

الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R M.2003-1
(2015/01)

الأنظمة اللاسلكية ذات السرعات المقدرة
بعده جيجابتات والعاملة على ترددات
حول 60 GHz

السلسلة M

الخدمة المتنقلة وخدمة الاستدلال الراديوي
وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة

تمهيد

يضطلع قطاع الاتصالات الراديوية بدور يمثّل 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 وجمعيات 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.2003-1

الأنظمة اللاسلكية ذات السرعات المقدرة بعدة جيغابتات
والعاملة على ترددات حول 60 GHz
(المسألة ITU-R 212-3/5)

(2015-2012)

كلمات رئيسة

الأنظمة اللاسلكية ذات السرعات المقدرة بعدة جيغابتات (MGWS)، شبكة محلية لاسلكية (WLAN)، شبكة محلية راديوية (RLAN)، نفاذ محلي لاسلكي، شبكات، شبكات محلية راديوية

مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية خصائص عامة ومعايير السطوح البينية الراديوية للأنظمة اللاسلكية ذات السرعات المقدرة بعدة جيغابتات والعاملة على ترددات حول 60 GHz.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

- أ) أن الأنظمة اللاسلكية ذات السرعات المقدرة بعدة جيغابتات (MGWS) تستخدم على نطاق واسع في التجهيزات الحاسوبية الثابتة وشبه الثابتة (القابلة للنقل) والمحمولة من أجل مجموعة متنوعة من تطبيقات النطاق العريض؛
- ب) من المتوقع أن تشمل الأنظمة MGWS تطبيقات تخص التطبيقات اللاسلكية الرقمية في الفيديو والصوت والتحكم، وكذلك الشبكات المحلية اللاسلكية WLAN ذات السرعات المقدرة بعدة جيغابتات؛
- ج) أن معايير الأنظمة MGWS قد استُحدثت من أجل التشغيل في مدى التردد 60 GHz؛
- د) أنه ينبغي تنفيذ الأنظمة MGWS مع الحرص على مراعاة مسألة التوافق مع التطبيقات الراديوية الأخرى؛
- هـ) أن كثيراً من الإدارات تسمح للأنظمة MGWS بما في ذلك أجهزة الشبكات المحلية الراديوية (RLAN) بالعمل في مدى التردد 60 GHz على أساس الإعفاء من الترخيص؛
- و) أن الترددات المنسقة في مدى التردد 60 GHz للخدمة المتنقلة ستسهل من إدخال الأنظمة MGWS بما في ذلك الشبكات المحلية الراديوية (RLAN)،

وإذ تقر

- أ) أن كلاً من المستهلكين والجهات المصنعة سوف يستفيدان من التنسيق العالمي للطيف في المدى 60 GHz من أجل الأنظمة MGWS؛
- ب) أنه بالرغم من أن الأنظمة MGWS كانت تستعمل غالباً للتطبيقات داخل المباني، فهناك إدارات تسمح باستعمال هذه الأنظمة خارج المباني،

وإذ تلاحظ

أ) أن هناك العديد من المعايير التي توفر خيارات من أجل تنفيذ الأنظمة MGWS،

توصي

1 بأن تستعمل معايير الأنظمة MGWS وخصائص النظام الواردة في الملحق 1.

الملحق 1

الخصائص العامة للأنظمة اللاسلكية ذات السرعات المقدرة بعدها جيغابتات العاملة على تردد 60 GHz

1 لمحة عامة

يمكن استعمال شبكات الاتصالات الراديوية للأنظمة اللاسلكية ذات السرعات المقدرة بعدها جيغابتات (MGWS) في ظروف المدى القصير، وعلى خط البصر وخارج خط البصر. وستفاوت إجمالي الأداء ومدى الاتصالات تبعاً للبيئة، لكن الأداء بسرعات تقدر بعدها جيغابتات متوقع عادةً عند مديات تدور حول 10 m للاستعمال داخل المباني. ويمكن نشر هذه الشبكات بنقطة نفاذ كما هو الحال في حالات نشر الشبكات المحلية اللاسلكية (WLAN) القائمة أو بدون تلك البنية التحتية كما هو الحال في كل من الشبكة المحلية اللاسلكية (WLAN) في الأسلوب المخصص والشبكة الشخصية اللاسلكية (WPAN).

وعند استعمال نقاط النفاذ، فإنها تُركَّب داخل المباني بخدمة تغطي مساحة منزل أو مكتب بمطراف مستعمل جوال يستعمل أيضاً عادةً داخل المباني، بمعنى أن نظام الشبكة WLAN برمته سيستخدم في بيئة داخل المباني.

وفي حالة عدم استخدام نقاط النفاذ، فإن أجهزة الأنظمة MGWS سيسمح باتصالها بإنشاء روابط مباشرة لتبادل البيانات بين الأجهزة/التجهيزات. وتشمل التطبيقات النمطية معدة إلى معدة (حاسوب محمول إلى جهاز عرض ضوئي مثلاً) وجهاز إلكتروني استهلاكي (CE) إلى كشك¹، ويمكن افتراض أن الاستعمال سيكون داخل المباني غالباً.

2 الخصائص التقنية للأنظمة اللاسلكية ذات السرعات المقدرة بعدها جيغابتات

1.2 الطيف

يلزم توفير طيف متلاصق لا يقل عن 7 GHz في المدى 57-66 GHz، للوفاء بمتطلبات² التطبيقات المتصور استعمالها في هذا الطيف، مثل تطبيقات الفيديو غير المضغوط (أي الأسطح البينية متعددة الوسائط عالية الوضوح (HDMI) بمعدل 3 Gbit/s)، والنفاذ اللاسلكي، والتنزيل/التحميل السريع. وسيسمح هذا بثلاث قنوات على الأقل تحقيقاً للمرونة وتحسين التوصيلية. علاوةً على ذلك، يسمح عرض نطاق للقناة يبلغ 160 MHz بمخططات تشكيل أبسط لتحقيق معدلات بيانات متعددة الجيغابتات، وهذا مناسب لاستخدامات الأجهزة منخفضة القدرة مثل الهواتف الذكية، والأجهزة اللوحية، وحواسيب الإنترنت، والحواسيب الشخصية المحمولة.

1 في هذا السياق، كشك يشير إلى مقصورة توفر نفاذاً وتوزيعاً لحتوى إلكتروني مثل الأفلام، والموسيقى، والفيديو، والكتب الإلكترونية، وغير ذلك.

2 ترد متطلبات النظام في المعايير الواردة في الملحق 1.

2.2 عرض نطاق القناة والترددات المركزية

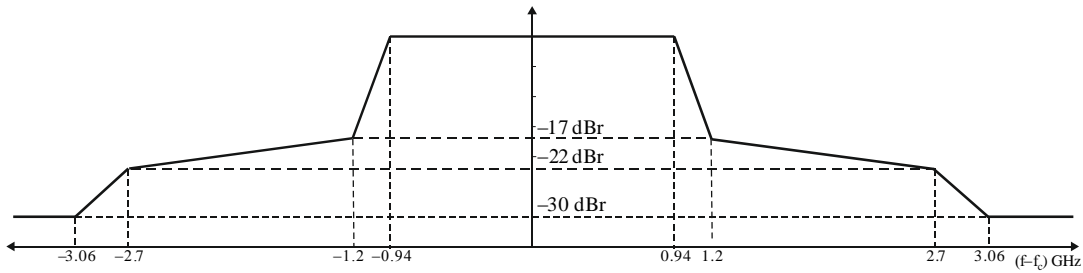
يستلزم الأمر عرض نطاق قناة يبلغ 2 160 MHz. ومن الأهمية بمكان لمعايير الأنظمة MGWS أن توظف توزيع القنوات ذاته بغية تعزيز تعايش أفضل. ويُوصى باستخدام أربعة ترددات مركزية بحيث تكون عند 58,32 و 60,48 و 62,64 و 64,80 GHz.

3.2 قناعات الإرسال

يطبق القناعات التالي على التشغيل بقناة واحدة.

الشكل 1

قناعات طيفي للتشغيل بقناة وحيدة



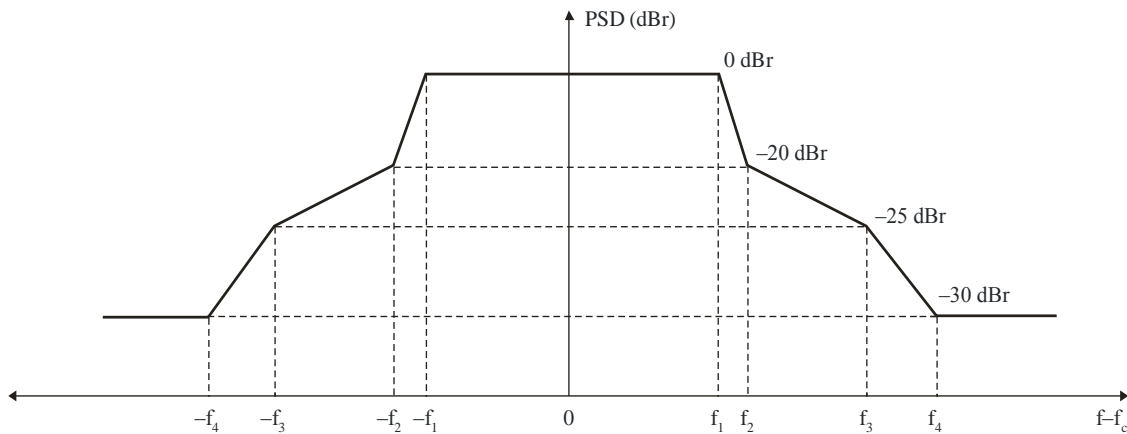
M200301

في الشكل 1 أعلاه، يشير الرمز f_c إلى التردد المركزي للموجة الحاملة.

ويُطبق القناعات التالي (الشكل 2 والجدول 1) عند استعمال تجميع قنوات من أكثر من قناة متلاصقة.

الشكل 2

قناعات طيفي لأكثر من قناة متلاصقة بتجميع القنوات



M.2003-02

الجدول 1

معلومات القناعات الطيفي للإرسال

f_4 (GHz)	f_3 (GHz)	f_2 (GHz)	f_1 (GHz)	تجميع القنوات
4,000	3,000	2,160	2,100	إرسال بتجميع من قناتين
6,000	4,500	3,240	3,150	إرسال بتجميع من ثلاث قنوات
8,000	6,000	4,320	4,200	إرسال بتجميع من أربع قنوات

4.2 خصائص مشتركة

1.4.2 مدى درجة حرارة تشغيل الإرسال والاستقبال

يتبع مدى درجة حرارة تشغيل الإرسال والاستقبال المعيار IEEE 802.11-2012.

2.4.2 تفاوت التردد المركزي المسموح به

ينبغي أن يكون تفاوت التردد المركزي المسموح به لجهاز الإرسال ± 20 ppm كحد أقصى للنطاق 60 GHz.

3.4.2 تفاوت ميقاتية الرموز المسموح به

ينبغي أن يكون تفاوت التردد لميقاتية الرموز المسموح به ± 20 ppm كحد أقصى للنطاق 60 GHz. ويؤخذ التردد المركزي للإرسال وتردد ميقاتية الرموز من المذبذب المرجعي ذاته.

4.4.2 معدل تسرب التردد المركزي للإرسال

ينبغي ألا يزيد معدل تسرب التردد المركزي لجهاز الإرسال عن -23 dB بالنسبة إلى الطاقة الإجمالية المرسلة، أو، ما يكافئ، 2,5 dB بالنسبة إلى متوسط الطاقة لبقية الموجات الحاملة الفرعية (في تعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد (OFDM)).

5.4.2 صعود الإرسال وهبوطه

يُعرّف صعود قدرة الإرسال بأنه الوقت اللازم للمرسل ليرتفع من مستوى أقل من 10% إلى مستوى أكثر من 90% من متوسط القدرة التي يتعين إرسالها في الرتل.

وينبغي أن يتم صعود طاقة الإرسال في 10 نانو ثانية تقريباً.

يُعرّف هبوط قدرة الإرسال بأنه الوقت اللازم للمرسل لينخفض من مستوى أكثر من 90% إلى ما دون 10% من أقصى مستوى للقدرة التي يتعين إرسالها في الرتل.

وينبغي أن يتم هبوط قدرة الإرسال في 10 نانو ثانية تقريباً.

6.4.2 أقصى مستوى للدخل

أقصى مستوى دخل للمستقبل هو أقصى مستوى قدرة للإشارة الواردة، بوحدات dBm، موجودة عند دخل المستقبل الذي يجري الوفاء عنده بمعيار معدل الأخطاء (محدد في قسم حساسية المستقبل). ويقع أقصى مستوى دخل المستقبل مطابق عند مستوى -33 dBm على الأقل لكل نسق من أنساق التشكيل التي يدعمها المستقبل.

7.4.2 خصائص النظام

يلزم الوفاء بخصائص معينة لمستوى النظام إذا أردنا الاستغلال التام للإمكانات التي يمكن أن توفرها الأنظمة MGWS بما في ذلك دعم التطبيقات والخدمات الوارد شرحها هنا:

(1) **الصبيب:** ينبغي لكل جهاز MGWS أن يوفر وسيلة لتحقيق أقصى صبيب، حال قياسه عند قمة طبقة التحكم في النفاذ إلى الوسائط، بمعدل بيانات 1 Gbps على الأقل.

(2) **المدى:** ينبغي أن يوفر النظام وسيلة لتحقيق مدى يصل إلى مستوى 10 m بمعدل بيانات قدره 1 Gbps، حال قياسه عند قمة طبقة التحكم في النفاذ إلى الوسائط، في ظل ظروف معينة لقناة الطبقة المادية خارج خط البصر.

وبالإضافة إلى الخصائص آنفة الذكر، عندما يدعم النظام تدفق الفيديو غير المضغوط، هناك خصائص أخرى واردة في الجدول 2 يتعين الوفاء بها.

الجدول 2

خصائص النظام

المعلومات	القيمة	الوصف
المعدل	Gbps 3	فيديو غير مضغوط، p 1 080
معدل فقدان الرزم (8 كيلوبايت حمولة نافعة)	1e-8	(RGB): 1 920 × 1 080 pixels, 24 bits/pixels, 60 frames/s
التأخير ³	ms 10	

8.4.2 مخططات النفاذ إلى القناة

مخطط النفاذ الأساسي هو نفاذ متعدد بتقسيم زمني (TDMA)، وهو ضروري للتعامل مع تحديات التشغيل في نطاق التردد 60 GHz، والطبيعة الاتجاهية للاتصالات، وتطبيقات من قبيل العرض اللاسلكي. ويستطيع النفاذ المتعدد بتقسيم زمني (TDMA) أن يوفر ضماناً عرض النطاق اللازم للتطبيقات الحساسة لجودة الخدمة المقدمة بالنظر إلى خصائصها المتحفظة مع الاتسام بالكفاءة في استهلاك الطاقة إذ أن الأجهزة لا تحتاج أن تبقى نشطة حال عدم قيامها بعمليات اتصال.

فضلاً عن ذلك، وحيث إن النفاذ المتعدد بتقسيم زمني (TDMA) مجدول زمنياً، فإن المحطات تدرك بالضبط مع أي المحطات الأخرى ستتواصل ومتى، حيث لدى المحطات القدرة على توجيه الفص الرئيسي لهوائياتها ناحية الوجهة المقصودة دون الحاجة إلى اتصال شامل الاتجاهات والمطلوب للنفاذ على أساس التنازع.

وينبغي أيضاً دعم النفاذ على أساس التنازع، مثل ذلك الذي توفره تكنولوجيا Wi-Fi، لاستعمالات من قبيل تصفح الشبكة ونقل الملفات. ومع هذا، ينبغي استخدام النفاذ على أساس التنازع في الأوقات الزمنية الموزعة في البنية التحتية لنفاذ قناة النفاذ المتعدد بتقسيم زمني (TDMA)، بدلاً من كونه مخطط النفاذ الأساسي.

5.2 معلمات للتعايش

من أجل تعايش محسن، من المهم أن تستخدم جميع الأنظمة MGWS ترتيب القنوات ذاته. أمثلة لترتيب القنوات:

(1) معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE):

أ) يحدد المعيار IEEE 802.11ad-2012⁴ عرض نطاق قناة مقداره 2 160 MHz.

ب) يحدد المعيار IEEE 802.15.3c-2009⁵ عرض نطاق قناة مقداره 2 160 MHz.

وقبل بدء التشغيل على القناة، ينبغي للأنظمة MGWS أن تسمح القناة في محاولة لضمان أن تشغيل القناة لن يتسبب في تداخل على أنظمة MGWS أخرى تعمل على القناة ذاتها.

³ يمثل هذا التأخير من قمة طبقة التحكم في النفاذ إلى الوسائط في طرف إلى قمة طبقة التحكم في النفاذ إلى الوسائط في الطرف الآخر.

⁴ معيار المعهد IEEE لتكنولوجيا المعلومات - تبادل الاتصالات والمعلومات بين الأنظمة - الشبكات المحلية وشبكات المناطق الحضرية الكبيرة - المتطلبات المحددة - الجزء 11: مواصفات التحكم في النفاذ إلى الوسائط (MAC) والطبقة المادية (PHY) في الشبكات المحلية اللاسلكية. التعديل 3: تحسينات من أجل تحقيق صيغ عالٍ جداً في النطاق 60 GHz، ديسمبر 2012.

⁵ معيار المعهد IEEE لتكنولوجيا المعلومات - تبادل الاتصالات والمعلومات بين الأنظمة - الشبكات المحلية وشبكات المناطق الحضرية الكبيرة - المتطلبات المحددة - الجزء 3.15: مواصفات التحكم في النفاذ إلى الوسائط (MAC) والطبقة المادية (PHY) للشبكات الشخصية اللاسلكية عالية المعدل (WPAN) - التعديل 2: توسيع الطبقة المادية البديل القائم على الموجة المليمترية.

أمثلة لتقنيات التخفيف من التداخل:

(1) المعهد IEEE:

- أ) نقطة نفاذ المعيار IEEE 802.11ad-2012 ينبغي ألا يبدأ تشغيل شبكة على قناة يكون مستوى الإشارة فيها عند أو فوق -48 dBm أو عند اكتشاف استهلاك صالح لتشوير الأسلوب الشائع (CMS) حسب المعيار IEEE 802.15.3c-2009 عند مستوى استقبال مكافئ أو أعلى من -60 dBm. وتم تحديد تقنيات تخفيف عديدة أخرى مثل تبديل القنوات، والتحكم في قدرة الإرسال، وتحديد شكل الحزمة، على سبيل المثال لا الحصر.
- ب) لا يسمح المعيار IEEE 802.15.3c-2009 لوحدة تحكم في شبكة متناهية الصغر في بدء تشغيل شبكة متناهية الصغر جديدة على قناة مشغولة حالياً بوحدة تحكم أخرى في شبكة من هذا النوع. وتم تحديد طريقة تشوير الأسلوب الشائع (CMS) للسماح للعديد من وحدات التحكم هذه بتقاسم النفاذ في قناة ما باستخدام الفواصل الزمنية للنفاذ TDMA الموزعة لشبكات متناهية الصغر فرعية.

6.2 مستويات حساسية الاستقبال

عادةً ما تكون مستويات حساسية الاستقبال بين -48 و-78 dBm.

أمثلة لمستويات حساسية الاستقبال:

- (1) المعهد IEEE: في المعيار IEEE 802.11ad-2012، معدل أخطاء الرزم أقل من 1% (5% بالنسبة لمخطط التشكيل والتشفير 0) لوحدة بيانات خدمة عرض (PSDU) طولها 4 096 أثنوناً (256 أثنوناً لمخطط التشكيل والتشفير 0).

ملاحظة - فيما يخص قياسات القدرة RF على أساس كثافة القدرة المستقبلية، يجب تصويب مستوى الدخل للتعويض عن كسب الهوائي في التنفيذ. وكسب الهوائي هو أقصى كسب مقدر من قبل المصنّع. وفي حالة استعمال هوائي صفيقي متطور فإن كسبه يكون المجموع الأقصى لحسارة التنفيذ البالغة -3 dB للكسب المقدر للعناصر.

7.2 قواعد تقييم حالة القناة (CCA)

قد تستخدم الأنظمة MGWS قواعد تقييم حالة القناة (CCA) للتخفيف من التداخل الناجم عن أنظمة MGWS أخرى. على سبيل المثال، في حالة المعيار IEEE 802.11ad-2012، هناك ثلاث مجموعات من المخطط MCS محددة وهناك قواعد تقييم CCA محددة لكل مجموعة منها. والمجموعات الثلاث على النحو التالي:

أ) المجموعة MCS0: تعرف باسم المخطط MCS للتحكم حيث تستند إلى تشكيل بموجة حاملة وحيدة (SC).

ب) المخططات من MCS1 إلى MCS12، ومن MCS25 إلى MCS31: المجموعة SC MCS.

ج) المخططات من MCS13 إلى MCS24: مجموعة المخططات MCS الخاصة بتعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد (OFDM).

ومن ثم، فإن المعيار IEEE 802.11ad-2012 يحدد قواعد تقييم CCA التي يمكن تطبيقها على كل مجموعة MCS على النحو التالي:

أ) المخطط MCS للتحكم: بداية إرسال صالح للمخطط MCS للتحكم عند مستوى استقبال أكبر من الحد الأدنى للحساسية لهذا المخطط (-78 dBm) سوف تجعل التقييم CCA يشير إلى وضع مشغول باحتمال أكبر من 90% في غضون 3 µs.

ب) المجموعة SC MCS: بداية الإرسال الصالح لهذه المجموعة عند مستوى استقبال أكبر من الحد الأدنى للحساسية للمخطط MCS1 (-68 dBm) سوف تجعل التقييم CCA يشير إلى وضع مشغول باحتمال أكبر من 90% في غضون 1 µs. ويجب أن يبقى المستقبل على إشارة تحسس الموجة الحاملة مشغولة لأي إشارة تزيد بمقدار 20 dB عن حد الحساسية الأدنى للمخطط MCS1.

ج) المجموعة OFDM MCS: بداية الإرسال الصالح لهذه المجموعة أو المجموعة SC MCS يكون عند مستوى استقبال أكبر من حد الحساسية الأدنى للمخطط MCS13 (-66 dBm) سوف تجعل التقييم CCA يشير إلى وضع مشغول باحتمال أكبر من 90% لمدة 1 µs.

3 معايير الأنظمة اللاسلكية ذات السرعات المقدرة بعدة جيغابتات (MGWS)

ترد أدناه قائمة المعايير التي تتناول مواصفات الأنظمة اللاسلكية ذات السرعات المقدرة بعدة جيغابتات:

- (1) المعيار IEEE 802.11ad-2012، معيار للمعهد IEEE لتكنولوجيا المعلومات - تبادل الاتصالات والمعلومات بين الأنظمة - الشبكات المحلية والحضرية الكبيرة - متطلبات محددة - الجزء 11: مواصفات التحكم في النفاذ إلى الوسائط (MAC) والطبقة المادية (PHY) في الشبكات المحلية اللاسلكية. التعديل 3: تحسينات لتحقيق صبيب عالٍ جداً في النطاق 60 GHz. ديسمبر 2012.
- (2) المعيار IEEE 802.15.3c™-2009، معيار للمعهد IEEE لتكنولوجيا المعلومات - تبادل الاتصالات والمعلومات بين الأنظمة - الشبكات المحلية والحضرية الكبيرة - متطلبات محددة - الجزء 3.15: مواصفات التحكم في النفاذ إلى الوسائط (MAC) والطبقة المادية (PHY) في الشبكات الشخصية اللاسلكية (WPAN) عالية المعدل - التعديل 2: توسيع الطبقة المادية البديلة القائمة على الموجات المليمترية.
- (3) المعيار ETSI EN 302 567 v1.2.1 (2012-01) للمعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI)، شبكة النفاذ الراديوي عريض النطاق (BRAN)؛ الأنظمة WAS/RLAN متعددة الجيغابتات في النطاق 60 GHz، هو معيار أوروبي (EN) موحد يتناول المتطلبات الأساسية للمادة 2.3 من التوجيه R&TTE.
- (4) تحالف التكنولوجيا اللاسلكية متعددة الجيغابتات (WGA): مواصفة التحكم في النفاذ إلى الوسائط والطبقة المادية للتحالف WiGig الإصدار v1.2، مارس 2012.
- (5) المعيار ISO/IEC 13156، تكنولوجيا المعلومات - تبادل الاتصالات والمعلومات بين الأنظمة - الطبقة المادية (PHY) وطبقة التحكم في النفاذ إلى الوسائط (MAC) وطبقة مواءمة البروتوكول (PAL)، عالية المعدل في النطاق 60 GHz.

4 الأسماء المختصرة والمختصرات

CCA	تقييم حالة القناة (Clear channel assessment)
CE	أجهزة إلكترونية استهلاكية (Consumer electronics)
HDMI	السطح البيئي متعدد الوسائط عالي الوضوح (High definition multimedia interface)
MGWS	الأنظمة اللاسلكية ذات السرعات المقدرة بعدة جيغابتات (Multiple Gigabit Wireless Systems)
MCS	مخطط التشكيل والتشفير (Modulation and coding scheme)
OFDM	تعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد (Orthogonal frequency division multiplexing)
PER	معدل أخطاء الرزم (Packet error rate)
RLAN	شبكة محلية راديوية (Radio local area network)
SC	موجة حاملة وحيدة (Single carrier)
TDMA	نفاذ متعدد بتقسيم زمني (Time division multiple access)
WLAN	شبكة محلية لاسلكية (Wireless local area network)
WPAN	شبكة شخصية لاسلكية (Wireless personal area network)