التوصيـــة ITU-R M.1643*

المتطلبات التقنية والتشغيلية للمحطات الأرضية المحمولة في طائرة من الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران بما فيها تلك التي تستعمل المرسلات المستجيبات في شبكات الخدمة الثابتة الساتلية العاملة في نطاق الترددات GHz 14,5-14 (أرض–فضاء)

(2003)

ملخص

توفر هذه التوصية الخصائص التقنية والتشغيلية للمحطات الأرضية المحمولة في طائرة (AES) من الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران (AMSS)، بما فيها تلك التي تستعمل المرسلات–المستجيبات في شبكات الخدمة الثابتة الساتلية العاملة في نطاق الترددات GHz 14,5-14 (أرض–فضاء) والتي ينبغي أن تستعملها الإدارات كتوجيهات تقنية لوضع متطلبات المطابقة للمحطات الأرضية المحمولة في طائرة ولتسهيل ترخيصها لاستعمالها على النطاق العالمي.

إن جمعية الاتصالات الراديوية التابعة للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن شبكات متنوعة في الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران مختلفة تقنياً وتشغيلياً قد صممت لتبدأ العمل في المستقبل القريب؛

ب) أن شبكات الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران المخططة يمكن أن تسمح بالنفاذ إلى العديد من تطبيقات الاتصالات عريضة النطاق (الإنترنت والبريد الإلكتروني والشبكات الداخلية للمنشآت) من الطائرات وإليها على أساس عالمي؛

ج) أن المحطات الأرضية المحمولة في طائرة ستعمل على الخطوط الجوية الوطنية والدولية في جميع أرجاء العالم؛

د) أن حركة المحطات الأرضية المحمولة في طائرة تخضع عادة لعدد من القواعد والتنظيمات الوطنية والدولية بما فيها المطابقة المرضية لمعايير تقنية ومتطلبات تشغيلية متفق عليها؛

هـ) أن ثمة حاجة إلى تحديد المتطلبات التقنية والتشغيلية لاختبار المطابقة على المحطات الأرضية المحمولة في طائرة؛

---

* **ملاحظة** – تبدي المجموعة العربية الممثلة في جمعية الاتصالات الراديوية لعام 2003 تحفظاً في موقفها من مضمون هذه التوصية وهي ليست على استعداد لقبول أي نتائج بالنسبة للنقطة 11.1 من جدول أعمال المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2003.

و) أن تحديد المتطلبات التقنية والتشغيلية المطبقة على المحطات الأرضية المحمولة في طائرة (AES) من شأنه توفير أساس تقني مشترك لتسهيل اختبار مطابقة المحطات الأرضية المحمولة في طائرة من مختلف السلطات الوطنية والدولية ولوضع ترتيبات اعتراف متبادل من أجل مطابقة المحطات الأرضية المحمولة في طائرة؛

ز) أن المتطلبات التقنية والتشغيلية تسمح بتحقيق توازن مقبول بين تعقيد الأجهزة الراديوية والحاجة إلى استعمال فعال لطيف التردد الراديوي،

وإذ تضع في اعتبارها أيضاً

أ) أن نطاق الترددات GHz 14,5-14 فيه توزيعات على أساس أولي على الخدمة الثابتة الساتلية (FSS) (أرض–فضاء) وخدمات الملاحة الراديوية والثابتة والمتنقلة (باستثناء المتنقلة للطيران)؛ وأن الخدمات الثانوية الموزعة في نطاق الترددات GHz 14,5-14 أو في أجزاء من النطاق تشمل الخدمة المتنقلة الساتلية (باستثناء الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران) (أرض–فضاء) وخدمة الأبحاث الفضائية (SRS) وخدمة الفلك الراديوي (RAS) وخدمة الملاحة الراديوية الساتلية؛

ب) أن ثمة مطلباً بتوفير حماية كاملة لجميع الخدمات الأولية وجميع أنظمة الخدمات الثانوية الموجودة سابقاً في نطاق الترددات GHz 14,5-14؛

ج) أن نتائج الدراسات التي أجريت وفقاً للقرار (Rev.WRC-2000) 216 بينت جدوى استعمال نطاق الترددات GHz 14,5-14 من جانب الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران (AMSS) (أرض–فضاء) على أساس ثانوي تحت ظروف وترتيبات معينة[1]؛

د) أن تحديد قطاع الاتصالات الراديوية للمتطلبات التقنية والتشغيلية للمحطات الأرضية المحمولة في طائرة والعاملة في نطاق الترددات GHz 14,5-14 يمكنه أن يساعد الإدارات على اتقاء التداخلات الضارة و/أو غير المقبولة المتسببة للخدمات الأخرى؛

هـ) أن من المناسب التمكن من قياس ومراقبة هذه الخصائص التقنية والتشغيلية بطريقة دقيقة ومتواصلة،

توصـــي

1 أن تستعمل الإدارات المتطلبات التقنية والتشغيلية[1] للمحطات الأرضية المحمولة في طائرة لشبكات الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران العاملة في نطاق الترددات GHz 14,5-14 الواردة في الملحقين 1 و2 كخطوط توجيهية من أجل:

- وضع متطلبات مطابقة تنطبق على المحطات الأرضية المحمولة في طائرة؛
- تسهيل تشغيل المحطات الأرضية المحمولة في طائرة.

---

[1] يلزم أن تستوفي خصائص المحطات الأرضية النمطية المحمولة في طائرة المتطلبات الموصوفة في هذه التوصية، فضلاً عن أن تكون متوائمة مع تلك التي سبق نشرها في النشرة الإعلامية الدولية للترددات (BR IFIC) المتعلقة بالشبكات المقابلة من الخدمة الثابتة الساتلية. أما إذا كانت الخصائص لا تتلاءم مع تلك الواردة في المنشور الأولي، يجب أن يجري تنسيق المحطة الأرضية المحمولة في طائرة وفقاً للأحكام النافذة من لوائح الراديو والقواعد الإجرائية المعدلة الواردة في الفقرة 2 من القواعد الإجرائية المتعلقة بالرقم 32.11 من لوائح الراديو، عند الاقتضاء.

الملحق 1

المتطلبات التقنية والتشغيلية للمحطات الأرضية المحمولة في طائرة من شبكات الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران في نطاق الترددات GHz 14,5-14 (أرض–فضاء)

الجزء A

المتطلبات الأساسية المتعلقة بحماية شبكات الخدمة الثابتة الساتلية

1 ينبغي تنسيق وتشغيل شبكات الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران بحيث لا تكون سويات القدرة المشعة المكافئة المتناحية الكلية خارج المحور التي تنتجها جميع المحطات الأرضية المحمولة في طائرة والعاملة بنفس التردد ضمن شبكات الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران، أكبر من السويات المسببة للتداخل التي سبق نشرها والتي تمَّ تنسيقها بشأن محطة أو محطات أرضية خاصة و/أو نمطية تابعة لشبكات الخدمة الثابتة الساتلية تستعمل فيها مرسلات–مستجيبات الخدمة الثابتة الساتلية.

2 ينبغي أن يراعى في تصميم وتنسيق وتشغيل محطة أرضية محمولة في طائرة على الأقل العوامل التالية التي يمكن أن تغيّر سويات القدرة المشعة المكافئة المتناحية الكلية خارج المحور التي تولدها المحطات الأرضية المحمولة في طائرة:

1.2 الخطأ في تسديد هوائي المحطة الأرضية المحمولة في طائرة. ويشمل ذلك، حيثما ينطبق، الآثار الناجمة عن الاستقطاب والتأخر في أنظمة تسديدها، والخطأ في أنظمة التتبع بعروة مغلقة وعدم التراصف بين فتحات الإرسال والاستقبال للأنظمة التي تستعمل فتحات منفصلة وعدم التراصف بين تغذية الإرسال والاستقبال للأنظمة التي تستعمل فتحات مختلطة؛

2.2 التغيرات في مخطط إشعاع هوائي المحطات الأرضية المحمولة في طائرة. ويشمل ذلك، حيثما ينطبق، على الأقل، الآثار الناجمة عن التسامح المسموح به في التصنيع، وتقادم الهوائي والآثار البيئية. وينبغي لشبكات الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران التي تستعمل بعض أنواع هوائيات المحطات الأرضية المحمولة في طائرة، مثل الصفيف المطاور، أن تراعي تغيرات مخطط إشعاع الهوائي تبعاً لزاوية المسح (في الارتفاع والسمت). وينبغي أن تراعي الشبكات التي تستعمل الصفيف المطاور خطأ الطور في العناصر وخطأ الاتساع ومعدل الأعطال؛

3.2 التغيرات في القدرة المشعة المكافئة المتناحية المرسلة من المحطات الأرضية المحمولة في طائرة. ويشمل ذلك، حيثما ينطبق، على الأقل، الآثار الناجمة عن خطأ القياس وأخطاء التحكم وتأخر أنظمة التحكم في القدرة في العرى المغلقة. يلزم أن تراعي مراكز شبكات التحكم والمراقبة (NCMC) التي تحسب القدرة المشعة المكافئة المتناحية للمحطات الأرضية المحمولة في طائرة استناداً إلى الإشارة المستقبلة، مصادر الخطأ والتأخيرات في هذا الحساب. يجب أن تراعي مراكز شبكات التحكم والمراقبة التي تحسب القدرة المشعة المكافئة المتناحية للمحطات الأرضية المحمولة في طائرة استناداً إلى قدرة الدخل الخطأ في القياس والتأخيرات.

3 يلزم أن تستعمل المحطات الأرضية المحمولة في طائرة التي تستخدم أنظمة تتبع لإشارة ساتل في العرى المغلقة، خوارزمية تقاوم التقاط وتتبع إشارات السواتل المجاورة. ويجب على المحطات الأرضية المحمولة في طائرة أن تكبت الإرسال على الفور حينما تكتشف أنها تتتبع أو تستعد لتتبع ساتل غير معني.

4 ينبغي أن تخضع المحطات الأرضية المحمولة في طائرة للتحكم والمراقبة من قبل مراكز شبكات التحكم والمراقبة أو أي منشآت مماثلة. ويجب على المحطات الأرضية المحمولة في طائرة أن تكون قادرة على تلقي على الأقل تعليمات "تشغيل

الإرسال" و"إخماد الإرسال" من مراكز شبكات التحكم والمراقبة. ويجب على المحطات الأرضية المحمولة في طائرة أن تقوم بوقف الإرسال أتوماتياً على الفور بمجرد تلقيها تعليمات "تغيير المعلمة"، التي قد تسبب تداخلات ضارة أثناء التغيير، إلى أن تتلقى تعليمات "بتشغيل الإرسال" من مركز شبكة التحكم والمراقبة. إضافة إلى ذلك، ينبغي أن يكون في استطاعة هذا المركز الأخير أن يراقب اشتغال محطة أرضية محمولة في طائرة لتحديد ما إذا كانت تواجه مشكلة تشغيل.

5 يجب على المحطات الأرضية المحمولة في طائرة أن تقوم بمراقبة ذاتية، وعندما تلاحظ إحداها خللاً يمكن أن يتسبب في تداخلات ضارة لشبكات الخدمة الثابتة الساتلية، يجب عليها أن تسكت إرسالها أتوماتياً.

الجزء B

المتطلبات الأساسية المتعلقة بحماية الخدمة الثابتة

في نطاق الترددات GHz 14,5-14 كما تستخدمه شبكات الخدمة الثابتة، ضمن خط بصر أراضي إدارة ما حيث تعمل شبكات الخدمة الثابتة في نطاق الترددات هذا، يجب ألا تتجاوز أقصى كثافة لتدفق القدرة على سطح الأرض لإرسالات محطة أرضية واحدة محمولة في طائرة، من شبكة الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران:

$-132 + 0.5 \cdot \theta$	$dB(W/(m^2 \cdot MHz))$	for	$\theta \le 40°$
-112	$dB(W/(m^2 \cdot MHz))$	for	$40 < \theta \le 90°$

حيث θ زاوية وصول الموجة الراديوية (درجات فوق الأفق).

الملاحظة 1 – تتعلق الحدود سالفة الذكر بكثافة تدفق القدرة وزوايا الوصول التي يمكن الحصول عليها في ظروف الانتشار في الفضاء الحر.

الملاحظة 2 – يمكن أن يستمد قناع القدرة المشعة المكافئة المتاحية من قناع كثافة تدفق القدرة سالف الذكر، وذلك بتطبيق الطريقة الواردة في الملحق 2 بهذه التوصية. كما يمكن النظر أيضاً في تبسيط قناع القدرة المشعة المكافئة المتاحية الناتج.

الجزء C

المتطلبات الأساسية المتعلقة بالتقاسم مع خدمة الفلك الراديوي (RAS)

لكي تتسنى حماية الفلك الراديوي في نطاق الترددات GHz 14,5-14,47، ينبغي أن تلتزم المحطات الأرضية التابعة للخدمة المتنقلة الساتلية للطيران بالتدابير التالية:

قنوات الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران في نطاق الترددات GHz 14,5-14,47

- لا ترسل محطات الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران في نطاق الترددات GHz 14,5-14,47 ضمن خط بصر محطات الفلك الراديوي العاملة في هذا النطاق؛ أو
- إذا عزم مشغل الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران التشغيل على نفس تردد محطة في الفلك الراديوي وفي خط رؤيتها، يلزم عقد اتفاق محدد مع المحطة المعنية لضمان استيفاء المحطة الأرضية المحمولة في طائرة التابعة للخدمة المتنقلة الساتلية للطيران لمتطلبات التوصيتين ITU-R RA.769 وITU-R RA.1513 في نطاق الترددات GHz 14,5-14,47 أثناء عمليات الرصد هذه. ويمكن أن يشمل ذلك، حيثما كان ذلك عملياً، توفير معلومات مسبقة لمشغلي شبكات الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران فيما يتعلق بمواقيت الرصد.

قنوات الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران في نطاق الترددات GHz 14,47-14

جميع المرسلات في المحطات الأرضية المحمولة في طائرة التي تستخدم نطاق الترددات GHz 14,47-14 على خط بصر مباشر لمحطات خدمة الفلك الراديوي أثناء أعمال الرصد في خدمة الفلك الراديوي، ترسل في نطاق الترددات

GHz 14,5-14,47 بحيث تستوفي السويات والنسبة المئوية لفقدان المعطيات الواردة في التوصيتين ITU-R RA.769 وITU-R RA.1513. وبينت نتائج دراسات أجريت أن سويات كثافة تدفق قدرة المحطات الأرضية المحمولة في طائرة ((dB(W/(m^2 · 150 kHz)) في نطاق الترددات GHz 14,5-14,47 تعتبر كافية، مع هامش معين، لاستيفاء سويات كثافة تدفق القدرة لمحطات الفلك الراديوي الواردة في التوصية ITU-R RA.769 وكذلك استيفاء النسبة المئوية لفقدان المعطيات الواردة في التوصية ITU-R RA.1513، أي:

$$-190 + 0.5 \cdot \theta \quad \text{dB(W/(m}^2 \cdot \text{150 kHz))} \quad \text{for} \quad \theta \le 10°$$

$$-185 \quad \text{dB(W/(m}^2 \cdot \text{150 kHz))} \quad \text{for} \quad 10° < \theta \le 90°$$

حيث θ زاوية وصول الموجة الراديوية (درجات فوق الأفق).

ويمكن إنجاز سويات كثافة تدفق قدرة المحطات الأرضية المحمولة في طائرة في النطاق GHz 14,5-14,47 عن طريق مشغلي الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران، وذلك بتركيبة من قدرة إشارة مخفضة وترشيح حاد للمحطة الأرضية المحمولة في طائرة والحفاظ على فصل مناسب في التردد أو أداء أفضل لهوائي المحطة الأرضية المحمولة في طائرة.

الجزء D

المتطلبات الأساسية المتعلقة بالتقاسم مع خدمة الأبحاث الفضائية

ينبغي عقد اتفاقات تنسيق بين الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران وأنظمة خدمة الأبحاث الفضائية تقوم على التحكم في سويات إرسال المحطات الأرضية المحمولة في طائرة المشغلة في نطاق الترددات الذي تستعمله أنظمة خدمة الأبحاث الفضائية، والتي قد تقتضي في الحالات الخطرة، وقف إرسال المحطة الأرضية المحمولة في طائرة والعاملة على الترددات التي يستعملها نظام خدمة الأبحاث الفضائية حينما يعمل بالقرب من محطة أرضية للأبحاث الفضائية. وستتفاوت تفاصيل هذه الاتفاقات وفقاً لخصائص كل موقع في خدمة الأبحاث الفضائية وشبكات الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران.

الملحق 2

اشتقاق قناع القدرة المشعة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.) لنصف الكرة الأرضية الأدنى من قناع لكثافة تدفق القدرة (pfd)

قد يكون من المفيد عند اختبار كون تجهيزات الخدمة المتنقلة الساتلية للطيران تستوفي قناعاً معيناً لكثافة تدفق القدرة، مثل القناع الوارد في الجزء B من الملحق 1، تحديد قناع للقدرة المشعة المكافئة المتناحية يكون مكافئاً ويمكن استعماله لأغراض الاختبار.

يمكن استعمال قناع كثافة تدفق القدرة pfd(θ)، حيث θ هي زاوية الوصول (زاوية الارتفاع) على سطح الأرض، كي يحدد رياضياً قناع ما للقدرة المشعة المكافئة المتناحية، e.i.r.p. (γ، H)، حيث γ هي زاوية تقع تحت المستوي الأفقي المحلي وH هو ارتفاع الطائرة. ويجرى هذا التحويل في خطوتين: أولاً، تحول γ إلى زاوية وصول مكافئة θ. ثم، يحدد طول مسير الانتشار من أجل زاوية الوصول θ ويستعمل لحساب التوهين الهندسي على المسير والقدرة المشعة المكافئة المتناحية الحاصلة.

الخطوة 1: تحسب زاوية الوصول θ بالدرجات من γ وH:

$$\theta = \arccos((R_e + H)\cos(\gamma)/R_e)$$

حيث:

θ: زاوية الوصول

R_e: نصف قطر الأرض (km 6378)

H: ارتفاع الطائرة (km)

γ: الزاوية تحت الأفق.

الملاحظة 1 – إذا كانت زاوية الدالة arccos أكبر من 1، لا يتقاطع مسير الانتشار في اتجاه الزاوية γ مع الأرض. ففي هذه الحالة، التي تحدث عندما تساوي الزاوية γ حوالي 3,5° أو أقل، لا تعود توجد قيمة للزاوية θ وبذلك لا تعود توجد قيمة محددة لقناع كثافة تدفق القدرة.

الخطوة 2: تحسب قيمة القدرة المشعة المكافئة المتاحية انطلاقاً من pfd(θ):

$$d = (R_e^2 + (R_e + H)^2 - 2\,R_e(R_e + H)\cos(\gamma - \theta))^{1/2}$$

$$\text{e.i.r.p.}(\gamma, H) = \text{pfd}(\theta) + 10\log_{10}(4\,\pi\,d^2) + 60$$

حيث:

d: المسافة بين المحطة الأرضية المحمولة في طائرة والنقطة قيد البحث على سطح الأرض (km)

pfd(θ): (dB(W/(m^2 · MHz)))

e.i.r.p.: (dB(W/MHz)).

يبين الرسم الوارد في الشكل 1 هذه الدالة من أجل ارتفاعات مختلفة للطائرة استناداً إلى قناع كثافة تدفق القدرة الوارد في الجزء B من الملحق 1 بهذه التوصية.

الشكل 1

قناع القدرة المشعة المكافئة المتناحية

المستمد من قناع كثافة تدفق القدرة