

التوصية ITU-R M.1828

المتطلبات التقنية والتشغيلية لمحطات الطائرات في الخدمة المتنقلة للطيران
المقتصرة على إرسالات القياس عن بُعد لاختبار الطيران
في النطاقات حوالي 5 GHz

(2007)

مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية المتطلبات التقنية والتشغيلية لمحطات الطائرات في الخدمة المتنقلة للطيران المقتصرة على إرسالات القياس عن بُعد لاختبار الطيران. وينبغي للإدارات أن تستعمل هذه المتطلبات كإرشادات تقنية من أجل تحديد متطلبات مطابقة محطات الطائرات لاستعمالها على الصعيد العالمي.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

- أ) أن عدة خدمات متنقلة للطيران (AMS) مختلفة تقنياً وتشغيلياً ومقتصرة على إرسالات أنظمة القياس عن بُعد في شبكات اختبار الطيران قد صُممت لبدأ تشغيلها في المستقبل القريب؛
- ب) أن تشغيل محطة طائرة يخضع عادة لعدد من القواعد والتنظيمات الوطنية والدولية ومنها المطابقة الوافية للمعايير التقنية والمتطلبات التشغيلية المتفق عليها؛
- ج) أن هناك حاجة إلى تحديد المتطلبات التقنية والتشغيلية من أجل اختبار مطابقة محطات الطائرات؛
- د) أن تحديد المتطلبات التقنية والتشغيلية لمحطات الطائرات سيضع أساساً تقنياً مشتركاً لتسهيل اختبار مطابقة محطة الطائرة الذي تقوم به مختلف السلطات الوطنية والدولية ولتطوير ترتيبات الاعتراف المتبادل الخاصة بمطابقة محطات الطائرات؛
- هـ) أن المتطلبات التقنية والتشغيلية تحتاج إلى تحقيق توازن مقبول بين تعقيد التجهيزات الراديوية وضرورة الاستعمال الفعال لطيف التردد الراديوي،

وإذ تضع في اعتبارها أيضاً

- أ) وجود توزيعات لخدمة الملاحة الراديوية للطيران والخدمة الثابتة الساتلية (أرض-فضاء) والخدمة المتنقلة على أساس أولي في نطاق التردد 5 150-5 250 MHz؛
- ب) شرط تأمين حماية كاملة لجميع الخدمات الأولية في النطاق 5 030-5 250 MHz؛
- ج) أن المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2003 اعتمد القرار 229 الذي يضع أحكام استعمال النطاق 5 250-5 150 MHz للخدمة المتنقلة من أجل تنفيذ أنظمة نفاذ لاسلكية (WAS) بما فيها شبكات منطقة محلية راديوية (RLAN)؛
- د) أن تحديد قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد للمتطلبات التقنية والتشغيلية لمحطات الطائرات التي تعمل في النطاق 5 030-5 250 MHz ينبغي أن يمنع التداخل غير المقبول في الخدمات الأخرى؛
- هـ) ضرورة إمكانية قياس الخصائص التقنية والتشغيلية والتحكم بها بصورة مستمرة ودقيقة؛

- (و) أن النطاق MHz 5 150-5 030 موزع على خدمة الملاحة الراديوية للطيران على أساس أولي؛
 (ز) إمكانية حماية نظام الهبوط بالموجات الصغيرة (MLS) من خلال تطبيق مسافة تباعد مناسبة بين المرسلات المشعة للخدمة المتنقلة للطيران (AMS) لدعم مستقبلات القياس عن بعد والنظام MLS؛
 (ح) أن قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد بصدد تطوير مواد إرشادية بشأن تطبيق المنهجية التي يرد وصفها في التوصية ITU-R M.1829،

وإذ تدرك

- (أ) أنه يتعين استخدام النطاق MHz 5 150-5 030 من أجل تشغيل النظام المعياري الدولي للهبوط بالموجات الصغيرة (MLS) للاقتراب والهبوط الدقيقين؛ وتمتع متطلبات هذا النظام بالأولوية على الاستعمالات الأخرى لهذا النطاق وفقاً للرقم 444.5 من لوائح الراديو،

توصي

- 1 أن تستعمل الإدارات المتطلبات التقنية والتشغيلية لمحطات الطائرات للخدمة المتنقلة للطيران (AMS) المقتصرة على إرسالات القياس عن بعد لاختبار الطيران العاملة في النطاق GHz 5 والواردة في الملحقين 1 و2 كخطوط توجيهية من شأنها تسهيل المواءمة مع الخدمات الأخرى؛
 2 أن يستعمل الطيف غير المتراكب في جميع محطات طائرات الخدمة AMS المقتصرة على إرسالات القياس عن بعد لاختبار الطيران والتي ترسل بالتآون داخل شبكة AMS واحدة.

الملحق 1

المتطلبات التقنية والتشغيلية لمحطات طائرات الخدمة المتنقلة للطيران المقتصرة على إرسالات نظام القياس عن بعد في شبكات اختبار الطيران في النطاقات حوالي GHz 5

الجزء A

المتطلبات الرئيسية المتعلقة بحماية شبكات الخدمة الثابتة الساتلية في النطاق MHz 5 250-5 091

ينبغي تصميم محطة طائرة لخدمة AMS في النطاق MHz 5 250-5 091 على نحو تتحدد فيه كثافة تدفق قدرة مرسل طائرة واحدة بالمقدار -138 dB(W/(m² · 1.23 MHz)) في المدار الساتلي للخدمة الثابتة الساتلية للمركبة الفضائية التي تستعمل هوائيات استقبال بتغطية كاملة للأرض.

وأقصى محصلة سوية تداخل مسموح بها قدرها $\Delta T_s/T_s$ 1% في دخل المستقبل هي $I_{Agg-Rec}$:

$$I_{Agg-Rec} = KTB - 20 \text{ dB} = -160.3 \text{ dB(W/1,23 MHz)}$$

حيث:

K : ثابت بولتزمان (1,38 e-23)

T : تمثل درجة حرارة ضوضاء المستقبل: K 550

B : عرض نطاق المستقبل: 1,23 MHz.

وبالتالي تكون سوية كثافة تدفق القدرة (pfd) القصوى في دخل هوائي المستقبل الساتلي التي ينتجها مرسل واحد AMT هي:

$$\begin{aligned} pfd_{Max} &= I_{Agg-Rec} - Gr + L_{Feed} + L_P - 10 \log_{10}(21) + 10 \log\left(\frac{4\pi}{\lambda^2}\right) \\ &= -160,3 - 4 + 2,9 + 1 - 13,2 + 35,6 \\ &= -138 \text{ dBW}/(\text{m}^2 \times 1,23 \text{ MHz}) \end{aligned}$$

حيث:

G_r : كسب هوائي مستقبل الخدمة الثابتة الساتلية

21: أقصى عدد محطات AMT ترسل بالتآون في عرض نطاق مستقبل الخدمة الثابتة الساتلية

الملاحظة 1 - يمكن الحصول على الحد المذكور آنفاً والمتعلق بالكثافة pfd في إطار ظروف الانتشار في الفضاء الحر.

الملاحظة 2 - يمكن استنتاج قناع قدرة e.i.r.p. من قيمة الكثافة pfd المذكورة سابقاً باتباع الطريقة الواردة في الجزء A من الملحق 2. كما يمكن استخدام قناع القدرة e.i.r.p. المبسط الناتج.

الملاحظة 3 - يعاد الحد المذكور آنفاً -198,9 dB(W/(m² · Hz)).

الملاحظة 4 - يقوم حد الكثافة pfd المحدد في هذا القسم على أساس ضمان ألا تتجاوز الزيادة في حرارة ضوضاء سائل الخدمة الثابتة الساتلية (أي $\Delta T_{sat}/T_{sat}$) الناجم عن تشغيل القياس AMT النسبة 1%. ويفترض المنهج 21 مرسلًا AMT بالقناة المشتركة تعمل في نفس الوقت داخل مجال رؤية الساتل FSS.

الجزء B

المتطلبات الرئيسية المتعلقة بحماية الخدمة المتنقلة

في النطاق 5 250-5 150 MHz

لا تشمل المتطلبات الرئيسية التالية إلا إرشادات تقنية.

وينبغي ألا تتجاوز أقصى كثافة pfd تنتجها عند سطح الأرض إرسالات محطة طائرة لنظام خدمة AMS مقتصرة على إرسالات القياس عن بعد لشبكة اختبار الطيران في النطاق 5 250-5 150 MHz القيمة -79,4 dB(W/(m² · 20 MHz)) $G_r(\theta)$.

ويجوز للإدارات أن تختار في الخدمة AMS تطبيق متطلبات تقنية وتشغيلية مختلفة أكثر صرامة من المتطلبات المذكورة في هذا القسم من أجل حماية الخدمة المتنقلة. وقد يتطلب ذلك مزيداً من الدراسة في حال استعمال معلمات مختلفة عن تلك المفترضة في إعداد هذه الإرشادات.

ويمثل $G_r(\theta)$ مخطط إشعاع هوائي مستقبل الخدمة المتنقلة مقابل زاوية ارتفاع θ ويتحدد كالتالي:

مخطط إشعاع هوائي ارتفاع نظام النفاذ اللاسلكي

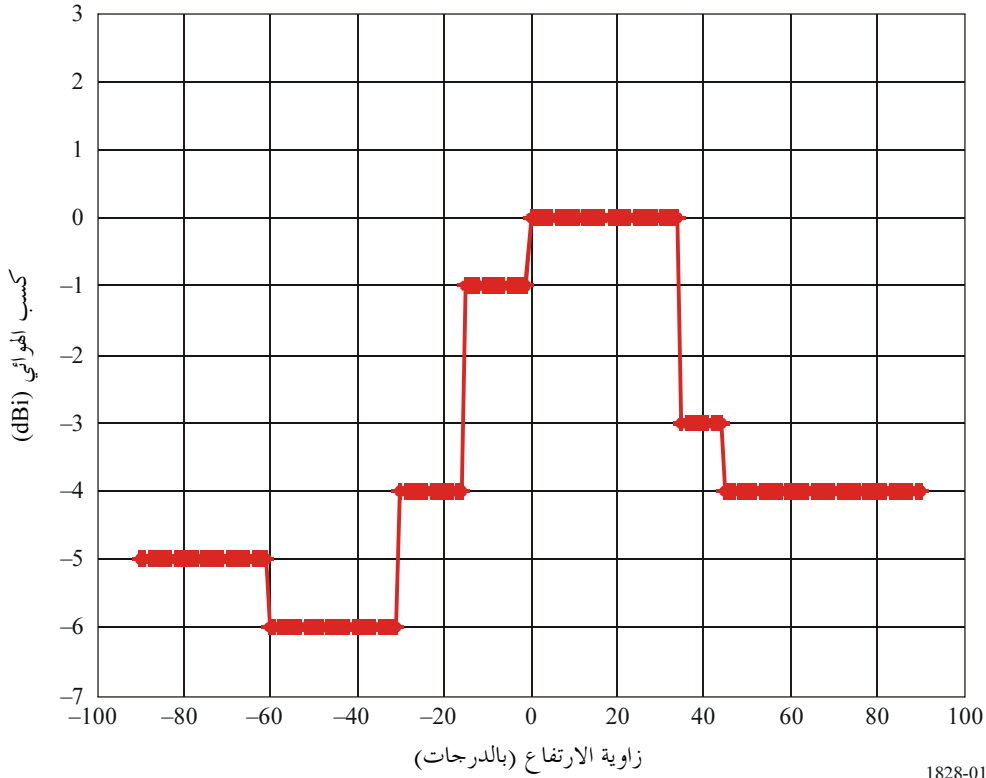
الكسب (dBi)	زاوية الارتفاع، θ (بالدرجات)
4-	$45 < \theta \leq 90$
3-	$35 < \theta \leq 45$
0	$0 < \theta \leq 35$
1-	$15- < \theta \leq 0$
4-	$30- < \theta \leq 15-$
6-	$60- < \theta \leq 30-$
5-	$90- < \theta \leq 60-$

حيث:

$G_r(\theta)$: الكسب نسبةً إلى هوائي متناح (dBi)
 θ : القيمة المطلقة لزاوية الارتفاع نسبة إلى زاوية الكسب الأقصى (بالدرجات)

الشكل 1

مخطط إشعاع مستقبل الخدمة المتنقلة



1828-01

الملاحظة 5 - تتعلق الحدود المذكورة آنفاً بالكثافة pfd وزوايا الوصول التي يمكن الحصول عليها في ظروف الانتشار في الفضاء الحر.

الملاحظة 6 - يمكن استنتاج قناع قدرة e.i.r.p. من قناع الكثافة pfd المذكور آنفاً باتباع الطريقة الواردة في الجزء B من الملحق 2. كما يمكن استخدام قناع القدرة e.i.r.p. المبسّط الناتج.

الجزء C

المتطلبات الرئيسية المتعلقة بحماية الخدمة المتنقلة للطيران

(تسيير) (AM(R)S) في النطاق 5 150-5 091 MHz

خصائص مستقبل الخدمة AM(R)S القائمة على المعيار IEEE 802.16e وتوصيات قطاع الاتصالات الراديوية المأخوذة في الاعتبار في دراسة التقاسم هذه، هي التالية:

- معايير الحماية: نسبة التداخل إلى الضوضاء (I/N) البالغة -6 dB كما تحددها التوصية ITU-R M.1739 والتي تقابل خفض مدى بنسبة 5%.
- عامل ضوضاء المستقبل: 10 dB.
- الخسارة الناجمة عن التنفيذ: 5 dB.
- الخسارة الناجمة عن البناء: 0 dB (استعمال خارجي).
- عرض نطاق المستقبل: 20 MHz.
- مخطط إشعاع الهوائي: يؤخذ مخطط إشعاع كسب هوائي مستقبل الخدمة AM(R)S مقابل زاوية الارتفاع المستخدم في الدراسة من التوصية ITU-R F.1336-1 ويظهر في الشكل 2. ويفترض أن يكون كسب الذروة 6 dBi.

وينبغي ألا تتجاوز أقصى كثافة pfd تنتجها عند سطح الأرض إرسالات محطات طائرات في نظام خدمة AMS مقتصرة على إرسالات القياس عن بعد لشبكة اختبار الطيران في النطاق 5 150-5 091 MHz القيمة -89,4 dB(W/(m² · 20 MHz)) - $G_r(\theta)$. و $G_r(\theta)$ هو مخطط إشعاع هوائي مستقبل الخدمة المتنقلة مقابل زاوية الارتفاع θ ويتحدد كالتالي:

$$G_r(\theta) = \max[G_1(\theta), G_2(\theta)]$$

$$G_1(\theta) = 6 - 12 \left(\frac{\theta}{27} \right)^2$$

$$G_2(\theta) = -6 + 10 \log \left[\left(\max \left\{ \frac{|\theta|}{27}, 1 \right\} \right)^{-1,5} + 0,7 \right]$$

حيث:

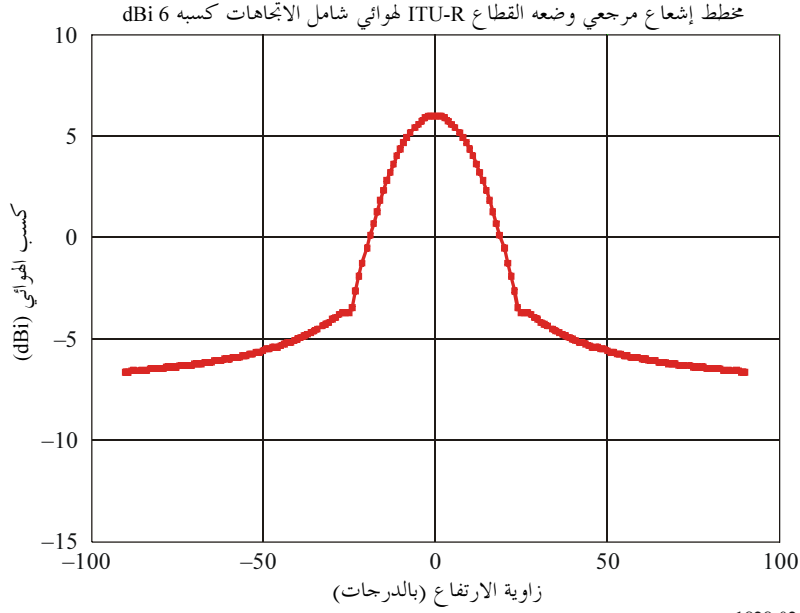
$G(\theta)$: الكسب نسبة إلى هوائي متناح (dBi)

θ : القيمة المطلقة لزاوية الارتفاع (بالدرجات)

وقيم الكثافة pfd وقناع القدرة EIRP الناتج مؤقتة، ولا بد من التثبت منها عند تطوير الخدمة AM(R)S بصورة أكمل.

الشكل 2

مخطط إشعاع هوائي مستقبل الخدمة AM(R)S



الملاحظة 7 - تتعلق الحدود المذكورة آنفاً بالكثافة pfd وزوايا الوصول التي يمكن الحصول عليها في ظروف الانتشار في الفضاء الحر.

الملاحظة 8 - يمكن استنتاج قناع قدرة e.i.r.p. من قناع الكثافة pfd المذكور آنفاً باتباع الطريقة الواردة في الجزء B من الملحق 2. كما يمكن استخدام قناع القدرة e.i.r.p. المبسّط الناتج.

الجزء D

المتطلبات الرئيسية المتعلقة بحماية خدمة الملاحه الراديوية للطيران

العاملة في النطاق 5 150-5 030 MHz

عند إجراء تنسيق ثنائي الأطراف بين إدارات تشغّل أنظمة هبوط بالموجات الصغيرة وإدارات تشغل أنظمة AMT، قد تكون توصية قطاع الاتصالات الراديوية بالاتحاد المذكورة في الفقرة ح) من إذ تضع في اعتبارها أيضاً مفيدة في المناقشات الثنائية.

الجزء E

المتطلبات الرئيسية المتعلقة بحماية تطبيق أمن الطيران

في النطاق 5 150-5 091 MHz

بيّنت الدراسات أن تطبيق أمن الطيران في الخدمة المتنقلة للطيران (AMS(AS)) وتطبيق القياس عن بعد في الخدمة المتنقلة للطيران (AMS(AMT)) عندما لا يعملان بترددات متراكبة، فإن مواعمة التردد تتحقق ولا حاجة عندئذٍ إلى متطلبات أساسية لحماية التطبيق AMS(AS).

غير أن التشغيل بالتردد المتراكب يتطلب مزيداً من الدراسة.

الملحق 2

استنتاج قناع القدرة e.i.r.p. استناداً إلى حد الكثافة pfd

الجزء A

استنتاج النصف العلوي من قناع القدرة e.i.r.p. استناداً إلى حدود الكثافة pfd

عند اختبار تجهيزات الخدمة AMS المقتصرة على إرسالات القياس عن بعد لاختبار الطيران بمهدف تحديد مدى استيفائه لحدود كثافة pfd معينة مثل تلك المذكورة في الجزء A من الملحق 1، يُستحسن تحديد قناع مكافئ لقدرة e.i.r.p. يمكن استخدامه لأغراض الاختبار.

ويُستخدم حد الكثافة pfd في التحديد الحسابي للنصف العلوي من قناع القدرة e.i.r.p. أي (H, θ) للقدرة e.i.r.p.، حيث θ هي الزاوية فوق المستوي الأفقي المحلي، و H هو ارتفاع الطائرة. ويتم هذا التحويل على مرحلتين. تتحوّل الزاوية θ أولاً إلى زاوية مكافئة تحت المستوي الأفقي للساتل γ . ثم يتحدد طول مسير الانتشار للزاوية فوق المستوي الأفقي θ ويُستعمل لحساب خسارة الانتشار للمسير والقدرة e.i.r.p. الناتجة.

المرحلة 1: حساب زاوية تحت المستوي الأفقي للساتل (بالدرجات)، γ ، استناداً إلى H و θ :

$$\gamma = \arccos \left((R_e + H) \times \frac{\cos(\theta)}{(R_e + H_{Sat})} \right)$$

حيث:

θ : زاوية فوق المستوي الأفقي لمحطات الطائرة

R_e : نصف قطر الأرض (6 378 km)

H : ارتفاع الطائرة (km)

H_{Sat} : ارتفاع ساتل الخدمة الثابتة الساتلية (km)

γ : زاوية تحت المستوي الأفقي للساتل.

المرحلة 2: حساب قيمة القدرة e.i.r.p. استناداً إلى حد الكثافة pfd:

$$d = \left((R_e + H)^2 + (R_e + H_{Sat})^2 - 2(R_e + H)(R_e + H_{Sat})\cos(\gamma - \theta) \right)^{1/2}$$

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

حيث:

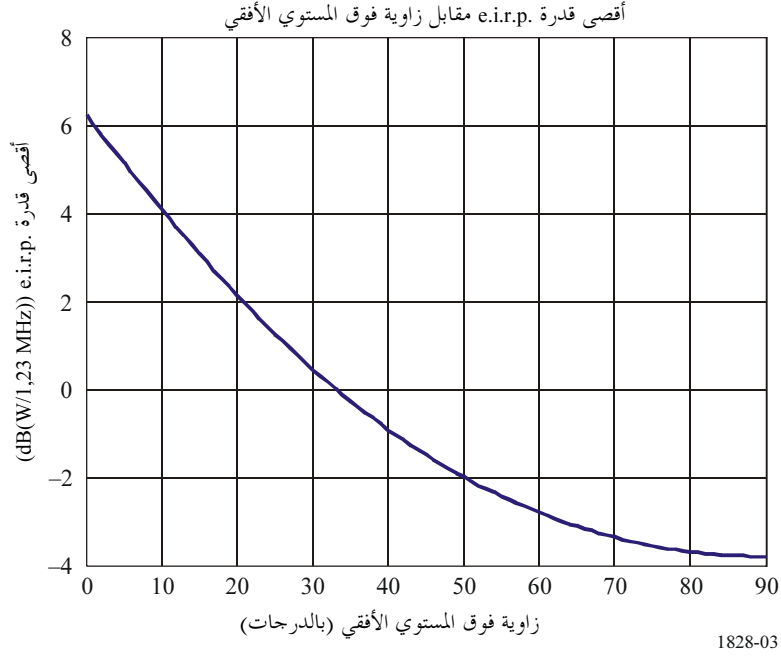
d : المسافة الفاصلة بين محطات الطائرات والنقطة المعنية على سطح الأرض (km)

pfd: حد الكثافة pfd (dB(W/m² · MHz))

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

ويبين الشكل 3 هذه الوظيفة في طائرة على ارتفاع 12 km استناداً إلى حد كثافة pfd ينص عليه الجزء A من الملحق 1. وفي هذا المثال ارتفاع الساتل H_{Sat} هو 1 414 km.

الشكل 3



الجزء B

استنتاج النصف السفلي من قناع القدرة e.i.r.p. استناداً إلى حد الكثافة pfd

عند اختبار تجهيزات الخدمة AMS المقتصرة على إرسالات القياس عن بعد لاختبار الطيران بهدف تحديد مدى استيفائه لحدود كثافة pfd معينة مثل تلك المذكورة في الجزء B من الملحق 1، يُستحسن تحديد قناع مكافئ لقدرة e.i.r.p. يمكن استخدامه لأغراض الاختبار.

ويُستخدم حد الكثافة pfd في تحديد قناع القدرة e.i.r.p. حسابياً أي (H, γ) للقدرة e.i.r.p.، حيث γ هي الزاوية تحت المستوي الأفقي المحلي و H هو ارتفاع الطائرة. ويتم هذا التحويل على مرحلتين. تتحول الزاوية γ أولاً إلى زاوية وصول مكافئة، θ . ثم يتحدد طول مسير الانتشار لزاوية الوصول θ ، ويُستخدم في حساب خسارة الانتشار للمسير والقدرة e.i.r.p. الناتجة.

المرحلة 1: حساب زاوية الوصول، θ ، بالدرجات استناداً إلى γ و H :

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

حيث:

θ : زاوية الوصول

R_e : نصف قطر الأرض (km 6 378)

H : ارتفاع الطائرة (km)

γ : زاوية تحت المستوي الأفقي.

الملاحظة 1 - إذا كانت زاوية قوس جيب التمام أكبر من 1، لا يتقاطع مسير الانتشار في اتجاه الزاوية γ مع الأرض. وفي هذه الحالة التي تحدث لقيم زاوية تقارب $3,5^\circ$ أو أقل، فإن قيمة الزاوية θ لا تكون موجودة وبذلك لا تتحدد قيمة قناع الكثافة pfd.

المرحلة 2: حساب القيمة e.i.r.p. استناداً إلى حد الكثافة pfd المحدد:

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

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

حيث:

d : المسافة الفاصلة بين محطات الطائرات والنقطة المعنية على سطح الأرض (km)

pfd: حد الكثافة (dB(W/(m² · MHz)))

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

ويبين الشكل 4 هذه الوظيفة لطائرات على ارتفاعات مختلفة استناداً إلى حد الكثافة pfd الذي ينص عليه الجزء B من الملحق 1.

الشكل 4

