الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R M.2134-0
(2019/10)

خصائص أجهزة الاستقبال ومعايير الحماية للأنظمة العاملة في الخدمة المتنقلة في مدى التردد GHz 29,5-27,5 لاستعمالها في دراسات التقاسم والتوافق

السلسلة M

الخدمة المتنقلة وخدمة الاستدلال الراديوي وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة

الاتحاد الدولي للاتصالات ITU

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 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 الكهرتقنية الدولية (ITU-T/ITU-R/ISO/IEC) والمشار إليها في القرار ITU-R 1. وترد الاستمارات 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)

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

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

النشر الإلكتروني
جنيف، 2020

© ITU 2020
جميع حقوق النشر محفوظة. لا يمكن استنساخ أي جزء من هذا المنشور بأي شكل كان ولا بأي وسيلة إلا بإذن خطي من الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU).

التوصية ITU-R M.2134-0

خصائص أجهزة الاستقبال ومعايير الحماية للأنظمة العاملة في الخدمة المتنقلة في مدى التردد GHz 29,5-27,5 لاستعمالها في دراسات التقاسم والتوافق

(2019)

مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية خصائص أجهزة الاستقبال ومعايير الحماية للأنظمة العاملة في الخدمة المتنقلة في مدى التردد GHz 29,5-27,5. وينبغي استخدام هذه الخصائص التقنية والتشغيلية في دراسات التقاسم والتوافق.[1]

مصطلحات أساسية

الخدمة المتنقلة، الخصائص التقنية؛ معايير الحماية

المختصرات/الأسماء المختصرة

AAS	نظام هوائي متقدم *(Advanced Antenna System)*
ACS	انتقائية القناة المجاورة *(Adjacent Channel Selectivity)*
AP	نقطة نفاذ *(Access Point)*
AR	الواقع المزيد *(Augmented Reality)*
BS	محطة قاعدة *(Base Station)*
FS	الخدمة الثابتة *(Fixed Service)*
FSS	الخدمة الثابتة الساتلية *(Fixed Satellite Service)*
LDPC	اختبار التعاملية منخفض الكثافة *(Low Density Parity Check)*
MCS	مخططات التشكيل والتشفير *(Modulation and Coding Schemes)*
MIMO	متعدد المدخلات متعدد المخرجات *(Multiple Input Multiple Output)*
TDD	الإرسال المزدوج بتقسيم الزمن *(Time Division Duplex)*
UHD	فائق الوضوح *(Ultra High Definition)*
UE	معدات المستعمل *(User Equipment)*
VR	الواقع الافتراضي *(Virtual Reality)*

[1] لا تتعرض هذه التوصية إلى أي خصائص تقنية أو معايير حماية للمحطات الأرضية المتحركة (ESIM) ومحطات المنصات عالية الارتفاع (HAPS) في إطار البندين 5.1 و14.1 من جدول أعمال المؤتمر WRC-19.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن من المخطط في العديد من البلدان استعمال الخدمة المتنقلة لمدى التردد GHz 29,5-27,5 أو أجزاء منه، لأغراض من بينها وصلات البيانات عالية السرعة التي تستعمل بشكل رئيسي لنقل الوسائط المتعددة عالية الوضوح؛

ب) أن الخصائص التقنية والتشغيلية التمثيلية لأجهزة استقبال الأنظمة العاملة في نطاقات التردد الموزعة للخدمة المتنقلة مطلوبة لاستعمالها في دراسات التقاسم والتوافق؛

ج) أن هناك حاجة إلى إجراءات ومنهجيات لتحليل أثر الأنظمة العاملة في خدمات أخرى على أجهزة استقبال الأنظمة العاملة في الخدمة المتنقلة،

وإذ تلاحظ

أ) أن مدى التردد GHz 29,5-27,5 موزع عالمياً على أساس أولي للخدمة المتنقلة؛

ب) أن مدى التردد GHz 29,5-27,5 موزع عالمياً أيضاً على أساس أولي للخدمة الثابتة الساتلية (أرض–فضاء) والخدمة الثابتة،

توصي

1 باستعمال الخصائص التقنية والتشغيلية لأجهزة الاستقبال العاملة في الخدمة المتنقلة الموضحة في الملحق 1 في دراسات التقاسم والتوافق التي تشمل الخدمة المتنقلة وأنظمة في الخدمات الأخرى في مدى التردد GHz 29,5-27,5؛

2 باستعمال معيار النسبة بين قدرة الإشارة المسببة للتداخل ومستوى قدرة ضوضاء مستقبِل نظام الخدمة المتنقلة، الوارد في الملحق 1، كمستوى (كمستويات) الحماية المطلوب (المطلوبة) للأنظمة المتنقلة في مدى التردد GHz 29,5-27,5.

الملحق 1

الخصائص التقنية والتشغيلية لأجهزة الاستقبال العاملة في الخدمة المتنقلة في مدى التردد GHz 29,5-27,5 لاستعمالها في دراسات التقاسم والتوافق

1 مقدمة

تدعم الأنظمة المتنقلة في مدى التردد GHz 29,5-27,5 أو أجزاء منه مجموعة متنوعة من التطبيقات، بما في ذلك الإرسال الذي يتسم بالاعتمادية لبيانات بسرعات تقدر بعدة جيغابتات لوصلات الصوت والبيانات والفيديو المتنقلة عريضة النطاق، والتطبيقات المتعلقة بالفيديو مثل بث الفيديو فائق الوضوح والواقع الافتراضي وما إلى ذلك، كمحرك رئيسي لتطوير هذه الأنظمة.

2 خصائص الأنظمة المتنقلة العاملة في مدى التردد GHz 29,5-27,5

1.2 مقدمة

مكّنت أوجه التقدم التكنولوجي في مجال معالجة الإشارات وعمليات التشكيل المعقدة وتصميم الهوائيات والمكونات الترانزستورية من تصميم وتصنيع أنظمة اتصالات في مدى التردد GHz 29,5-27,5 أو أجزاء منه المزمع استخدامها لتوفير نفاذ للأجهزة المتنقلة/المحمولة بسرعات تقدر بعدة جيغابتات. وتتصل هذه الأجهزة بمحطة قاعدة/نقطة نفاذ تقام بشكل أساسي في المناطق ذات الكثافة السكانية العالية لتوفير التوصيلية للمستهلكين والأسر والشركات باستخدام عرض نطاق للقناة عريض يصل إلى MHz 100 أو أكبر من خلال التجميع، على سبيل المثال.

ومن شأن تيسر عرض النطاق الواسع وأحدث تكنولوجيات صفيفات الهوائيات أن يمكن من توصيل كم معتبر من المحتوى بسرعات عالية جداً، يجعل من تقديم تطبيقات على غرار الفيديو فائق الوضوح (UHD) والواقع الافتراضي (VR) والواقع المزيد (AR) أمراً ممكناً. وتمكن هذه الأنظمة من توصيل آلاف الأجهزة في المناطق ذات الاستعمال الكثيف مثل الملاعب أو الساحات الأخرى ومحطات النقل العام وغيرها من الأماكن التي تشهد انتشار أعداد كبيرة ومركزة من مستعملي الأجهزة الذكية. وتشمل التطبيقات الأخرى الوصلات الراديوية عالية السرعة من الأرصفة إلى المنازل لتوصيل المودمات والأجهزة الموجودة داخل المنازل بشبكة ما.

2.2 أجهزة الاستقبال

يستعمل الجيل الجديد من الأنظمة المتنقلة العاملة في مدى التردد GHz 29,5-27,5 أو أجزاء منه أحدث تكنولوجيات أجهزة الاستقبال الرقمية لتعزيز أداء النظام باستخدام تقنيات التشكيل والتشفير المتقدمة. وتضم مخططات تشكيل وتشفير هذه الأنظمة عادة BPSK وQPSK و16QAM و64QAM مقترنة بالتشفير LDPC وTurbo.

وتستعمل هذه الأنظمة أساساً تعدد الإرسال بالتقسيم التعامدي للتردد (OFDM) كتقنية للنفاذ المتعدد في المخطط TDD كما تستعمل التحكم في القدرة في الوصلة الصاعدة.

وتحدد خصائص مرشاح المستقبل لهذه الأنظمة من خلال انتقائية القناة المجاورة (ACS). ويتضمن الجدول 1 أدناه قيم الانتقائية ACS للمحطات القاعدة والمحطات المتنقلة العاملة في الخدمة المتنقلة في مدى التردد GHz 29,5-27,5.

الجدول 1

انتقائية القناة المجاورة (ACS) للمستقبل

انتقائية القناة المجاورة (ACS) للمستقبل (dB)	المحطة القاعدة	المحطة المتنقلة
	24	23

3.2 الهوائيات

تستخدم الأنظمة المتنقلة العاملة في مدى التردد GHz 29,5-27,5 أو أجزاء منه تكنولوجيات صفيفات هوائيات متقدمة تستعمل عناصر هوائيات يمكن ترتيبها في طائفة متنوعة من الأشكال. وتستعمل هوائيات المحطات القاعدة عادة صفيفات أكبر (حتى 256 عنصراً، على سبيل المثال) لتحقيق كسب أعلى بينما تستعمل المحطات المتنقلة صفيفات أصغر حجماً نتيجة للقيد المتعلقة بعامل الشكل والقدرة (حتى 32 عنصراً، على سبيل المثال).

والمعلومات الواردة في الجدول 2 والمعلومات ذات الصلة بالقسم 1.4، يمكن استعمالها في نمذجة مخطط الهوائي الاتجاهي لهذه الهوائيات من أجل استعمالها في دراسات التقاسم والتوافق.

وتثبت هوائيات المحطات القاعدة عادة على أعمدة إنارة الشوارع أو على الهياكل الأخرى الحضرية ذات الارتفاعات المنخفضة التي يتراوح ارتفاعها بين عدد قليل من طوابق المباني. وبالتالي، تتراوح ارتفاعات الهوائيات النمطية لهذه الأنظمة بين 10 m (ثلاثة طوابق تقريباً) و20 m (ستة طوابق تقريباً) فوق مستوى الأرض، حسب بيئة النشر. ويفترض أن يقوم المستعملون بتشغيل المحطات المتنقلة على مستوى الشارع، لذا يفترض ارتفاع مقداره 1,5 m.

3 معايير الحماية

ترد في الجدول 2 معايير الحماية لقيمة النسبة *I/N*. والنسبة *I/N* الموصفة التي يمكن تحملها تعود إلى دخل المستقبِل المتنقل وتتطلب مراعاة جميع مصادر التداخل. ففي حالة وجود مصدر وحيد للتداخل، تتطلب حماية الأنظمة المتنقلة عدم تجاوز هذا المعيار بسبب التداخل من هذا المصدر الوحيد. وفي حالة وجود مصادر متعددة للتداخل، فإن حماية الأنظمة المتنقلة تتطلب عدم تجاوز هذا المعيار بسبب التداخل الإجمالي من هذه المصادر المتعددة.

4 الخلاصة

تُعرض في الجدول 2 المعلمات التقنية لأنظمة متنقلة تمثيلية تعمل في مدى التردد 29,5-27,5 GHz.

الجدول 2

خصائص أجهزة الاستقبال لمحطات قاعدة ومحطات متنقلة
تعمل في مدى التردد 29,5-27,5 GHz

	النظام A (يمثل عمليات النشر في بعض البلدان)		**النظام B (يمثل عمليات النشر في بعض البلدان)**		**النظام C (يمثل عمليات النشر في بعض البلدان)**		**النظام D (يمثل عمليات النشر في بعض البلدان)**	
الخصائص	**المحطات القاعدة**	**المحطات المتنقلة**	**المحطات القاعدة**	**المحطات المتنقلة**	**المحطات القاعدة**	**المحطات المتنقلة**	**المحطات القاعدة**	**المحطات المتنقلة**
مدى التردد (GHz)	28,35-27,5		29,5-27,5		29,5-27,5		29,5-27,5	
عرض نطاق المستقبل (MHz)	100		100		200		200	
نوع مخطط الهوائي	اتجاهي		اتجاهي		اتجاهي		اتجاهي	
استقطاب الهوائي	خطي		خطي		خطي		خطي	
الكسب الأقصى للهوائي (dBi)	29	14	29	20	23	17	23	14
نموذج مخطط الهوائي	انظر مخطط الهوائي في القسم 1.4 أدناه							
ارتفاع الهوائي (m)	20-10	1,5	20-10	1.5	6 أو 15	1,5	10-6	1,5
عامل ضوضاء المستقبل (dB)	6,5	8,5	6	6	10	10	10	10
معيار الحماية (dB)	6–		6–		6–		6–	
الإمالة لأسفل لهوائي المحطة القاعدة (بالدرجات)	10		10		10		10	
الخسارة الناجمة عن جسد الإنسان (بالنسبة لسيناريو معدات المستعمل المحمولة باليد)	لا ينطبق	4 dB	لا ينطبق	4 dB	لا ينطبق	4 dB	لا ينطبق	4 dB
خسارة المغذي للمحطات القاعدة	0	لا ينطبق	0	لا ينطبق	3 dB	لا ينطبق	3 dB	لا ينطبق

ويمكن في دراسات التقاسم افتراض أن حزمة هوائي المحطة القاعدة يجوز أن تتغير في مدى ±60º في مستوي السمت. وطبقاً للسيناريو الخاضع للدراسة[2]، فإنه في المستوي الرأسي مقارنة بالمستوي الأفقي: يمكن استعمال مدى يتراوح بين –6º و–60º للمحطات القاعدة ذات الارتفاع 20 m وبين –3º و–60º للمحطات القاعدة ذات الارتفاع 10 m وذلك للنظام A؛ ومدى يتراوح بين –5º و–60º للمحطات القاعدة ذات الارتفاع 20 m وبين –2º و–60º للمحطات القاعدة ذات الارتفاع 10 m وذلك للنظام B؛ ومدى يتراوح بين –6º و–60º للمحطات القاعدة ذات الارتفاع 15 m وبين –3º و–60º للمحطات القاعدة ذات الارتفاع 6 m وذلك للنظام C؛ ومدى يتراوح بين –6º و–60º للمحطات القاعدة ذات الارتفاع 10 m وبين –3º و–60º للمحطات القاعدة ذات الارتفاع 6 m وذلك للنظام D.

1.4 نموذج مخطط الهوائي المرجعي

يعبر عن مخطط الهوائي بتشكيل الحزم استناداً إلى تشكيلة صفيف يتكون من عدد من عناصر الإشعاع المتماثلة مرتبة بطريقة مستوية مع مسافة فصل ثابت ($\lambda/2$ مثلاً). ويفترض أن يكون للعناصر مخططات إشعاع متماثلة مع اتجاهية قصوى عمودية على المستوى الذي يضم العناصر ويبلغ الكسب الإجمالي للهوائي حاصل جمع كسب الصفيف وكسب العناصر (لوغاريتمياً).

وترد المعادلات التي تعبر عن مخططات العناصر والمخطط المركب من الجدولين 3 و4 أدناه. وفي هذين الجدولين، تحدد الزاويتان θ وφ استناداً إلى نظام إحداثي يعبر عنه كالتالي.

تثبت عناصر الإشعاع بانتظام على طول المحور الرأسي **z** في نظام الإحداثيات الديكارتي في المستوي y-z. ويشير المستوي x-y الى المستوي الأفقي. ويُرمز إلى زاوية الارتفاع بالرمز θ (وتحدَّد ما بين 0° و180°، وتمثل الزاوية 90° زاوية عمودية على فتحة الهوائي الصفيفي). ويرمز إلى زاوية السمت بالرمز φ (وتحدد ما بين –180° و180°).

وفي نظام الهوائيات المتقدم (AAS) النشط تختلف الاستجابة غير المرغوب فيها (خارج المستوي) عن تلك المرغوب فيها (داخل المستوي). ويقوم النظام AAS بنشاط في الإشارات الفردية التي تغذى إلى عناصر الهوائي الفردية في الصفيف من أجل تشكيل حزمة الهوائي وتوجيهها في الشكل المطلوب.

عناصر الهوائي

الجدول 3

مخطط العنصر لنموذج صفيف الهوائي[3]

مخطط الإشعاع الأفقي	$A_{E,H}(\varphi) = -\min\left[12\left(\frac{\varphi}{\varphi_{3dB}}\right)^2, A_m\right]$ dB
عرض نطاق أفقي عند 3 dB لعنصر وحيد/الزاوية φ_{3dB} بالدرجات	80
نسبة الإشعاع الأمامي إلى الإشعاع الخلفي: A_m وSLA_v	30
مخطط الإشعاع الرأسي	$A_{E,V}(\theta) = -\min\left[12\left(\frac{\theta-90}{\theta_{3dB}}\right)^2, SLA_v\right]$ dB

[2] مع الإحاطة بالأرقام أعلاه، ينبغي اشتقاق تدابير الحماية للخدمة المتنقلة لجميع زوايا الارتفاع واستخدام عدة معلمات من بينها طول الموجة ومخطط كسب هوائي المستقبل وعامل ضوضاء المستقبل لأنظمة الخدمة المتنقلة مع تطبيقها على جميع زوايا السمت.

[3] يمثل الجدول 3 مخطط هوائي مرجعياً وبالتالي فهو لا يمثل غلافاً أقصى أو متوسطاً.

عرض نطاق رأسي عند 3 dB لعنصر وحيد/الزاوية θ_{3dB} (بالدرجات)	65
مخطط عنصر وحيد	$A_E(\varphi,\theta) = G_{E,\max} - \min\left\{-\left[A_{E,H}(\varphi) + A_{E,V}(\theta)\right], A_m\right\}$
كسب العنصر (dBi)، $G_{E,\max}$	5

مخطط الهوائي المركب

يبيّن الجدول 4 اشتقاق مخطط الهوائي المركب $A_A(\theta,\varphi)$. و$A_A(\theta,\varphi)$ هو مخطط الهوائي بتشكيل الحزم الناتج عن المجموع اللوغاريتمي لكسب الصفيف، $10\log_{10}\left(\left|\sum_{m=1}^{N_H}\sum_{n=1}^{N_V} w_{i,n,m}\cdot v_{n,m}\right|^2\right)$، وكسب العنصر $A_E(\theta,\varphi)$. وينبغي استعمال المخطط المركب لهوائي المحطة القاعدة عندما يخدم الصفيف محطة متنقلة واحدة أو أكثر ذات حزمة واحدة أو أكثر، حيث يُشار إلى كل حزمة بالمعلمة i.

الجدول 4

مخطط الهوائي المركب لتشكيل الحزم في المحطات القاعدة والمحطات المتنقلة

التشكيلة	أعمدة متعددة (عدد $N_H \times N_V$ من العناصر)
مخطط الإشعاع المركب للصفيف بالوحدة dB $A_A(\theta,\phi)$	فيما يخص الحزمة i: $A_{A,Beami}(\theta,\varphi) = A_E(\theta,\varphi) + 10\log_{10}\left(\left|\sum_{m=1}^{N_H}\sum_{n=1}^{N_V} w_{i,n,m}\cdot v_{n,m}\right|^2\right)$ ويُستخلص متجه موقع فوقي كما يلي: $v_{n,m} = \exp\left(i\cdot 2\pi\left((n-1)\cdot\frac{d_V}{\lambda}\cdot\cos(\theta) + (m-1)\cdot\frac{d_H}{\lambda}\cdot\sin(\theta)\cdot\sin(\varphi)\right)\right),$ $n = 1, 2, \ldots N_V; m = 1, 2, \ldots N_H;$ ويُستخلص الترجيح كما يلي: $w_{i,n,m} = \frac{1}{\sqrt{N_H N_V}}\exp\left(i\cdot 2\pi\left((n-1)\cdot\frac{d_V}{\lambda}\cdot\sin(\theta_{i,etilt}) - (m-1)\cdot\frac{d_H}{\lambda}\cdot\cos(\theta_{i,etilt})\cdot\sin(\varphi_{i,escan})\right)\right)$
تشكيلة صفيف الهوائيات (الصف × العمود)	المحطات القاعدة: 16x16 (النظامان A وB) و8x8 (النظامان C وD) المحطات المتنقلة: 2x4 (النظامان A وD) و4x8 (النظام B) و4x4 (النظام C)
المباعدة الأفقية بين العناصر المشعة d/λ	0,5
المباعدة الرأسية بين العناصر المشعة d/λ	0,5

وفي حالة عدم وجود معلومات محددة بشأن مخطط الإشعاع، تتناول التوصية ITU-R F.1336 المخططات القصوى والمتوسطة للهوائيات القطاعية في مدى التردد 400 MHz-70 GHz.