الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R M.2114-0
(2018/01)

الخصائص التقنية والتشغيلية لمعايير الحماية لأنظمة الخدمة المتنقلة للطيران العاملة في نطاقي التردد GHz 23,6-22,5 وGHz 27,5-25,25

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 الملحق 1 بالقرار 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، 2018

© ITU 2018
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.2114-0

الخصائص التقنية والتشغيلية لمعايير الحماية لأنظمة الخدمة المتنقلة للطيران العاملة في نطاقي التردد GHz 23,6-22,5 وGHz 27,5-25,25

(2018)

مجال التطبيق

توفر هذه التوصية معلومات عن الخصائص التقنية ومعايير الحماية للأنظمة العاملة في الخدمة المتنقلة للطيران (AMS) في نطاقي التردد GHz 23,6-22,5 وGHz 27,5-25,25.

توصيات وتقارير الاتحاد ذات الصلة

التوصيات ITU-R M.1851 وITU-R P.2108 وITU-R P.676.

كلمات رئيسية

أنظمة الخدمة المتنقلة للطيران، AMS، خصائص تقنية، معايير الحماية

مختصرات/مسرد مصطلحات

ADL	وصلة بيانات الخدمة المتنقلة للطيران (*AMS data link*)
ADT	مطراف البيانات المحمول جواً (*Airborne data terminal*)
AMS	الخدمة المتنقلة للطيران (*Aeronautical mobile service*)
GDT	مطراف البيانات الأرضي (*Ground data terminal*)
RHCP	استقطاب دائري ميامن (*Right hand circularly polarised*)
RLOS	خط البصر الراديوي (*Radio line-of-sight*)

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أن الأنظمة والشبكات العاملة في الخدمة المتنقلة للطيران (AMS) تُستخدم في وصلات البيانات المحمولة جواً عريضة النطاق وضيقة النطاق، لدعم التطبيقات المتعلقة بالبحوث العلمية والاستشعار عن بُعد ومكافحة الحرائق ومسح الأراضي والمحاصيل ومراقبة خطوط الأنابيب وإدارة حالات الطوارئ،

وإذ تدرك

أ) أن نطاقي التردد GHz 23,6-22,5 وGHz 27,5-25,25 موزَّعان عالمياً على أساس أولي للخدمة المتنقلة؛

ب) أن الخدمة المتنقلة للطيران هي مجموعة فرعية من الخدمة المتنقلة؛

ج) أن الخدمة المتنقلة للطيران هي خدمة متنقلة بين محطات للطيران ومحطات طائرات، أو ما بين محطات طائرات؛

د) أن استعمال أنظمة تعمل في الخدمة المتنقلة للطيران لا يستبعد استعمال نطاقي التردد هذين من جانب أي تطبيقات حالية أو مخططة للخدمات الموزع لها نطاقا التردد هذان ولا يمنح أولوية في لوائح الراديو؛

هـ) أن نطاق التردد GHz 23,6-22,5 موزع أيضاً على أساس أولي للخدمة الثابتة والخدمة بين السواتل وخدمة البحوث الفضائية في بعض أجزاء نطاقي التردد أو في جميعها؛

و) أن نطاق التردد GHz 27,5-25,25 موزع أيضاً على أساس أولي لخدمة استكشاف الأرض الساتلية والخدمة الثابتة والخدمة الثابتة الساتلية والخدمة بين السواتل وخدمة البحوث الفضائية في بعض أجزاء نطاقي التردد أو في جميعها؛

ز) أن الاتحاد يتوخى ويدرس حالياً في هذين النطاقين، أنظمة جديدة في الخدمة المتنقلة وفي الخدمة الثابتة؛

ح) أن تشغيل أنظمة الخدمة المتنقلة للطيران يؤدي إلى تعقيد الاستخدام المشترك في المناطق الواسعة وقد يتطلب اتفاقاً ثنائياً بين الإدارات التي تشغّل نظام الخدمة المنتقلة للطيران والإدارات المتأثرة،

توصي

1 بأن تُعتبر الخصائص التقنية والتشغيلية للأنظمة العاملة في الخدمة المتنقلة للطيران الموصوفة في الملحق خصائص ذات صفة تمثيلية للأنظمة العاملة في نطاقي التردد GHz 23,6-22,5 وGHz 27,5-25,25؛

2 بأن يُستخدم معيار مستوى قدرة الإشارة المسببة للتداخل نسبةً إلى قدرة ضوضاء المستقبِل، *(I/N)*، ومقداره –6 dB، كمستوى الحماية اللازم لمستقبِلات الخدمة المتنقلة للطيران. وفي حال تعدّد مصادر التداخل المحتملة، تتطلب حماية الخدمة المتنقلة للطيران عدم تخطي هذا المعيار بفعل التداخل الكلي من مصادر متعددة.

الملحق

الخصائص التقنية والتشغيلية لمعايير الحماية لأنظمة الخدمة المتنقلة للطيران العاملة في نطاقي التردد GHz 23,6-22,5 وGHz 27,5-25,25

1 مقدمة

تُستخدم الأنظمة والشبكات العاملة في الخدمة المتنقلة للطيران (AMS) في وصلات البيانات المحمولة جواً عريضة النطاق وضيقة النطاق لدعم التطبيقات المتعلقة بالبحوث العلمية والاستشعار عن بُعد ومكافحة الحرائق ومسح الأراضي والمحاصيل ومراقبة خطوط الأنابيب وإدارة حالات الطوارئ.

وتُستعمل وصلات البيانات عريضة النطاق لإرسال البيانات المجمعة من جهاز أو أجهزة بحوث متعددة أو من أجهزة الاستشعار عن بعد المقامة على الطائرات، وتُستعمل وصلات البيانات ضيقة النطاق للتحكم في أجهزة الاستشعار هذه.

2 النشر التشغيلي

في نطاقي التردد GHz 23,6-22,5 وGHz 27,5-25,25، توزَّع الخدمة المتنقلة على أساس أولي في جميع أقاليم قطاع الاتصالات الراديوية الثلاثة. والخدمة المتنقلة للطيران (AMS) هي خدمة متنقلة بين محطات الطيران ومحطات الطائرات، أو بين منصات محطات الطائرات المجهزة بوصلات بيانات الخدمة المتنقلة للطيران (ADL) ويمكن نشرها في أي مكان داخل بلد تخوّل إدارته باستخدامها وفقاً للتخويل.

ويمكن أن توجد وصلة بيانات الخدمة المتنقلة للطيران (ADL) بين مطراف بيانات محمول جواً (ADT)، وهو محطة طائرة، وبين مطراف بيانات أرضي (GDT)، وهو محطة للطيران؛ أو بين وصلتي بيانات للخدمة المتنقلة للطيران.

ويمكن أن يوجد مطراف بيانات أرضي (GDT) في مكان دائم واحد أو قد يكون قابلاً للنقل. ويمكن نقل المطاريف القابلة للنقل لتلبية الاحتياجات التشغيلية. وتعتمد مدة بقاء مطراف بيانات أرضي قابل للنقل في موقع معين على الاحتياجات التشغيلية.

وتقتصر مسافة وصلة بيانات الخدمة المتنقلة للطيران (ADL) عموماً على أفق خط البصر الراديوي (RLOS) الذي يتوقف على التضاريس في المنطقة المجاورة لمطراف بيانات أرضي (GDT) وارتفاع وصلة بيانات الخدمة المتنقلة للطيران. ويعتمد الارتفاع التشغيلي للمنصات المحمولة جواً هذه المجهزة بوصلات بيانات الخدمة المتنقلة للطيران على خصوصية المتطلبات التشغيلية، ويمكن أن يعلو ليصل إلى ما يقرب من 20 km. ورغم أن بعض أطوال الوصلات قد تكون قصيرة نسبياً، يقترب كثير من مسافات الوصلة من مسافة أفق خط البصر الراديوي. وبالنسبة لوصلة جو–أرض، قد تقارب مسافة الوصلة 450 km.

وتعمل الوصلة بين مطرافي بيانات محمولين جواً (ADT) بطريقة مماثلة للطريقة التي تعمل بها الوصلة بين مطراف بيانات أرضي (GDT) ومطراف بيانات محمول جواً سوى أن مسافة الوصلة تتوقف على العلو التشغيلي لمطرافي البيانات المحمولين جواً. وفي حالة وصلة جو–جو، يمكن أن تصل مسافة الوصلة هذه إلى 900 km.

وهناك عوامل أخرى يتعين أخذها في الاعتبار، مثل الخسائر في الغلاف الجوي (توهين المطر، والغازات، وما إلى ذلك) وخسائر الجلبة، على النحو الموضح في سلسلة التوصيات P ذات الصلة لقطاع الاتصالات الراديوية، يمكنها أن تقلص المسافة القصوى للوصلة بين طائرتين. وتبعاً للظروف البيئية ومواقع الطائرات، يمكن أن تقل مسافة الوصلة البينية عن 900 km.

ويمكن لمطراف أرضي واحد أن يدعم عدة مطاريف بيانات محمولة جواً عن طريق وصلات مختلفة. وإذا كانت وصلات بيانات الخدمة المتنقلة للطيران تعمل بأسلوب النطاق الضيق، يمكن دعم وصلات بيانات متعددة من خلال فصل الترددات. وإذا كانت وصلات البيانات تعمل بأسلوب النطاق واسعة، يمكن دعم وصلات بيانات متعددة من خلال الفصل الجغرافي باستخدام هوائيات متعددة عالية الكسب ضيقة الحزمة.

ويمكن لمطراف بيانات محمول جواً أن يعمل كعقدة في شبكة أوسع أو كمكرر لتوسيع المدى بين المطراف ADT لجمع البيانات والمطراف GDT لاستقبال البيانات. وفي هذه الحالة، يمكن أن يكون للمطراف ADT مطراف ADL أو أكثر بين مطرافين ADT أو بين مطراف ADT ومطراف GDT.

ويمكن أن تدوم مدة استعمال الوصلة طيلة مدة الرحلة، أي الإقلاع/الهبوط والعبور إلى/من منطقة العمليات، والزمن المستغرَق لجمع البيانات في منطقة العمليات. وبالتالي، فإن المدة الزمنية التي تنشط خلالها وصلة بيانات الخدمة المتنقلة للطيران (ADL) يمكن أن تمتد لعدة ساعات.

3 الخصائص التقنية للأنظمة المتنقلة للطيران

ترد في الجدول 1 الخصائص التقنية التمثيلية لوصلات البيانات المحمولة جواً في الخدمة المتنقلة للطيران (AMS) في نطاقي التردد GHz 23,6-22,5 وGHz 27,5-25,25.

1.3 خصائص المرسِل

إن الأنظمة المتنقلة للطيران العاملة أو المخطط لها أن تعمل في نطاقي التردد GHz 23,6-22,5 وGHz 27,5-25,25 تستخدم نمطياً التشكيلات الرقمية. وقد يتمكن مرسل ما من أن يشع أكثر من شكل موجي واحد. وعادةً ما تُستخدم أجهزة بأشباه الموصلات ذات خرج مضخم قدرة في المرسِلات. وسيستمر الاتجاه نحو استخدام المرسِلات بأشباه الموصلات في الأنظمة المتنقلة الجديدة في المستقبل المنظور بسبب عرض النطاق الواسع لهذه الأجهزة وانخفاض مستوى البث الهامشي منها وانخفاض استهلاكها للقدرة وإمكانية التعويل عليها.

وتتراوح عروض النطاق النمطية (3 dB) لبث مرسِل بالترددات الراديوية في الأنظمة المتنقلة العاملة أو المخطط لها أن تعمل في نطاقي التردد 23,6-22,5 GHz و27,5-25,25 GHz بين نحو 143 و865 MHz. وتتراوح ذُرى قدرات الخرج بين 0,1 W (20 dBm) و60 W (48 dBm). ولكن الرقم **5.21** من لوائح الراديو يحدّ مستوى القدرة الأقصى في دخل الهوائي بقيمة 10 W في مدى الترددات 27,5-25,25 GHz، والقدرة المشعة المكافئة المتناحية محدودة عند 24 dBW (في أي نطاق يبلغ 1 MHz) في مدى الترددات 27,5-25,25 GHz عندما يقع اتجاه الإشعاع الأقصى من الهوائي ضمن 1,5 درجة في المدار الساتلي المستقر بالنسبة إلى الأرض، وفق الرقم **2.21** من لوائح الراديو.

2.3 خصائص المستقبِل

تستخدم الأنظمة المتنقلة للطيران في نطاقي التردد 23,6-22,5 GHz و27,5-25,25 GHz معالجة الإشارة الرقمية لتعزيز أداء النظام.

ويمكن أن تستخدم معالجة الإشارة في الجيل الأحدث من الأنظمة المتنقلة للطيران الطيف الممدود بالتّتابع المباشر أو تقنيات متقدمة أخرى لإنتاج كسب معالجة للإشارة المطلوبة ويمكن أيضاً أن تتيح كبت الإشارات غير المطلوبة.

3.3 خصائص الهوائي

يمكن أن تستخدم الأنظمة نطاقي التردد 23,6-22,5 GHz و27,5-25,25 GHz مجموعة متنوعة من أنواع مختلفة من الهوائيات. ويتراوح كسب الهوائيات المحمولة جواً عادةً بين 33 و46 dBi. وتستخدم الاستقطابات الأفقية والرأسية والدائرية.

وإذا كانت خصائص الهوائي الواردة في الجدول 1 كافية، ينبغي أن تستخدم هذه الخصائص في تحاليل التقاسم. وإذا لزمت خصائص إضافية، ينبغي قياس المصدر الأول لبيانات خصائص الهوائي. وبخلاف ذلك، ينبغي أن تستخدم بيانات الهوائي الواردة في الجدول 1 بالاقتران مع التوصية ITU-R M.1851.

4 معايير الحماية للخدمة المتنقلة للطيران في نطاقي التردد 23,6-22,5 GHz و27,5-25,25 GHz

عند التشغيل بالقرب من المسافة الفاصلة القصوى لخط البصر الراديوي بين المرسِل والمستقبِل، كثيراً ما يُحد أداء وصلة الاتصالات بالضوضاء. ومن شأن زيادة الضوضاء الفعّالة للمستقبِل بنسبة 1 dB أن تُحدث تردِّياً كبيراً في مدى الاتصالات يكافئ تردِّياً بنحو 10% في بيئة انتشار في الفضاء الحر.

وتقابل زيادة بمقدار 1 dB في مستوى الضوضاء الفعّالة للمستقبِل نسبة $(I + N)/N$ تساوي 1,26 أو نسبة تداخل إلى الضوضاء (I/N) تقارب –6 dB. ونظراً للزيادة في مدى الخدمة AMS والزيادة في احتمال أداء معدل الخطأ في البتات بسبب الزيادة في مستوى الضوضاء الفعالة للمستقبِل بمقدار 1 dB، تمثل القيمة $I/N = -6$ dB معيار الحماية اللازمة للخدمة المتنقلة للطيران (AMS) من التداخل الناجم عن خدمة اتصالات راديوية أخرى. وفي حال تعدد مصادر التداخل المحتملة، تتطلّب حماية الخدمة المتنقلة للطيران عدم تخطي هذا المعيار بفعل التداخل الكلي من مصادر متعددة.

الجدول 1

الخصائص التقنية التمثيلية لأنظمة الخدمة المتنقلة للطيران (AMS) في نطاقي التردد GHz 23,6-22,5 وGHz 27,5-25,25

المعلمة		الوحدات	النظام المحمول جواً 1	النظام الأرضي 1	النظام المحمول جواً 2	النظام الأرضي 2
المرسِل						
مدى التوليف		GHz	27,15–25,75	23,3–22,9	27,5–25,75	23,5–22,55
قدرة الخرج[1]		dBm	27 إلى 48	30 إلى 48	20 إلى 47	20 إلى 47
عرض النطاق	dB 3	MHz	865	580	746	143
	dB 20	MHz	930	850	1 009	196
	dB 60	MHz	3 100	3 250	4 270	1 010
التوهين التوافقي		dB	65	65	62	62
التوهين الهامشي		dB	60	60	60	60
التشكيل			رقمي	رقمي	رقمي	رقمي
المستقبِل						
مدى التوليف		GHz	23,3–22,9	27,15–25,75	23,5–22,55	27,5–25,25
انتقائية الترددات الراديوية	dB 3	MHz	1 410	2 410	3 299	3 299
	dB 20	MHz	1 540	2 620	3 510	3 510
	dB 60	MHz	1 850	3 300	3 940	3 940
انتقائية التردد الوسيط	dB 3	MHz	652	957	226	854
	dB 20	MHz	971	1 075	324	1 108
	dB 60	MHz	3 540	3 540	2 248	4 248
عامل الضوضاء (NF)		dB	4	4	3,5	4,5
الحساسية		dBm	80,1–	79,7–	85,4–	79,1–
نبذ الصورة		dB	80	80	لا يوجد	لا يوجد
النبذ الهامشي		dB	65	65	75	75

الجدول 1 *(تتمة)*

المعلمة	الوحدات	النظام المحمول جواً 1	النظام الأرضي 1	النظام المحمول جواً 2	النظام الأرضي 2
الهوائي					
كسب الهوائي	dBi	33	46-36	33	46-33
الفص الجانبي الأول	dBi	17	18	16	16
الاستقطاب		[2]RHCP	[2]RHCP	[2]RHCP	[2]RHCP
مخطط إشعاع/نمط الهوائي		عاكس مكافئي	عاكس مكافئي	عاكس مكافئي	عاكس مكافئي
عرض الحزمة الأفقي	بالدرجات	3,0	2,7	7,2	7,2
عرض الحزمة الرأسي	بالدرجات	3,0	2,7	7,2	7,2
نموذج الهوائي		التوصية ITU-R M.1851[3] (توزيع موحد)	التوصية ITU R M.1851[3] (توزيع موحد)	التوصية ITU-R M.1851[3] (توزيع موحد)	التوصية ITU-R M.1851[3] (توزيع موحد)

ملاحظات:

[1] في مدى التردد 27,5-25,25 GHz ، يسري الرقم **21** (الفقرتان **2.21** و**5.21**)) من لوائح الراديو.

[2] RHCP – استقطاب دائري ميامن.

[3] تقدم التوصية ITU-R M.1851 عدة مخططات على أساس توزع المجال على امتداد فتحة الهوائي. ويرد في النص بين قوسين التوزيع المقترح لنمذجة الهوائيات على أساس الإرشادات الواردة في التوصية ITU-R M.1851.