التوصيـــة ITU-R M.1841*

التوافق بين الإذاعة الصوتية بتشكيل التردد (FM) في النطاق MHz 108-87 تقريباً ونظام الزيادة للطيران القائم على الأرض (GBAS) في النطاق MHz 117,975-108

(2007)

مجال التطبيق

يدعو القرار (WRC-03) 413 قطاع الاتصالات الراديوية إلى دراسة أي مسائل تتعلق بالتوافق بين الخدمات الإذاعية وخدمات الطيران العاملة حول التردد MHz 108 وإلى وضع توصيات جديدة أو مراجعة للاتصالات الراديوية حسب الحالة. وتقدم هذه التوصية المتطلبات التقنية والتشغيلية التي يمكن أن تستعملها الإدارات كمبادئ توجيهية تقنية لإقامة التوافق بين نظام الزيادة القائم على الأرض (GBAS) لمنظمة الطيران المدني الدولي (ICAO) فوق MHz 108 والأنظمة الإذاعية بتشكيل التردد (FM) العاملة بترددات حتى MHz 108.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن تحسين فعالية استخدام الطيف يستلزم تنقية المعايير المستعملة عند تقييم التوافق بين الخدمة الإذاعية الصوتية بتشكل التردد (FM) وخدمات الطيران في النطاق المجاور؛

ب) أن هناك حاجة إلى طريقة لتحليل التوافق، بغية الكشف عن حالات عدم التوافق المحتملة التي قد تصاحب خطة واسعة للتخصيصات الإذاعية؛

ج) أن هناك حاجة إلى طريقة مفصلة (حالة حالة) للتوافق لدراسة حالات عدم التوافق المحتملة التي يكشفها التحليل على نطاق واسع أو للتقييم الإفرادي للتخصيصات المقترحة للخدمات الإذاعية أو لخدمات الطيران؛

د) أن الحاجة تدعو إلى الاستمرار في تنقية معايير التوافق وطرائق تقييمه.

توصـــي

1 بأن تستخدم المعايير الواردة في الملحق 1 في حسابات التوافق؛

2 بأن تستخدم الطريقة المعطاة في الملحق 2 للتنبؤ بحالات عدم التوافق المحتملة التي تصاحب خطة واسعة للتخصيصات الإذاعية؛

3 بأن تستخدم التقنيات الواردة في الملحق 3 في حسابات التوافق المفصلة (حالة حالة) التي تعنى بحالات التداخل المحتمل التي تحددها الطريقة المعطاة في الملحق 2، أو التي تعنى بالتقييم الإفرادي للتخصيصات المقترحة لمحطات الإذاعة أو محطات الطيران؛

4 بأن تستخدم بالإضافة إلى ذلك نتائج التحقيقات العملية لحالات التوافق المتنبأ بها ومن غايرها من المعلومات ذات الصلة، في التنسيق وفي مزيد من التقنية لمعايير التوافق وطريقة التقييم والتقنيات الواردة في الملحقات 1 و2 و3، على التوالي.

* ينبغي إرسال هذه التوصية إلى لجنة الدراسات 6 بقطاع الاتصالات الراديوية للمعلومية ولاحتمال تلقي تعليقات عليها مستقبلاً.

الملحق 1

آليات التداخل ومعلمات النظام ومعايير تقييم التوافق

المحتـــويات

الصفحة

1 معلومات أساسية ومقدمة 2

2 أنماط آليات التداخل 2

3 معلمات تقييم التوافق 4

4 معايير تقييم التوافق 7

التذييل 1 – منطقة تغطية النظام GBAS والحد الأدنى لشدة المجال (مستخرج من المنظمة الدولية للطيران المدني (ICAO) الملحق 10)..... 11

1 معلومات أساسية ومقدمة

إن التداخل الذي تسببه خدمة إذاعية ترددية التشكيل (FM) لأنظمة متنقلة للطيران تستعمل لأغراض الملاحة والمراقبة هو مشكلة معروفة على نطاق واسع بين مستعملي تسهيلات الطيران. وفي مستقبلات نظام الزيادة القائم على الأرض (GBAS) المحمولة جواً، تتسبب مشكلة التداخل في أخطاء في معلومات تصحيح الملاحة. ويعتبر التداخل على هذه المستقبلات مشكلة خطيرة، خاصة أثناء مرحلة الاقتراب الحرج والهبوط، حيث إنها لا تكون واضحة بسهولة لقائد الطائرة.

وتختلف تأثيرات التداخل على مستقبلات الطائرات باختلاف موقع الطائرة وارتفاعها والتشكيل البيني وظروف البث الهامشي. وتختلف طريقة تعيين وجود هذا التداخل باختلاف صناعة ونموذج المستقبل. وهناك احتمال متزايد لحدوث تداخل ضار نتيجة للحاجة المتزايدة إلى تخصيصات تردد إضافية للطيران والإذاعة.

ويشرح هذا الملحق:

- آليات التداخل؛
- معلمات الأنظمة المتأثرة من الأنظمة المتنقلة للطيران؛
- معلمات الأنظمة في محطات إذاعة ترددية التشكيل (FM)؛
- معايير تقييم التوافق بالنسبة لمستقبلات الملحق 10 لمنظمة الطيران المدني الدولي (ICAO).

2 أنماط آليات التداخل

من منظور نظام الزيادة القائم على الأرض (GBAS) بوجه عام، يمكن اعتبار تشكيل الإرسال الإذاعي بتشكيل التردد (FM) بمثابة ضوضاء.

1.2 النمط A من التداخل

1.1.2 المقدمة

نمط التداخل A تسببه إرسالات غير مطلوبة، صادرة عن مرسل إذاعي واحد أو أكثر، على نطاق للطيران.

2.1.2 النمط A1 من التداخل

يمكن لمرسل واحد أو يولد إرسالات هامشية، كما يمكن لعدة مرسلات إذاعية أن ينشأ فيما بينها تشكيل بيني يولد مكونات، في نطاقات ترددات الطيران، ويسمى ذلك النمط A1 من التداخل.

3.1.2 النمط A2 من التداخل

قد تحتوي الإشارة الإذاعية على مكونات غير مهملة في نطاقات ترددات الطيران، وهذه الآلية من التداخل التي يطلق عليها النمط A2 من التداخل لا تظهر في الواقع إلا من مرسلات إذاعية، ترددها قريبة من 108 MHz، ولن تسبب التداخل إلا للخدمات المتنقلة للطيران التي ترددها قريبة من 108 MHz.

2.2 النمط B من التداخل

1.2.2 المقدمة

يتولد نمط التداخل B في مستقبل للطيران من إرسالات إذاعية، على ترددات خارج نطاق ترددات الطيران.

2.2.2 النمط B1 من التداخل

قد تؤثر إشارات إذاعية، واقعة خارج نطاق ترددات الطيران، في مستقبل للطيران في أن تقوده إلى اللاخطية بحيث يتولد تشكيل بيني؛ فيدعى هذا الأثر النمط B1 من التداخل. ولكي يحدث مثل هذا النمط من التداخل لا بد من تواجد إشارتين إذاعيتين على الأقل، بينهما علاقة تردد تؤدي، في عملية لا خطية، إلى توليد نتاج تشكيل بيني يقع داخل القناة الراديوية (RF) المطلوبة التي يستخدمها مستقبل الطيران. ويجب أن يكون اتساع إحدى الإشارتين الإذاعيتين كافياً ليقود المستقبل إلى مناطق اللاخطية، غير أن التداخل قد يحدث بعد ذلك حتى ولو كان اتساع الإشارة (الإشارات) الأخرى أقل بكثير.

ولن يؤخذ في الاعتبار إلا نواتج التشكيل البيني من الدرجة الثالثة، التي تأخذ الشكل التالي:

$f_{intermod} = 2f_1 - f_2$ في حالة إشارتين، أو

$f_{intermod} = f_1 + f_2 - f_3$ في حالة ثلاث إشارات

حيث:

$f_{intermod}$: تردد ناتج التشكيل البيني (MHz)

f_1، f_2، f_3: ترددات الإذاعة (MHz) حيث f_1 f_2 f_3

3.2.2 النمط B2 من التداخل

قد تحدث حالة إزالة حساسية، عندما يتعرض قسم التردد الراديوي (RF) من مستقبل الطيران لحمولة زائدة بسبب إرسال إذاعي واحد أو أكثر، فتدعى هذه الآلية النمط B2 من التداخل.

3 معلمات تقييم التوافق

1.3 المقدمة

يحدد هذا القسم معلمات مرسلات ومستقبلات الطيران لنظام الزيادة القائم على الأرض (GBAS) ذات الصلة بتقييم التوافق.

2.3 خصائص أنظمة الطيران

1.2.3 التغطية التشغيلية المعينة (DOC)

يمكن لنظام الزيادة القائم على الأرض أن يعمل بأسلوبين، إما:

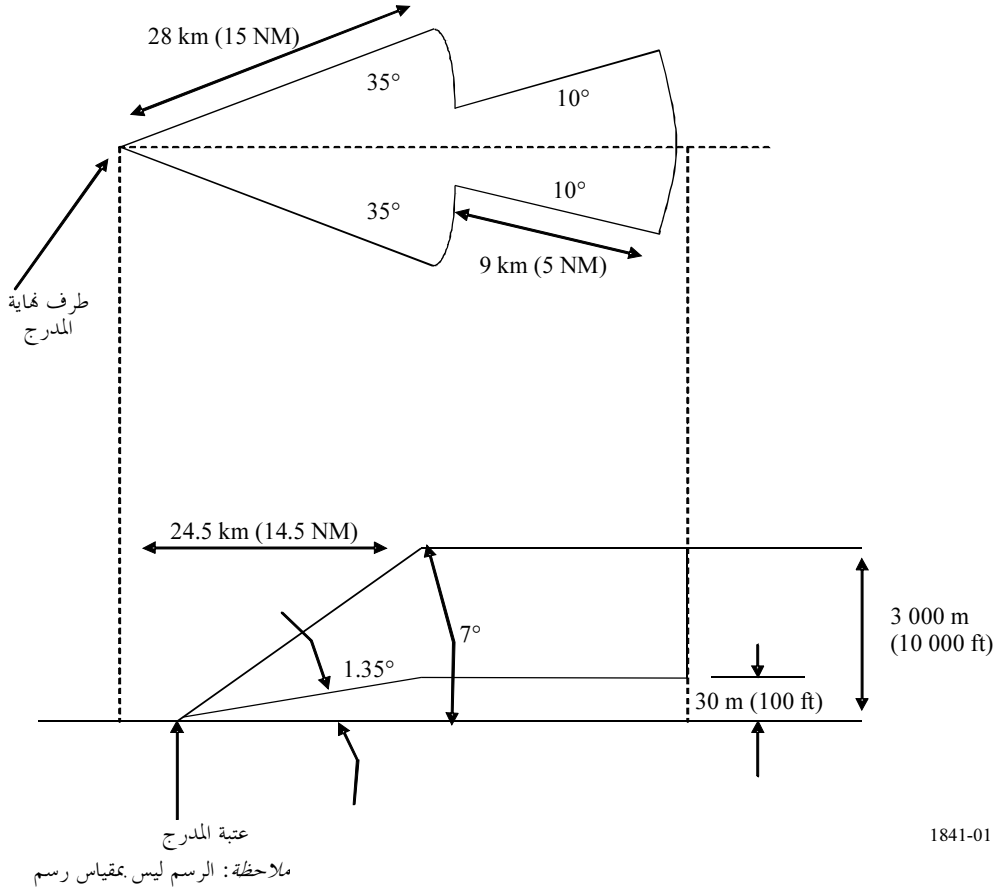
أ) كخدمة اقتراب دقيقة؛ أو

ب) كخدمة تحديد للموقع.

ففي أسلوب اقترابه الدقيق، يعرض شكل 1 تغطية تشغيلية معينة نمطية لنظام الزيادة القائم على الأرض (GBAS) من الفئة I يقوم على الملحق 10 لمنظمة الطيران المدني الدولي. ويمكن أن تستخدم بعض الإدارات أيضاً النظام GBAS بطريقة قد تكون فيها التغطية التشغيلية المعينة متراصفة مع المدرج. وهذه التغطية التشغيلية المعينة معرفة على أساس كل مدرج. وحيث إنه يمكن لمحطة أرضية وحيدة في النظام GBAS أن تغطي اتجاهات مدرجات متعددة لمهبط ما، فإنه يمكن اعتبار التغطية DOC الإجمالية هي مجموع هذه التغطيات DOC.

الشـــكل 1

التغطية التشغيلية المعينة (DOC) لاقتراب دقيق لنظام GBAS نمطي



ملاحظة: الرسم ليس بمقياس رسم

ملاحظة صياغية: تم اشتقاق تصور التغطية DOC من المتطلبات الواردة في الملحق 10 لمنظمة الطيران المدني الدولي وهي تختلف عن الرسم البياني الإسقاطي الوارد في التوصية ITU-R SM.1009-1

وتختلف التغطية DOC لنظام GBAS بالنسبة لتحديد الموقع من تركيب لآخر: وقد تكون التغطية DOC لنظام GBAS بالنسبة لتحديد الموقع دائرية بنصف قطر يبلغ 43 km (23 ميلاً بحرياً) من مرسل النظام GBAS. ويمكن أن يكون لبعض التركيبات نصف قطر أكبر من ذلك حسب المتطلبات التشغيلية وقيود تخطيط الترددات. ويمكن الحصول على التفاصيل من نشرات معلومات الطيران الوطنية (انظر التعاريف الواردة في الملحق 4) (AIP).

2.2.3 شدة المجال

إن شدة المجال الدنيا الواجبة حمايتها في كل منطقة التغطية DOC (انظر الفقرة 2.2.4.4.5.3 من التذييل 1) تساوي 215 µV/m dB((µV/M) 46,6)

3.2.3 الترددات

تقع ترددات النظام GBAS في نطاق تردد قريب من نطاق الإذاعة بتشكيل التردد (FM) ويمكن أن يعمل على ترددات النظامين VOR/ILS بالإضافة إلى الترددات الواقعة بينهما. وتشغل ترددات النظام GBAS قنوات بفواصل قدرها 25 kHz ويمكن أن تكون كما يلي 108,025 و108,050 و... و117,950 MHz.

4.2.3 الاستقطاب

هناك نوعان من الاستقطاب يمكن استعمالهما في النظام GBAS؛ أفقياً واستقاطباً رأسياً إضافياً اختيارياً. والاستقطاب الأفقي هو المقرر فقط لاستعمال الطيران المدني الدولي ومن ثم يؤخذ في الاعتبار في هذه التوصية فقط الطائرات ذات الهوائيات المستقطبة أفقياً. واستخدام الاستقطاب الرأسي الاختياري قاصر فقط على الاستخدامات الوطنية.

3.3 خصائص محطات الإذاعة ترددية التشكيل (FM)

1.3.3 القدرة المشعة الفعالة (e.r.p.) القصوى

ينبغي أن تستعمل في حسابات التوافق القيمة الأكثر دقة المتاحة للقدرة المشعة الفعالة القصوى.

2.3.3 مخطط الإشعاع الأفقي

ينبغي أن تستعمل في حسابات التوافق المعلومات الأكثر دقة المتاحة بخصوص مخطط الإشعاع الأفقي (h.r.p.).

3.3.3 مخطط الإشعاع الرأسي

ينبغي أن تستعمل في حسابات التوافق المعلومات الأكثر دقة المتاحة بخصوص مخطط الإشعاع الرأسي (v.r.p.).

4.3.3 كبت البث الهامشي

دلت خبرات أمريكا الشمالية أنه لا ضرورة بوجه عام لكبت البث الهامشي بأكثر من 80 dB. ونظراً إلى الظروف الخاصة داخل بعض مناطق الإقليم 1 وبعض المناطق في الإقليم 3، يوصى بالقيم الواردة في الجدول 1 بالنسبة إلى كبت البث الهامشي في نطاق الطيران 108-137 MHz، بالنسبة للحالة التي يوجد فيها نواتج تشكيل بيني تشعها مرسلات إذاعية مشتركة في الموقع.

الجـــدول 1

القدرة e.r.p. القصوى (dBW)	الكبت المنسوب إلى القدرة المشعة الفعالة (e.r.p.) القصوى (dB)
≤ 48	85
30	76
< 30	46 + القدرة e.r.p. القصوى (dBW)

الملاحظة 1 – يستعمل الاستكمال الداخلي الخطي بين قيم القدرة e.r.p القصوى المحصورة بين 30 و48 dBW.

5.3.3 الترددات

يمكن العثور على نطاقات التشغيل في لوائح الراديو، ففي الإقليم 1 وبعض أجزاء الإقليم 3 يكون النطاق هو 87,5-108 MHz مع قنوات بفاصل كل 100 kHz (87,6 و 87,7 و... و107,9 MHz)، وفي الإقليم 2 يكون النطاق هو 88-108 MHz مع قنوات بفاصل كل 200 kHz (88,1 و88,3 و... و107,9 MHz).

6.3.3 الاستقطاب

تكون الإشارة المشكلة بالتردد مستقطبة استقطاباً أفقياً أو رأسياً أو مختلطاً.

7.3.3 حساب شدة المجال في الفضاء الحر للإشارات الإذاعية

تتعين شدة المجال في الفضاء الحر وفقاً للصيغة التالية:

$$E = 76.9 + P - 20 \log d + H + V \quad (1)$$

حيث:

E : شدة المجال (dB(μV/m)) للإشارة الإذاعية

P : القدرة e.r.p. القصوى (dBW) لمحطة الإذاعة

d : مسافة المسير المائل (km) (انظر التعريف في الملحق 4)

H : تصحيح مخطط الإشعاع الأفقي (h.r.p.) (dB)

V : تصحيح مخطط الإشعاع الرأسي (v.r.p.) (dB).

وفي حالة محطة إذاعة استقطابها مختلط، يجب أن تستعمل القدرة المشعة الفعالة (e.r.p.) القصوى التي تكون أكبر من بين المركبتين الأفقية والرأسية. وعندما تتساوى قيمتا المركبتين الأفقية والرأسية يتم الحصول على قيمة القدرة e.r.p. القصوى التي يجب استعمالها بأن يضاف 1 dB إلى قيمة المركبة الأفقية.

4.3 القدرة عند مدخل المستقبل

إذا افترضنا أن مخطط إشعاع هوائي الطائرة بدون اتجاهية، يجب أن تحول شدتا المجال للإشارة الإذاعية وإشارة الطيران إلى قدرة عند مدخل مستقبل الطيران وفقاً للصيغتين التاليتين:

أ) بالنسبة غلى إشارة إذاعية في النطاق 87,5-108,0 MHz:

$$N = E - 118 - L_S - L(f) - L_a \quad (2)$$

حيث:

N : سوية الإشارة الإذاعية (dBW) عند مدخل مستقبل الطيران

E : شدة المجال (dB(μV/m)) للإشارة الإذاعية

L_s : خسارة ناجمة عن فالق الإشارات وقدرها 3,5 dB

$L(f)$: قيمة خسارة نظام الهوائيات التابعة للتردد، عند تردد الإذاعة f (MHz)، والبالغة 1,2 dB لكل MHz تحت 108 MHz (بالنسبة إلى الهوائي المستقطب أفقياً)

L_a: خسارة ثابتة في نظام الهوائيات قدرها 9 dB.

ب) بالنسبة إلى إشارة طيران وإشارة من النمط A1 في النطاق 108-118 MHz:

$$N_a = E_a - 118 - L_s - L_a \quad (3)$$

حيث:

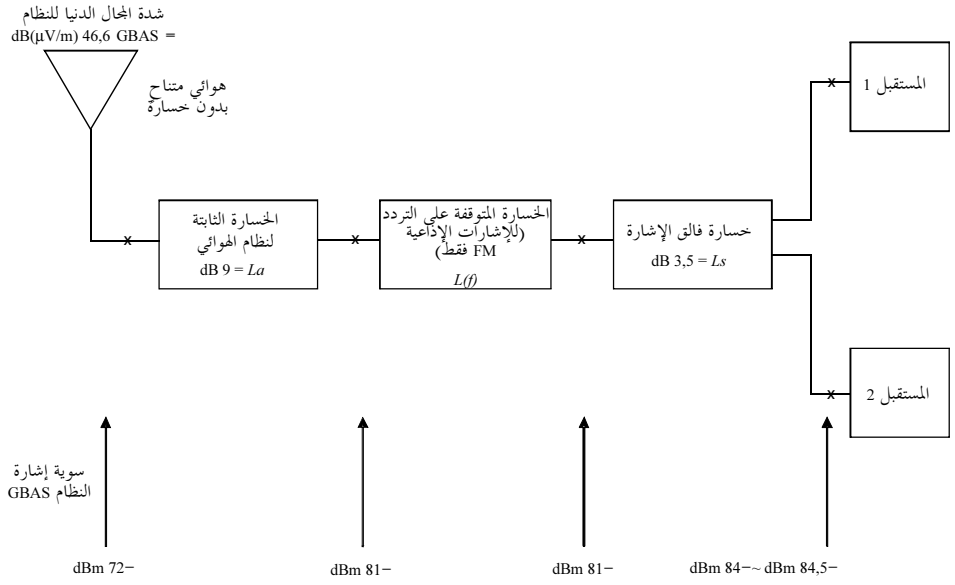
N_a: سوية الإشارة (dBW) عند مدخل مستقبل الطيران

E_a: شدة المجال (dB(μV/m)) لإشارة الطيران أو الإشارة من النمط A1.

ويوضح الشكل 2 كيف يمكن تحويل شدة المجال الدنيا البالغة 46,6 (dB(μV/m) في نظام GBAS إلى –84 dBm عند مدخل المستقبل لتركيب مستقبل نموذجي في طائرة بواسطة الصيغة (3).

الشـــكل 2

تحويل شدة المجال الدنيا لنظام GBAS إلى سوية إشارة عند مدخل مستقبل طيران



الملاحظة 1 – يحتوي أي تركيب نمطي في طائرة على فالق للإشارة لتغذية مستقبلية للطيران.
الملاحظة 2 – تكون الخسارة المعتمدة على التردد مساوية للصفر بالنسبة لترددات الطيران لذلك فهي لا تظهر في الصيغة (3).

1841-02

4 معايير تقييم التوافق

1.4 عتبات التداخل المعيارية

1.1.4 النظام GBAS

تكون عتبة التداخل بالنسبة لمستقبلات النظام GBAS كما يلي:

– معدل خلل في الرسالة يقل عن أو يساوي رسالة فاشلة واحدة لكل 000 1 رسالة بيانات تطبيق بطول موجة كاملة (222 بايتة).

2.4 معايير تقييم التداخل – مستقبلات النظام GBAS

1.2.4 النمط A1 من التداخل

يعطي الجدول 2 قيم نسب الحماية التي يمكن استخدامها. ولا يحتاج النمط A1 من التداخل إلى دراسة من أجل فروق التردد التي تزيد على 200 kHz.

الجـــدول 2

فرق التردد بين الإشارة المطلوبة والبث الهامشي (kHz)	نسبة الحماية (dB)
0	14
50	7
100	4−
150	19−
200	38−

2.2.4 النمط A2 من التداخل

يعطي الجدول 3 قيم نسب الحماية الواجب استخدامها. ولا يحتاج النمط A2 من التداخل إلى دراسة من أجل فروق التردد التي تزيد على 300 kHz.

3.2.4 النمط B1 من التداخل

1.3.2.4 صيغ تقييم التوافق

يجب أن تستعمل الصيغ التالية لتقييم حالات عدم التوافق المحتملة.

أ) *حالة إشارتين*

$$2\left\{N_1 - 20\log\left(\frac{\max(0.4;\ 108.1 - f_1)}{0.4}\right)\right\} + N_2 - 20\log\left(\frac{\max(0.4;\ 108.1 - f_2)}{0.4}\right) + K - L_c + S > 0 \quad (4)$$

حيث:

N_1 وN_2: سويتا الإشارتين الإذاعيتين (dBm) عند مدخل مستقبل الطيران للترددات الإذاعية f_1 وf_2 على التوالي

f_1 وf_2: الترددان الإذاعيان (MHz)، $f_2 < f_1$

K = 78 بالنسبة للنظام GBAS

L_c: عامل تصحيح (dB) لمراعاة التغيرات في سويات الإشارة المطلوبة (انظر الفقرة 3.3.3.4)

S: هامش قدره 3 dB لكي يؤخذ في الاعتبار حقيقة أن معادلات معايير مناعة مستقبل الملحق 10 باتفاقية منظمة ICAO لا توفر صيغ تقييم شاملة للتوافق.

ب) *حالة ثلاث إشارات*

$$\begin{aligned} & N_1 - 20\log\left(\frac{\max(0.4;\ 108.1-f_1)}{0.4}\right)+ \\ & N_2 - 20\log\left(\frac{\max(0.4;\ 108.1-f_2)}{0.4}\right)+ \\ & N_3 - 20\log\left(\frac{\max(0.4;\ 108.1-f_3)}{0.4}\right)+K+6-L_c+S>0 \end{aligned} \quad (5)$$

حيث:

f_1 وf_2 وf_3: ترددات الإذاعة (MHz)، $f_1 \geq f_2 > f_3$

N_1 وN_2 وN_3: سويات الإشارة الإذاعية (dBm) عند مدخل مستقبل الطيران لترددات الإذاعة f_1 وf_2 وf_3 على التوالي

K= 78 بالنسبة للنظام GBAS

L_c: عامل تصحيح (dB) لمراعاة التغيرات في سويات الإشارة المطلوبة (انظر الفقرة 3.3.3.4)

S: هامش قدره 3 dB لكي يؤخذ في الاعتبار حقيقة أن معادلات معايير مناعة مستقبل الملحق 10 باتفاقية منظمة ICAO لا توفر صيغ تقييم شاملة للتوافق.

الجـــدول 3

فرق التردد بين الإشارة المطلوبة والإشارة الإذاعية (kHz)	نسبة الحماية (dB)
150	41−
200	50−
250	59−
300	68−

2.3.2.4 تصحيح تخالف التردد

قبل تطبيق الصيغتين (4) و(5)، يطبق على كل سوية إشارة عامل تصحيح من الجدول 4 كما يلي:

N (السوية المصححة) = N − عامل التصحيح

ولا يحتاج النمط B1 من التداخل إلى دراسة من أجل فروق التردد التي تزيد على 150 KHz؛ وفي هذه الحالات تكون سويات الإشارة كبيرة للدرجة التي يحدث معها نمط التداخل B2.

الجـــدول 4

فرق التردد بين الإشارة المطلوبة ونتاج التشكيل البيني (kHz)	حد التصحيح (dB)
0	0
50	2
100	5
150	11

3.3.2.4 عامل التصحيح لمراعاة التغيرات في المناعة ضد التداخل من النمط B1 التي تنجم عن التغيرات في سويات الإشارة المطلوبة

يمكن تطبيق عامل التصحيح التالي بالنسبة للنظام GBAS، سواء في حالة إشارتين أو ثلاث إشارات:

$$L_C = N_A - N_{ref} \quad (6)$$

حيث :

L_C: عامل التصحيح (dB) لمراعاة التغيرات في سويات الإشارة المطلوبة

N_A: سوية الإشارة المطلوبة (dBm) عند مدخل مستقبل الطيران

N_{ref}: السوية المرجعية (dBm) للإشارة المطلوبة عند مدخل مستقبل الطيران من أجل صيغة المناعة ضد النمط B1 من التداخل

= –72 dBm للنظام GBAS

4.3.2.4 قيمتا الإطلاق والقطع (انظر التعريفات في الملحق 4)

$$\text{Trigger value (dBm)} = \frac{(L_C - K - S)}{3} + 20\log\left(\frac{\max(0.4;\ 108.1 - f)}{0.4}\right) \quad \text{dBm} \quad (7)$$

حيث:

L_C: عامل التصحيح (dB) (انظر الفقرة 3.3.2.4)

K= 78 للنظام GBAS بالنسبة لحالتي إشارتين

K= 84 للنظام GBAS بالنسبة لحالات ثلاث إشارات

f: التردد الإذاعي (MHz)

S: هامش 3 dB لكي يؤخذ في الاعتبار حقيقة أن معادلات معايير المناعة لمستقبل الملحق 10 باتفاقية منظمة ICAO لا توفر صيغ تقييم شاملة للتوافق.

$$\text{Cut-off value (dBm)} = -66 + 20\log\left(\frac{\max(0.4;\ 108.1 - f)}{0.4}\right) \quad \text{dBm} \quad (8)$$

حيث:

f: التردد الإذاعي (MHz).

وقد بينت التجربة أن استعمال قيم قطع أصغر من ذلك يسمح فقط برفد أنتجه تشكيل بيني إضافية مع كل قيمة إطلاق، ولكن عند سويات تداخل محتمل أدنى.

4.2.4 النمط B2 من التداخل

يمكن استعمال الصيغة التجريبية التالية عند تقييم التداخل من النمط B2، لكي تحدد السوية القصوى لإشارة إذاعية عند مدخل مستقبل للنظام GBAS محمول جواً لتفادي التداخل المحتمل:

بالنسبة لترددات الطيران من 108,025 إلى 111,975 MHz:

$$N_{max} = \min\left(15;\ -10 + 20\log\left(\frac{\max(0.4;\ 108.1 - f)}{0.4}\right)\right) + L_c - S \quad (9)$$

ولترددات الطيران من 112 إلى 117,975 MHz:

$$N_{max} = \min\left(15;\ 20\log\left(\frac{\max(0.4;\ 108.1-f)}{0.4}\right)\right) + L_c - S \qquad (10)$$

حيث:

N_{max}: السوية القصوى (dBm) للإشارة الإذاعية عند دخل مستقبل الطيران

f: التردد الإذاعي (MHz)

S: هامش 3 dB لكي يؤخذ في الاعتبار حقيقة أن معادلات معايير المناعة لمستقبل الملحق 10 باتفاقية منظمة ICAO لا توفر صيغ تقييم شاملة للتوافق.

L_c: عامل تصحيح (dB) لمراعاة التغيرات في سوية الإشارة المطلوبة. $L_c = \max(0;\ 0.5(N_A - N_{ref}))$

N_A: سوية الإشارة المطلوبة (dBm) عند دخل مستقبل الطيران.

N_{ref}: سوية مرجعية (dBm) للإشارة المطلوبة عند دخل مستقبل الطيران لصيغة المناعة ضد نمط التداخل B2
=−72 dBm للنظام GBAS.

التذييل 1
للملحق 1

منطقة تغطية النظام GBAS والحد الأدنى لشدة المجال

مقتطف من : "معايير دولية وممارسات وإجراءات يوصى بها في خدمات الملاحة الجوية – الاتصالات للطيران – الملحق 10 باتفاقية الطيران المدني الدولي – المجلد I"، المنظمة الدولية للطيران المدني (ICAO) مونتريال 1985.

يتعلق المقتطف التالي بالنظام GBAS:

"3.5.3.7.3 *التغطية*

1.3.5.3.7.3 يجب أن تكون منطقة تغطية النظام GBAS لدعم كل اقتراب دقيق من الفئة I على النحول التالي، ما لم تقرر المعالم الطوبوغرافية وتسمح المتطلبات التشغيلية بخلاف ذلك:

أ) جانبياً، تبدأ عند 140 m (450 ft) على كل جانب من نقطة عتبة الهبوط/نقطة العتبة المفترضة (LTP/FTP) وتبرز بمقدار ± 35 درجة على جانبي مسار الاقتراب النهائي إلى 28 km (15 ميلاً بحرياً) و ±10 درجة على جانبي مسار الاقتراب إلى 37 km (20 ميلاً بحرياً)؛ و

ب) رأسياً، داخل المنطقة الجانبية، حتى القيمة الأكبر من 7 درجات أو 1,75 من زاوية مسار الهبوط (GPA) المعلنة، وذلك فوق الخط الأفقي مع نقطة أصل عند نقطة تقاطع مسار الهبوط (GPIP) و0,45 GPA فوق الخط الأفقي أو إلى تلك الزاوية الأقل، التي تنـــزل حتى 0,30 GPA، حسب الحاجة لحماية إجراء اعتراض مسار الهبوط المعلن. وتنطبق هذه التغطية بين 30 m (100 ft) و3 000 m (10 000 ft) من الارتفاع فوق المهبط (HAT).

ملاحظة – يرد تعريف FTP/LTP وGPIP في التذييل B، الفقرة 1.5.4.6.3.

2.3.5.3.7.3 **توصية** – ينبغي أن تمتد تغطية النظام GBAS لأسفل حتى 3,7 m (12 ft) فوق سطح المدرج.

3.3.5.3.7.3 **توصية** – ينبغي أن يكون بث البيانات شامل الاتجاهات لدعم التطبيقات المستقبلية.

ملاحظة – يرد في المرفق D والرقم3.7، مواد توجيهية تتعلق بتغطية النظام GBAS لاقتراب دقيق من الفئة I ولخدمة تحديد الموقع بالنظام GBAS.

4.4.5.3.7.3 شدة المجال RF والاستقطاب لإذاعة البيانات

ملاحظة – يمكن للنظام GBAS أن يوفر إذاعة للبيانات على الموجات المترية VHF باستقطاب إما أفقي (GBAS/H) أو أهليليجي (GBAS/E) يستخدم مركبتي الاستقطاب الأفقية (HPOL) والرأسية (VPOL) على السواء. ولن يكون بمقدور الطائرات التي تستعمل مركبة الاستقطاب الرأسية (HPOL) القيام بعمليات مع تجهيزات بالاستقطاب الأفقي للنظام GBAS (GBAS/H). ويرد في المرفق D والرقم1.7، المواد التوجيهية ذات الصلة.

1.4.4.5.3.7.3 *الاستقطاب الأفقي* GBAS/H

1.1.4.4.5.3.7.3 تذاع الإشارة المستقطبة أفقياً.

2.1.4.4.5.3.7.3 يجب أن تسمح القدرة المشعة الفعالية (ERP) بإشارة مستقطبة أفقياً مع حد أدنى لشدة المجال يبلغ 215 ميكروفولت لكل متر (−99 dBW/m^2) وحد أقصى لشدة المجال يبلغ 0,350 فولت لكل متر (−35 dBW/m^2)، داخل منطقة تغطية النظام GBAS. وتقاس شدة المجال كمتوسط خلال فترة التزامن ومجال استبانة الغموض للرشقة. ويجب أن يكون تخالف الطور RF بين مركة الاستقطاب الأفقية HPOL وأي مركبة استقطاب رأسية VPOL بحيث تتحقق القدرة الدنيا للإشارة المحددة في التذييل B، الفقرة 3.2.2.8.6.3 لمستعملي مركبة الاستقطاب HPOL عبر منطقة التغطية بأكملها.

2.4.4.5.3.7.3 الاستقطاب الإهليلجي للنظام GBAS (GBAS/E)

1.2.4.4.5.3.7.3 **توصية** – ينبغي إذاعة أي إشارة مستقطبة إهليليجياً متى كان ذلك ممكناً عملياً.

2.2.4.4.5.3.7.3 عند إذاعة إشارة مستقطبة إهليليجياً، فإن مركبة الاستقطاب الأفقية يجب أن تفي بالمتطلبات الواردة في الفقرة 2.1.4.4.5.3.7.3 وينبغي أن تسمح القدرة المشعة الفعالة (ERP) بإشارة مستقطبة رأسياً بحد أدنى لشدة المجال يبلغ 136 ميكروفولت لكل متر (−103 dBW/m^2) وحد أقصى لشدة المجال يبلغ 0,221 فولت لكل متر (−39 dBW/m^2) داخل منطقة تغطية النظام GBAS. ويجب أن تقاس شدة المجال كمتوسط خلال فترة التزامن ومجال استبانة الغموض للرشقة. ويجب أن يكون تخالف الطور RF بين المركبة HPOL والمركبة VPOL بحيث تتحقق القدرة الدنيا للإشارة المحددة في التذييل B، الفقرة 3.2.2.8.6.3 لمستعملي الاستقطاب الرأسي VPOL والأفقي HPOL عبر منطقة التغطية بأكملها.

ملاحظة – تتوافق شدتا المجال القصوى والدنيا الواردتين في الفقرتين 2.1.4.4.5.3.7.3 و2.2.4.4.5.3.7.3 مع حساسية دنيا للمستقبل تبلغ −87 dBm ومسافة 200 متر (660 ft) من هوائي المرسل بالنسبة لمدى تغطية يبلغ 43 كيلومتراً (23 ميلاً بحرياً)."

الملحق 2

طريقة عامة للتقييم

المحتويـــات

الصفحة

1 المقدمة 13
2 مواقع وارتفاعات نقاط الاختبار في النظام GBAS لكل تغطية DOC 14
3 تطبيق طريقة التقييم العامة 16
4 تصحيحات هوائيات المحطات الإذاعية 19
التذييل 1 – تحديد مواقع نقاط الاختبار ذات الاحتمال الأعظم للتداخل 21
التذييل 2 – اعتبارات تتعلق بشدة المجال القصوى والاحتمال الأعظم للتداخل 23

1 المقدمة

يهدف هذا الملحق إلى تقديم طريقة للتقييم تسمح بتحليل التوافق بين محطات في خدمات الملاحة الراديوية للطيران ومحطات في خطة واسعة للتخصيصات الإذاعية. ويمكن استعمال التقنيات المعروضة في الملحق 3 إما للتحقق من النتائج المتحصلة من مثل هذا التحليل وإما للقيام بتحليل أكثر تفصيلاً.

1.1 فلسفة طريقة التقييم العامة (GAM)

إن الهدف الرئيسي من طريقة التقييم العامة (GAM) هو حساب جميع حالات عدم التوافق المحتملة البارزة التي قد تحدث داخل نطاق ما للطيران عند عدد من نقاط الحساب أو نقاط الاختبار (انظر الملاحظة 1). ويحدد الاحتمال الأعظم لعدم التوافق المرتبط بخدمة طيران خاصة، في مجموعة معينة من التركيبات الترددية الإذاعية والطيرانية، على شكل هامش للحماية.

وتحتاج طريقة تقييم التوافق الواردة في اتفاق جنيف لعام 1984 إلى توسيع بسبب عمليات التنقية المتتالية لمعايير التوافق، وبروز الحاجة إلى طريقة تقييم أكثر شمولاً. وفوق ذلك، لما كانت الحاجة تدعو إلى كشف وتفحص حالات عدم التوافق المحتملة التي تصحب خطة تخصيص واسعة وجب البحث عن استنباط طريقة تقييم يمكن تنفيذها تنفيذاً أوتوماتياً فعالاً.

وتستند الطريقة GAM إلى الحاجة لحماية خدمة الملاحة الراديوية للطيران في حدود مسافات فصل دنيا (انظر الملاحظة 1) من هوائيات محطات الإذاعة، حسب خدمة الطيران (النظام (GBAS (انظر الملاحظة 1) واستعمالها الخاص.

الملاحظة 1 – انظر التعاريف في الملحق 4.

2.1 النظام GBAS

التغطية DOC المستخدمة في نظام GBAS يعمل كخدمة لتحديد الموقع تكون دائرية. ومع ذلك، عند استعمال طائرة للنظام GBAS كخدمة اقتراب دقيق، فإن كل تغطية DOC محمية تكون مماثلة لما هو في النظام ILS. ومن ثم، تكون نقاط الاختبار المطلوبة للنظام GBAS مماثلة لتلك الخاصة بالنظام VOR عند استخدامه كخدمة لتحديد الموقع. وعند الاستخدام كخدمة اقتراب دقيق، فإن نقاط الاختبار المطلوبة تكون مثل نقاط الاختبار في النظام ILS بالنسبة لكل تغطية DOC مدعمة.

2 مواقع وارتفاعات نقاط الاختبار في النظام GBAS لكل تغطية DOC

1.2 نقاط الاختبار في النظام GBAS للاقتراب الدقيق

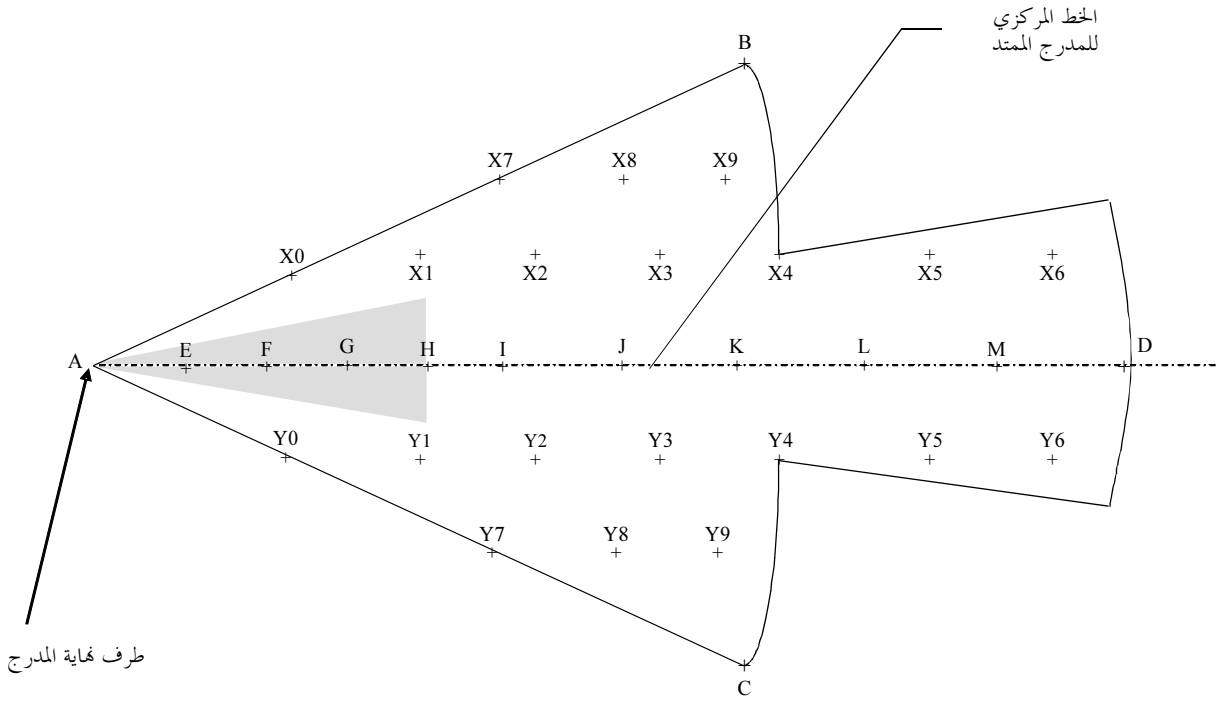
1.1.2 نقاط الاختبار الثابتة

يعطي الجدول 5 الارتفاع الأدنى، والمسافة من موقع المركز، والاتجاه الزاوي بالنسبة إلى الخط المركزي للمدرج الممتد لكل نقطة اختبار ثابتة معينة في الشكل 3.

والارتفاعات الدنيا (انظر أيضاً الفقرة 1.2.3) لنقاط الاختبار الثابتة A وE وF وG وH هي على التوالي 0 و0 و150 و300 و450 من الأمتار فوق ارتفاع طرف نهاية المدرج. وتمثل هذه القيم مساراً للهبوط يبلغ ميله 3º. أما الارتفاعات الدنيا لبقية نقاط الاختبار الثابتة فكلها تساوي 600 متر.

الشـــكل 3

مواقع نقاط الاختبار الثابتة داخل كل منطقة تغطية DOC للنظام GBAS



ملاحظة 1 – تمتد المنطقة المظللة 12 كيلومتراً من طرف نهاية المدرج وتقع في حدود ±7,5° من مركز المدرج الممتد.

1841-03

2.1.2 نقاط الاختبار المرتبطة بمحطات الإذاعة

إذا كانت محطة الإذاعة واقعة داخل المنطقة المظللة في الشكل 3:

– تنشأ نقطة قياس إضافية، لها نفس الإحداثيات الجغرافية التي لمحطة الإذاعة، ونفس ارتفاع الهوائي الإذاعي.

وإذا كانت محطة الإذاعة واقعة داخل أو تحت منطقة التغطية DOC التابعة للنظام GBAS، ولكنها خارج المنطقة المظللة في الشكل 3، تنشأ نقطة قياس إضافية لها نفس الإحداثيات الجغرافية لمحطة الإذاعة. ويكون الارتفاع الأدنى لنقطة القياس هو الأكبر من:

- 600 متر فوق طرف نهاية المدرج، أو
- 150 متراً فوق الهوائي الإذاعي.

الجـــدول 5

نقاط على أو فوق الخط المركزي للمدرج الممتد			نقاط خارج الخط المركزي للمدرج الممتد (جميعها على ارتفاع 600 متر)		
اسم النقطة	المسافة (km)	الارتفاع الأدنى (m)	اسم النقطة	المسافة (km)	الاتجاه الزاوي نسبة إلى الخط المركزي للمدرج (بالدرجات)
A	0	0	B ،C	31,5	35 ،35–
E	3	0	X0 ،Y0	7,7	35 ،35–
F	6	150	X1 ،Y1	12,9	25,5 ،25,5–
G	9	300	X2 ،Y2	18,8	17,2 ،17,2–
H	12	450	X3 ،Y3	24,9	12,9 ،12,9–
I	15	600	X4 ،Y4	31,5	10 ،10–
J	21,25	600	X5 ،Y5	37,3	8,6 ،8,6–
K	27,5	600	X6 ،Y6	43,5	7,3 ،7,3–
L	33,75	600	X7 ،Y7	18,5	35 ،35–
M	40	600	X8 ،Y8	24,0	27,6 ،27,6–
D	46,3	600	X9 ،Y9	29,6	22,1 ،22,1–

2.2 نقاط الاختبار في النظام GBAS لتحديد الموقع

1.2.2 نقاط الاختبار المرتبطة بمحطات الإذاعة الموجودة داخل كل منقطة تغطية DOC

تقع نقطة الاختبار عند الإحداثيات الجغرافية لمحطة الإذاعة، وعلى ارتفاع أدنى يكون الأكبر من:

- 600 متر فوق سطح الأرض المحلي (قيمة تقريبية تساوي 600 متر فوق ارتفاع موقع محطة الإذاعة)، أو
- 300 متر فوق هوائي محطة الإذاعة.

2.2.2 نقاط الاختبار المرتبطة بمحطات الإذاعة الموجودة خارج كل منطقة تغطية DOC

إن محطات الإذاعة الموجودة خارج منطقة التغطية DOC، ولكن على بعد لا يزيد على 3 km من حدود المنطقة DOC تعالج كما في الفقرة 1.2.2. أما في المحطات التي تبعد أكثر من 3 km خارج حدود المنطقة DOC ولكن ضمن حدود المسافة المحددة في الفقرة 2.1.3 فتنشأ نقطة اختبار عند أقرب نقطة على حدود منطقة التغطية DOC. وعلى ارتفاع أدنى يكون الأكبر من:

- 600 متر فوق المستوى المتوسط لسطح البحر، أو
- ارتفاع الهوائي الإذاعي فوق المستوى المتوسط لسطح البحر.

وينظر إلى نقاط القياس الواقعة على حدود منطقة التغطية DOC بفاصل يقل عن 250 متراً على أنها مشتركة في الموقع.

3.2.2 نقاط اختبار إضافية

يمكن تحديد نقاط اختبار إضافية داخل منطقة التغطية DOC لتغطية أحد الاستعمالات الخاصة للنظام GBAS، كما في حالة استعماله مساعداً على الهبوط على الأرض أو حين تطلب خدمة عند زاوية ارتفاع تقل عن 0º (انظر أيضاً الفقرة 2.3.2.3).

3 تطبيق طريقة التقييم العامة

1.3 عام

ترد معايير التوافق في الملحق 1.

1.1.3 انتقاء نقطة الاختبار

تنتقى نقاط القياس وفقاً للمعايير المحددة في الفقرة 2.

2.1.3 محطات الإذاعة التي يجب أخذها بالاعتبار في التحليل عند نقطة اختبار

تؤخذ محطات الإذاعة بالاعتبار في التحليل عند نقطة اختبار إذا توفرت الشروط التالية :

- إذا كان يوجد مسار على خط البصر (انظر التعريف في الملحق 4) من الهوائي الإذاعي إلى نقطة الاختبار، وإذا كانت سوية الإشارة المحسوبة أكبر من قيمة القطع في التداخل من النمط B1 (انظر الفقرة 4.3.2.4 في الملحق 1)؛
- إذا كانت شدة المجال في الفضاء الحر (انظر الفقرة 7.3.3 في الملحق 1) تساوي على الأقل القيمة القادرة على التسبب في الأنماط A1 أو A2 أو B2 من عدم التوافق (انظر الفقرتين 2.4 و3.4 في الملحق 1)، على أن تكون مسافة الفصل القصوى 125 km في حالتي النمطين A1 وB2.

3.1.3 حسابات التوافق

لكي يتم تقييم توافق مجموعة من محطات الإذاعة التي تستوفي شروط الفقرة 2.1.3 عند أي نقطة اختبار منتقاة (انظر الفقرة 1.1.3)، لا بد من:

- حساب شدة المجال في الفضاء الحر (الفقرة 7.3.3 في الملحق 1) الناتج من كل محطة إذاعة عند نقطة اختبار ما، مع الأخذ بالحسبان مسافة المسير المائل (انظر التعريف في الملحق 4)، والقدرة المشعة الفعالة (e.r.p.) القصوى، وخصائص الهوائي (انظر الفقرة 4)؛
- حساب سوية الإشارة GBAS؛
- حساب القدرة عند مدخل مستقبل الطيران باستعمال الفقرة 4.3 في الملحق 1.

وبعد ذلك يمكن تقييم التوافق لكل نمط من التداخل وفق الفقرات من 1.3.1.3 إلى 4.3.1.3، حسب تردد الخدمة للطيران ونمطها والمعلومات المتحصلة أعلاه.

1.3.1.3 النمط A1 من التداخل

تحسب ترددات نواتج التشكيل البيني ذو المركبتين والثلاث مركبات التي يمكن أن تولدها أي مجموعة فرعية من محطات الإذاعة المشتركة في الموقع. وكل ناتج لا يقع تردده ضمن 200 kHz الخاصة بتردد الطيران، يفحص ثانية، لتحديد ما إذا كانت شدة مجاله كافية للتسبب في النمط A1 من التداخل مع مراعاة المعايير المبينة في الفقرة 1.2.4 من الملحق 1.

2.3.1.3 النمط A2 من التداخل

يجري تفحص كل محطة من محطات الإذاعة (المعرفة هوياتها في الفقرة 2.1.3) لتحديد ما إذا كان ترددها يقع ضمن حدود 300 kHz من تردد الطيران، وإن كان كذلك، فهل شدة مجالها كافية لتسبب النمط A2 من التداخل، مع مراعاة المعايير المبينة في الفقرة 2.2.4 من الملحق 1.

3.3.1.3 النمط B1 من التداخل

تحسب ترددات نواتج التشكيل البيني ذو المركبتين والثلاث مركبات التي يمكن أن تولدها أي مجموعة فرعية من محطات الإذاعة (المعرفة هوياتها في الفقرة 2.1.3) والتي تحتوي على الأقل مركبة واحدة تصل إلى قيمة الإطلاق (انظر الفقرة 4.3.2.4 في الملحق 1)، والتي تكون جميع مركباتها أعلى من قيمة القطع (انظر التعاريف في الملحق 4) (انظر الفقرة 4.3.2.4 في الملحق 1) عند دخل مستقبل الطيران. وكل ناتج لا يقع تردده في حدود 150 kHz من تردد الطيران يجري تفحصه ثانية لتحديد ما إذا كان مجموع (dBm) القدرات عند مدخل مستقبل الطيران (انظر الفقرة 4.3 في الملحق 1) كافياً للتسبب في النمط B1 من التداخل، مع مراعاة المعايير المبينة في الفقرة 3.2.4 من الملحق 1.

4.3.1.3 النمط B2 من التداخل

يجري تفحص كل محطة من محطات الإذاعة (المعرفة هوياتها في الفقرة 2.1.3) لتحديد ما إذا كانت قدرتها عند دخل مستقبل الطيران (انظر الفقرة 4.3 في الملحق 1) (انظر الملاحظة 1) كافية للتسبب في النمط B2 من التداخل، مع مراعاة المعايير المبينة في الفقرة 4.2.4 من الملحق 1.

الملاحظة 1 – يستعمل المصطلح "قدرة الدخل المكافئة" ليدل على "القدرة عند دخل مستقبل طيران مع مراعاة جميع الحدود المتوقفة على التردد".

2.3 اعتبارات خاصة بشأن تقييمات التوافق

1.2.3 ارتفاعات نقطة الاختبار أعلى من القيم الدنيا

لكي يضمن أن جميع الحالات المحتملة للنمط B1 من التداخل قد أخذت بالاعتبار، يجب إجراء حسابات إضافية من أجل ارتفاعات نقطة الاختبار الأعلى من القيمة الدنيا، شريطة ألا يتجاوز ارتفاع نقطة الاختبار:

- الارتفاع الأقصى في منطقة التغطية DOC، أو
- الارتفاع الأقصى الذي يتم عنده بلوغ قيمة الإطلاق.

وفي الفقرة 7 من التذييل 1 شرح لهذا الموضوع أكثر تفصيلاً، مع الأسباب الداعية إلى قصره فقط على التداخلات من النمط B1.

2.2.3 نقاط الاختبار للنظام GBAS للاقتراب الدقيق

1.2.2.3 نقاط الاختبار الثابتة

تستعمل في حسابات شدة المجال مسافة المسار المائل بين الهوائي الإذاعي ونقطة الاختبار، على ألا تقل عن القيمتين الصغريين التاليتين:

- 150 متراً إن كانت محطة الإذاعة موجودة داخل المنطقة المظللة في الشكل 3، أو
- 300 متر إن كانت محطة الإذاعة ليست موجودة داخل المنطقة المظللة في الشكل 3.

2.2.2.3 نقاط الاختبار المرتبطة بمحطات الإذاعة

إذا كانت المحطة الإذاعية موجودة داخل المنطقة المظللة في الشكل 3:

- تجري حسابات إضافية من أجل مسافة فصل أفقية قدرها 150 متراً، باستعمال القيمة القصوى للقدرة المشعة الفعالة (e.r.p.) والارتفاع المحدد في الفقرة 2.1.2.

وإذا كانت محطة الإذاعة موجودة داخل أو تحت المنطقة DOC في النظام GBAS، ولكنها واقعة خارج المنطقة المظللة في الشكل 3:

- تجري حسابات إضافية من أجل موقع لنقطة اختبار فوق محطة الإذاعة على ارتفاع محدد في الفقرة 2.1.2 ويطبق عامل التصحيح الأقصى لمخطط الإشعاع الرأسي المأخوذ من الفقرة 4.4.

3.2.3 نقاط الاختبار للنظام GBAS لتحديد الموقع

1.3.2.3 نقاط اختبار إضافية

تستخدم في حسابات شدة المجال مسافة المسار المائل بين هوائي محطة الإذاعة وأي نقطة اختبار إضافية (انظر الفقرة 3.2.2)، شريطة ألا تنقص عن حد أدنى يبلغ 300 متر.

4.2.3 حساب شدة المجال للنظام GBAS عند نقاط الاختبار

تنطبق العلاقة التالية على التركيبات التي لا يكون فيها هوائي الإرسال النظام GBAS أعلى من سوية سطح الأرض بأكثر من 7 أمتار، في نقاط الاختبار التي زوايا ارتفاعها أكبر من 0° أصغر من 2,5°:

$$E_{GBAS} = E_{MIN} + \max\left(20\log(\theta D_{MX} / D_{TP});0\right) \quad (11)$$

حيث:

E_{MIN}: شدة المجال الدنيا حسب المنظمة ICAO (dB(μV/m) 46)

D_{MX}: المدى المحدد للنظام GBAS (km) في اتجاه نقطة الاختبار

D_{TP}: مسافة المسار المائل (km) من موقع مرسل نظام GBAS إلى نقطة الاختبار

θ: زاوية الارتفاع (بالدرجات) لنقطة الاختبار بالنسبة إلى هوائي النظام GBAS، وتعطى بالعلاقة:

$$\theta = \tan^{-1}\left(\left[H_{TP} - H_{GBAS} - (D_{TP}/4.1)^2\right] / \left[1\,000\, D_{TP}\right] \right) \quad (12)$$

حيث:

H_{TP}: ارتفاع نقطة القياس (بالمتر) فوق مستوى سطح البحر

H_{VOR}: ارتفاع هوائي النظام GBAS (بالمتر) فوق مستوى سطح البحر.

وعندما تتجاوز زوايا الارتفاع القيمة 2,5° تحسب شدة المجال باستعمال زاوية الارتفاع 2,5°.

وتستخدم القيمة الدنيا لشدة المجال (dB(μV/m) 46) لجميع نقاط الاختبار في التركيبات التي يعلو فيها هوائي إرسال النظام GBAS بأكثر من 7 أمتار فوق مستوى سطح الأرض، أو حيث تتطلب الخدمة عند زوايا ارتفاع تقل عن 0°.

إن الطريقة المشروحة أعلاه هي طريقة استكمال داخلي مبنية على شدة مجال دنيا، ومن ثم لا توجد ضرورة لاتخاذ هامش للسلامة.

5.2.3 حساب التداخل المحتمل من النمط A1

يجب استبقاء أنواع البث الهامشي، ما عدا نواتج التشكيل البيني المشعة، في سوية منخفضة إلى درجة لا ينظر فيها ثانية في حالات عدم التوافق عند تحليل التوافق، هذا بصورة عامة وعليه يجب ألا تجري حسابات التداخل A1 إلا في حالة نواتج التشكيل البيني التي تشعها محطات الإذاعة المشتركة في الموقع.

ولما كانت القدرة المشعة الفعالة (e.r.p.) لناتج التشكيل البيني غير معروفة دائماً فإن هامش التداخل من النمط A1 يحسب بطريقة غير مباشرة، إذ تؤخذ بالحسبان شدة المجال غير المطلوب عند نقطة اختبار لكل بث صادر عن محطات الإذاعة المشتركة في الموقع، ومعها قيمة كبت النمط A1 لكل واحد من هذه المرسلات.

ويحسب هامش التداخل من النمط A1 كما يلي:

$$IM = \max\left((E_i - S_i); \ldots; (E_N - S_N)\right) + PR - Ew \quad (13)$$

حيث:

IM: هامش التداخل A1 (dB)

N: عدد مركبات التشكيل البيني (N = 2 أو 3)

E_i: شدة المجال غير المطلوب (dB(μV/m)) للإرسال الإذاعي الذي رتبته i عند نقطة الاختبار

S_i: كبت التداخل A1 (dB) للمرسل الإذاعي i

PR: نسبة الحماية (dB) الملائمة لفرق التردد بين ناتج التشكيل البيني وترددات الطيران (انظر الجدول 2)

Ew: شدة المجال (dB(μV/m)) لإشارة الطيران عند نقطة الاختبار (على الأقل 46 dB(μV/m) للنظام GBAS)

وفي الحالة التي تكون فيها قيمة كبت التداخل A1 لمرسل إذاعي معروفة، يجب استخدامها في حساب التوافق.

6.2.3 حساب التداخل المحتمل من النمط B1

لكي نضمن الحصول على نتائج التداخل B1 من محطات الإذاعة في أسوأ الحالات عندما تكون هذه المحطات قريبة الواحدة من الأخرى، سنعتبر كل محطة إذاعة لا تبعد عن نقطة الاختبار بأكثر من 3 km على أنها تتمثل في نقطة القياس ذاتها (انظر أيضاً التذييل 1).

7.2.3 حساب التداخل المحتمل من النمط B2

لا يوجد أي تسامح في سوية إشارة الطيران عند حساب التداخل المحتمل من النمط B2، لذلك تستعمل القيمة الدنيا 46 dB(μV/m) للنظام GBAS.

8.2.3 التداخل المتعدد

يجب من حيث المبدأ أن يؤخذ في الاعتبار الأثر المركب لعدة مصادر تداخل محتمل على خدمة الطيران عند نقطة اختبار معنية، ومع ذلك ففي إطار الطريقة GAM :

- ينتج عادة عند استعمال طريقة الحساب في الفضاء الحر تقديراً زائداً لأي شدة مجال إذاعي؛
- ويعطي عادة استعمال طريقة الحساب الواردة في الفقرة 4.2.3 تقديراً منخفضاً لأي شدة مجال للطيران.

ولهذا لا يعتبر أخذ التداخل المتعدد بالحسبان ضرورياً في طريقة التقدير العامة (GAM).

ومع ذلك ففي حالة حسابات التوافق مع النمط A1 التي يكون فيها فرق التردد بين الإشارة المطلوبة والبث الهامشي مساوياً صفراً أو 50 kHz، يجب أن تزاد نسبة الحماية بقدر 3 dB لتأمين هامش سلامة.

4 تصحيحات هوائيات المحطات الإذاعية

1.4 عام

تؤخذ بالحسبان الخصائص الاتجاهية لهوائيات الإرسال في محطات الإذاعة لدى حساب قيم شدات المجال (الفقرة 7.3.3 في الملحق 1).

2.4 تمييز الاستقطاب

لا يؤخذ في الحسبان أي تمييز استقطابي بين الإرسالات الإذاعية وإرسالات الطيران (إلا فيما أشير إليه في الفقرة 7.3.3 من الملحق 1).

3.4 مخطط الإشعاع الأفقي

في محطة إذاعة هوائيها اتجاهي، تتحدد بيانات مخطط الإشعاع الأفقي (h.r.p.) بفواصل قدرها 0° اعتباراً من الشمال الحقيقي. ويعطى تصحيح المخطط h.r.p. H (dB)، بالعلاقة التالية:

H = (القدرة المشعة الفعالة (e.r.p.) في الاتجاه المعتبر) − (القدرة e.r.p. القصوى) (14)

4.4 تصحيح مخطط الإشعاع الرأسي

لا تنطبق تصحيحات مخطط الإشعاع الرأسي (e.r.p.) إلا على زوايا الارتفاع الواقعة فوق المستوي الأفقي المار بالهوائي الإذاعي.

وتختلف الهوائيات الإذاعية اختلافاً يمتد من الهوائي البسيط المؤلف من ثنائي الأقطاب المستعمل كثيراً في محطات القدرة المنخفضة إلى الهوائي الأكثر تعقيداً المتعدد الطبقات الشائع استعماله في محطات القدرة العالية.

عندما لا تكون الفتحة الفعلية للهوائي معروفة يستخدم الجدول 6 لربط القدرة المشعة الفعالة (e.r.p.) القصوى بالفتحة الرأسية، ويستند هذا الجدول إلى تحليل إحصائي مستمد من ممارسات التشغيل.

وتنطبق تصحيحات مخطط الإشعاع الرأسي (e.r.p.) المشروحة في الفقرتين 1.4.4 و2.4.4 على كلا نوعي الإرسالات المستقطبة أفقياً ورأسياً، وتراعي القيم الحدية المذكورة حالة المسار المائل الأشد سوءاً.

الجـــدول 6

القدرة المشعة الفعالة (e.r.p.) القصوى (dBw)	الفتحة الرأسية (بأطوال الموجات)
e.r.p. ≥ 44	8
37 ≤ e.r.p. < 44	4
30 ≤ e.r.p. < 37	2
e.r.p. < 30	1

1.4.4 تصحيحات المخطط v.r.p. للفتحات الرأسية المساوية طولي موجة أو أكثر

لكي يمكن نمذجة غلاف مخططات الإشعاع الرأسي للهوائيات التي فتحاتها الرأسية تساوي طولي موجة أو أكثر، تستخدم الصيغة التالية لحساب عامل تصحيح المخطط v.r.p. الذي رمزه V (dB):

$$V = -20 \log (\pi A \sin \theta) \quad (15)$$

حيث:

A: الفتحة الرأسية (بأطوال الموجات)

θ: زاوية الارتفاع (منسوبة إلى الاتجاه الأفقي).

وتجدر الملاحظة بأن هذه الصيغة قد تعطي قيماً موجبةً للعامل V عندما تكون زوايا الارتفاع صغيرة، وفي هذه الحالة تضبط القيمة على صفر dB (أي لا يطبق أي تصحيح على المخطط v.r.p.).

أما في حالة زوايا الارتفاع الكبيرة فيحد العامل V بالقيمة −14 dB، أي: $-14 \text{ dB} \le V \le 0$.

وعندما تكون القيمة القصوى لعامل التصحيح معروفة، يجب الاستعاضة بها عن القيمة الحدية −14 dB.

2.4.4 تصحيحات المخطط .v.r.p للفتحات الرأسية التي تقل عن طولي موجة

تميز القيم الواردة في الجدول 7 غلاف المخطط .v.r.p عند استعمال هوائيات الكسب المنخفض (أي الهوائيات التي تقل فتحاتها الرأسية عن طولي موجة).

ويستخدم الاستكمال الداخلي الخطي للزوايا المتوسطة.

الجـــدول 7

زوايا الارتفاع (بالدرجات)	تصحيح المخطط .v.r.p (dB)
0	0
10	0
20	1−
30	2−
40	4−
50	6−
60	8−
70	8−
80	8−
90	8−

3.4.4 تصحيحات المخطط .v.r.p للبث الهامشي في النطاق 108-118 MHz

تصحيحات المخطط .v.r.p الواردة في الفقرتين 1.4.4 و2.4.4 أيضاً على البث الهامشي في النطاق 108-118 MHz.

5.4 تركيبة من مخططي الإشعاع الأفقي والرأسي

تجمع القيم المناسبة لتصحيحات المخططين .h.r.p و.v.r.p المقدرة بالوحدات dB جمعاً حسابياً، شريطة ألا يزيد التصحيح الأقصى المركب عن −20 dB أو عن قيمة التصحيح .v.r.p القصوى، أيهما أكبر. ولا يدخل أي تصحيح للمخطط .h.r.p عندما تزيد زوايا الارتفاع على 45°.

التذييل 1
للملحق 2

تحديد مواقع نقاط الاختبار ذات الاحتمال الأعظم للتداخل

شرح لطريقة التقييم العامة (GAM)

يشكل هذا التذييل توضيحاً للعلاقات البينية بين مواقع نقاط الاختبار والقيم العظمى لاحتمال التداخل المحلي في إطار طريقة التقييم العامة (GAM).

1 تحلق الطائرة على ارتفاع مساوٍ لارتفاع هوائي محطة الإذاعة

لتكن طائرة تحلق قريباً من محطة إذاعة، فإذا كان ارتفاع الطائرة يساوي ارتفاع هوائي الإذاعة، تكون القيمة العظمى لشدة المجال الإذاعي التي تدركها الطائرة واقعة في أقرب نقطة اقتراب؛ وبالتالي إذا كان الهوائي الإذاعي شامل الاتجاهات، يكون المحل الهندسي لنقاط شدة المجال القصوى دائرة مركزها الهوائي.

2 تحلق الطائرة على ارتفاع يفوق ارتفاع هوائي محطة الإذاعة

إذا كانت الطائرة تحلق على ارتفاع ثابت في خط دائري نحو وفوق موقع الهوائي الإذاعي، تكون نقطة شدة المجال القصوى واقعة فوق هذا الهوائي رأسياً (انظر التذييل 2 للملحق 2).

3 العلاقة بين مسافتي الفصل الأفقية والرأسية

إذا كانت القيمة القصوى لتصحيح المخطط .v.r.p للهوائي الإذاعي تساوي –14 dB ، تكون القيمة القصوى لشدة المجال الحاصلة عند فاصل رأسي قدره y من الأمتار مساوية للقيمة القصوى التي تحصل عند فاصل قدره 5y من الأمتار في المستوي الأفقي المار بالهوائي الإذاعي (حيث يكون تصحيح المخطط .v.r.p مساوياً 0 dB).

4 موقع احتمال التداخل الأعظم

في حسابات التداخلات من الأنماط A1 وA2 وB2، يكون مفهوماً أن الفصل الرأسي والفصل الأفقي متكافئين لأن موقع مصدر الإشارات الإذاعية مشترك. أما في حالة النمط B1 فلا تكون المصادر المساهمة مشتركة في الموقع بصورة عامة، وقد لا يكون موقع احتمال التداخل الأعظم واضحاً بجلاء مباشر إذا استخدم مفهوم الفصل الأفقي.

غير أن استعمال مفهوم الفصل الرأسي يجعل نقطة احتمال التداخل الأعظم تقع فوق هذا أو ذاك الهوائي الإذاعي (انظر التذييل 2 للملحق 2).

وهكذا فقد تم تحديد زوج وحيد من النقاط أو مجموعة وحيدة من ثلاث نقاط في حساب الحالة الأسوأ، دون أن يحتاج الأمر إلى الاعتماد على عدد كبير جداً من نقاط الحساب على شكل صورة ما من شبكة ثلاثية الأبعاد.

5 نقاط الاختبار للنظام GBAS في خدمة تحديد الموقع

لقد استعملت هذه الطريقة المباشرة في إطار الطريقة GAM لإجراء حسابات التوافق للنظام GBAS في تحديد الموقع، ثم توسعت عن طريق نقاط قياس اختبار إضافية واقعة على حدود منطقة التغطية DOC (أو بقرب الحدود)، للتأكد من أن محطات الإذاعة الواقعة خارج المنطقة DOC قد أخذت فعلاً بالحسبان.

6 نقاط الاختبار للنظام GBAS في خدمة الاقتراب الدقيق

على النقيض من الوضع في حالة النظام GBAS لتحديد الموقع، لا يقع إلا القليل من محطات الإذاعة داخل منطقة التغطية DOC لنظام GBAS في الاقتراب الدقيق. ولذلك يكون البرهان على أن التوافق قد تم تقييمه بشكل كامل باستخدام مجموعة من نقاط الاختبار الثابتة لكي تستكمل نقاط الاختبار التي تنشأ فوق أو بالقرب من محطات الإذاعة الموجودة داخل منطقة التغطية DOC.

وقد اختيرت نقاط الاختبار الموجودة داخل المنطقة المظللة في الشكل 3 بحيث تتيح تقييم التوافق اعتباراً من مستوى سطح الأرض وإلى الأعلى، كما اختيرت ارتفاعات هذه النقاط لتمثل مسار هبوط بميل 3°.

7 أثر زيادة ارتفاع نقطة الاختبار

تعطي حسابات التداخل المحتمل من النمط B1 ذي المركبتين أو الثلاث أسوأ النتائج عند أدنى ارتفاع لنقطة الاختبار بالنسبة لأي مجموعة فرعية معينة من محطات الإذاعة الواقعة على خط البصر من نقطة الاختبار. غير أن محطات إذاعة أخرى يمكنها أن تصبح على خط البصر لنقطة الاختبار إذا صار ارتفاع هذه النقطة أكبر، فيحتاج الأمر عندئذ إلى حسابات أخرى لتحديد ما إذا كانت هذه المحطات قادرة على المساهمة في تداخل محتمل من النمط B1. والقيمة العظمى لأي تداخل محتمل عند

الارتفاع الأدنى لنقطة الاختبار الذي تصبح معه جميع محطات الإذاعة المعنية على خط البصر مع نقطة الاختبار. والارتفاع الأقصى الذي يجب أخذه بالحسبان هو أصغر الارتفاعين التاليين :

- الارتفاع الأقصى لمنطقة التغطية DOC ، أو
- الارتفاع الأقصى الذي تبلغ معه سوية الإشارة الصادرة عن محطة الإذاعة قيمة الإطلاق.

التذييل 2
للملحق 2

اعتبارات تتعلق بشدة المجال القصوى والاحتمال الأعظم للتداخل

1 شدة المجال القصوى

لتكن طائرة تحلق في مسار يتجه قطرياً نحو محطة إذاعة، وارتفاعه ثابت وارتفاع الطائرة أعلى من ارتفاع الهوائي الإذاعي (انظر الشكل 4).

وبافتراض ما يلي:

P: القدرة المشعة الفعالة (e.r.p) (dBW)

h: فرق الارتفاع (km)

d: مسافة المسار المائل (km)

θ: زاوية الارتفاع بالنسبة إلى المستوى الأفقي المار بالهوائي الإذاعي

V: عامل التصحيح للمخطط v.r.p (dB)

تعطى شدة المجال E (dB(μV/m)) (الملاحظة 1) عند أي نقطة T بالعلاقة (انظر الفقرة 7.3.3 في الملحق 1):

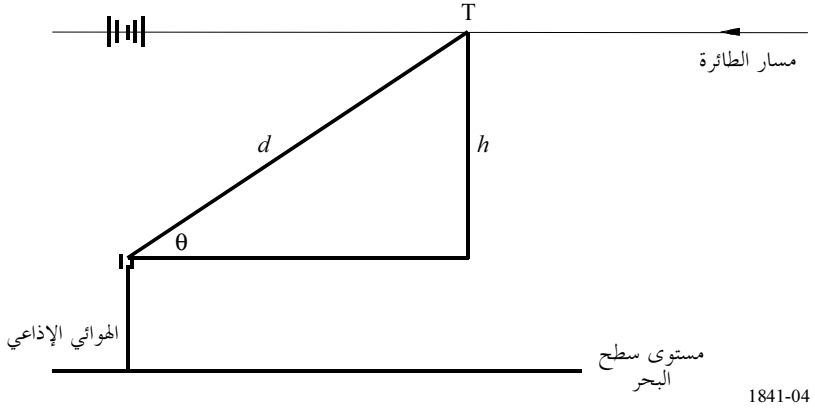
$$E = 76{,}9 + P - 20 \log d + V \qquad (16)$$

الملاحظة 1 – يفترض للسهولة أنه لا يوجد تصحيح للمخطط .h.r.p.

ينمذج تصحيح المخطط .v.r.p بالعلاقة $-20 \log (\pi A \sin \theta)$، حيث A تمثل فتحة الهوائي الرأسية مقدرة بأطوال الموجات، شريطة وجود قيمة عظمى للتصحيح عند القيم العالية للزاوية θ.

الشـــكل 4

مسار طائرة فوق هوائي إذاعي



1.1 عند القيم المنخفضة للزاوية θ (حيث التصحيح V محصور بين الصفر وقيمته القصوى) يكون:

$$E = 76.9 + P - 20\log d - 20\log(\pi A \sin\theta) \quad (17)$$

ولكن $d = h / \sin\theta$

$$E = 76.9 + P - 20\log\left(\frac{h\pi A\sin\theta}{\sin\theta}\right) = 76.9 + P - 20\log(h\pi A) \quad (18)$$

وهكذا فإن شدة المجال تبقى ثابتة.

2.1 وعند قيم θ الأكبر (حيث يبلغ التصحيح V قيمته القصوى) التي هي قريبة من محطة الإذاعة (المنطقة المظللة في الشكل 4) يبقى التصحيح v.r.p. ثابتاً عند قيمته القصوى. وبالتالي:

$$E = 76.9 + P - 20\log d + \text{constant} \quad (19)$$

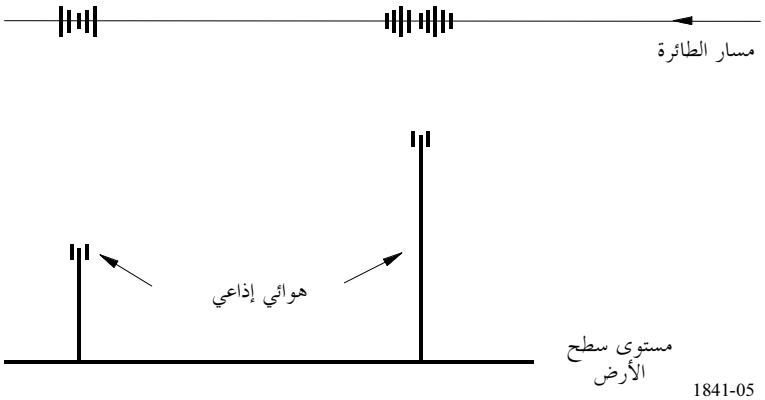
وتبلغ شدة المجال قيمتها القصوى عندما تصل المسافة d إلى قيمتها الدنيا (أي تساوي الارتفاع h)، أي فوق الهوائي الإذاعي مباشرة.

2 الاحتمال الأعظم للتداخل من النمط B1

لتكن طائرة تحلق في مسار ارتفاعه ثابت وفوق الخط الواصل بين هوائيين إذاعيين (انظر الشكل 5).

الشـــكل 5

مسار طائرة فوق هوائيين إذاعيين



وتكون قيم شدة المجال ثابتة (كما في الفقرة 1.1) خارج منطقتي التظليل، ومجموعها ثابت كذلك، وبالتالي يكون احتمال التداخل من النمط B1 ثابتاً أيضاً.

أما داخل كل منطقة مظللة فإن قيم شدة المجال القادمة من مرسل أقرب تتزايد حتى تبلغ قيمة قصوى محلية في نقطة واقعة فوق هوائي هذا المرسل مباشرة (كما تم شرحه في الفقرة 2.1).

ويتم في طريقة التقييم العامة (GAM) تفحص كل من القيمتين العظميين المحليتين، حتى نتمكن من تعرف أسوأ الحالتين.

وتطبق عملية سببية مماثلة في حالة ثلاث محطات.

الملحق 3

التقدير التفصيلي للمواءمة والتحقق العملي من النتائج

المحتـــويات

الصفحة

1 مقدمة 25

2 أمور تتطلب اهتماماً خاصاً 25

1.2 التنبؤ بشدات مجال الإذاعة 25

2.2 الاعتبارات الخاصة بنقاط الاختبار 26

3.2 النظر في المحطات العاملة 26

3 التداخل المتعدد 26

4 التقييم التفصيلي للتوافق 27

5 عملية التحقق العملي 27

6 الخلاصة 27

1 مقدمة

تتنبأ طريقة التقييم العامة (GAM) بحالات عدم توافق محتملة في خدمة الملاحة الراديوية للطيران أكبر عدداً مما قد يحدث في الواقع. غير أن نتائج اختبارات الترابط تبين أن النتائج المحسوبة تتفق اتفاقاً وثيقاً مع التجربة العملية عندما تستعمل البيانات المقاسة في تحليل التوافق. وهكذا يظهر أن استعمال البيانات المقاسة يحسن دقة تحليل التوافق.

ويمكن القيام بتحليل تفصيلي يتناول الحالات حالةً حالة ويعتبر امتداداً للطريقة GAM، وذلك باستعمال معلمات مستنتجة من نماذج زيد من درجات دقتها، ويمكن استخدامها منفردة أو مجتمعة. وتقترب هذه النماذج من الواقع العملي عندما تقترب القيم المحسوبة للمعلمات الفردية اقتراباً أوثق من القيم المقاسة. وتمتاز طريقة النمذجة هذه بأنها تتيح الفرص للحصول على تحليل فعال للتوافق وأنها توفر نتائج دقيقة، يستغنى معها عن الحاجة إلى قياسات مكثفة أثناء الطيران وما يصاحبها من صعوبات عملية.

2 أمور تتطلب اهتماماً خاصاً

1.2 التنبؤ بشدات مجال الإذاعة

يستند التنبؤ بشدات مجال الإذاعة في الطريقة GAM إلى ظاهرة الانتشار في الفضاء الحر. غير أن القياسات بينت أن تنبؤات الانتشار في الفضاء الحر قد تؤدي إلى تقدير زائد ملحوظ في الحالة التي يكون فيها هوائيا الإرسال والاستقبال على ارتفاعين منخفضين (أقل من 150 متراً مثلاً) فوق سطح الأرض.

ولا يمكن بوجه عام إجراء حسابات تكون أكثر واقعية من الحسابات القائمة على الانتشار في الفضاء الحر، لأن المعلومات الكافية لا تكون متيسرة بسهولة عن مسار الانتشار بين هوائي محطة الإذاعة ونقطة الاختبار. ولا بد من توفر المعلومات بشكل خاص عن المظهر الجانبي للأرض على طول هذا المسار، وحيثما تتيسر هذه المعلومات، عن طريق بنك بيانات عن الأرض مثلاً، يمكن إجراء حسابات لشدات المجال تكون أكثر واقعية. ولهذه الأسباب المذكورة آنفاً يتوقع لقيم شدات المجال المحسوبة بطريقة أكثر تفصيلاً أن تكون أقل بقدر ملحوظ من القيم الحاصلة استناداً إلى الانتشار في الفضاء الحر فقط، ولا سيما في مسارات الانتشار ذات خلوص مقيد للأرض. وفي هذه الظروف تجد أن استخدام طرائق أشد تفصيلاً في حساب شدة المجال سيؤدي إلى خفض ملحوظ في حالات عدم التوافق المحتملة.

2.2 الاعتبارات الخاصة بنقاط الاختبار

عندما نقوم بإجراء تحليل تفصيلي للتوافق عند أي نقطة اختبار، تكون الطريقة GAM قد أشارت فيها إلى حالة عدم توافق محتملة، يجب الاحتراس كثيراً في التحقق من صلاحية نقطة الاختبار هذه بالنسبة إلى حجم خدمة الطيران. وحيث إن الطريقة GAM تنشئ نقاط الاختبار أوتوماتياً، لذا يمكن أن نطبق بعض هذه النقاط على مواقع تتصف بحسب وثائقيات الطيران المنشورة بما يلي:

- لا تستطيع الطائرات التحليق فيها لوجود عوائق طبيعية أو اصطناعية فيها؛
- لا يسمح للطائرات بالتحليق فيها لأسباب محددة تقيد الطيران فيها؛
- يوصى الطيارون بعدم استعمال وسلة الملاحة الجوية فيها لأن من المعلوم أنها تعطي نتائج غير موثوق بها في منطقة معينة.

وعلاوة على ذلك، فهناك ظروف تقع فيها نقاط الاختبار التي تنشئها الطريقة GAM تحت منطقة الخدمة لمنطقة التغطية DOC للنظام GBAS لتحديد الموقع وبالتالي خارجها. وهذا ما يحدث على الأرجح مع تركيبات النظام GBAS ذات القدرة المنخفضة.

3.2 النظر في المحطات العاملة

نظراً لأن الطريقة GAM معدة لحساب جميع حالات عدم التوافق المحتملة البارزة داخل منطقة خدمة للطيران، فإن الأمر لا يخلو من عدد من افتراضات الحالات الأسوأ. حيث يكون هناك غالباً تقدير مغالى فيه للتداخل المحتمل وقد يحدث أن تشير الطريقة GAM إلى تداخل محتمل في حالات تكون فيها جميع محطات الطيران والمحطات الإذاعية ذات الصلة تعمل مع عدم احتمال ظهور أي مشكلات خاصة بالتداخل عملياً. ويجب تفحص هذه الحالات حيث إنها قد تقدم معلومات مفيدة تؤدي إلى تحسين طريقة التقييم.

3 التداخل المتعدد

في الحالة التي تتيسر فيها قيم مقاسة أو تنبؤات دقيقة دقة معقولة عن شدتي المجال المطلوبة وغير المطلوبة يجب أن تؤخذ بالحسبان نواتج التشكيل البيني المتعددة، لكل نمط من أنماط التداخل. ويمكن التوصل إلى ذلك بأخذ المجموع الأسي لهوامش التداخل الفردية IM عند نقطة اختبار معينة.

ويُعطى هامش التداخل الكلي IM (dB) بالعلاقة:

$$IM = 10 \log \left(\sum_{i=1}^{N} 10^{(IM_i/10)} \right) \quad (20)$$

حيث:

N: عدد هوامش التداخل الفردية

IM_i: قيمة هامش التداخل رقم i

4 التقييم التفصيلي للتوافق

وهكذا عند تقييمي التوافق تفصيلياً على أساس حالة حالة، يجب أن تستعمل أكثر القيم المتيسرة للبيانات دقة. ويمكن تحسين الدقة في حسابات التوافق باتخاذ ما يلي على وجه الخصوص:

- الاستعاضة عن مخطط الإشعاع الأفقي المتوقع للهوائي الإذاعي بالمخطط المقاس للهوائي إبان تركيبه؛
- الاستعاضة عن مخطط الإشعاع الرأسي المتوقع للهوائي الإذاعي (انظر الفقرة 4 في الملحق 2) بالخطط المقاس للهوائي إبان تركيبه.

كما يمكن التوصل إلى تحسينات أخرى في دقة حسابات التوافق باتخاذ ما يلي:

- الاستعاضة عن السويات المتوقعة للإشارات الإذاعية بقيم مقاسة إبان تجارب الطيران؛
- الاستعاضة عن السويات المتوقعة لإشارات الطيران بقيم مقاسة إبان تجارب الطيران.

5 عملية التحقق العملي

يمكن التوصل إلى التحقق عملياً من نتائج حسابات تقييم التوافق كما يلي:

- قياس سويات الإشارات الإذاعية عند دخل مستقبل طيران؛
- قياس سوية إشارة طيران عند دخل مستقبلها؛
- استعمال مستقبل طيران جرى قياس خصائصه بالاختبارات المعملية، على أن يراعى مدى وافٍ من سويات وترددات الإشارات الإذاعية والطيرانية، ومع مراعاة الفروق بين هذه الخصائص المقاسة وتلك الخصائص المستعملة في الحسابات النظرية؛
- استعمال هوائي استقبال طائرة جرى قياس مخطط إشعاعه واستجابته الترددية، مع الأخذ في الاعتبار الفروق بين هذه الخصائص المقاسة وتلك الخصائص المستعملة في الحسابات النظرية.

ومن المهم بوجه خاص أن يستعمل هوائي استقبال طائرة له خصائص مقاسة، إن كانت هناك رغبة في المقارنة الدقيقة بين قيم شدات المجال المتنبأ بها لمحطات الإذاعة وبين سويات إشاراتها عند دخل مستقبل الطيران.

6 الخلاصة

يمكن الحصول على دقة محسنة لحسابات تقييم التوافق باستعمال بيانات أكثر دقة، مثلاً:

- مخططات إشعاع أفقي مقاسة للهوائيات الإذاعية؛
- مخططات إشعاع رأسي مقاسة للهوائيات الإذاعية؛

كما يمكن التوصل إلى التحقق من حسابات تقييم التوافق باستعمال ما يلي :

- سويات مقاسة للإشارات الإذاعية؛
- سويات مقاسة لإشارات الطيران؛
- مستقبل طيران خصائصه مقاسة؛
- هوائي استقبال طائرة خصائص مخطط إشعاعه واستجابته الترددية مقاسة.

الملحق 4

تعاريف

منشور إعلامي للطيران

هي وثيقة تنشرها الدولة الموردة لتشرح فيها، عدة أمور من بينها، خصائص مرافق الطيران وتغطيتها التشغيلية المعينة (DOC).

تصحيحات الهوائي

هي تخفيضات في القدرة المشعة الفعالة (e.r.p) عند اتجاهات سمت وزوايا ارتفاع محددة، عن قيمة القدرة e.r.p. في اتجاه الإشعاع الأقصى. وتعرف عادة بأنها تصحيحات أفقية ورأسية، وتقدر بالديسبل (dB).

الفئة CATI

وسيلة دقيقة للاقتراب والهبوط بارتفاع مقرر لا يقل عن 60 متراً (200 ft) ورؤية لا تقل عن 800 متراً أو مدى مرئي للمدرج لا يقل عن 550 متراً.

التغطية التشغيلية المعينة (DOC)

هي الحيز الذي تستوفى داخله المتطلبات التشغيلية لخدمة الطيران، وهي منطقة التغطية المنشورة في وثائق الطيران.

المسافة وحساب المسافة

عندما يبتعد موقعان عن بعضها بأكثر من 100 km، تقاس المسافة بينهما على أنها أقصر طول على الأرض محسوب على قوس الدائرة العظمى بين الموقعين. أما عندما يبتعدان عن بعضهما بأقل من 100 km فيؤخذ بالحسبان ارتفاع هوائي المرسل الإذاعي وارتفاع نقطة الاختبار، وإذا كانت هاتان النقطتان على خط البصر تقاس مسافة المسار المائل الفاصلة بينهما.

نصف قطر الأرض الفعال

نصف قطر الأرض الفعال هو أربعة أثلاث 4/3 قيمته الحقيقية، ويستخدم في حساب المسافات.

زاوية الارتفاع

هي الزاوية بالنسبة إلى الاتجاه الأفقي بين موقعين، (وتكون موجبة فوق الخط الأفقي)، مع استخدام قيمة نصف قطر الأرض الفعال المعرف أعلاه (انظر الشكل 4).

علم

هو جهاز تنبيه مرئي يرى في مبين الطيار، مرتبط بمستقبل النظام GBAS ليشير إلى الأوقات التي لا يعمل فيها المستقبل أو لا يعمل بصورة مرضية أو عندما تكون نوعية الإشارة المستقبلة قد تدنت إلى أقل من القيم المقبولة.

نظام الزيادة القائم على الأرض (GBAS)

نظام زيادة تتلقى فيه الطائرة معلومات زيادة ملاحية ساتلية مباشرة من مرسل قائم على الأرض.

الملحق 10 باتفاقية المنظمة ICAO

"المعايير الدولية والممارسات والإجراءات الموصى بها في خدمات الملاحة الجوية: الاتصالات للطيران، الملحق 10 بالاتفاقية المتعلقة بالطيران المدني الدولي، المجلد I" للمنظمة الدولية للطيران المدني.

نظام الهبوط الآلي (ILS)

هو نظام ملاحة راديوية محدد في الملحق 10 باتفاقية المنظمة ICAO، وموافق عليه دولياً كمساعد معياري حالي للطائرات أثناء الاقتراب الدقيق والهبوط.

خط البصر

هو المسار الخالي من العوائق بين موقعين، باستعمال نصف قطر الأرض الفعال المعرف أعلاه.

مسافات الفصل الدنيا

هي مسافات الفصل الدنيا الأفقية والرأسية التي تحدد منطقة حول هوائي إذاعي لا تطير فيها الطائرات عادة.

عدم توافق محتمل

يحدث عدم التوافق المحتمل عندما لا تستوفى معايير الحماية المتفق عليها عند إحدى نقاط الاختبار.

الدولة الموردة

هي السلطة المسؤولة عن تقديم خدمات الطيران لبلد ما أو لمنطقة محددة أخرى.

عتبة المدرج

هي بداية جزء المدرج المستعمل في الهبوط.

نقطة ملامسة المدرج

هي نقطة من المدرج تحدد بداية السطح التي يمكن أن تلامس فيها عجلات الطائرة سطح الأرض، وهي تلي عادة عتبة المدرج.

طرف نهاية المدرج

نقطة على المدرج تحدد نهاية المدرج المستعمل للهبوط.

مسافة المسار المائل

هي أقصر مسافة تصل بين نقطتين على سطح الأرض (بين هوائي إذاعي ونقطة اختبار مثلاً).

نقطة اختبار

هي نقطة يجري حساب التوافق لها. وتحددها تحديداً كاملاً معلمات الموقع الجغرافي والارتفاع.

قيمة الإطلاق

هي القيمة الدنيا لإشارة إذاعية ترددية التشكيل (FM)، إذا طبقت على دخل مستقبل طيران تكون قادرة على بدء توليد تشكيل بيني من الدرجة الثالثة، قدرته كافية لتمثيل تداخلاً محتملاً.

مدى راديوي شامل الاتجاهات بالموجات المترية (VHF) (VOR)

هو مساعد ملاحي قصير المدى (يصل إلى نحو 370 km أو 200 ميل بحري) يزود الطائرة بعرض مستمر وأوتوماتي عن معلومات الاتجاه من موقع معروف على سطح الأرض.