحاملة مقدارها 625 kHz والتي يتم نشرها عادة في أحجام لقدرة القناة تبدأ من 5 MHz فأعلى. ويدعم الأسلوب 625k-MC تجميع موجات حاملة TDD RF متعددة لكي تزيد أكثر من معدلات البيانات القصوى المتاحة لكل مستعمل.

1.1 سمات أسلوب النطاق العريض-الطبقة المادية

يوفر أسلوب النطاق العريض 802.20 دعم الطبقة المادية القائم على النفاذ OFDMA من أجل الوصلات الأمامية والعكسية على السواء. ولدعم عمليات نشر الأسلوبين FDD و TDD، تستخدم الطبقة المادية شكل موجة في النطاق الأساسي واحد في كلا الأسلوبين، وبالتالي تقلل من عدد التكنولوجيات التي يقوم البائعون بتنفيذها. وتوفر المواصفة مجموعات لإشارات التشكيل تصل إلى 64-QAM مع HARQ متزامن للوصلات الأمامية والعكسية على السواء لتحسين الصبيب في البيئات الدينامية. ولتناول بيئات مختلفة، يستخدم العديد من مخططات التشفير المختلفة المدعومة والتي من بينها الشفرات التلافيفية والشفرات التوريبينية ومخطط تشفير LDPC اختياري يوفر خصائص في الأداء تضارع أو تفوق الشفرات التوريبينية عند جميع الانتهايات HARQ.

وعلى الرغم من أن الطبقة المادية RL تقوم على النفاذ OFDMA، فإن جزءاً من التشوير من AT إلى AN يحدث عبر مقطع للتحكم CDMA مدمج في موجات حاملة فرعية معينة لشكل الموجة OFDM. وتمكن هذه السمة الفريدة من التشوير القوي والمستمر من AT إلى AN مع إمكانية الاستفادة من تقنيات التسليم البسيطة وغيرها من التقنيات الأخرى الموضوعة من أجل الإرسال الخلوي CDMA. وينتج عن ذلك زيادة في متانة تشوير RL واستمرارية قناة التشوير حتى خلال الحالات الانتقالية مثل النفاذ والتسليم. وبما أن المقطع CDMA "يقفز" فوق قناة النطاق العريض بأكملها، فإن العقدة AN يمكنها أن تجري بسهولة قياسات النطاق العريض اللازمة من أجل إدارة أفضل للتداخل والموارد.

2.1 تقنيات أسلوب النطاق العريض-هوائيات متعددة

من منظور النظام، توصف التكنولوجيا 802.20 العديد من تقنيات الهوائيات المتعددة لاستعمالها مع وصلة التغذية. ويمكن دعم مستعملي SISO و MIMO في آن واحد بما يصل بخبرة المستعمل إلى أفضل مستوى ممكن في ظل ظروف معينة للقناة. وبالنسبة للمستعملين القريبين من نقطة النفاذ (AP)، يوفر أسلوب MIMO إرسالات بمعدل بيانات عال جداً. ويزيد تشكيل الحزمة من معدلات بيانات المستعمل من خلال تركيز قدرة الإرسال في اتجاه المستعمل وهو ما يمكن من استقبال نسبة SINR أكبر عند AT. ويزيد النفاذ SDMA أكثر من السعة القطاعية من خلال إتاحة الإرسالات المتأونة لمستعملين في أماكن متفرقة باستعمال نفس مجموعات الموجات الحاملة الفرعية. ويوفر تشكيل الحزمة هذا بالاشتراك مع أسلوب MIMO والنفاذ SDMA معدلات بيانات محسنة للمستعمل في المناطق ذات النسبة SINR العالية والمنخفضة على حد سواء.

3.1 الأسلوب 625k-MC - سمات السطح البيئي الراديوي

مشروع المواصفات 625k-MC للمعيار IEEE 802.20 عبارة عن تحسين للمواصفات الأساسية التي يوفرها معيار السطح البيئي الراديوي بالنفاذ المتعدد بالتقسيم المكاني عالي السعة (HC-SDMA) (المعيار ATIS.0700004.2005) وهو متوافق عكسياً بشكل كامل مع الأنظمة المتداولة تجارياً والقائمة على المواصفات HC-SDMA.

والأسلوب 625k-MC والمصمم بشكل فريد حول هوائيات متعددة بمعالجة مكانية ونفاذ SDMA يتيح نقل الحركة IP، بما في ذلك البيانات IP عريضة النطاق عبر نموذج مرجعي متعدد الطبقات كما هو مبين في شكل 2. وتتم موازنة الطبقتين المادية ووصلة البيانات (MAC و LLC) بالشكل الأمثل لاستخلاص الفائدة القصوى من تكنولوجيات المعالجة المكانية: معالجة هوائيات تكيفية ونفاذ SDMA: كفاءة وسعة أفضل في استخدام الطيف وتغطية أوسع مع تمكين التشغيل الاقتصادي حتى إذا كان الطيف متاح صغيراً بقيمة 625 kHz. كما تدعم الطبقة المادية وطبقة وصلة البيانات معدلات بيانات أعلى وصيباً أكبر من خلال إتاحة تجميع موجات حاملة متعددة تردد 625 kHz - ولذا فهو يسمى "أسلوب 625k-MC".

[https://sbwsweb.ieee.org/ecustomer/mcme_enu/start.swe?SWECmd=GotoView&SWEView=Catalog+View+\(e.Sales\)_Standards_IEEE&mem_type=Customer&SWEHo=sbwsweb.ieee.org&SWETS=1192713657](https://sbwsweb.ieee.org/ecustomer/mcme_enu/start.swe?SWECmd=GotoView&SWEView=Catalog+View+(e.Sales)_Standards_IEEE&mem_type=Customer&SWEHo=sbwsweb.ieee.org&SWETS=1192713657)

الملحق 7

السطح البيئي الراديوي لمعيار نظام النفاذ اللاسلكي عريض النطاق SCDMA

1 نظرة عامة على السطح البيئي الراديوي

يُعرّف السطح البيئي الراديوي القياسي طبقة مائية قائمة على الإرسال TDD/النفاذ OFDMA بتوزيع الشفرة (CS-OFDMA) وطبقة للتحكم في النفاذ إلى الوسائط (MAC)/التحكم في وصلة البيانات (DLC). والنظام عريض النطاق المتنقل القائم على بيانات الرزم والذي يتم بناؤه طبقاً للسطح البيئي الراديوي القياسي ويدعم مجموعة كاملة من التطبيقات، بما في ذلك بيانات أفضل مجهود، وبيانات الوسائط المتعددة في الوقت الفعلي والبيانات المتأونة والصوت.

والسطح البيئي الراديوي مصمم بالشكل الأمثل من أجل الصوت عالي الكفاءة والتنقلية الكاملة للصوت والبيانات والكفاءة الطيفية العالية بالنسبة لعمليات نشر الشبكات وحيدة التردد. وتم تزويد السطح البيئي الراديوي بالتقنيات القائمة على الهوائيات المتعددة مثل تشكيل الحزمة والإخماد وتنوع الإرسال لتوفير تغطية أفضل مع التنقلية والحد من التداخلات من أجل دعم عمليات النشر التي يكون فيها عامل إعادة استعمال الترددات (N) يساوي الواحد الصحيح (1).

ويدعم السطح البيئي الراديوي عرض نطاق للقناة في حدود مضاعفات 1 MHz حتى 5 MHz. وترتيب القنوات الفرعية وتوزيع الشفرة المُعرّفان على نحو خاص داخل كل عرض نطاق مقداره 1 MHz يوفران إمكانية تنوع الترددات ورصد التداخلات بالنسبة لتخصيص الموارد الراديوية مع تفتيت لعرض النطاق بمقدار 8 kbit/s. كما يسمح ترتيب القنوات بتوزيعها دينامياً وبصورة منسقة بين الخلايا من أجل تفادي التداخلات المتبادلة بصورة فعالة. ومن شأن نظام يستعمل عرض نطاق مقداره 5 MHz أن يدعم عدداً من المستعملين المتزامنين يبلغ 120 مُستعملاً. وبالتالي يتم تخصيص القنوات الفرعية والقدرة للمستعملين المتعددين استناداً إلى كل من ظروف انتشار الوصلة ومستويات التداخل بها.

ويدعم السطح البيئي الراديوي القياسي مخططات التشكيل QPSK و 8-PSK و 16-QAM و 64-QAM للوصلتين الصاعدة والهابطة مع زيادة في الكفاءة القصوى في استخدام الطيف بمقدار 3 bit/s/Hz بالنسبة لتشكيل هوائي إرسال وحيد، واستقبال وحيد. ويُستخدَم نظام الإرسال TDD للفصل بين إرسال الوصلتين الصاعدة والهابطة. ويمكن ضبط النسبة بين صيبي بيانات الوصلتين الصاعدة والهابطة.

وتقوم الطبقة DLC/MAC بالتحكم في نفاذ المستعمل وإدارة الدورة، والاستعادة بعد الخطأ ARQ. كما تقوم بتخصيص عرض النطاق وتوزيع القنوات وتحديد الجدول الزمني للرزم، بالنسبة لاتصالات مستعملين متعددين طبقاً لطلبات المستعملين من عروض النطاق وطبقاً لأولويات المستعملين ومتطلبات المستعملين بالنسبة لجودة الخدمة (QoS)/وضعف الخدمة (GoS) وشروط القنوات.

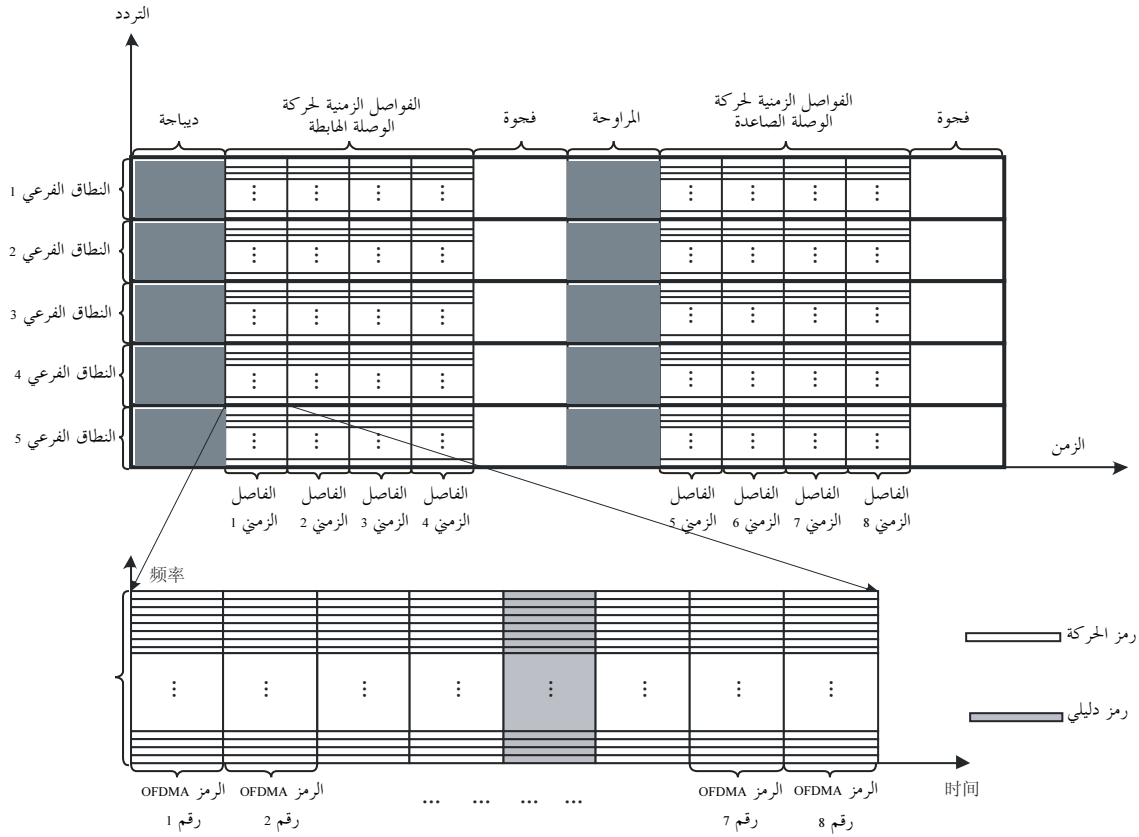
2 الجوانب العامة للسطح البيئي الراديوي

1.2 النفاذ CS-OFDMA وبنية الرتل

يستخدم السطح البيئي الراديوي القياسي النفاذ CS-OFDMA كتقنية رئيسية لكل من إرسال الإشارة والنفاذ المتعدد. ويقوم النفاذ CS-OFDMA على تقنية النفاذ OFDMA. وكما هو الحال مع النفاذ OFDMA، يُوزع لكل مستعمل مجموعة مخصصة من شبكات الزمن-التردد من أجل الاتصال بحيث لا يقع عليه تداخل من النفاذ المتعدد، أو تداخل من تعدد المسيرات. ومع ذلك، فخلافاً للنفاذ التقليدي OFDMA والذي يتم فيه تقابل كل رمز مع مشفر مباشرة مع شبكة زمن-تردد موزعة، يتم توليد متجه من الإشارة CS-OFDMA عن طريق التشفير المسبق لمتجه الرموز المشفرة. وبعد ذلك يجري تقابل متجه الإشارة CS-OFDMA الناتج مع شبكات زمن-تردد متعددة والمنتشرة عبر الزمن والتردد. وبهذا الأسلوب، يتم إرسال الإشارات بتنوع حقيقي بالنسبة للتردد والزمن. وتوضح البنية التالية للرتل بشكل جيد النفاذ CS-OFDMA والنفاذ المتعدد.

الشكل 3

بنية الرتل لوصولتين صاعدة وهابطة متماثلتين



1801-03

في الشكل 1، يُقسم النطاق 5 MHz إلى خمسة نطاقات فرعية يشغل كل منها 1 MHz. ويتكون كل نطاق فرعي من 128 موجة حاملة فرعية تقسم بدورها إلى 16 قناة فرعية تتضمن كل قناة منها 8 موجات حاملة فرعية موزعة. ويبلغ طول الرتل CS-OFDMA TDD نحو 10 ms ويتألف فاصل زمني للديباجة وفاصل زمني للمراوحة و8 فواصل زمنية للحركة وفاصلتين حارستين. ويمكن تشكيل النسبة بين الفواصل الزمنية لحركة الوصلة الصاعدة والوصلة الهابطة. ويحتوي كل فاصل زمني على 8/10 رموز OFDMA متعاقبة. ويرد في الجدول 6 المعلمات الأساسية للإشارة CS-OFDMA.

الجدول 6

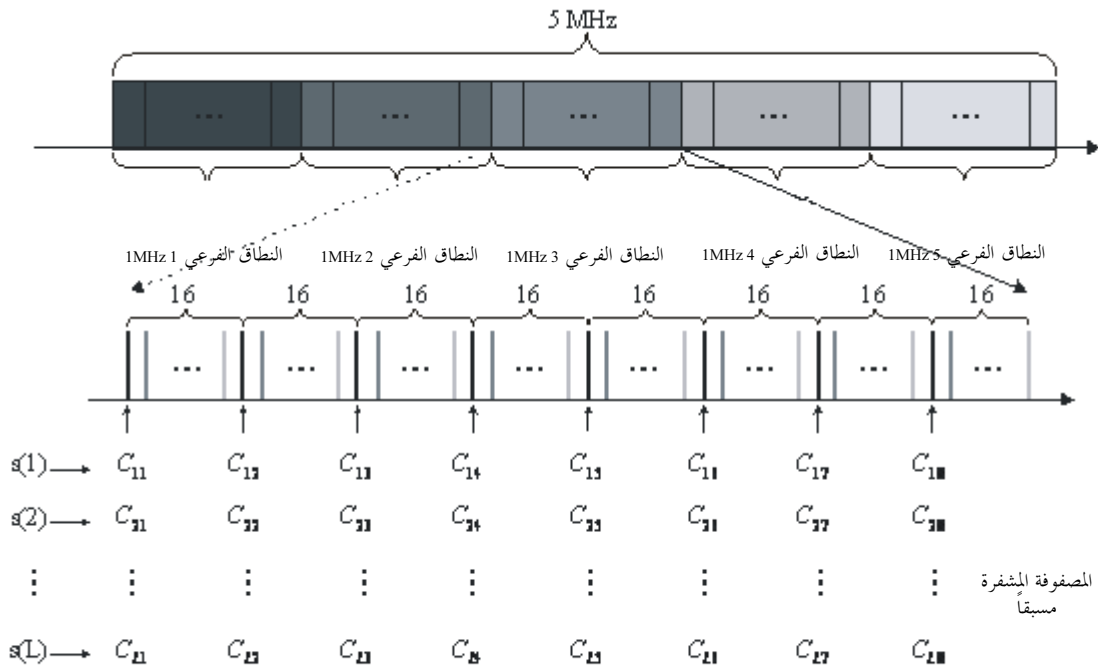
المعلمات الأساسية للإشارة CS-OFDMA

| القيم | المعلمات |
|---------------|--------------------------------------|
| 1 024 | قد التحويل FFT |
| 7,8125 kHz | المباعدة بين الموجات الحاملة الفرعية |
| 137,5 μ s | مدة الرمز CS-OFDMA |
| 9,5 μ s | مدة السابفة الدورية |
| 5 MHz | عرض النطاق المشغول للمحطة القاعدة |
| 32 | عدد الموجات الحاملة الفرعية الحارسة |

وتشكل جميع الموجات الحاملة الفرعية داخل أي نطاق فرعي وداخل أي فاصل زمني فِدرة مورد تضم 128 موجة حاملة فرعية بعدد 8 رموز OFDMA. ويتم توزيع الشفرة على 8 موجات حاملة منتقاة في كل فِدرة مورد بحيث يتم فيها توزيع الموجات الحاملة الفرعية الثماني بانتظام عبر النطاق الفرعي البالغ 1 MHz. ويتم توليد متجه للإشارة CS-OFDMA بأبعاد 8×1 بضرب الحد الأيسر من متجه الرمز المشفر ذي الأبعاد $L \times 1$ في مصفوفة مشفرة مُسبقاً بأبعادها $8 \times L$. ويجري بعد ذلك تقابل الإشارات الثماني الناتجة مع الموجات الحاملة الفرعية الثماني. و L عبارة عن عامل تحميل لتوزيع الشفرة وهو عبارة عن متغير صحيح يساوي، أو أقل من 8. ويوضح الشكل 4 المخطط.

الشكل 4

توزيع الشفرة باستخدام مصفوفة مشفرة مسبقاً وتقابلها مع الموجات الحاملة الفرعية



1801-04

2.2 السمات الرئيسية للسطح البيئي الراديوي

يوفر السطح البيئي الراديوي القياسي إطاراً مثالياً لدمج تقنيات PHY/MAC/DLC مثل الهوائيات المتعددة المتقدمة وعامل التحميل التكيفي والتشكيل التكيفي والتوزيع الدينامي للقنوات وتسليم النداء قبل القطع والتحكم في جودة الخدمة/صنف الخدمة. ويوفر النظام المتنقل عرض النطاق القائم على السطح البيئي الراديوي القياسي مرونة في عملية النشر تساعد على الوفاء بالمتطلبات المختلفة المتعلقة بالتغطية والسعة والخدمة.

1.2.2 تقنية الهوائيات المتعددة

تسمح بنية الرتل TDD/CS-OFDMA بتطبيق تقنيات الهوائيات المتعددة. وبتشكيل حزمة الوصلة الصاعدة والوصلة الهابطة، يطرأ تحسن كبير على جودة الوصلة والتغطية مع الحد من التداخل بين الخلايا. وتُمكن تقنية الإخماد المكاني المثلي النظام من العمل في ظروف التداخل الشديد. ويقوي إرسال الإشارة القائم على التشكيل المتعدد للحزم من متانة اتصالات الوصلة الهابطة.

2.2.2 الإرسال المزدوج بتقسيم الزمن (TDD)

تدعم بنية الرتل TDD/CS-OFDMA مرونةً لنسب صبيب الوصلتين الصاعدة والهابطة بقيم تبلغ 1:7 و 2:6 و 3:5 و 4:4 و 5:3 و 6:2 و 7:1. ويوفر الإرسال TDD الكثير من موارد الطيف غير المتزاوجة التي يمكن استعمالها لخدمة النفاذ عريض النطاق. والسطح البيئي الراديوي القياسي محصن ضد التداخل من محطة قاعدة إلى محطة قاعدة أخرى وذلك نتيجة لطول المسافة. ويدعم في الوقت نفسه تغطية من محطة قاعدة إلى المطراف تزيد عن 80 km.

3.2.2 عامل التحميل التكيفي والتشكيل

يدعم السطح البيئي الراديوي القياسي مخططات التشكيل التالية لكل من الوصلتين الصاعدة والهابطة QPSK و 8-PSK و 16-QAM و 64-QAM. ويستخدم التصحيح الأمامي للأخطاء (FEC) شفرة ريد-سولومون منخفضة (29, 31). بمعدل ثابت للشفرة يبلغ 96/106. ويتم التحكم في معدل اعتماد القناة من خلال الضبط المشترك لكل من رتبة التشكيل وعامل تحميل توزيع الشفرة طبقاً للخسارة في المسير وظروف القناة، والطلب على عرض النطاق، وصنف الخدمة للمستعمل سعياً إلى تحقيق الكفاءة المثلى في استعمال النظام الرشيد للطيف.

4.2.2 التوزيع الدينامي للقنوات

يضم السطح البيئي الراديوي آليات ذكية للكشف عن التداخل ومنعه. وتقوم المحطة القاعدة بتخصيص القنوات لكل مطراف وذلك استناداً إلى توزيع التداخل على الوصلتين الصاعدة والهابطة في الوقت الفعلي الذي يتم رصده من جميع المطارييف. وبهذا الأسلوب، يمكن لكل مطراف عادة الاتصال في القنوات الفرعية بأقل مستوى من التداخل. وتُدمج هذه التقنية مع تقنية الإخماد التكيفي بما يجعلها ملائمة لعمليات النشر التي يساوي فيها عامل إعادة استعمال التردد الواحد الصحيح (1).

5.2.2 جودة الخدمة (QoS)/صنف الخدمة (GoS)

يوفر السطح البيئي الراديوي القياسي آلية للتحكم في GoS/QoS للوفاء بمتطلبات أصناف الخدمة المختلفة. وتتحقق الآلية من خلال تكييف الوصلة حسب جودة الخدمة المطلوبة والجداول الزمنية للرزيم، وإدارة عرض النطاق القائمة على صنف الخدمة (GoS). ويعرف السطح البيئي الراديوي 8 مستويات لجودة الخدمة و8 أصناف للخدمة.

6.2.2 التنقلية

توفر بنية الرتل TDD/CD-OFDMA تخصيص إرشادي دينامي يقوم على خاصية التنقلية للمطراف. وتُخصص أدلة أكثر للقنوات الفرعية الموزعة للمطارييف ذات الحركة السريعة من أجل تتبع القنوات ذات التغير السريع. ويدعم السطح البيئي الراديوي تسليم النداء قبل القطع من خلال السماح للمطراف بالاتصال المتأون بكل من محطة القاعدة الثابتة والمحطة القاعدة المستهدفة وذلك كوسيلة لاختبار اعتمادية التوصيل قبل التبديل النهائي للمحطة القاعدة المستهدفة.

المراجع

المتطلبات التقنية للسطح البيئي الراديوي لنظام النفاذ اللاسلكي عريض النطاق SCDMA (YD/T 1956-2009) <http://www.csa.org.cn/worknews/content.php3?id=2393>

الملحق 8

الخصائص الرئيسية للمعايير

الجدول 7: يقدم الجدول 7 موجزاً للخصائص الرئيسية لكل معيار.

الجدول 7

المعلومات التقنية الأساسية

| مقدرات التنقل (جواله/متنقلة) | مدة الرتل | طريقة النفاذ المتعدد | طريقة الإرسال المزدوج | توفير MIMO (نعم/لا) | تشكيل الخزم (نعم/لا) | أقصى معدل إرسال للقناة لكل قناة تردد 5 MHz (إلا إذا ورد خلاف ذلك) | وسيط التشفير | معدل التشكيل/ التشفير ⁽¹⁾ - تدفق صاعد - تدفق هابط | عرض النطاق الاسمي للقنوات الراديوية | المعيار |
|---------------------------------|--|-------------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------------|--|---|---|---|---|
| متنقلة | ms 5 خيارات أخرى: 2، 2,5، 4، 8، 10، 12,5، ms 20 | OFDMA TDMA | TDD/ FDD/ HFDD | نعم | نعم | يصل إلى Mbit/s 17,5 مع SISO يصل إلى Mbit/s 35 مع MIMO (2 × 2) يصل إلى Mbit/s 70 مع MIMO (4 × 4) | CC/CTC خيارات أخرى: BTC/ LDPC | إلى الأعلى: QPSK-1/2, 3/4 - 16-QAM-1/2, 3/4 - 64-QAM-1/2, - 3/4, 5/6 2/3, إلى الأسفل: QPSK-1/2, 3/4 - 16-QAM-1/2, 3/4 - 64-QAM-1/2, - 2/3, 3/4, 5/6 | مرن من 1,25 MHz حتى يصل إلى 28 MHz عروض النطاقات النمطية 3,5، 5، 7، 8,75، 10، 20 MHz | IEEE 802.16 WirelessMAN/ ETSI HiperMAN (الملحق 3) |
| جواله | :Tier 1 ms 13,33 :Tier 2 ms 26,67 | CDMA | FDD | غير صحيح لكن غير مستبعد | غير صحيح لكن غير مستبعد | إلى الأعلى: Mbit/s 1,228 إلى الأسفل: Mbit/s 1,8432 | Block TPC BCH | إلى الأعلى: QPSK, - 0,793-0,325 - إلى الأسفل: QPSK, - 0,793-0,325 - | 1,25 MHz | T1.723-2002 I-CDMA معيار السطوح البنية الراديوية لأنظمة تمديد الطيف (الملحق 4) |
| جواله | 10 ms | CDMA | TDD | غير محدد | نعم | إلى الأعلى: Mbit/s 6,4 إلى الأسفل: Mbit/s 24 | شفرة ريد-سولومون (18, 16) | إلى الأعلى: QPSK, 8-PSK - 16-QAM - R-S (18, 16) إلى الأسفل: QPSK, 8-PSK - 64-QAM - R-S (18, 16) | 5 MHz | ATIS- 0700001.2004 MCSB، MAC/LLC، ومواصفة طبقة الشبكة (الملحق 4) |

الجدول 7 (تابع)

| مقدرات التنقل (جواله/متنقلة) | مدة الرتل | طريقة النفاذ المتعدد | طريقة الإرسال المزدوج | توفير MIMO (نعم/لا) | تشكيل الحزم (نعم/لا) | أقصى معدل إرسال للقناة لكل قناة تردد 5 MHz (إلا إذا ورد خلاف ذلك) | وسيط التشفير | معدل التشكيل/ التشفير ⁽¹⁾ - تدفق صاعد - تدفق هابط | عرض النطاق الاسمي للقنوات الراديوية | المعيار |
|---------------------------------|----------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------------|--|---|---|---|---|
| متنقلة | ms 5 | TDMA/FD MA/ SDMA | TDD | نعم | نعم | إلى الأعلى: Mbit/s 2,866 × 8 sub-channels × 4 spatial channels = Mbit/s 91,7 إلى الأسفل: Mbit/s 2,5 × 8 sub-channels × 4 spatial channels = Mbit/s 80 | شفرة تلافيفية وشفرة فدر | إلى الأعلى: - BPSK, QPSK, 8-PSK, 12-QAM, 16-QAM 3/4 إلى الأسفل: - BPSK, QPSK, 8-PSK, 12-QAM, 16-QAM, 24-QAM 8/9 | MHz 0,625 | ATIS-0700004.2005 نفاذ متعدد بتقسيم المكان عالي القدرة (HC-SDMA) (الملحق 4) |
| جواله | ms 19 كحد أقصى | CDMA | FDD | لا | لا | إلى الأعلى: Mbit/s 1,92 إلى الأسفل: Mbit/s 1,92 | شفرة تلافيفية | إلى الأعلى: - QPSK, 1/2 - إلى الأسفل: - QPSK, 1/2 - | 2 × 5 إلى 20 × 2 MHz (مع زيادات من 3,5 أو 5 MHz) | T1.716/7-2000 (R2004) معيار سطح بيني راديوي للفناذ بتتابعات مباشرة عريضة النطاق في النفاذ إلى الشبكات PSTN الثابتة اللاسلكية-الطبقة 1/الطبقة 2 (الملحق 4) |
| متنقلة | ms 5 | OFDMA SC-FDMA TDMA | TDD | نعم (خيارى) | نعم (خيارى) | إلى الأعلى Mbit/s 9,85 إلى الأسفل Mbit/s 10,7 (في حالة SISO، تمائل) | شفرة تلافيفية شفرة توربينية (خيارى) | إلى الأعلى وإلى الأسفل: - BPSK 1/2, 2/3 QPSK 1/2, 3/4 16-QAM 1/2, 3/4 64-QAM 4/6, 5/6 256-QAM 6/8, 7/8 | MHz 1,25 MHz 2,5 MHz 5 MHz 10 MHz 20 | المنصة العالمية الموسعة XGPS (الملحق 5) |
| جواله | مدة متغايرة للرتل | CSMA/ CA | TDD | لا | لا | Mbit/s 2,5 | غير مشفر/ شفرة تلافيفية | إلى الأعلى وإلى الأسفل: DQPSK CCK BPSK PBCC - 1/2 QPSK PBCC - 1/2 | MHz 22 | المعيار IEEE 802.11-2007 الفقرة الفرعية 18 (سابقا: 802.11b) (الملحق 1) |

الجدول 7 (تابع)

| مقدرات التنقل (جواله/متنقلة) | مدة الرتل | طريقة النفاذ المتعدد | طريقة الإرسال المزدوج | توفير MIMO (نعم/لا) | تشكيل الحزم (نعم/لا) | أقصى معدل إرسال للقناة لكل قناة تردد 5 MHz (إلا إذا ورد خلاف ذلك) | وسيط التشفير | معدل التشكيل/ التشفير ⁽¹⁾ – تدفق صاعد – تدفق هابط | عرض النطاق الاسمي للقنوات الراديوية | المعيار |
|---------------------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|--|------------------|--|--|---|
| جواله | مدة متغيرة للرتل | CSMA/ CA | TDD | لا | لا | Mbit/s 13,5 | شفرة تلافيفية | إلى الأعلى وإلى الأسفل: 64-QAM OFDM 2/3, 3/4 16-QAM OFDM – 1/2, 3/4 QPSK OFDM – 1/2, 3/4 BPSK OFDM – 1/2, 3/4 | MHz 5 MHz 10 MHz 20 | المعيار IEEE 802.11-2007 الفقرة الفرعية 17 (سابقا: 802.11a) (الملحق 1) |
| جواله | مدة متغيرة للرتل | CSMA/ CA | TDD | لا | لا | Mbit/s 13,5 | شفرة تلافيفية | إلى الأعلى وإلى الأسفل: 64-QAM OFDM 2/3, 3/4 16-QAM OFDM – 1/2, 3/4 QPSK OFDM – 1/2, 3/4 BPSK OFDM – 1/2, 3/4 8-PSK PBCC – 2/3 64-QAM DSSS- OFDM – 2/3, 3/4 16-QAM DSSS- OFDM – 1/2, 3/4 QPSK DSSS-OFDM – 1/2, 3/4 BPSK DSSS-OFDM – 1/2, 3/4 | MHz 20 | المعيار IEEE 802.11-2007 الفقرة الفرعية 19 (سابقا: 802.11g) (الملحق 1) |

الجدول 7 (تابع)

| مقدرات التنقل (جواله/مستقلة) | مدة الرتل | طريقة النفاذ المستخدم | طريقة الإرسال المزدوج | توفير MIMO (نعم/لا) | تشكيل الحزم (نعم/لا) | أقصى معدل إرسال للقناة لكل قناة تردد 5 MHz (إلا إذا ورد خلاف ذلك) | وسيط التشفير | معدل التشكيل/ التشفير ⁽¹⁾ - تدفق صاعد - تدفق هابط | عرض النطاق الاسمي للقنوات الراديوية | المعيار |
|---------------------------------|--|--|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|--|--------------------------------------|--|--|---|
| جواله | مدة متغيرة للرتل | CSMA/ CA | TDD | نعم | نعم | Mbit/s 75 | شفرة تلافيفية وشفرة LDPC | للأعلى وللأسفل: 64-QAM OFDM – 2/3, 3/4, 5/6 16-QAM OFDM – 1/2, 3/4 QPSK OFDM – 1/2, 3/4 BPSK OFDM – 1/2 | MHz 20 MHz 40 | المعيار IEEE 802.11-2007 المعدل بالمعيار IEEE 802.11n (الفقرة الفرعية 2) (الملحق 1) |
| جواله | ms 2 | TDMA | TDD | لا | لا | 6، 9، 12، 18، 27، 36 و 54 Mbit/s في قناة 20 MHz (لا تتوفر إلا القنوات بعرض 20 MHz) | شفرة تلافيفية | 64-QAM-OFDM 16-QAM-OFDM QPSK-OFDM BPSK-OFDM التدفقان الصاعد والهابط على حد سواء | MHz 20 | ETSI BRAN HiperLAN 2 (الملحق 1) |
| جواله | ms 2 | TDMA | TDD | لا | لا | 6-54 Mbit/s في 20 MHz | شفرة تلافيفية | BPSK 1/2 – BPSK 3/4 – QPSK 1/2 – QPSK 3/4 – 16-QAM 9/16 – 16-QAM 3/4 – 64-QAM 3/4 – | MHz 20 × 4 (GHz 5,25-5,15) MHz 20 × 4 (GHz 5,0-4,9) | ARIB HiSWANa (الملحق 1) |
| متنقلة | ms 2 و ms 10 (E-UTRAN) ms 10 طول الرتل الفرعي ms 1 | CDMA (E-UTRAN) في OFDM DL SC-FDMA في UL | FDD | نعم | نعم | إلى الأعلى: Mbit/s 11,5 إلى الأسفل: Mbit/s 42 (E-UTRAN) إلى الأعلى: /Mbit/s 75,3 (3) MHz 20 إلى الأسفل: /Mbit/s 302,7 (3) MHz 20 | شفرة تلافيفية شفرة توربينية | إلى الأعلى: QPSK, 16-QAM إلى الأسفل: 16-QAM, QPSK, 64-QAM (E-UTRAN) QPSK, 16-QAM, 64-QAM | MHz 5 (E-UTRAN) ، MHz 3 ، MHz 1,4 ، MHz 10 ، MHz 5 MHz 20 ، MHz 15 | IMT-2000 CDMA تمديد مباشر (الملحق 2) |

الجدول 7 (تابع)

| مقدرات التنقل (جواله/متنقلة) | مدة الرتل | طريقة النفاذ المتعدد | طريقة الإرسال المزدوج | توفير MIMO (نعم/لا) | تشكيل الحزم (نعم/لا) | أقصى معدل إرسال للقناة لكل قناة تردد 5 MHz (إلا إذا ورد خلاف ذلك) | وسيط التشفير | معدل التشكيل/ التشفير ⁽¹⁾ - تدفق صاعد - تدفق هابط | عرض النطاق الاسمي للتنوعات الراديوية | المعيار |
|---------------------------------|---|--|--|------------------------|-------------------------|--|--|---|--|---|
| متنقلة | إلى الأسفل: 1,67، 1,25، 2,5، 5، 10، 20، 40، 80 ms إلى الأعلى: 6,66، 10، 20، 26,67، 40، 80 ms (cdma2000) إلى الأسفل: 1,67، 3,33، 6,66، 13,33، 26,67 إلى الأعلى: 1,67، 6,66، 13,33، 20، 26,67 (cdma2000 HRPD) إلى الأسفل 0,911 ms إلى الأعلى: 0,911 ms (UMB) | CDMA (cdma2000 و cdma2000 HRPD) CDMA و OFDMA (UMB) | FDD (cdma2000 و cdma2000 HRPD) FDD/TDD (UMB) | لا نعم (UMB) | لا نعم (UMB) | إلى الأعلى: 1,8 Mbit/s لكل 1,25 MHz قناة إلى الأسفل: 3,1 Mbit/s لكل 1,25 MHz (cdma2000) إلى الأعلى: 1,8 Mbit/s لكل 1,25 MHz قناة إلى الأسفل: 4,9 Mbit/s لكل 1,25 MHz قناة (cdma2000 HRPD) إلى الأعلى: 75 Mbit/s لكل 20 MHz إلى الأسفل: 228 Mbit/s لكل 20 MHz (UMB) | شفرة تلايفية/شفرة توربينية (cdma2000 and cdma2000 HRPD) شفرة تلايفية/شفرة توربينية/شفرة LDPC (اختياري) (UMB) QPSK، 8-PSK، 16-QAM، 64-QAM (cdma2000 HRPD) QPSK، 8-PSK، 16-QAM، 64-QAM (UMB) | إلى الأعلى: BPSK، QPSK، 8-PSK إلى الأسفل: QPSK، 8-PSK، 16-QAM، (cdma2000) QPSK، 8-PSK، 16-QAM، 64-QAM (cdma2000 HRPD) QPSK، 8-PSK، 16-QAM، 64-QAM (UMB) | MHz 3,75 و MHz 1,25 (cdma2000) MHz 20-1,25 (cdma2000 HRPD) kHz 153,6، MHz 20-1,25 التجزؤ (UMB) | IMT-2000 CDMA موجات حاملة متعددة (الملحق 2) |

الجدول 7 (تابع)

| مقدرات التنقل (جواله/متنقلة) | مدة الرتل | طريقة النفاذ المتعدد | طريقة الإرسال المزدوج | توفير MIMO (نعم/لا) | تشكيل الحزم (نعم/لا) | أقصى معدل إرسال للقناة لكل قناة تردد 5 MHz (إلا إذا ورد خلاف ذلك) | وسيط التشفير | معدل التشكيل/ التشفير ⁽¹⁾ - تدفق صاعد - تدفق هابط | عرض النطاق الاسمي للتنوعات الراديوية | المعيار |
|---------------------------------|---|---|-----------------------------|------------------------|-------------------------|--|-----------------------------------|---|---|------------------------------------|
| متنقلة | الخيار Mchip/s TDD 1,28 ms 10 طول الرتل الفرعي: ms 5 الخيار Mchip/s TDD 3,84 :ms 10 الخيار Mchip/s TDD 7,68 :ms 10 (E-UTRAN) ms 10 طول الرتل الفرعي: ms 1 | TDMA/ CDMA (E-UTRAN) OFDM in DL, SC- FDMA in UL | TDD | لا (E-UTRAN) نعم | نعم | Mchip/s TDD 1,28 الخيار إلى الأعلى: /Mbit/s 2,2 (2)MHz 1,6 إلى الأسفل: /Mbit/s 2,8 (2)MHz 1,6 الخيار Mchip/s TDD 3,84 إلى الأعلى: Mbit/s 9,2 إلى الأسفل: Mbit/s 10,2 الخيار: Mchip/s TDD 7,68 إلى الأعلى: /Mbit/s 17,7 MHz 10 إلى الأسفل: /Mbit/s 20,4 MHz 10 (E-UTRAN) إلى الأعلى: /Mbit/s 75,3 (3)MHz 20 إلى الأسفل: /Mbit/s 302,7 (3)MHz 20 | شفرة تلافيفية/شفرة توربينية | الخيار Mchip/s TDD 1,28 إلى الأعلى: ،8-PSK ،QPSK ،16-QAM إلى الأسفل: ،8-PSK ،16-Q AM الخيار: QPSK 3,84 Mchip/sTDD إلى الأعلى: 16-QAM, QPSK إلى الأسفل: 16-QAM, QPSK الخيار: Mchip/s TDD 7,68 إلى الأعلى: 16-QAM, QPSK إلى الأسفل: 16-QAM, QPSK (E-UTRAN) QPSK, 16-QAM, 64-QAM | :الخيار Mchip/sTDD 1,28 أقل من 1,6 MHz الخيار Mchip/sTDD 3,84 أقل من 5 MHz الخيار Mchip/s TDD 7,68 أقل من 10 MHz (E-UTRAN) 1,4 MHz ،MHz 3 ،MHz 5 MHz 10 ،MHz 15 و MHz 20 | IMT-2000 CDMA TDD (الملحق 2) |

الجدول 7 (تابع)

| مقدرات التنقل (جواله/متنقلة) | مدة الرتل | طريقة النفاذ المتعدد | طريقة الإرسال المزدوج | توفير MIMO (نعم/لا) | تشكيل الحزم (نعم/لا) | أقصى معدل إرسال للقناة لكل قناة تردد 5 MHz (إلا إذا ورد خلاف ذلك) | وسيط التشفير | معدل التشكيل/ التشفير ⁽¹⁾ - تدفق صاعد - تدفق هابط | عرض النطاق الاسمي للقنوات الراديوية | المعيار |
|---------------------------------|--------------------|-------------------------|-----------------------------|--|---|--|------------------------------|--|--|--|
| متنقلة | ms 4,6 ms 4,615 | TDMA | FDD | غير معيّن صراحة ولكنه غير مستبعد | غير معيّن صراحة ولكنه غير مستبعد | إلى الأعلى: Mbit/s 16,25 Mbit/s 20,312 Mbit/s 40,625 إلى الأسفل: Mbit/s 16,25 Mbit/s 20,312 Mbit/s 40,625 | شفرة PCT شفرة توربينية | إلى الأعلى: - GMSK - 8-PSK - QPSK، - 16-QAM، - 32-QAM - B-OQAM - Q-OQAM 0,329 - 1/1 إلى الأسفل: - GMSK - 8-PSK - QPSK، - 16-QAM، - 32-QAM - B-OQAM - Q-OQAM 0,329 - 1/1 | kHz 200 × 2 kHz Dual 200 × 2 MHz 1,6 × 2 | IMT-2000 TDMA الموجة الحاملة الوحيدة (الملحق 2) |

الجدول 7 (تابع)

| مقدرات التنقل (جواله/متنقلة) | مدة الرتل | طريقة النفاذ المتعدد | طريقة الإرسال المزدوج | توفير MIMO (نعم/لا) | تشكيل الحزم (نعم/لا) | أقصى معدل إرسال للقناة لكل قناة تردد 5 MHz (إلا إذا ورد خلاف ذلك) | وسيط التشفير | معدل التشكيل/ التشفير ⁽¹⁾ - تدفق صاعد - تدفق هابط | عرض النطاق الاسمي للقنوات الراديوية | المعيار |
|---------------------------------|-----------|-------------------------|-----------------------------|------------------------|-------------------------|--|---|--|---|---|
| متنقلة | ms 10 | TDMA | TDD | جزئي | جزئي | Mbit/s 20 | حسب الخدمة: ،CRC ،BCH، ريد- سولومون، Turbo | إلى الأعلى وإلى الأسفل: GFSK $\pi/2$ -DBPSK $\pi/4$ -DQPSK $\pi/8$ -D8-PSK 16-QAM, 64-QAM | MHz 1,728 | IMT-2000 FDMA/TDMA (الملحق 2) |
| متنقلة | ms 5 | OFDMA | TDD FDD | نعم | نعم | حتى 17,5 Mbit/s مع SISO حتى 35 Mbit/s مع MIMO (2 × 2) حتى 70 Mbit/s مع MIMO (4 × 4) | CC/CTC خيارات أخرى: BTC/ LDPC | إلى الأعلى: QPSK-1/2, 3/4 - 16-QAM-1/2, 3/4 - 64-QAM-1/2, 2/3, - 3/4, 5/6 إلى الأسفل: QPSK-1/2, 3/4 - 16-QAM-1/2, 3/4 - 64-QAM-1/2, 2/3, - 3/4, 5/6 | ،MHz 5 ،MHz 7 ،MHz 8,75 MHz 10 | IMT-2000 OFDMA TDD WMAN (الملحق 2) |

الجدول 7 (تمة)

| مقدرات التنقل (جواله/متنقلة) | مدة الرتل | طريقة النفاذ المتعدد | طريقة الإرسال المزدوج | توفير MIMO (نعم/لا) | تشكيل الحزم (نعم/لا) | أقصى معدل إرسال للقناة لكل قناة تردد 5 MHz (إلا إذا ورد خلاف ذلك) | وسيط التشفير | معدل التشكيل/ التشفير ⁽¹⁾ - تدفق صاعد - تدفق هابط | عرض النطاق الاسمي للقنوات الراديوية | المعيار |
|---------------------------------|--|---------------------------------|-----------------------------|---|--|--|---|---|--|--|
| متنقلة | أسلوب النطاق العريض ms 0,911 أسلوب النطاق :kHz 625 ms 5 | OFDMA TDMA/ FDMA/ SDMA | TDD FDD HFDD | نعم: كلمة مشفرة وجيدة وكلمات مشفرة متعددة مع دعم MIMO | نعم: SDMA, مع دعم تشكيل الحزم على الوصلات الأمامية والعكسية | معدلات قصوى Mbit/s DL 288 and 75 Mbit/s UL in 20 MHz | شفرة تلافيفية وشفرة توربينية وشفرة LDP مشفرة لاحتبار التعادلوية وشفرة هامنغ الموسعة | أسلوب النطاق العريض إلى الأعلى: QPSK, 8-PSK, 16- QAM, 64-QAM إلى الأسفل: QPSK, 8-PSK, 16- QAM, 64-QAM 625 kHz mode: Pi/2 BPSK, QPSK, 8-PSK, 12-QAM, 16-QAM, 24-QAM, 32-QAM, 64-QAM | مرن من 625 KHz حتى MHz 20 | IEEE 802.20 (الملحق 6) |
| متنقلة | ms 10 | CS- OFDMA | TDD | نعم | نعم | 15 Mbit/s في MHz 5 | شفرة ريد- سولومون | QPSK, 8-PSK, 16-QAM, 64-QAM | مضاعفات 1 MHz حتى MHz 5 | السطح البيئي الرادوي للمعيار الخاص بنظام النفاذ اللاسلكي عريض النطاق SCDMA (الملحق 7) |

(1) بما فيها جميع الأساليب المستخدمة أو على الأقل الحد الأقصى والحد الأدنى).

(2) في النطاق 5 MHz يمكن نشر ثلاث موجات حاملة TDD بعرض Mchip/s 1,28.

(3) يدعم المعيار E-UTRAN التشغيل بعرض نطاق متدرج حتى 20 MHz في الوصلتين الصاعدة والهابطة.