

ITU-R M.1739 التوصية

معايير حماية أنظمة النفاذ اللاسلكي، بما في ذلك شبكات المنطقة المحلية الراديوية،
التي تعمل في الخدمة المتنقلة طبقاً للقرار 229 (WRC-03)
في النطاقات MHz 5 250-5 150 و MHz 5 350-5 250 و MHz 5 725-5 470

(2006)

نطاق التطبيق

تتضمن هذه التوصية معايير حماية أنظمة النفاذ اللاسلكي، بما في ذلك شبكات المنطقة المحلية الراديوية (WAS/RLAN)، التي تعمل في الخدمة المتنقلة طبقاً للقرار 229 (WRC-03)، لأغراض إجراء دراسات التوافق مع الخدمات أو التطبيقات التي ينبغي حماية أنظمة WAS/RLAN منها.

إن جمعية الاتصالات الراديوية التابعة للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

- (أ) أن أنظمة النفاذ اللاسلكي (WAS)، بما في ذلك شبكات المنطقة المحلية الراديوية توفر حلاً فعالاً عريضة النطاق؛
- (ب) أنه في الوقت الذي لا تستطيع فيه بعض الإدارات حماية محطات WAS/RLAN بموجب قواعدها الوطنية، فإن بعض الإدارات تستطيع حماية محطات WAS/RLAN بموجب قواعدها الوطنية؛
- (ج) أنه لأغراض إجراء دراسات التوافق مع الخدمات أو التطبيقات التي ينبغي حماية أنظمة WAS/RLAN منها، فمن المرغوب وضع توصية تحدد معايير حماية محطات WAS/RLAN طبقاً للقرار 229 (WRC-03)،

وإذ تعترف

- (أ) بأن هناك توزيعات أولية للخدمة المتنقلة في النطاقين 5 350-5 150 و MHz 5 725-5 470 من أجل تنفيذ WAS، بما في ذلك RLAN (WAS/RLAN)؛

- (ب) أن أنظمة WAS/RLAN التي تعمل طبقاً للقرار 229 (WRC-03) لا ينبغي أن تعاني كثيراً فيما يتعلق بمعدلات بيانات و/أو انحطاط المدى نتيجة للتداخل من الخدمات أو التطبيقات التي ينبغي حماية أنظمة WAS/RLAN منها، وإن كان لا يجوز لها المطالبة بالحماية من خدمات أولية أخرى محددة في لوائح الراديو، ولا تتسبب في حدوث تداخل فيها؛

- (ج) أنه يجب أن تتجاوز محطات WAS/RLAN عن درجة معينة من التداخل أو التداخل المحتمل من الخدمات أو التطبيقات التي ينبغي حماية أنظمة WAS/RLAN منها،

وإذ تلاحظ

- (أ) أن الملحق يتضمن تحليلاً لآثار حدوث التداخل على أنظمة WAS/RLAN،

توصي

1 بأنه لأغراض إجراء دراسات التوافق مع الخدمات أو التطبيقات التي ينبغي حماية أنظمة WAS/RLAN منها، وفق أوضاعها، ينبغي أن تكون معايير حماية أنظمة WAS/RLAN التي تعمل في الخدمة المتنقلة طبقاً للقرار (WRC-03) 229، كما يلي:

- لا ينبغي أن تتجاوز نسبة التداخل إلى الضوضاء (نسبة I/N) في مستقبل WAS/RLAN -6 dB، بما يضمن ألا يتجاوز انحطاط حساسية مستقبل WAS/RLAN 1,0 dB تقريباً، كما هو مبين في الملحق 1.

الملحق 1

وضع معايير حماية أنظمة WAS/RLAN التي تعمل في الخدمة المتنقلة طبقاً للقرار (WRC-03) 229 في النطاقات MHz 5 250-5 150 و MHz 5 350-5 250 و MHz 5 725-5 470

1 تحليل الأداء النمطي لأداء مدى/معدل بيانات WAS/RLAN بدون تداخل

بالنسبة للانتشار النمطي لنظام WAS/RLAN، يكون الفضاء الحر هو النموذج المناسب لفقدان المسير (r^2) حتى نقطة قطع بقيمة 5 m، وبقيمة r^4 بعد ذلك. ويوفر هذا النموذج قيمة تقريبية واقعية بدرجة معقولة للانتشار في الترددات المقصودة في بيئة مكتبية داخلية نمطية تتألف في الأساس من فضاء "مكاني" مفتوح نسبياً به العديد من العوائق والأسطح العاكسة بدرجة متوسطة.

وبالنسبة لأنظمة WAS/RLAN التي تعمل طبقاً للقرار (WRC-03) 229 يكون تردد التشغيل في مدى 5 GHz.

وباعتباره نظاماً تمثيلاً، ومراعاةً لأغراض التحليل، يقوم النموذج على نظام بقوة إرسال 20 dBm، وعرض نطاق 20 MHz، وعامل ضوضاء 5 dB، وهوائيات بقيمة 0 dBi عند طرفي الوصلة بين مُرسِل WAS/RLAN والمستقبل المقصود.

وفي ضوء هذه المعلومات الأساسية للنظام، ونسبة الإشارة إلى الضوضاء (نسبة S/N) المطلوبة لتحقيق المعدلات المعيارية المختلفة للبيانات، يوضح الجدول 1 المديات التي يمكن تحقيقها في حالة هذه المعدلات المعيارية المختلفة للبيانات بدون تداخل.

الجدول 1

المدى الذي يمكن تحقيقه مقابل معدل البيانات بدون تداخل

المدى (m)	نسبة S/N المطلوبة (dB)	معدل البيانات (Mbits/s)
29,1	25	54
34,6	22	48
41,1	19	36
48,8	16	24
58,0	13	18
68,9	10	12
77,4	8	9
91,9	5	6

2 تحليل مدى WAS/RLAN النمطي و/أو انحطاط معدل البيانات في حالة التداخل

يعد الانخفاض بنسبة 5% في المدى الذي يمكن فيه المحافظة على معدل بيانات معين مقارنة بالمدى الذي يمكن تحقيقه بدون تداخل بنفس معدل البيانات مستوى مقبولاً للانحطاط الذي تستطيع أنظمة WAS/RLAN تحمله من الخدمات أو التطبيقات التي ينبغي حماية أنظمة WAS/RLAN منها. ومع ذلك، فإن انحطاط المدى بدرجة أكبر، أو الانخفاض في المعدل في هذا المدى، يعتبر غير مقبول إذ يترتب عليه تأثير معاكس كبير على أداء أنظمة WAS/RLAN (سواء من الناحية التقنية و/أو الاقتصادية).

ولتحديد مستوى التداخل الذي يمكن أن ينتج عن انخفاض في المدى بنسبة 5% في حالة معدلات البيانات النمطية، نستطيع حساب الانخفاض في قوة الإشارة (الذي يعد مكافئاً للزيادة في ضوضاء الخلفية لأن كليهما يؤدي إلى انخفاض موازنة الوصلة) الذي يؤدي إلى تحقيق نسبة S/N المطلوبة في حالة المدى المنخفض.

الجدول 2

انخفاض المدى مقابل انخفاض موازنة الوصلة

انخفاض موازنة الوصلة (dB)	انخفاض المدى بنسبة 5% (m)	معدل البيانات (Mbits/s)
0,90	27,6	54
0,90	32,8	48
0,90	39,0	36
0,88	46,4	24
0,89	55,1	18
0,89	65,5	12
0,89	73,5	9
0,90	87,3	6

يمكن ربط هذا الانخفاض في موازنة الوصلة بقدرة التداخل على النحو التالي. لنفترض أن قيمة الضوضاء الخلفية للمستقبل (استناداً إلى عرض نطاق الضوضاء والضوضاء الحرارية) هي N dB. ولنتصور أيضاً أن هذا المستقبل يتعرض لمستوى ضوضاء في حدود عرض النطاق هذا عند مستوى I dB. في هذه الحالة، يؤدي هذا التداخل، إلى زيادة في الضوضاء الخلفية بقيمة R dB أعلى من مستوى الضوضاء الحرارية بقيمة N dB.

$$R=10\log(10^{N/10}+10^{I/10})-10\log(10^{N/10})$$

$$R=10(\log(10^{N/10}+10^{I/10})-\log(10^{N/10}))$$

$$R=10\left(\log\frac{(10^{N/10}+10^{I/10})}{10^{N/10}}\right)$$

$$R=10(\log(1+10^{(I-N)/10}))$$

أو

$$I-N=10(\log(10^{R/10}-1))$$

وبالتالي يمكن ربط هذا الارتفاع في مستوى الضوضاء الخلفية الناتج عن انخفاض بنسبة 5% في المدى بقيمة مكافئة للتداخل في المستقبل، منسوبة إلى مستوى الضوضاء. وتكون هذه المستويات كما يلي:

الجدول 3

الانخفاض في موازنة الوصلة مقابل نسبة I/N

نسبة I/N (dB)	الانخفاض في موازنة الوصلة (dB)	معدل البيانات (Mbits/s)
6,4-	0,90	54
6,4-	0,90	48
6,4-	0,90	36
6,5-	0,88	24
6,4-	0,89	18
6,4-	0,89	12
6,4-	0,89	9
6,4-	0,90	6

وهكذا، فإن انخفاض مدى الانخفاض بنسبة 5% في أي معدل بيانات معياري في WAS/RLAN يتأتى عندما تكون إشارة التداخل أدنى من الضوضاء الخلفية لمستقبل WAS/RLAN بنحو 6,5 dB.

3 تحليل آثار نماذج الانتشار المختلفة على النتائج

يمكن تكرار نفس هذا الحساب بالنسبة لنماذج الانتشار المختلفة. وعلى سبيل المثال، فبدلاً من الانتشار بمعدل r^4 ، يمكن تقييم آثار الانتشار بمعدل $r^{3,2}$ كما يلي:

الجدول 4

انحطاط المدى/المعدل بنسبة 5% بالنسبة لدليل فقدان المسير = $r^{3,2}$

نسبة I/N (dB)	انخفاض موازنة الوصلة (dB)	انخفاض المدى بنسبة 5% (m)	المدى (m)	نسبة S/N المطلوبة (dB)	معدل البيانات (Mbits/s)
7,5-	0,71	42,9	45,1	25	54
7,4-	0,72	53,2	56,0	22	48
7,4-	0,72	66,0	69,5	19	36
7,5-	0,71	82,0	86,3	16	24
7,5-	0,71	101,7	107,1	13	18
7,5-	0,71	126,2	132,8	10	12
7,5-	0,71	145,7	153,4	8	9
7,5-	0,71	180,9	190,4	5	6

لاحظ أنه إذا كان نموذج الانتشار أكثر تفاعلاً تصبح متطلبات نسبة I/N أكثر تضيقاً بنحو 1 dB.

ويمكن حساب تأثيرات استخدام الانتشار في الفضاء الحر (r^2) كما يلي:
الجدول 5

المخطط المدى/المعدل بنسبة 5% بالنسبة لدليل فقدان المسير $r^2 =$

نسبة I/N (dB)	انخفاض موازنة الوصلة (dB)	انخفاض المدى بنسبة 5% (m)	المدى (m)	نسبة S/N المطلوبة (dB)	معدل البيانات (Mbits/s)
9,6-	0,45	160,6	169,0	25	54
9,6-	0,45	226,8	238,8	22	48
9,6-	0,45	320,4	337,3	19	36
9,6-	0,45	452,6	476,4	16	24
9,6-	0,45	639,3	673,0	13	18
9,6-	0,45	903,1	950,6	10	12
9,6-	0,45	1 136,9	1 196,8	8	9
9,6-	0,45	1 606,0	1 690,5	5	6

في حالة ما إذا كان نموذج الانتشار أكثر تفاعلاً (انتشار في الفضاء الحر) تصبح متطلبات نسبة I/N أكثر تضييقاً.

4 ملخص نتائج تحليل التداخل

يمكن أن يُستخلص من النتائج السابقة أنه في حالة افتراض نماذج للانتشار أكثر تفاعلاً (أقرب ما تكون إلى الفضاء الحر)، يرتفع تأثير مصادر التداخل على أداء WAS/RLAN وتزداد الحاجة إلى قيمة سالبة أكبر لنسبة I/N وذلك للإبقاء على التأثيرات السلبية على نظام WAS/RLAN ضمن حدود مقبولة.

ولما كان النموذج المستعمل في المثال الأول (الفضاء الحر r^2) حتى نقطة قطع بقيمة 5 m وبقيمة r^4 بعد ذلك) هو النموذج النمطي للمناطق التي تستعمل فيها أجهزة WAS/RLAN، والتي سوف يزداد فيها استعمال هذه الأجهزة، والتي توفر نسبة أكثر تشدداً للتداخل إلى الضوضاء مقارنة بنماذج انتشار أكثر تفاعلاً (تقترب من الانتشار في الفضاء الحر)، فمن المعقول تحديد معايير حماية أجهزة WAS/RLAN على أساس تأثير التداخل في هذه البيئة للانتشار. وبالتالي، تكون نسبة التداخل إلى الضوضاء التي تكون بقيمة -6 dB مناسبة لإجراء دراسات التوافق بين أنظمة WAS/RLAN التي تعمل في ظروف الخدمة المتنقلة والخدمات أو التطبيقات الأخرى في النطاق 5 GHz التي ينبغي حماية أنظمة WAS/RLAN منها.