الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصيـــة ITU-R BT.1893

(2011/05)

تقييم الانحطاط الذي يسببه توربين هوائي للاستقبال التلفزيوني الرقمي

السلسلة BT

الخدمة الإذاعية (التلفزيونية)

الاتحاد الدولي للاتصالات ITU

تمهيـــد

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	العنـــوان
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 التحديد الراديوي للموقع وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة
P	انتشار الموجات الراديوية
RA	علم الفلك الراديوي
RS	أنظمة الاستشعار عن بعد
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، 2011

© ITU 2011

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).

التوصيـــة ITU-R BT.1893

تقييم الانحطاط الذي يسببه توربين هوائي للاستقبال التلفزيوني الرقمي

(المسألة ITU-R 69-1/6)

(2011)

مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية طريقة لتقييم الانحطاط المحتمل أن تتسبّب فيه منشأة لتوربينات هوائية تتألف من آلة واحدة للاستقبال التلفزيوني الرقمي.

ملاحظة 1 – تقدم التوصية ITU-R BT.805 "تقييم الانحطاط الذي يسببه توربين هوائي للاستقبال التلفزيوني التماثلي".

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن الانعكاسات من الأجسام المتحركة مثل أذرع التوربينات الهوائية يمكن أن تتسبب في انحطاط كبير للاستقبال التلفزيوني؛

ب) أن هذه التأثيرات تعتبر خطيرة على نحو خاص لأن الانحطاط الناجم قد يكون شبه ثابت، حيث لا يطرأ عليه انخفاض إلاّ في الفترات التي تتوقف فيها التوربينات الهوائية عن الدوران؛

ج) أن من المهم توفر طريقة بسيطة لحساب الانحطاطات المحتملة التي يمكن أن تنجم عن تركيب أي توربينات هوائية مقترحة؛

د) أنه تجري حالياً دراسة تقنيات القضاء على الانعكاسات والتي يمكنها أن توفر بعض التحسين بالنسبة إلى الانحطاط الناجم عن التوربينات الهوائية؛

هـ) أن الإشارات المنعكسة يمكن أن يكون لها تأثيرات مختلفة على الإشارات التلفزيونية الرقمية؛

و) أن الإشارات المنعكسة يمكن أن يكون لها تأثيرات مختلفة حسب أنظمة التشكيل الرقمي؛

ز) أن أذرع التوربينات الهوائية تُصنع عادة من مواد مركبة تختلف معاملات الانعكاس الخاصة بها عن المعادن؛

ح) أن تصميم هذه الأذرع قد يتضمن عناصر إضافية يمكنها أن تؤثر أيضاً على الإشارات التلفزيونية؛

ط) أنه يجب أن يؤخذ في الاعتبار أيضاً للانتشار الصادر عن أبراج التوربينات الهوائية؛

ي) أن لموقع التوربينات الهوائية ومخططات الانتشار الخاصة بها تأثير على مستوى الانحطاط في المستويين الرأسي والأفقي؛

ك) أن لعدد التوربينات الهوائية في موقع ما تأثير على مخططات الانتشار،

وإذ تلاحظ

أ) أن التقرير ITU-R BT.2142 يقدم تحليلاً وافياً لأثر الانتشار الذي يطرأ على الإشارات التلفزيونية الرقمية من التوربينات الهوائية؛

ب) أن الطريقة الواردة في الملحق 1 عبارة عن صيغة مبسّطة للتحليل الكامل،

توصي

1 بأنه يجوز استعمال الطريقة الواردة في الملحق 1 لتقييم التداخل المحتمل من توربين هوائي واحد على الاستقبال التلفزيوني الرقمي،

وتوصي كذلك

1 بأنه ينبغي القيام بعمل ما لصقل النموذج المبسّط الوارد في الملحق 1، خاصة لكي يوضع في الاعتبار انتشار الأبراج وتأثير الأذرع الدوارة والتركيبة غير المعدنية للأذرع ومخطط الارتفاع للانتشار؛

2 بأنه ينبغي القيام بعمل ما لدراسة الانحطاط الناجم عن توربينات هوائية متعددة؛

3 بأنه ينبغي دراسة الطبيعة الزمنية للانحطاط الناجم عن توربين هوائي.

الملحق 1

نموذج مبسط للانحطاط الناجم عن توربين هوائي للاستقبال التلفزيوني

يعرض الشكل 1 مسقطاً أفقياً لمشكلة التوربين الهوائي المتعلقة بالانتشار الخلفي. ففي أي موقع استقبال R، تكون شدة المجال المطلوبة FSR. وفي موقع التوربين الهوائي WT، تكون شدة المجال FSWT. ويفترض أن موقع الاستقبال يقع على مسافة r (m) من أذرع[1] التوربين الهوائي. وتعامل الانتشار" ρ، الذي يشمل الخسارة في مسير الفضاء الحر بالنسبة إلى المسير من موقع التوربين الهوائي إلى موقع الاستقبال، يمكن تحديده كالتالي:

$$\rho = \frac{A}{\lambda r} g(\theta)$$

حيث:

$$g(\theta) = \mathrm{sinc}^2\left(\frac{\overline{W}}{\lambda}\left(\cos\theta - \cos\theta_0\right)\right)\sin\theta$$

و:

$\overline{W}$: متوسط عرض الذراع (m)

λ : طول الموجة (m)

A: مساحة الذراع (m^2)

θ_0: زاوية سقوط الإشارة على الذراع

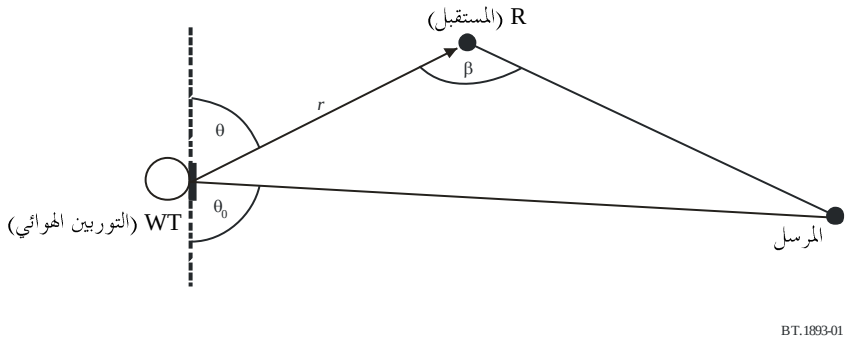
θ: زاوية انتشار الإشارة من الذراع.

[1] يفترض هذا التحليل أن أذرع التوربين الهوائي معدنية ومثلثة الشكل تقريباً. بيد أن الأذرع النمطية تكون من الزجاج الليفي عادة أو أي مواد تركيبية تؤدي إلى انتشار أقل بنحو من 6 إلى 10 dB عن الأذرع المعدنية.

وتحدث القيمة القصوى لمعامل الانتشار هذا الناجم عن الذراع في الوضع الرأسي عندما يكون كل من اتجاه السقوط والانتشار عموديين على الذراع ويتحصّل عليه بالمعادلة:

$$\rho_{max} = \frac{A}{\lambda r}$$

الشـــكل 1



بالنسبة إلى مسير الفضاء الحر الذي يبلغ طوله r (m) بين التوربين الهوائي وموقع الاستقبال، يمكن حساب شدة المجال غير المرغوبة كالتالي:

$$FSWT + 20 \log \rho$$

ولا يتعلق معامل الانتشار ρ إلا بالانتشار الخلفي من الأذرع. وتجدر الإشارة إلى أن أبراج الحمل المعنية تساهم هي الأخرى بانتشار خلفي استاتيكي كبير. وربما يكون الانتشار الأمامي من الأذرع كبيراً، ولكن اتساعه يكون أقل عادة من الانتشار الخلفي وينطوي حسابه على تعقيدات أكبر. وقيمة الانتشار الأمامي من الأبراج مهملة عادة. وتجدر الإشارة كذلك إلى أن مخططات الانتشار تتغير بنحو 10 dB على الأقل مع دوران الأذرع. ويمكن الرجوع للتقرير ITU-R BT.2142 للاطلاع على التحليل الوافي.

ويرد في التوصية ITU-R BT.419 تتميز اتجاهية هوائي الاستقبال بدلالة الزاوية β (حسب المبيّن في الشكل 1) وينبغي تطبيقه لتحديد النسبة بين الإشارتين المطلوبة وغير المطلوبة بالنسبة إلى أي موقع محدد من مواقع الاستقبال.

ويرد في التذييل 1 مثال عن استعمال هذه الطريقة.

ويرد في التذييل 2 توجيهاً مختصراً بشأن التأثيرات على قيم العينة للنسبة *C/N* في الحالات التي تتسبب فيها التوربينات الهوائية في انحطاط جودة إشارة نظام الإذاعة التلفزيونية الرقمية للأرض. ومن الأمور التي تهتم بها جهات البث ومخططو ومديرو الأنظمة الحاجة المحتملة لقيم متزايدة لعتبات النسبة *C/N* في المناطق المتأثرة بالتوربينات الهوائية.

التذييـــل 1
للملحق 1

مثال على استعمال طريقة التقييم المبسّطة

كما يتبين من الشكل 1 بالملحق 1، يتم تحديد النقطة الخاصة بأي موقع مستقبل بالقرب من موقع التوربين الهوائي المقترح.

وكخطوة أولى، يتم حساب، أو يفضل، قياس قيم شدة المجال، FSR، في المواقع المختلفة للمستقبلات.

ويُرجح ألا تكون هناك ضرورة لتوسيع منطقة البحث لأكثر من 10 km تقريباً من موقع التوربين الهوائي المقترح (أو مواقعها، إذا كان المقترح توربينات متعددة). ومع ذلك، إذا كانت هناك ظروف خاصة، كمباني محدوبة عن المرسل المطلوب وإن كانت على خط بصر التوربين الهوائي، قد يتعين في هذه الحالة توسيع المنطقة.

ويتم حساب، أو يفضل قياس قيم شدة المجال، FSWT، عند موقع التوربين الهوائي بالقرب من ارتفاع مركز دوران الأذرع.

ولكل نقطة من نقاط الاستقبال، R:

- يتم حساب معامل الانتثار، ρ: للمسير بين التوربين الهوائي والمستقبل؛
- يتم حساب شدة المجال غير المطلوب باستعمال المعادلة: $FSWT + 20 \log \rho$؛
- يتم حساب شدة المجال المطلوب، FSR؛
- يتم حساب النسبة بين الإشارتين المطلوبة وغير المطلوبة، مع أخذ تميز اتجاهية هوائي الاستقبال في الاعتبار؛
- باستعمال معلومات التذييل 2، يجري تقييم الانخطاط المحتمل للاستقبال التلفزيوني الرقمي عن طريق النسبة المحسوبة بين الإشارتين المطلوبة وغير المطلوبة عند نقطة الاستقبال.

ويمكن بعد ذلك عرض نتائج الدراسة في شكل خريطة توضح المناطق/المواقع التي يمكن أن يحدث فيها الانخطاط.

وتجدر الإشارة إلى أن هذه العملية تكون أكثر تعقيداً إذا كان هناك توربينات هوائية متعددة في موقع معين حيث سيكون هناك في هذه الحالة مصادر عديدة محتملة للانخطاط عند كل موقع من مواقع الاستقبال. ويقدم التقرير ITU-R BT.2142 أمثلة على التنبؤات الخاصة بمزرعة كبيرة تضم العديد من التوربينات الهوائية.

التذييـــل 2
للملحق 1

الانحطاط الواقع على نظام إذاعة فيديوية رقمية للأرض (DVB-T)

في معظم الحالات التي جرى فيها تحليل تأثير مزرعة توربينات هوائية على جودة استقبال النظام DVB-T، كانت قيم العتبة للنسبة *C/N* المتحصّل عليها مماثلة للقيم المتوقعة في البيئات التي لا توجد بها مزارع توربينات. وبصورة أدق، بدا أن جودة الاستقبال في النظام DVB-T لا تتأثر في منطقة الانتثار الأمامية للتوربينات الهوائية. وبالنسبة لمنطقة الانتثار الخلفية، ففي الحالات التي تكون فيها الإشارات المنعكسة عن التوربينات الهوائية كبيرة في الاتساع والتغاير، فإن قيمة العتبة للنسبة *C/N* اللازمة من أجل الظروف شبه الحالية من الأخطاء تكون أعلى.

وتكون الزيادة في عتبة النسبة *C/N* أكثر احتمالاً عندما تكون التوربينات الهوائية قريبة من هوائيات المستقبلات أو في حوار المرسل التلفزيوني (أقل من 2 km).

وتؤول قيمة عتبة النسبة *C/N* إلى الزيادة بزيادة اتساع إشارات الصدى. ولعل الطبيعة المتغيرة مع الزمن للمسيرات المتعددة نتيجة للتوربينات الهوائية أحد العوامل الإضافية للزيادة في العتبة *C/N* اللازمة. ومناطق الاستقبال التي تكون فيها مستويات المسيرات المتعددة الدينامية أقل من الإشارة المباشرة بنحو 25 dB، يمكنها أن تتعرض لزيادات في قيمة عتبة النسبة *C/N* بالنسبة إلى الظروف شبه الخالية من الأخطاء بما يصل إلى 8 dB[2].

وهذه المسيرات المتعددة المتغيرة مع الزمن قد تتسبب في مشكلات لاستقبال النظام DVB-T في الحالات المذكورة آنفاً خاصة عند الاستقبال في غير خط البصر بالنسبة إلى المرسل، ولكن في خط البصر بالنسبة إلى مزرعة التوربينات.

ويتضمن التقرير ITU-R BT.2142 (الملحق 3) شرحاً وافياً لهذه المسألة.

---

[2] أجريت عمليات الرصد هذه، حسبما ورد في التقرير ITU-R BT.2142 بنظام DVB-T يستعمل التشكل 64-QAM و8k ومعدل شفرة FEC 2/3.