

الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية **ITU-R M.1450-5**
(2014/02)

خصائص الشبكات المحلية الراديوية
عريضة النطاق

السلسلة **M**

الخدمة المتنقلة وخدمة الاستدلال الراديوي
وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة



150
1865-2015

The logo for the ITU's 150th anniversary, featuring the number '150' in a large, bold font, with the ITU globe logo integrated into the zero, and the years '1865-2015' below it.

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 لمدى 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 الكهروتقنية 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 الاستدلال الراديوي وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة	M
انتشار الموجات الراديوية	P
علم الفلك الراديوي	RA
أنظمة الاستشعار عن بُعد	RS
الخدمة الثابتة الساتلية	S
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، 2015

© ITU 2015

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.1450-5

خصائص الشبكات المحلية الراديوية عريضة النطاق

(المسألان ITU-R-212/5 و ITU-R-238/5)

(2014-2010-2008-2003-2002-2000)

مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية خصائص الشبكات المحلية الراديوية عريضة النطاق (RLAN) بما في ذلك العلامات التقنية ومعلومات عن المعايير والخصائص التشغيلية للشبكات المحلية الراديوية. كما تتناول الخصائص الأساسية لشبكات RLAN عريضة النطاق وتوجيهات عامة بشأن تصميم أنظمتها.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

- أ) أن الشبكات المحلية الراديوية عريضة النطاق (RLAN) تستخدم على نطاق واسع في التجهيزات الحاسوبية الثابتة وشبه الثابتة (القابلة للنقل) والأحمولة من أجل مجموعة متنوعة من التطبيقات عريضة النطاق؛
- ب) أن شبكات RLAN عريضة النطاق تستعمل في تطبيقات النفاذ اللاسلكي الثابت والجوال والمتنقل؛
- ج) أن معايير الشبكات RLAN عريضة النطاق التي يجري وضعها في الوقت الراهن متوافقة مع معايير الشبكة المحلية (LAN) السلكية الحالية؛

د) أن من المستصوب وضع مبادئ توجيهية من أجل الشبكات RLAN عريضة النطاق في مختلف نطاقات التردد؛

هـ) أنه ينبغي تنفيذ الشبكات RLAN عريضة النطاق مع الحرص على مراعاة مسألة التوافق مع التطبيقات الراديوية الأخرى،

وإذ تلاحظ

أ) أن التقرير ITU-R F.2086 يقدم خصائص تقنية وتشغيلية وتطبيقات لأنظمة النفاذ اللاسلكي (WAS) عريضة النطاق في الخدمة الثابتة؛

ب) أن هناك معلومات أخرى بشأن أنظمة النفاذ اللاسلكي عريضة النطاق، بما في ذلك الشبكات RLAN ترد في التوصيات ITU-R F.1763 و ITU-R M.1652 و ITU-R M.1739 و ITU-R M.1801،

توصي

- 1 باستعمال معايير الشبكات RLAN عريضة النطاق الواردة في الجدول 2 (انظر كذلك الملاحظات 1 و 2 و 3)؛
- 2 باستعمال الملحق 2 لأغراض المعلومات العامة بشأن شبكات RLAN، بما في ذلك خصائصها الأساسية؛
- 3 أن يُنظر إلى الملاحظات التالية على أنها جزء من هذه التوصية.

الملاحظة 1 - ترد الأسماء المختصرة والمصطلحات المستخدمة في هذه التوصية في الجدول 1.

الملاحظة 2 - يقدم الملحق 1 معلومات مفصلة عن كيفية الحصول على المعايير الكاملة الموضحة في الجدول 2.

الملاحظة 3 - لا تستبعد هذه التوصية تنفيذ أنظمة شبكات RLAN الأخرى.

الجدول 1

الأسماء المختصرة والمصطلحات المستخدمة في هذه التوصية

طريقة النفاذ (مخطط يستخدم لتوفير نفاذ متعدد لقناة)	Access method
نقطة نفاذ (<i>Access point</i>)	AP
رابطة صناعات ودوائر الأعمال في مجال الاتصالات الراديوية (<i>Association of Radio Industries and Businesses</i>)	ARIB
أسلوب نقل غير متزامن (<i>Asynchronous transfer mode</i>)	ATM
معدل الثبات (معدل نقل بته معلومات من جهاز لآخر في الشبكة)	Bit rate
إبراق اثنيين بزحزحة الطور (<i>Binary phase shift keying</i>)	BPSK
شبكات نفاذ راديوية عريضة النطاق (لجنة تقنية تابعة للمعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات) (<i>Broadband Radio Access Networks (A technical committee of ETSI)</i>)	BRAN
ترتيب القنوات (عرض نطاق كل قناة وعدد القنوات التي يمكن أن تتضمن في توزيع عرض نطاق تردد راديوي)	Channelization
فهرسة القنوات (فرق التردد بين ترددات مراكز القنوات المتجاورة)	Channel Indexing
النفاذ المتعدد باستشعار الموجة الحاملة مع تجنب التصادم (<i>Carrier sensing multiple access with collision avoidance</i>)	CSMA/CA
الكشف والتجنب (<i>Detect and avoid</i>)	DAA
الانتقاء الدينامي للتردد (<i>Dynamic frequency selection</i>)	DFS
تمدد الطيف بالتتابع المباشر (<i>Direct sequence spread spectrum</i>)	DSSS
القدرة المشعة المكافئة المتناحية (<i>Equivalent isotropically radiated power</i>)	e.i.r.p.
المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (<i>European Telecommunications Standards Institute</i>)	ETSI
نطاق التردد (الطيف الترددي العامل الاسمي)	Frequency band
تمديد الطيف بقفزات التردد (<i>Frequency hopping spread spectrum</i>)	FHSS
شبكة محلية LAN2 راديوية عالية الأداء (<i>High performance radio LAN 2</i>)	HIPERLAN2
شبكة نفاذ لا سلكي عالي السرعة - النمط a (<i>High speed wireless access network - type a</i>)	HiSWANa
نفاذ لا سلكي عالي السرعة (<i>High speed wireless access</i>)	HSWA
معهد المهندسين الكهربائيين والإلكترونيين (<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>)	IEEE
فريق مهام هندسة الإنترنت (<i>Internet Engineering Task Force</i>)	IETF
شبكة محلية (<i>Local area network</i>)	LAN
استماع قبل التكلم (<i>Listen before talk</i>)	LBT
استخدام الوسط (<i>Medium utilisation</i>)	MU
اتصالات النفاذ المتنقل متعدد الوسائط (<i>Multimedia mobile access communication</i>)	MMAC
تشكيل (الطريقة المستعملة لتحميل معلومات على موجة حاملة راديوية)	Modulation
مدخلات متعددة ومخرجات متعددة (<i>Multiple input multiple out</i>)	MIMO
تعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد (<i>Orthogonal frequency division multiplexing</i>)	OFDM
الكثافة الطيفية للقدرة (<i>Power spectral density</i>)	PSD
الشبكة الهاتفية العمومية التبديلية (<i>Public switched telephone network</i>)	PSTN
تشكيل الاتساع التربياعي (<i>Quadrature amplitude modulation</i>)	QAM
جودة الخدمة (<i>Quality of Service</i>)	QoS
إبراق رباعي بزحزحة الطور (<i>Quaternary phase shift keying</i>)	QPSK
تردد راديوي (<i>Radio frequency</i>)	RF

شبكة محلية راديوية (<i>Radio local area network</i>)	RLAN
النفاز المتعدد إلى الطيف الممدد (<i>Spread spectrum multiple area access</i>)	SSMA
قدرة المرسل (قدرة التردد الراديوي بالوات التي ينتجها المرسل)	Tx power
بروتوكول مراقبة الإرسال (<i>Transmission control protocol</i>)	TCP
إرسال مزدوج بتقسيم الزمن (<i>Time division duplex</i>)	TDD
نفاذ متعدد بتقسيم الزمن (<i>Time division multiple access</i>)	TDMA
التحكم في قدرة الإرسال (<i>Transmit power control</i>)	TPC
أسلوب النقل اللاسلكي (<i>Wireless asynchronous transfer mode</i>)	WATM

الجدول 2

خصائص الشبكات المحلية الراديوية عريضة النطاق ومعاييرها بما فيها العلامات التقنية المرتبطة بها

ETSI EN 302 567	ARIB HiSWANa, (1)	ETSI EN 301 893	ETSI EN 300 328	IEEE Std 802.11ad-2012	IEEE Std 802.11-2012 (الفقرة 20 المعروفة بـ 802.11n)	IEEE Std 802.11-2012 (الفقرة 18 والملحق D والمعروفون E، والملحق بـ 802.11j)	IEEE Std 802.11-2012 (الفقرة 19 المعروفة بـ 802.11g ⁽¹⁾)	IEEE Std 802.11-2012 (الفقرة 18 المعروفة بـ 802.11a ⁽¹⁾)	IEEE Std 802.11-2012 (الفقرة 17 المعروفة بـ 802.11b)	الخصائص
	TDMA/TDD		مجدولة، CSMA/CA	CSMA/CA					،CSMA/CA SSMA	طريقة النفاذ
	64-QAM-OFDM 16-QAM-OFDM QPSK-OFDM BPSK-OFDM 52 موجة حاملة فرعية (انظر الشكل 1)	لا توجد قيود على نوع التشكيل	موجة حاملة وحيدة DPSK، $\pi/2$ -BPSK $\pi/2$ -QPSK $\pi/2$ -16QAM :OFDM ،64-QAM ،16-QAM ،QPSK SQPSK 352 موجة حاملة فرعية	256-QAM- OFDM 64-QAM- OFDM 16-QAM- OFDM QPSK- OFDM 56 موجة حاملة فرعية في 20 MHz، و 114 موجة حاملة فرعية في 40 MHz ،MIMO 1-4 مسارات فضائية	64-QAM-OFDM 16-QAM-OFDM QPSK-OFDM BPSK-OFDM 56 موجة حاملة فرعية (انظر الشكل 1)	64-QAM-OFDM 16-QAM-OFDM QPSK-OFDM BPSK-OFDM 52 موجة حاملة فرعية (انظر الشكل 1)	DSSS/CCK OFDM PBCC DSSS-OFDM	64-QAM- OFDM 16-QAM- OFDM QPSK-OFDM BPSK-OFDM 52 موجة حاملة فرعية (انظر الشكل 1)	CCK (تمديد على 8 نبضات معقدة القيمة)	التشكيل

الجدول 2 (تكملة)

ETSI EN 302 567	ARIB HiSWANa, (1)	ETSI EN 301 893	ETSI EN 300 328	IEEE Std 802.11ad-2012	IEEE Std 802.11-2012 (الفقرة 20 المعروفة بـ 802.11n)		IEEE Std 802.11-2012 (الفقرة 18 والملحق D والمالحق E، المعروفون بـ 802.11j)	IEEE Std 802.11-2012 (الفقرة 19 المعروفة بـ 802.11g ⁽¹⁾)	IEEE Std 802.11-2012 (الفقرة 18 المعروفة بـ 802.11a ⁽¹⁾)	IEEE Std 802.11-2012 (الفقرة 17 المعروفة بـ 802.11b)	الخصائص
	6، 9، 12، 18، 27، 36، Mbit/s 54				من 6,5 إلى Mbit/s 693,3 لمباعدة بين القنوات 20 MHz من 13,5 إلى Mbit/s 1 600 لمباعدة بين القنوات 40 MHz من 29,3 إلى Mbit/s 3 466,7 لمباعدة بين القنوات 80 MHz من 58,5 إلى Mbit/s 6 933,3 لمباعدة بين القنوات MHz 160 و80+ MHz	من 6,5 إلى Mbit/s 288,9 لمباعدة قناة من 20 MHz 6 إلى 600 Mbit/s لمباعدة بين القنوات MHz 40	3، 4,5، 6، 9، 12، Mbit/s 27، 24، 18 لمباعدة قناة 10 MHz 6، 9، 12، 18، 24، Mbit/s 54، 48، 36 لمباعدة بين القنوات MHz 20	1، 2، 5,5، 6، 9، 11، 12، 18، 22، 24، 33، 36، 48، Mbit/s 54	6، 9، 12، 18، 24، 36، 48، 54 Mbit/s	1، 2، 5,5، Mbit/s 11	معدل البيانات

الجدول 2 (تكملة)

ETSI EN 302 567	ARIB HisWANa, ⁽¹⁾	ETSI EN 301 893	ETSI EN 300 328	IEEE Std 802.11ad-2012	IEEE Std 802.11-2012 (الفقرة 20 المعروفة بـ 802.11n)		IEEE Std 802.11-2012 (الفقرة 18 والملحق D والملحق E، المعروفون بـ 802.11j)	IEEE Std 802.11-2012 (الفقرة 19 المعروفة بـ 802.11g ⁽¹⁾)	IEEE Std 802.11-2012 (الفقرة 18 المعروفة بـ 802.11a ⁽¹⁾)	IEEE Std 802.11-2012 (الفقرة 17 المعروفة بـ 802.11b)	الخصائص
66-57 GHz	5 000-4 900 ⁽²⁾ MHz 5 250-5 150 ⁽⁴⁾ MHz	-5 150 ⁽⁵⁾ 5 350 5 725-5 470، ⁽³⁾ MHz	-2 400 2 483,5 MHz	MHz 66-57	5 250-5 150 ⁽⁴⁾ MHz 5 350-5 250 ⁽³⁾ MHz 5 725-5 470 ⁽³⁾ MHz 5 825-5 725 MHz	2 483,5-2 400 MHz 5 250-5 150 ⁽⁴⁾ MHz 5 350-5 250 ⁽³⁾ MHz 5 725-5 470 ⁽³⁾ MHz 5 825-5 725 MHz	4 990-4 940 ⁽²⁾ MHz 5 091 -5 030 ⁽²⁾ MHz ⁽⁴⁾ MHz 5 250-5 150 ⁽³⁾ MHz 3 350-5 250 ⁽³⁾ MHz 5 725-5 470 MHz 5 825-5 725	2 483,5-2 400 MHz	5 250-5 150 ⁽⁴⁾ MHz 5 350 - 2 250 ⁽³⁾ MHz 5 725-5 470 ⁽³⁾ MHz 5 825-5 725 MHz	-2 400 2 483,5 MHz	نطاق التردد
	مباعدة بين القنوات MHz 20 4 قنوات في MHz 100	MHz 20		MHz 2 160	MHz 20	MHz 5 في 2,4 GHz MHz 20 في 5 GHz	MHz 5			فهرسة القنوات	
	قناع OFDM (الشكل 1)	الشكل 1x		قناع 802.11ad (الشكل 5)	قناع OFDM (الشكل 2B، للحالة 20 MHz والشكل 3B للحالة 40 MHz والشكل 3C للحالة MHz 80 والشكل 3D للحالة MHz 160 والشكل 3E للحالة (MHz 80+80	قناع OFDM (الشكل 2A، للحالة 20 MHz والشكل 3A و 3B للحالة 40 MHz)	قناع OFDM (الشكل 1)			قناع 802.11b (الشكل 4)	قناع الطيف

الجدول 2 (تتمة)

ETSI EN 302 567	ARIB HiSWANa, (1)	EN 301 893	EN 300 328	IEEE Std 802.11ad-2012	IEEE P802.11ac	IEEE Std 802.11-2012 (الفقرة 20 المعروفة بـ 802.11n)	IEEE Std 802.11-2012 (الفقرة 19 والملاحق D و الملاحق E والمعروفون بـ 802.11j)	IEEE Std 802.11-2012 (الفقرة 19 المعروفة بـ 802.11g ⁽¹⁾)	IEEE Std 802.11-2012 (الفقرة 18 المعروفة بـ 802.11a ⁽¹⁾)	IEEE Std 802.11-2012 (الفقرة 17 المعروفة بـ 802.11b)	الخصائص
											المرسل
	LBT	LBT/DFS/TPC	DAA/LBT, DAA/non-LBT, MU	LBT	LBT/DFS/TPC	LBT	LBT	LBT/DFS/ TPC	LBT		تخفيف التداخل
											المستقبل
										مدرجة بالمعيار	الحساسية

(1) تعد معلومات الطبقة المادية مشتركة بين IEEE 802.11a و ARIB HiSWANa.

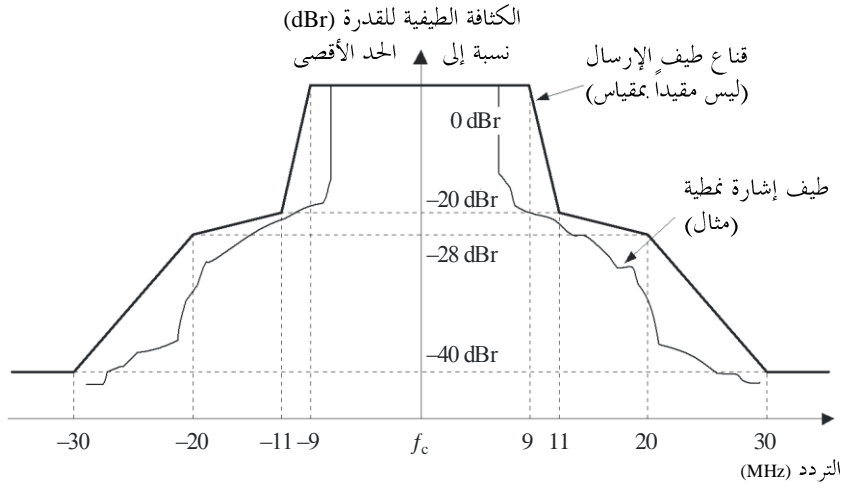
(2) انظر 802.11j-2004 ومرسوم JAPAN MIC بشأن تنظيم التجهيزات الراديوية، المادتان 20-49 و 21-49.

(3) تطبق قواعد DFS في النطاقين 5 250-5 350 و 5 470-5 725 MHz في العديد من الإدارات ومن ثم يجب التشاور مع الإدارات.

(4) طبقاً للقرار (Rev.WRC-12) 229 يقتصر التشغيل في النطاق 5 150-5 250 MHz على الاستعمال داخل المباني.

الشكل 1a

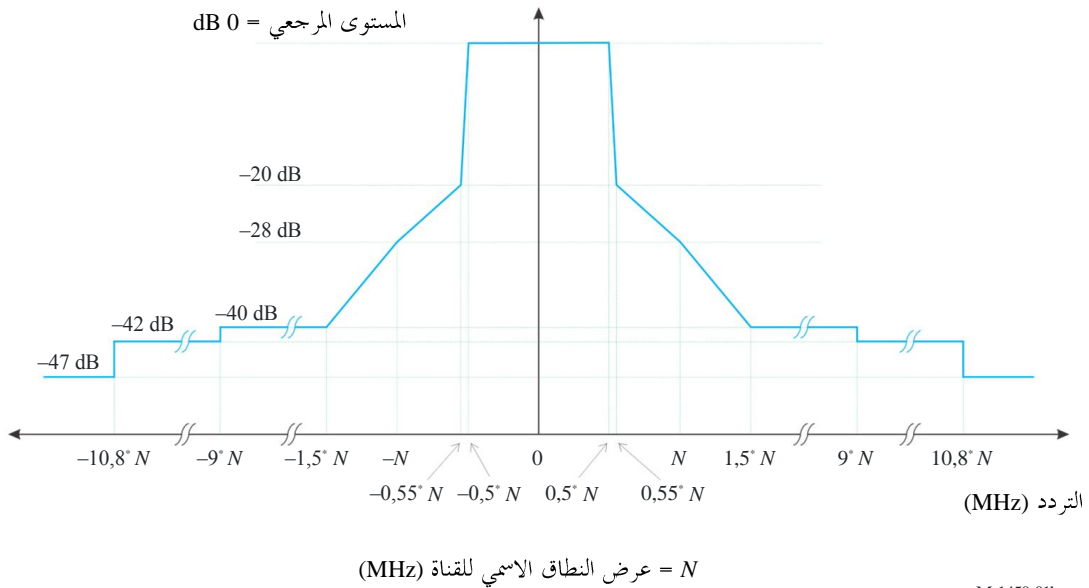
قناع طيف الإرسال OFDM للأنظمة 802.11a و 11g و 11j و HiSWANa



- الملاحظة 1 - الخط الخارجي الكثيف هو قناع الطيف للأنظمة 802.11a و 11g و 11j و HiSWANa والداخلي الخفيف هو طيف الغلاف لإشارات OFDM مع 52 موجة حاملة فرعية.
- الملاحظة 2 - ستم القياسات باستعمال عرض نطاق استبانة 100 kHz وعرض نطاق فيديو 30 kHz.
- الملاحظة 3 - في حالة مباعدة قناة 10 MHz في النظام 802.11j، ينزل مقياس التردد إلى النصف.

الشكل 1b

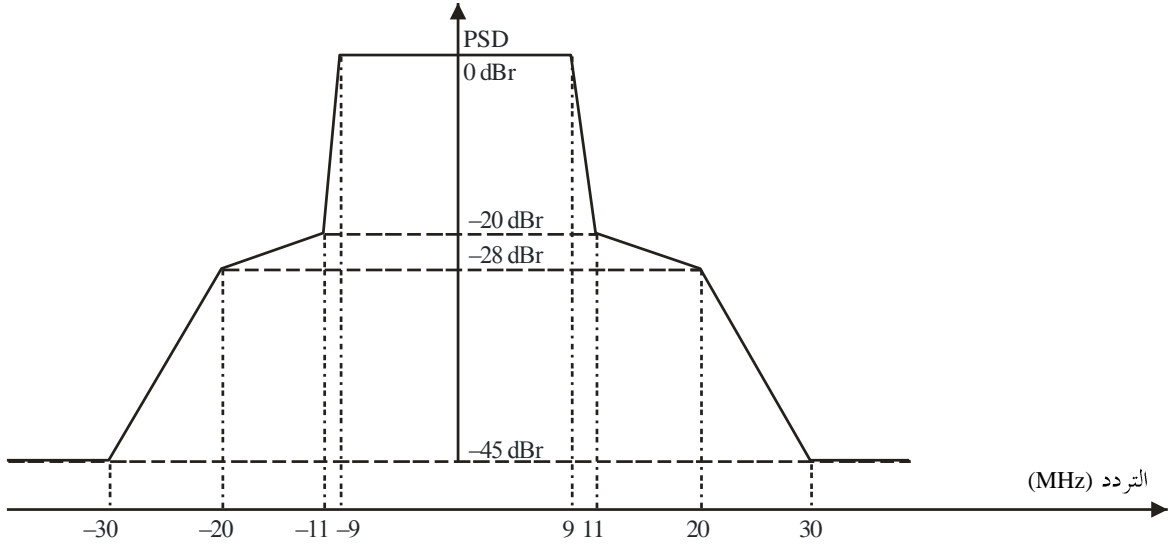
قناع طيف الإرسال للمعيار EN 301 893



ملاحظة - dBc هي الكثافة الطيفية نسبة إلى القيمة القصوى للكثافة الطيفية لقدرة الإشارة المرسل.

الشكل 2a

قناع طيف الإرسال للقناة 802.11n للحالة 20 MHz في النطاق 2,4 GHz

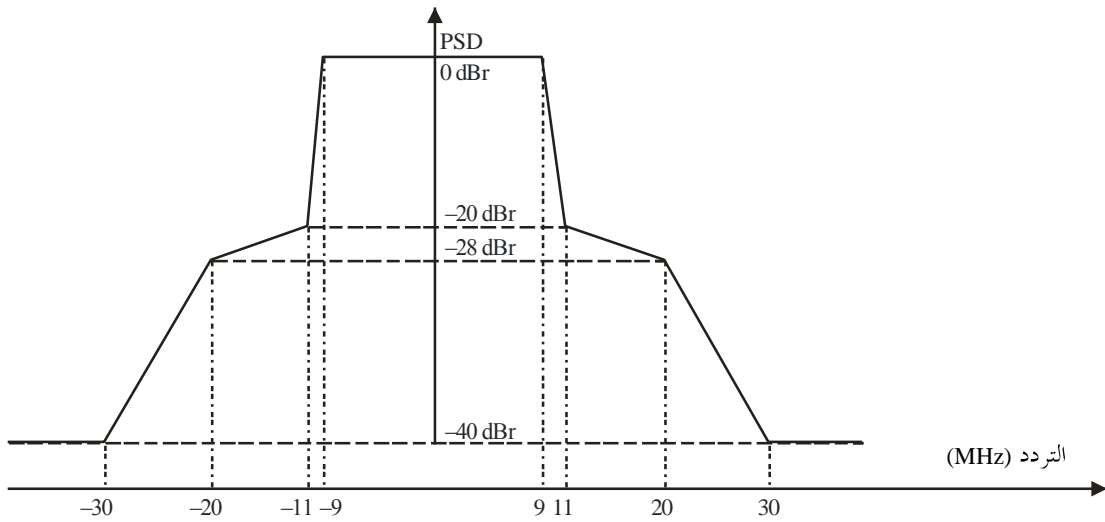


M.1450-02a

ملاحظة - قيمة قصوى مقدارها -45 dBm/MHz و-53 dBm/MHz عند تخالف في التردد مقداره 30 MHz فما فوق.

الشكل 2b

قناع طيف الإرسال للقناة 802.11n للحالة 20 MHz في النطاق 5 GHz وقناع طيف الإرسال للقناة 802.11ac

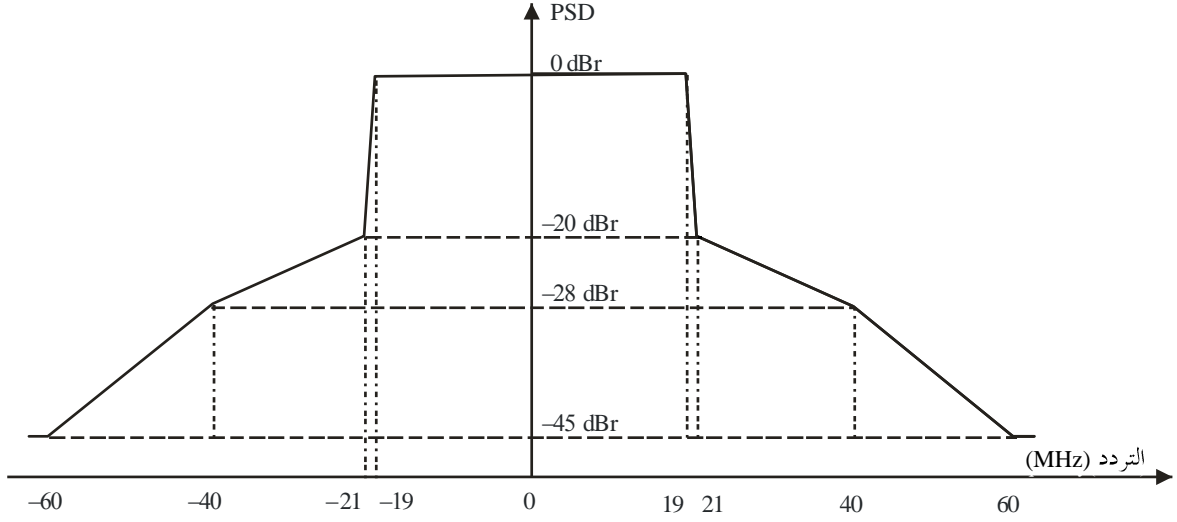


M.1450-02b

ملاحظة - بالنسبة للقناة 802.11n، قيمة قصوى مقدارها -40 dBm/MHz و-53 dBm/MHz عند تخالف في التردد مقداره 30 MHz فما فوق. وبالنسبة للقناة 802.11ac، لا يتجاوز طيف الإرسال القيمة القصوى لقناة طيف الإرسال و-53 dBm/MHz عند أي تخالف في التردد.

الشكل 3a

قناع طيف الإرسال للقناة 802.11n للحالة 40 MHz في النطاق 2,4 GHz

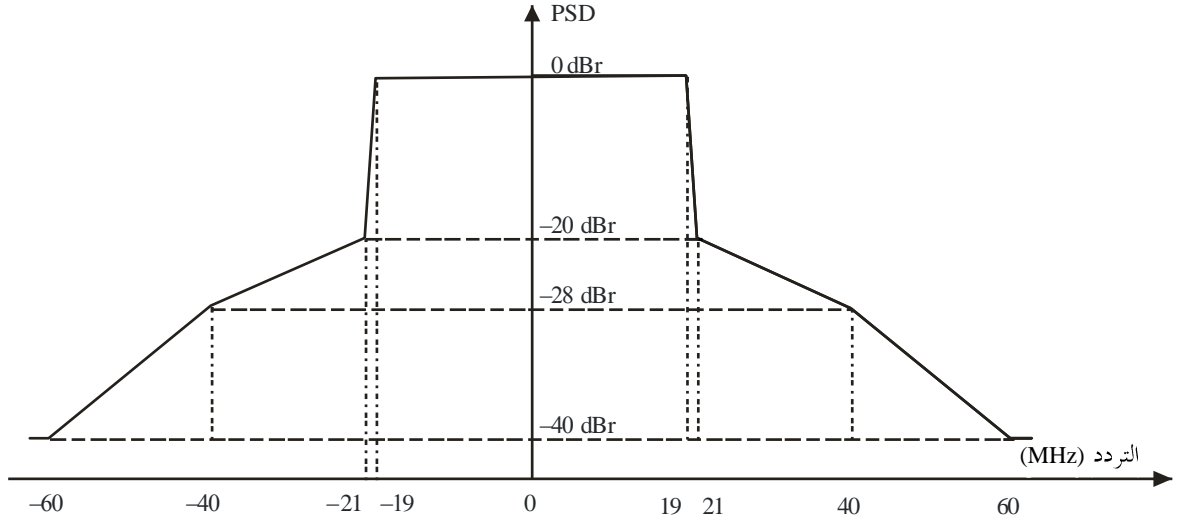


M.1450-03a

ملاحظة - قيمة قصوى مقدارها -45 dBr و-56 dBm/MHz عند تخالف في التردد مقداره 60 MHz فما فوق.

الشكل 3b

قناع طيف الإرسال للقناة 802.11n للحالة 40 MHz في النطاق 5 GHz وقناع طيف الإرسال للقناة 802.11ac

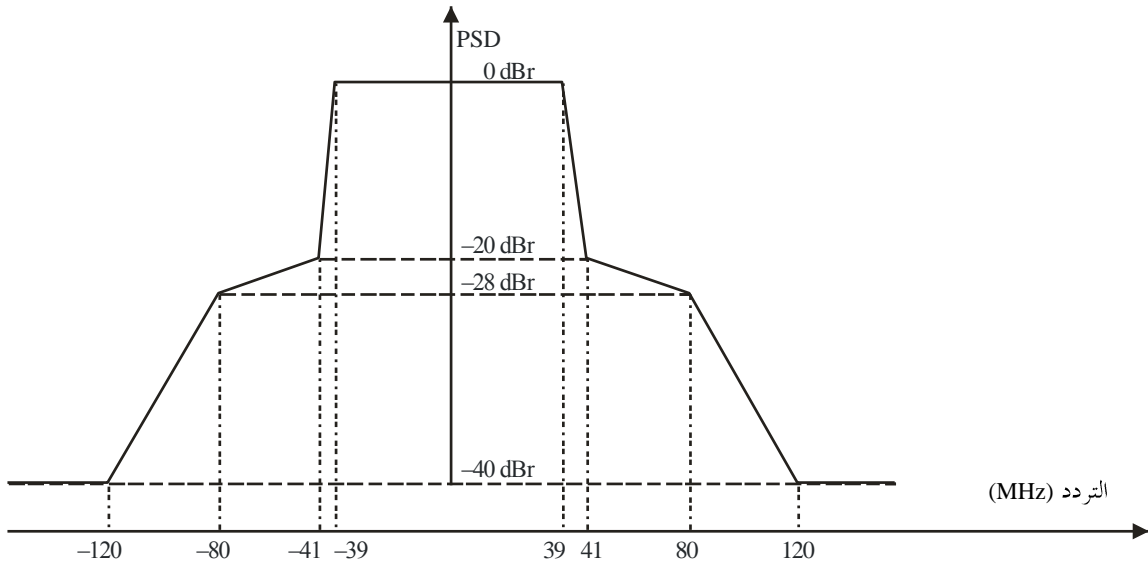


M.1450-03b

ملاحظة - بالنسبة للقناة 802.11n، قيمة قصوى مقدارها -40 dBr و-56 dBm/MHz عند تخالف في التردد مقداره 60 MHz فما فوق. وبالنسبة للقناة 802.11ac، لا يتجاوز طيف الإرسال القيمة القصوى لقناة طيف الإرسال و-56 dBm/MHz عند أي تخالف في التردد.

الشكل 3c

قناع طيف الإرسال للقناة 802.11ac للحالة 80 MHz

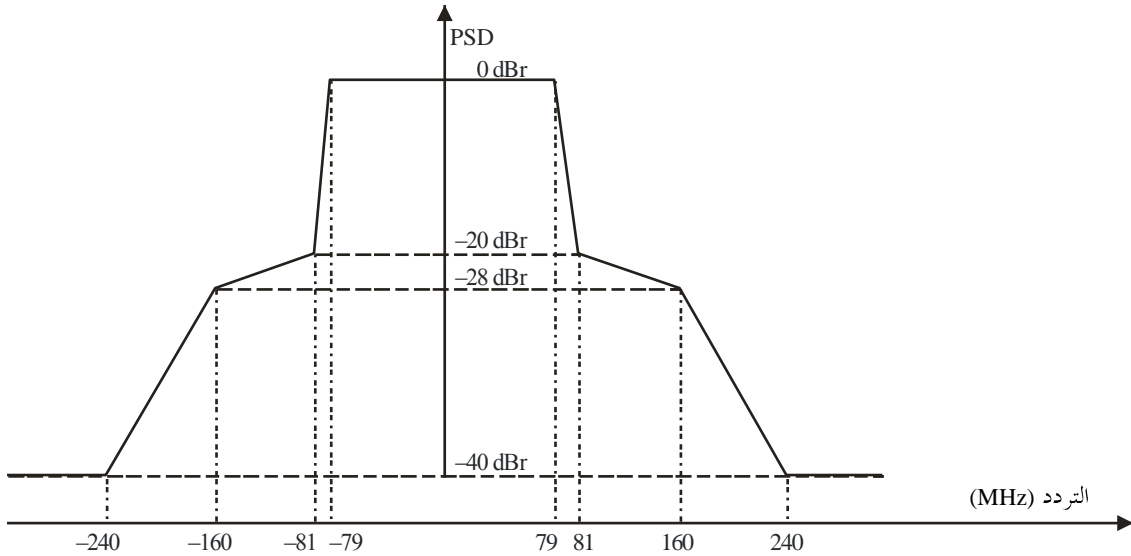


M.1450-03c

ملاحظة - لا يتجاوز طيف الإرسال القيمة القصوى لقناع طيف الإرسال و-59 dBm/MHz عند أي تخالف في التردد.

الشكل 3d

قناع طيف الإرسال للقناة 802.11ac للحالة 160 MHz

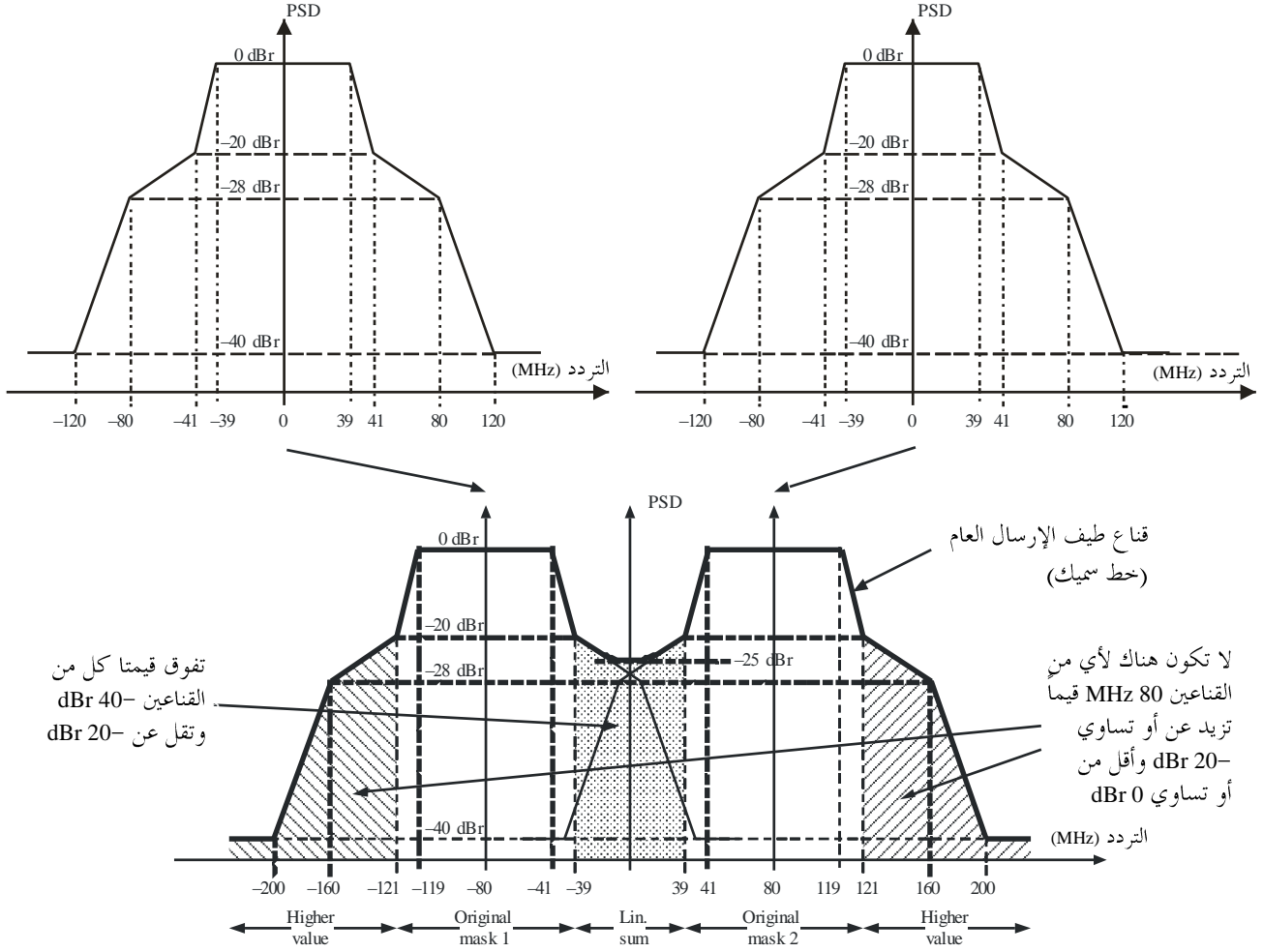


M.1450-03d

ملاحظة - لا يتجاوز طيف الإرسال القيمة القصوى لقناع طيف الإرسال و-59 dBm/MHz عند أي تخالف في التردد.

الشكل 3e

قناع طيف الإرسال للقناة 802.11ac للحالة 80+80 MHz

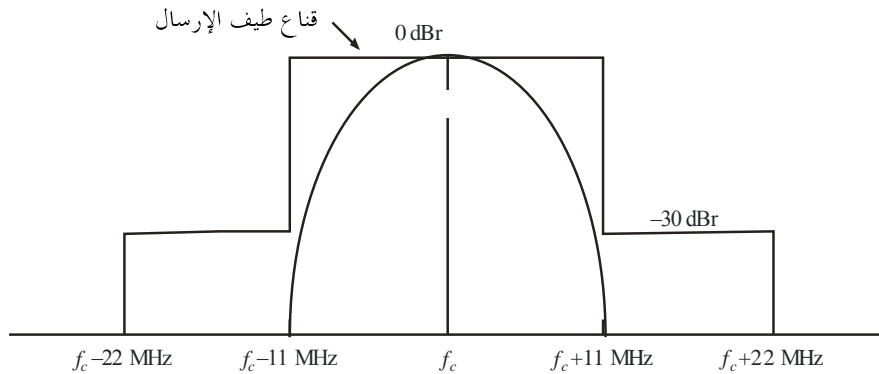


M.1450-03e

ملاحظة - لا يتجاوز طيف الإرسال القيمة القصوى لقناع طيف الإرسال و-59 dBm/MHz عند أي تخالف في التردد.

الشكل 4

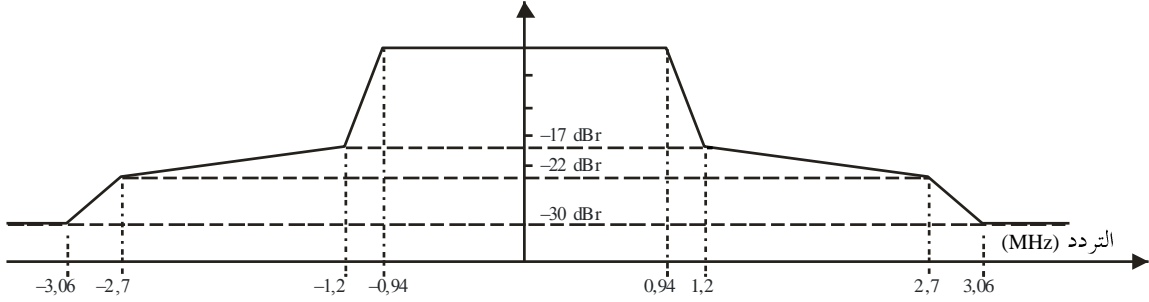
قناع طيف الإرسال للقناة 802.11b



M.1450-04

الشكل 5

قناع طيف الإرسال للقناة 802.11ad



M.1450-05

الملحق 1

الحصول على معلومات إضافية بشأن معايير الشبكة المحلية الراديوية عريضة النطاق

يمكن تحميل المعايير ETSI EN 300 328 و EN 301 893 و EN 302 567 من الموقع <http://pda.etsi.org/pda/queryform.asp> إلى جانب ذلك، يمكن تحميل المعايير HIPERLAN2 من النوع 2 (Hiperlan type 2) أيضاً من الرابط أعلاه.

ويمكن تحميل معايير IEEE 802.11 من الموقع: <http://standards.ieee.org/getieee802/index.html>

وقد وضع IEEE 802.11 مجموعة من المعايير لشبكات المنطقة المحلية الراديوية (RLAN)، وهي IEEE Std 802.11 – 2012، التي تم تنسيقها مع اللجنة الكهروتقنية الدولية والمنظمة الدولية للتوحيد القياسي¹. ويرد توصيف لخصائص النفاذ إلى الوسط (MAC) والخصائص المادية للشبكات المحلية اللاسلكية (LAN) في المعيار ISO/IEC 8802-11:2005، وهو جزء من سلسلة معايير للشبكات المحلية والحضرية. وتصمم وحدة التحكم في النفاذ إلى الوسط في المعيار ISO/IEC 8802-11:2005، بحيث تدعم وحدات الطبقة المادية حيث إنه يمكن تبنيها بغض النظر عن تيسر الطيف. ويتضمن المعيار ISO/IEC 8802-11:2005 خمس وحدات للطبقة المادية: أربع وحدات راديوية تعمل في النطاق 2 500-2 400 MHz وفي النطاقات التي تشمل 5 250-5 150 MHz و 5 350-5 250 MHz و 5 725-5 470 MHz و 5 825-5 725 MHz، ووحدة نطاق أساسي في نطاق الأشعة تحت الحمراء (IR). وتستخدم وحدة من الوحدات الراديوية تقنية تمديد الطيف بقفزات التردد (FHSS) وتستخدم وحدتان تقنية تمديد الطيف بالتتابع المباشر (DSSS) فيما تستخدم الوحدة الرابعة تقنية تعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد (OFDM) وتستخدم الوحدة الخامسة تقنية المدخلات المتعددة والمخرجات المتعددة (MIMO).

1 ISO/IEC 8802-11:2005، تكنولوجيا المعلومات - تبادل الاتصالات والمعلومات بين الأنظمة - الشبكات المحلية والحضرية - متطلبات محددة - الجزء 11: مواصفات التحكم في النفاذ إلى الوسط (MAC) والطبقة المادية (PHY) في الشبكات المحلية اللاسلكية.

الملحق 2

الخصائص الأساسية للشبكات RLAN عريضة النطاق وتوجيهات عامة بشأن نشرها

1 مقدمة

صممت معايير شبكات RLAN عريضة النطاق لتسمح بالتوافق مع شبكات LAN السلكية مثل IEEE 802.3 و 10BASE-T و 100BASE-T و 51,2 Mbit/s ATM بمعدلات بيانات متشابهة. وقد طورت بعض شبكات RLAN عريضة النطاق بحيث تكون متوافقة مع شبكات LAN السلكية الحالية ويقصد بها أن تعمل كامتداد لا سلكي للشبكات LAN السلكية باستخدام البروتوكولات TCP/IP و ATM. وتنهض توزيعات أخيرة لطيف التردد لبعض الإدارات بتطوير شبكات RLAN عريضة النطاق. ويسمح ذلك بدعم تطبيقات مثل نقل الإشارات السمعية/الفيديوية بنوعية عالية للخدمة.

وتعتبر قابلية النقل واحدة من السمات التي توفرها شبكات RLAN عريضة النطاق، وهو ما لا توفره شبكات LAN السلكية. وتعد الحواسيب المحمولة وتلك المحمولة باليد قابلة للنقل ويمكنها عند توصيلها بشبكة LAN سلكية أن تقدم خدمات تفاعلية. بيد أنه بتوصيلها بشبكات LAN السلكية فإنها لا تعد محمولة. وتسمح شبكات RLAN عريضة النطاق لأجهزة الحاسوب المحمولة بأن تظل قابلة للنقل وأن تعمل بأقصى طاقة.

ولا تغطي التعاريف التقليدية للنفاد اللاسلكي الثابت والمتنقل شبكات الحواسيب الموجودة في المنشآت الخاصة ومن ثم يجب أن ينظر إليها بعين الاعتبار. ولم يعد المستعملون المتجولون محتجزون في مكتب. حيث إنهم على النقيض من ذلك بوسعهم حمل أجهزة الحوسبة الخاصة بهم معهم والحفاظ على الاتصال بشبكة LAN سلكية في منشأتهم. وعلاوة على ذلك، بدأت الأجهزة المتنقلة مثل الهواتف الخلوية في إدخال إمكانية التوصيل بشبكة LAN لا سلكية متى تيسرت لاستكمال الشبكات الخلوية التقليدية. وسرعات الحواسيب المحمولة وأجهزة الحاسوب المحمولة باليد آخذة في الازدياد. وبوسع الكثير من هذه الأجهزة توفير اتصالات تفاعلية بين المستعملين على شبكة سلكية وإن كانت تضحي بالقدرة على التنقل في حال التوصيل. وتحتاج تطبيقات وخدمات الوسائط المتعددة إلى وسائل اتصالات عريضة النطاق ليس للمطاريق السلكية فحسب وإنما أيضاً لأجهزة الاتصالات المحمولة والشخصية. وبمقدور معايير الشبكة المحلية السلكية، أي IEEE 802.3ab 100BASE-T، نقل تطبيقات الوسائط المتعددة ذات المعدل العالي. وللحفاظ على قابلية النقل، فإن شبكات LAN السلكية في المستقبل ستحتاج إلى أن تنقل معدلات بيانات أعلى. وتعرف شبكات RLAN عريضة النطاق عادة بأنها الشبكات التي توفر صبيب بيانات أكبر من 10 Mbit/s.

2 التنقلية

وقد تكون الشبكات RLAN عريضة النطاق إما شبه ثابتة كما هو الحال في الحاسوب المكتبي الذي يمكن نقله من مكان إلى آخر أو محمولة كما هو الحال في أجهزة الحواسيب المحمولة أو تلك المحمولة باليد التي تعمل بالبطاريات أو الهواتف الخلوية ذات إمكانية التوصيل بشبكة LAN لا سلكية متكاملة. وتظل السرعة النسبية بين هذه الأجهزة ونقطة نفاذ لا سلكية بشبكة RLAN منخفضة. ويمكن في تطبيقات المخازن استخدام شبكات RLAN للحفاظ على اتصال مع شاحنات الرفع التي تعمل بسرعات تصل حتى 6 m/s. وبوجه عام، فإن أجهزة RLAN غير مصممة للاستعمال بسرعات المركبات أو السرعات الأعلى منها.

3 البيئة التشغيلية واعتبارات السطح البيئي

تُنشر شبكات RLAN عريضة النطاق عادة داخل المباني، وفي المكاتب والمصانع والمخازن، وما إلى ذلك. وبالنسبة لأجهزة RLAN المنتشرة داخل المباني، فإن هياكل المباني تعمل على توهين الإرسالات.

وتستخدم شبكات RLAN مستويات منخفضة للقدرة بسبب المسافات القصيرة داخل المباني. وتستند متطلبات الكثافة الطيفية للقدرة إلى منطقة خدمة أساسية لشبكة RLAN وحيدة محددة بدائرة يتراوح نصف قطرها من 10 إلى 50 m. وقد يكون من المنطقي عندما تكون هناك حاجة لشبكات أكبر أن تتسلسل الشبكات RLAN عبر وظيفة جسر أو مسير لتكوين شبكات أكبر دون زيادة كثافتها الطيفية للقدرة المركبة.

ومن بين أكثر السمات فائدة للشبكة RLAN هو التوصيل بين مستعملي الحواسيب المتنقلين وشبكة LAN اللاسلكية. بتعبير آخر، يمكن توصيل مستعمل متنقل بشبكة LAN الفرعية الخاصة به في أي مكان داخل منطقة خدمة الشبكة RLAN. ويمكن توسيع منطقة الخدمة إلى مواقع أخرى في إطار شبكات LAN فرعية مختلفة، بما يعزز من راحة المستعمل المتنقل.

وهناك العديد من تقنيات شبكات النفاذ عن بعد التي تمكن من توسيع منطقة خدمة الشبكة RLAN إلى شبكات RLAN أخرى في إطار شبكات فرعية مختلفة. وقد طور فريق مهام هندسة الإنترنت (IETF) عدداً من معايير البروتوكول بشأن هذا الموضوع. ولتحقيق مناطق التغطية المحددة أعلاه، يفترض أن شبكات RLAN تحتاج إلى كثافة طيفية للقدرة الذروية تبلغ 10 mW/MHz تقريباً في مدى تردد التشغيل بقيمة 5 GHz (انظر الجدول 3). ولإرسال البيانات، تُستخدم بعض المعايير كثافة طيفية للقدرة أعلى لاستهلاك قدرة الإرسال والتحكم بما طبقاً لتقييم نوعية الوصلة ذات التردد الراديوي (RF). وتعرف هذه التقنية بالتحكم في قدرة الإرسال (TPC). وتتناسب الكثافة الطيفية للقدرة المطلوبة مع مربع تردد التشغيل. وتكون الكثافة الطيفية للقدرة المتوسطة، الأكبر حجماً، أقل بكثير من قيمة الذروة. وتتقاسم أجهزة RLAN طيف التردد على أساس زمني. حيث تختلف نسبة النشاط طبقاً للاستعمال، وذلك حسب التطبيق والفترة من اليوم.

وتنشر أجهزة RLAN عريضة النطاق عادة بتشكيلات عالية الكثافة ويمكن أن تستخدم قواعد على غرار الاستماع قبل التكلّم والانتقاء الدينامي للقناة (يشار إليه هنا بالانتقاء الدينامي للتردد، DFS) والتحكم في قدرة الإرسال (TPC) لتسهيل تقاسم الطيف بين الأجهزة.

4 معمارية النظام، بما في ذلك التطبيقات الثابتة

تتسم شبكات RLAN عادة بأنها معمارية من نقطة إلى عدة نقاط. وتستخدم تطبيقات من نقطة إلى عدة نقاط عادة هوائيات شاملة الاتجاهات موجهة إلى أسفل. وتستخدم المعمارية متعددة النقاط العديد من تشكيلات النظام:

- نظام مركزي من نقطة إلى عدة نقاط (أجهزة متعددة متصلة بجهاز مركزي أو نقطة نفاذ عبر سطح بيني راديوي)؛
- نظام غير مركزي من نقطة إلى عدة نقاط (أجهزة متعددة تتصل ببعضها في منطقة صغيرة على أساس مخصص)؛
- تُستعمل تكنولوجيا RLAN في بعض الأوقات لتنفيذ تطبيقات ثابتة، توفر وصلات من نقطة إلى عدة نقاط (P-MP) أو من نقطة إلى نقطة (P-P) بين المباني في محيط المنشأة مثلاً. وتتبنى الأنظمة من نقطة إلى عدة نقاط عادة النشر الخلوي باستخدام مخططات إعادة استعمال التردد تماثل تلك المستعملة في التطبيقات المتنقلة. ويرد في التقرير ITU-R F.2086 (الفقرة 6.6) أمثلة لتقنية هذه المخططات. وتستخدم الأنظمة من نقطة إلى نقطة عادة هوائيات اتجاهية تسمح بمسافات أكبر بين الأجهزة ذات زاوية الفص الضيقة. ويسمح هذا بتقاسم النطاق عبر القناة وإعادة استعمال الحيز بأدنى تداخل مع التطبيقات الأخرى؛
- وتستخدم تكنولوجيا RLAN في بعض الأوقات لإقامة اتصال من عدة نقاط إلى عدة نقاط (طبولوجيا الشبكة المتشابهة الثابتة و/أو المتنقلة، التي تقوم فيها العقد المتعددة بترحيل رسالة إلى مقصدها). وتستخدم الهوائيات شاملة الاتجاهات و/أو الاتجاهية للوصلات بين عقد الشبكة المتشابهة. وقد تستخدم هذه الوصلات قناة تردد راديوي واحدة أو قنوات RF متعددة. وتحسن الطبولوجيا المتشابهة من الاعتمادية الكلية للشبكة بإتاحة مسيرات الاتصالات الوفيرة عبر الشبكة بأكملها. وإذا تعطلت وصلة لسبب ما (بما في ذلك وجود تداخل راديوي قوي)، تقوم الشبكة أوتوماتياً بتسيير الرسائل من خلال مسيرات بديلة.

5 تقنيات التخفيف من التداخل في إطار بيئات تقاسم الترددات

تُعد شبكات RLAN عادة للعمل في طيف تردد غير مرخص أو معفى من الترخيص ويجب أن تسمح بالتعايش مع الشبكات المجاورة غير المنسقة مع تقديم نوعية خدمة عالية للمستخدمين. وفي نطاقات 5 GHz، يجب أن يكون التقاسم مع الخدمات الأولية ممكناً أيضاً. وفيما قد تسمح تقنيات النفاذ المتعدد باستعمال قناة تردد وحيدة بواسطة عقد متعددة، فإن دعم الكثير من المستخدمين بنوعية خدمة عالية يحتاج إلى توفر قنوات كافية للتأكد من أن النفاذ إلى الموارد الراديوية غير محدود عبر الاصطفاف الانتظاري، إلخ. ومن بين التقنيات التي تحقق تقاسماً مرناً لموارد الراديو الانتقاء الدينامي للترددات (DFS).

وفي تقنية الانتقاء الدينامي للترددات (DFS) تيسر جميع الموارد الراديوية على جميع عقد الشبكة RLAN. ويمكن لعقدة (عادة عقدة تحكم أو نقطة نفاذ (AP)) أن توزع بصورة مؤقتة قناة ويتم اختيار قناة مناسبة على أساس كشف التداخل أو بعض معايير النوعية، مثل شدة الإشارة المستقبلية، النسبة C/I . وللحصول على معايير النوعية ذات الصلة، تجري المطاريف المتنقلة ونقطة النفاذ على حد سواء قياسات على فترات منتظمة وتبلغها إلى الكيان القائم بالانتقاء.

وفي النطاقين 5 250-5 350 و 5 470-5 725 MHz، يجب تنفيذ تقنية DFS لضمان التشغيل المتوافق مع الأنظمة في الخدمات الأولية المشتركة، أي خدمة التحديد الراديوي للموقع.

ويمكن أيضاً تنفيذ التقنية DFS لضمان استخدام جميع قنوات التردد المتيسرة باحتمال متساو. ويعظم هذا من تيسر قناة للعقدة عندما تكون جاهزة للإرسال كما يضمن نشر طاقة التردد الراديوي بانتظام عبر جميع القنوات عند دمجها عبر عدد كبير من المستخدمين. ومن شأن الأثر الأخير الخاص بنشر الطاقة أن ييسر التقاسم مع الخدمات الأخرى التي قد تكون حساسة للتداخل المتجمع في أي قناة معينة، مثل المستقبلات المحمولة على سواتل.

والغرض من تقنية التحكم في قدرة الإرسال (TPC) هو تخفيض الاستهلاك غير الضروري للقدرة من جانب الجهاز، ولكنها تساعد كذلك في إعادة استعمال الطيف بخفض مدى التداخل لعقد الشبكة RLAN.

6 الخصائص التقنية العامة

يلخص الجدول 3 الخصائص التقنية المطبقة على تشغيل شبكات RLAN في بعض نطاقات التردد وفي بعض المناطق الجغرافية. وينطبق القرار (Rev.WRC-12) 229 على تشغيل الشبكات في نطاقات الترددات 5 150-5 250 MHz و 5 250-5 350 MHz و 5 470-5 725 MHz.

الجدول 3

المتطلبات التقنية العامة المطبقة في بعض الإدارات و/أو المناطق

كسب الهوائي (dBi)	قدرة خرج المرسل (mW) (إلا إذا ذكر خلاف ذلك)	نطاق تردد محدد (MHz)	الإدارة أو المنطقة	تعيين النطاق العام
6-0 dBi ⁽¹⁾ (شامل الاتجاهات)	1 000	2 483,5-2 400	الولايات المتحدة الأمريكية	النطاق 2,4 MHz
غير متيسر	e.i.r.p. W 4 ⁽²⁾	2 483,5-2 400	كندا	
غير متيسر	mW 100 (e.i.r.p.) ⁽³⁾	2 483,5-2 400	أوروبا	
6-0 dBi (شامل الاتجاهات)	mW/MHz 10 ⁽⁴⁾	2 497-2 471	اليابان	
6-0 dBi (شامل الاتجاهات)	mW/MHz 10 ⁽⁴⁾	2 483,5-2 400		
6-0 dBi ⁽¹⁾ (شامل الاتجاهات)	50 mW/MHz 2,5	5 250-5 150 ⁽⁷⁾	الولايات المتحدة الأمريكية	النطاق 5 GHz ⁽⁵⁾ , ⁽⁶⁾
6-0 dBi ⁽¹⁾ (شامل الاتجاهات)	250 mW/MHz 12,5	5 350-5 250		
6-0 dBi ⁽¹⁾ (شامل الاتجاهات)	250 mW/MHz 12,5	5 725-5 470		
6-0 dBi ⁽⁸⁾ (شامل الاتجاهات)	1 000 mW/MHz 50,1	5 850-5 725		
	e.i.r.p. mW 200 e.i.r.p. dBm/MHz 10 250 mW/MHz 12,5 (dBm/MHz 11) ⁽⁹⁾ e.i.r.p. mW 1 000 250 mW/MHz 12,5 (dBm/MHz 11) ⁽⁹⁾ e.i.r.p. mW 1 000 1 000 mW/MHz 50,1 ⁽⁹⁾	5 250-5 150 ⁽⁷⁾ 5 350-5 250 5 725-5 470 5 850-5 725	كندا	
غير متيسر	(e.i.r.p.) mW 200 (e.i.r.p.) mW/MHz 10 (e.i.r.p.) mW 200 (e.i.r.p.) mW/MHz 10 (e.i.r.p.) mW 1 000 (e.i.r.p.) mW/MHz 50	5 250-5 150 ⁽⁷⁾ ⁽¹⁰⁾ 5 350-5 250 5 725-5 470	أوروبا	
13	mW 250 mW/MHz 50 (e.i.r.p.) mW/MHz 10 (e.i.r.p.) mW/MHz 10 (e.i.r.p.) mW/MHz 50	5 000-4 900 ⁽¹¹⁾ ⁽⁷⁾ 5 250-5 150 ⁽¹⁰⁾ 5 350-5 250 5 725-5 470	اليابان ⁽⁴⁾	
غير متيسر غير متيسر غير متيسر	(e.i.r.p.) dBm 40 ⁽¹²⁾ (e.i.r.p.) dBm/MHz 13	GHz 66-57	أوروبا	GHz 66-57

ملاحظات على الجدول 3

- (1) في الولايات المتحدة الأمريكية، بالنسبة لقيم كسب الهوائي الأكبر من 6 dBi، يلزم خفض قدرة الخرج بمقدار معين. ولمزيد من التفصيل، راجع الأقسام 407.15 و 247.15 من قواعد FCC.
- (2) تسمح كندا بأنظمة من نقطة إلى نقطة في هذا النطاق مع قدرة مشعة مكافئة متناحية (e.i.r.p.) أكبر من 4 W بشرط أن تتحقق أكبر قدرة e.i.r.p. باستخدام أكبر كسب للهوائي، ولكن ليس أكبر قدرة لخرج المرسل.
- (3) يرجع هذا الشرط إلى المعيار ETSI EN 300 328.
- (4) انظر مرسوم وزارة الشؤون الداخلية والاتصالات (MIC) في اليابان بشأن تنظيم التجهيزات الراديوية، المادتان 20-49 و 21-49 لمزيد من التفاصيل.
- (5) يحدد القرار (Rev WRC-12) 229 الشروط التي يمكن في إطارها أن يستعمل نظام النفاذ اللاسلكي بما في ذلك شبكات RLAN النطاقات 150 MHz 5 250-5 150 و 250 MHz 5 350-5 250 و 470 MHz 5 725-5 470.
- (6) تطبق قواعد DFS في النطاقين MHz 5 350-5 250 و MHz 5 725-5 470 في المناطق والإدارات ومن ثم يجب التشاور معها.
- (7) طبقاً للقرار (Rev.WRC-12)، 229، يقتصر التشغيل في النطاق MHz 5 250-5 150 على الاستعمال داخل المباني.
- (8) في الولايات المتحدة الأمريكية، بالنسبة لقيم كسب الهوائي الأكبر من 6 dBi، يلزم خفض قدرة الخرج بمقدار معين، فيما عدا الأنظمة التي تستعمل منفردة لتطبيقات من نقطة إلى نقطة. ولمزيد من التفصيل، راجع الأقسام 407.15 و 247.15 من قواعد FCC.
- (9) انظر RSS-210، الملحق 9 من أجل القواعد التفصيلية بشأن الأجهزة ذات قدرة e.i.r.p. قصوى أكبر من 200 mW:
<http://strategis.ic.gc.ca/epic/site/smt-gst.nsf/en/sf01320e.html>
- (10) في أوروبا واليابان، التشغيل في النطاق MHz 5 350-5 250 مقصور أيضاً على الاستعمال داخل المباني.
- (11) مسجل للنفاذ اللاسلكي الثابت.
- (12) هذه القيمة هي أعلى مستوى للقدرة في مدى التحكم في قدرة المرسل خلال إطلاق الإرسال إذا ما طبقت تدابير التحكم في قدرة المرسل. وغير مسموح بالتركيبات الثابتة خارج المباني.