التوصيـــة ITU-R BO.1835

التقاسم بين شبكات الخدمة الإذاعية الساتلية (BSS) التي تستعمل توزيع ترددات النطاق GHz 17,8-17,3 للخدمة BSS في الإقليم 2، ووصلات التغذية لشبكات الخدمة BSS التي تستعمل توزيع ترددات النطاق GHz 17,8-17,3 للخدمة الثابتة الساتلية (FSS) (من الأرض إلى الفضاء) في جميع أنحاء العالم

(2007)

مجال التطبيق

تنصبّ هذه التوصية على تصميم وتنسيق الشبكات الجديدة للخدمة الإذاعية الساتلية (BSS)، الشبكات التي ستستخدم في الإقليم 2 توزيع الترددات GHz 17,8-17,3 الذي دخل حيز التطبيق في 1 أبريل 2007. ويعرض الملحق 1 لهذه التوصية تحليلاً معلماتياً مفصَّلاً للحالتين التي يمكن أن يكون فيهما التنسيق مطلوباً للشبكات المذكورة مع شبكات الخدمة BSS التي تستعمل التوزيع العالمي للترددات GHz 17,8-17,3 للخدمة الثابتة الساتلية (FSS) (من الأرض إلى الفضاء) من أجل وصلات التغذية. وجوهر التوصية هو أن التنسيق قد لا يكون مطلوباً إذا روعيت نتائج هذين التحليلين في تصميم شبكات الخدمة BSS للإقليم 2 المراد استعماله في هذا التوزيع الجديد لترددات الخدمة الإذاعية الساتلية (BSS).

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أنه في مناطق الاتحاد ITU الثلاث، يخضع نطاق الترددات GHz 17,8-17,3 لخطط وصلات التغذية للخدمة الإذاعية الساتلية (BSS)، الخطط الموضوعة في التذييل 30A من لوائح الراديو (RR)؛

ب) وأن نطاق الترددات GHz 17,8-17,3 موزَّع أيضاً على الخدمة الإذاعية الساتلية (BSS) في الإقليم 2؛

ج) وأنه من الممكن أن يحصل تداخل من ساتل الإرسال للخدمة BSS في الإقليم 2 إلى سواتل استقبال وصلات التغذية للخدمة BSS في المناطق 1 و2 و3، سواتل خاضع تشغيلها لأحكام التذييل 30A من لوائح الراديو (RR)؛

د) وأن الملحق 4 من التذييل 30A من اللوائح RR يوفِّر قيماً عتبية لتقرير متى يكون التنسيق مطلوباً بين محطات الإرسال الفضائية في إطار الخدمة الإذاعية الساتلية ومحطة استقبال فضائية داخلة في خطط وصلات التغذية في نطاق التردد GHz 17,8-17,3؛

هـ) وأن المعيار لتقرير متى يكون التنسيق مطلوباً هو أن كثافة تدفق القدرة الواصل من ساتل إرسال الخدمة BSS في الإقليم 2 إلى محطة الاستقبال الفضائية لوصلة تغذية ساتل إذاعي تابع لإدارة أخرى، تُحدِث زيادة في حرارة الضوضاء للمحطة الفضائية لوصلة التغذية، تفوق القيمة العتبية $\Delta T/T$ المطابقة للنسبة 6%؛

و) وأنه قد يحصل تداخل لا يمكن قبوله في حالة وجود مسافة ضيقة في الإقليم 2 بين سواتل الإرسال للخدمة BSS وسواتل الاستقبال لوصلات التغذية للخدمة BSS، أو في حالة تداخل من ساتل إرسال للخدمة BSS في الإقليم 2 إلى ساتل استقبال لوصلات التغذية للخدمة BSS واقع عبر حافة الأرض،

وإذ تعترف

1 أن الدراسات الموصوفة في الملحق 1 تبيِّن أنه من الممكن تضييق المباعدة جداً داخل الإقليم 2 بين سواتل الخدمة الإذاعية الساتلية (BSS) وسواتل الاستقبال لوصلات التغذية للخدمة BSS، بدون تخطي الحد المعياري الوارد في الملحق 4 من التذييل 30A من لوائح الراديو (RR)؛

2 أن الدراسات الموصوفة في الملحق 1 تبيِّن أن التداخل عبر حافة الأرض محصور في سيناريوهات هندسية قليلة جداً بحيث يُحتَمَل ألا تحدث عملياً؛

3 أن المعلمات الرئيسية لتحديد القرب الذي عليه يمكن نشر سواتل إرسال الخدمة BSS وسواتل استقبال وصلات التغذية للخدمة BSS داخل الإقليم 2 هي: تمييز الكسب خارج المحور لهوائيات سواتل الإرسال وسواتل الاستقبال، وسويّات الذروة من القدرة المشَعّة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.) لسواتل الإرسال، ودرجة حرارة ضوضاء النظام لسواتل الاستقبال،

توصـــي

1 بأن تأخذ الإدارات داخل الإقليم 2 في حسبانها التحليلات والنتائج التي يحتويها الملحق 1، عند تصميم ونشر شبكات للخدمة BSS في نطاق التردد 17,3-17,8 GHz.

الملحق 1

تحليلات معلماتية للتقاسم بين شبكات الخدمة الإذاعية الساتلية (BSS) التي تستعمل توزيع ترددات النطاق 17,3-17,8 GHz للخدمة BSS في الإقليم 2، ووصلات التغذية لشبكات الخدمة BSS التي تستعمل توزيع ترددات النطاق 17,3-17,8 GHz للخدمة الثابتة الساتلية (FSS) (من الأرض إلى الفضاء) في جميع أنحاء العالم

1 مقدمة

في 1 أبريل 2007، بدأ سريان توزيع الخدمة الإذاعية الساتلية (BSS) للإقليم 2 ضمن نطاق التردد 17,3-17,8 GHz. ويقترن نطاق ترددات الخدمة BSS هذا، بخصوص وصلات التغذية اللازمة لهذه الخدمة، مع النطاق 24,75-25,25 GHz الموزع للخدمة الثابتة الساتلية (FSS) (من الأرض إلى الفضاء). ونطاق التردد 17,3-17,8 GHz موزَّع أيضاً، طبقاً لما نص عليه التذييل 30A من لوائح الراديو (RR)، في الاتجاه أرض–فضاء، من أجل وصلات التغذية، على شبكات الخدمة BSS العاملة بنطاق 12 GHz في المناطق الثلاث، طبقاً لما نص عليه التذييل 30. والمصطلح "نطاق معكوس" يدل عادة على الحالة التي يستعمَل فيها نطاق ترددات للإرسال في كلا الاتجاهين أرض–فضاء وفضاء–أرض. ويشار إلى شبكات الخدمة الإذاعية الساتلية (BSS) الخاضع تشغيلها لأحكام التذييلين 30 و30A بتسمية شبكات "12/17 GHz"، بينما يشار إلى الشبكات العاملة بحسب توزيع الخدمة BSS للإقليم 2 في نطاق 17 GHz بتسمية شبكات "12/17 GHz".

يترتب على هذا التشغيل المعكوس النطاق للترددات 17,3-17,8 GHz احتمال تداخل في المسيرين اللذين يبيّنهما الشكل 1 تخطيطياً، وهما:

- المسير بين محطات الإرسال الفضائية ومحطات الاستقبال الفضائية، في النطاق 17 GHz (من ساتل إلى ساتل)؛
- والمسير بين محطات الإرسال الأرضية لوصلات التغذية ومحطات الاستقبال الأرضية في النطاق 17 GHz.

هذه التوصية تتعلق فقط بالحالة من ساتل إلى ساتل.

ويحصل التداخل في المسير من ساتل إلى ساتل حين تصطدم الإشارات الصادرة عن ساتل إرسال شبكات "24/17 GHz" بهوائي الاستقبال لساتل شبكات "17/12 GHz" في النطاق 17,3-17,8 GHz. ومقدار التداخل يحدده التباعد المادي بين الساتلين، وسوية القدرة المشَعّة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.) لساتل الإرسال للخدمة BSS التي توفرها شبكات "17/24 GHz"،

والكسب خارج المحور لكل من هوائي ساتل الإرسال وهوائي ساتل الاستقبال تجاه الآخر، ودرجة حرارة ضوضاء النظام لساتل الاستقبال.

والمعيار لتقرير متى يكون التنسيق مطلوباً، بين محطة إرسال فضائية في شبكة "GHz 12/17" ومحطة استقبال فضائية في شبكة "GHz 17/12"، معرَّف في الملحق 4 من التذييل 30A من لوائح الراديو (RR) بأنه القيمة العتبية $\Delta T/T$ المطابقة للنسبة 6%.

وهناك حالتان لهذا التداخل المحتمل، هما:

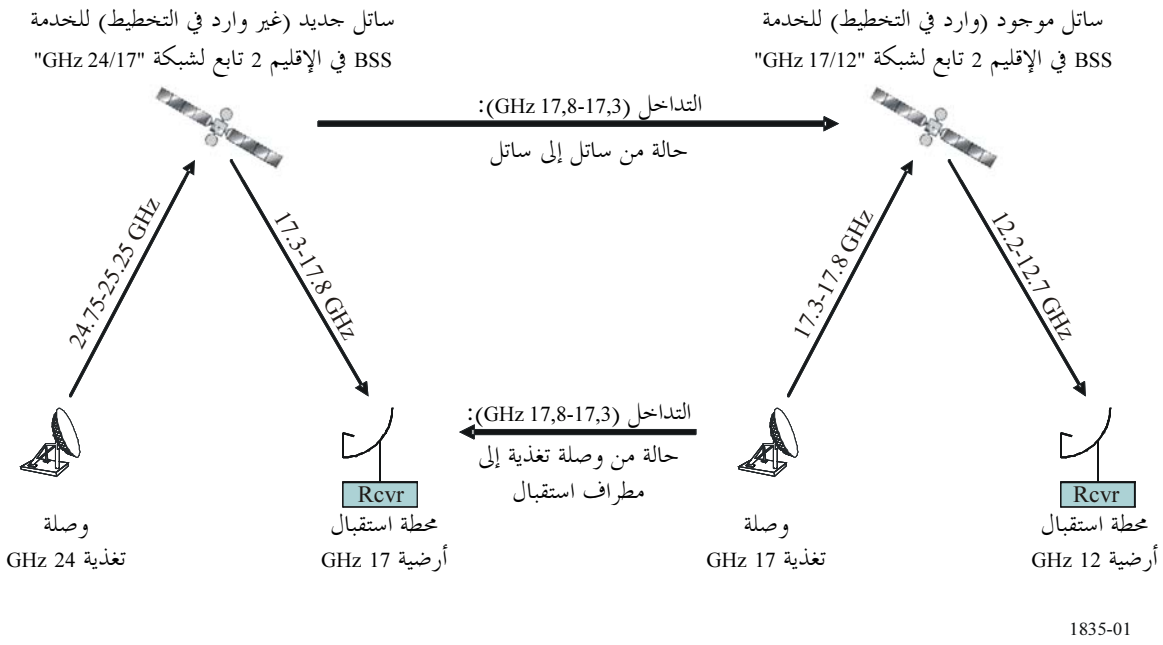
الحالة 1: حالة الساتل المجاور، حين يكون التباعد ضيقاً بين ساتل شبكة "GHz 17/12" وساتل شبكة "GHz 24/17"، على طول القوس المداري؛

والحالة 2: حالة الحافة الاستوائية، حين يكون التباعد بين ساتل شبكة "GHz 17/12" وساتل شبكة "GHz 24/17" يساوي تقريباً 162,6° على طول القوس المداري، يعني عبر الحافة المدارية للأرض.

وتأتي تحليلات هاتين الحالتين في الفقرتين 2 و3 أدناه، على ترتيب التوالي.

الشـــكل 1

التشغيل المعكوس النطاق ومسيرات التداخل للخدمة BSS ووصلات التغذية في الإقليم 2



2 حالة الساتل المجاور

يعالج هذا المقطع حالة السواتل الضيِّقة التباعد. لقد أُجريَ تحليل معلماتي من أجل تحديد الفاصل المداري المطلوب، بين محطة إرسال فضائية لخدمة إذاعية ساتلية (BSS) تابعة لشبكة GHz 24/17 ومحطة استقبال فضائية لخدمة BSS تابعة لشبكة GHz 17/12، قريبتين جداً إحداهما من الأخرى على طول قوس المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض. والمعلمات التنفيذية الرئيسية لتحديد الفاصل المطلوب بحيث يفي بشرط القيمة العتبية $\Delta T/T$ المساوية 6% هي: القدرة المشَعّة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.) لساتل الإرسال في شبكة "GHz 24/17"، وتمييز الكسب خارج المحور لكل من هوائي ساتل الإرسال وهوائي ساتل الاستقبال تجاه الآخر، ودرجة حرارة ضوضاء النظام لساتل الاستقبال في شبكة GHz 17/12.

زاوية الانحراف عن المحور الرئيسي لخط التسديد لكلا هوائيي الإرسال والاستقبال تساوي تقريباً 90 درجة. واتساع زاوية الانحراف عن خط التسديد هذه يؤدي إلى كسب خارج المحور لكل من الهوائيين قيمته أقل بكثير من ذروة كسب خط التسديد. ومِن تفحّص المخططات المنشورة عن كسب هوائي الاستقبال تجاه قوس مدار السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض، بشأن تخصيصات الإقليم 2 والتعديلات المتعلقة بها، يُستبان وجود قيم نمطية تتراوح من 0 إلى 5– dBi. وهذه المخططات تستوعب المخططات الحالية لهوائيات الاستقبال.

ما يمكن أن يتأثر بذلك من تخصيصات شبكة GHz 17/12 هو التخصيصات الحالية لوصلات تغذية خطة الإقليم 2، تخصيصات معلماتها التقنية موضوعة في الملحق 4 من التذييل 30A من لوائح الراديو (RR) وفي تعديلاته اللاحقة. فيما يخص هوائي الاستقبال الساتلي، استُعمِلت في التحليل خصائص الخطة الأصلية للإقليم 2، مثل درجة حرارة الضوضاء، وكسب الساتل خارج المحور. وخطة الإقليم 2 تحدد درجة حرارة ضوضاء الاستقبال بـ K 1 500. وإضافة إلى ذلك، يفترض المقطع 3.7.3 من الملحق 3 من التذييل 30A من لوائح الراديو (RR)، بخصوص زوايا الانحراف عن المحور التي تفوق 20° تقريباً، أن تمييز الهوائي خارج المحور في الاستقبال يساوي في العِظَم ذروة كسب الهوائي، ولكن بعلامة عكسية. وبناء عليه، افترض هذا التحليل أن الكسب خارج المحور في الاستقبال يساوي 0 dBi تجاه الساتل المجاور، على الرغم من احتمال أن يكون التمييز أكبر في الواقع.

فيما يخص شبكة GHz 24/17، اعتبر التحليل المعلماتي أن قيم الذروة للقدرة المشَعّة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.) تتراوح من 55 dBW إلى 65 dBW، نظراً لأن قدرة إرسال الساتل يمكن أن تكون عالية بسبب استعمال حزمة نقطية من أجل تغطية مساحات جغرافية صغيرة. وإضافة إلى ذلك، افترض التحليل المعلماتي بخصوص هوائي الإرسال في سواتل شبكة GHz 24/17 أن قيم التمييز خارج المحور تتراوح من 40 إلى 60 dB. وأخيراً، أُخِذت في الحسبان ثلاث قيم لدرجة حرارة ضوضاء النظام في ساتل الاستقبال. والنتائج معروضة في الجداول الثلاثة التالية.

الجـــدول 1

تغير قيم الذروة للقدرة المشَعّة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.) في حال التداخل بين السواتل

رقم السطر	المعلمة	الوحدة	الحالة 1	الحالة 2	الحالة 3
1	درجة حرارة النظام في تخصيص الإقليم 2	dBK	31,8	31,8	31,8
2	ثابت بولتسمان	dB(W/K/Hz)	228,6–	228,6–	228,6–
3	كثافة قدرة الضوضاء (N_0)	dB(W/Hz)	196,8–	196,8–	196,8–
4	التردد	GHz	17,5	17,5	17,5
5	مساحة تناحٍ	dB(m^2)	46,3–	46,3–	46,3–
6	عرض نطاق المرسِل المستجيب في شبكة GHz 17	MHz	24,0	24,0	24,0
7	كسب هوائي استقبال الساتل الضحية تجاه الساتل المسبب للتداخل	dBi	0,0	0,0	0,0
8	قيم الذروة للقدرة e.i.r.p. في حال التداخل بين السواتل	dBW	55,0	60,0	65,0
9	التمييز خارج المحور لهوائي الإرسال في الساتل المسبب للتداخل	dB	50,0	50,0	50,0
10	محصَّلة الفصل المداري بين السواتل	درجة	**0,02**	**0,03**	**0,06**
11	مسافة الفصل المداري بالكيلومتر	km	14,1	25,0	44,4
12	خسارة التمديد	dB	93,9	98,9	103,9
13	قدرة استقبال الساتل المسبب للتداخل	dBW	135,3–	135,3–	135,3–
14	I_0/N_0	dB	12,2–	12,2–	12,2–
15	Delta T/T	%	6,0	6,0	6,0

يبيّن الجدول 1 قيم الفواصل المدارية المطلوبة للوفاء بشرط القيمة العتبية $\Delta T/T$ المساوية 6% تبعاً لتغير سويات القدرة المشَعّة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.) أثناء الإرسال من ساتل في شبكة GHz 24/17. فالقيم الذروية للقدرة e.i.r.p. تتراوح من 55 إلى 65 dBW (السطر 8). وقيم الفواصل المدارية المناظرة المطلوبة مبيَّنة بمقياسين: بالدرجة (السطر 10) وبالكيلومتر (السطر 11). فإذا أخذنا أعلى قيمة للقدرة e.i.r.p. وهي 65 dBW، مع درجة تمييز خارج المحور معقولة بقيمة 50 dB، ودرجة حرارة ضوضاء النظام المستقبِل بقيمة 31,8 dBK (1 500 K)، كانت المسافة الفاصلة المطلوبة هي 0,06°. وإذا أضفنا بخصوص كل ساتل قيمة التفاوت المسموح به من أجل ضبط وضع المحطة، قيمة تساوي ±0,1°، كان الفاصل المداري الأدنى، المطلوب وجوده بين موقعين اسميين من أجل الوفاء بشرط القيمة العتبية $\Delta T/T$ المساوية 6%، هو 0,26°.

الجـــدول 2

تغير التمييز خارج المحور لهوائي الساتل المسبب للتداخل

رقم السطر	المعلمة	الوحدة	الحالة 4	الحالة 5	الحالة 6
1	درجة حرارة النظام في تخصيص الإقليم 2	dBK	31,8	31,8	31,8
2	ثابت بولتسمان	dB(W/K/Hz)	228,6–	228,6–	228,6–
3	كثافة قدرة الضوضاء (N_0)	dB(W/Hz)	196,8–	196,8–	196,8–
4	التردد	GHz	17,5	17,5	17,5
5	مساحة تناحِ	dB(m^2)	46,3–	46,3–	46,3–
6	عرض نطاق المرسِل المستجيب في شبكة GHz 17	MHz	24,0	24,0	24,0
7	كسب هوائي استقبال الساتل الضحية تجاه الساتل المسبب للتداخل	dBi	0,0	0,0	0,0
8	قيم الذروة للقدرة e.i.r.p. في حال التداخل بين السواتل	dBW	65,0	65,0	65,0
9	التمييز خارج المحور لهوائي الإرسال في الساتل المسبب للتداخل	dB	40,0	50,0	60,0
10	المسافة الفاصلة المدارية بين السواتل	درجة	0,19	0,06	0,02
11	المسافة الفاصلة المدارية بالكيلومتر	km	140,5	44,4	14,1
12	خسارة التمديد	dB	113,9	103,9	93,9
13	قدرة استقبال الساتل المسبب للتداخل	dBW	135,3–	135,3–	135,3–
14	I_0/N_0	dB	12,2–	12,2–	12,2–
15	Delta T/T	%	6,0	6,0	6,0

يبيِّن الجدول 2 التغير في المسافة الفاصلة المطلوبة (السطران 10 و11) من أجل استبقاء القيمة العتبية $\Delta T/T$ المساوية 6% في حين يتغيَّر تمييز هوائي الإرسال من 40 إلى 60 dB (السطر 9). وفي هذه الحالة، استُبقِيَت القيمة الذروية للقدرة e.i.r.p. لهوائي الإرسال في شبكة GHz 24/17 ثابتة على 65 dBW. وفي أسوأ حالة، حيث تمييز هوائي الإرسال لا يتجاوز 40 dB تكون المسافة الفاصلة المدارية 0,19°. وهنا أيضاً، تضاف بخصوص كل ساتل القيمة القصوى للتفاوت المسموح به من أجل تصحيح الخطأ في وضع المحطة، قيمة تساوي ±0,1°، فتحصل المسافة الفاصلة المطلوب وجودها بين مركزي الساتلين وهي 0,39°.

الجـــدول 3

تغير درجة حرارة ضوضاء النظام المستقبِل في شبكة GHz 12/17

رقم السطر	المعلمة	الوحدة	الحالة 7	الحالة 8	الحالة 9
1	درجة حرارة النظام في تخصيص الإقليم 2	dBK	31,8	29,5	27,8
2	ثابت بولتسمان	dB(W/K/Hz)	228,6–	228,6–	228,6–
3	كثافة قدرة الضوضاء (N_0)	dB(W/Hz)	196,8–	199,1–	200,8–
4	التردد	GHz	17,5	17,5	17,5
5	مساحة تناحٍ	dB(m^2)	46,3–	46,3–	–46,3
6	عرض نطاق المرسِل المستجيب في شبكة GHz 17	MHz	24,0	24,0	24,0
7	كسب هوائي استقبال الساتل الضحية تجاه الساتل المسبب للتداخل	dBi	0,0	0,0	0,0
8	قيم الذروة للقدرة e.i.r.p. في حال التداخل بين السواتل	dBW	65,0	65,0	65,0
9	التمييز خارج المحور لهوائي الإرسال في الساتل المسبب للتداخل	dB	40,0	40,0	40,0
10	المسافة الفاصلة المدارية بين السواتل بالدرجة	درجة	0,19	0,25	0,30
11	المسافة الفاصلة المدارية بالكيلومتر	km	140,5	181,5	222,2
12	خسارة التمديد	dB	113,9	116,2	117,9
13	قدرة استقبال الساتل المسبب للتداخل	dBW	135,3–	137,5–	139,2–
14	I_0/N_0	dB	12,2–	12,2–	12,2–
15	Delta T/T	%	6,0	6,0	6,0

يبيِّن الجدول 3 المسافة الفاصلة المدارية المطلوب وجودها بين ساتلين، تبعاً لتغير درجة حرارة ضوضاء النظام المستقبِل في شبكة GHz 17/12، مثل K 1 500 وK 900 وK 600. استُبقيَت القيمة الذروية للقدرة e.i.r.p. لهوائي الساتل المسبب للتداخل ثابتة على dBW 65، واستُبقيَ التمييز خارج المحور ثابتاً على 40. فكانت المسافة الفاصلة المدارية بين ساتلين هي في أسوأ حالة 0,30°، أو 0,50° بعد إضافة القيمة القصوى للتفاوت المسموح به من أجل ضبط وضع المحطة.

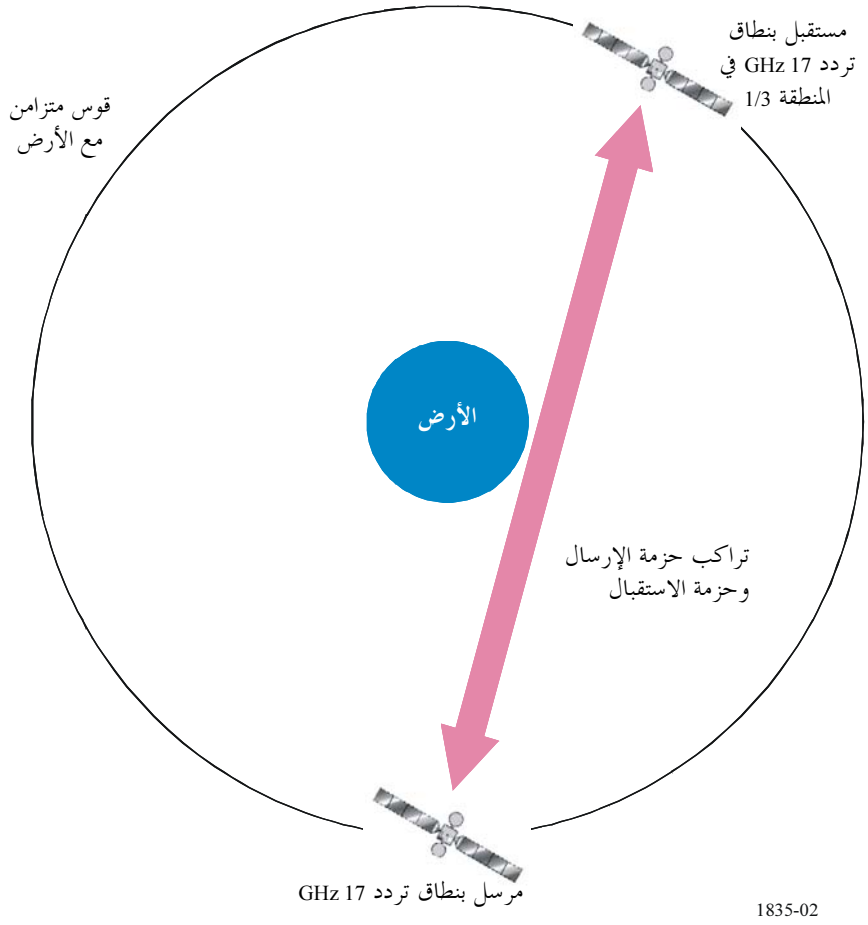
وتبيِّن هذه النتائج أن سواتل شبكة GHz 24/17 هي وحدها المحتمل أن تسبب، متى كانت المسافة التي تفصلها عن سواتل الاستقبال في شبكة GHz 17/12 قصيرة جداً، تجاوزاً للقيمة العتبية $\Delta T/T$ المساوية 6% المسموح بها تجاه هذه السواتل المستقبلة. ولذا ينبغي، عند تصميم شبكات ساتلية على نمط شبكة GHz 24/17، أن تؤخذ نتائج هذه التحليلات في الحسبان، لتجنب عمليات تنسيق مستَغنى عنها مع تخصيصات شبكة GHz 17/12 وتعديلاتها في خطة الإقليم 2. ويلاحظ أن سواتل كثيرة في الإقليم 2 تشتغل بتفاوت مسموح به لضبط وضع المحطة قدره ±0,05°، بدلاً من 0,1°. وهذا التصرف من شأنه أن يخفض جميع المسافات الفاصلة المدارية المذكورة أعلاه إما بمقدار 0,05 درجة وإما بمقدار 0,1 درجة، تبعاً لما إذا كان أحد الساتلين المتجاورين أو كلاهما يطبِّق التفاوت الأضيق المسموح به لضبط وضع المحطة.

3 حالة الحافة الاستوائية

حالة الحافة الاستوائية هي الحالة التي فيها: مسير التداخل من ساتل إرسال في شبكة GHz 24/17 في الإقليم 2 إلى ساتل استقبال في شبكة GHz 17/12 في منطقة 1 أو منطقة 3 يمس حافة الأرض الاستوائية. وفي الشكل 2 بيان هذه الحالة. وتساوي الزاوية المتشكلة بين الساتل المرسِل والساتل المستقبِل قرابة 162,6°، بينما تساوي المسافة بخط مستقيم بين الساتل المرسِل والساتل المستقبِل في هذه الحالة بالكيلومتر 362 83 أو أقل. أما الشكلان 2 و3 فيعرضان الخصائص الهندسية لهذه الحالة.

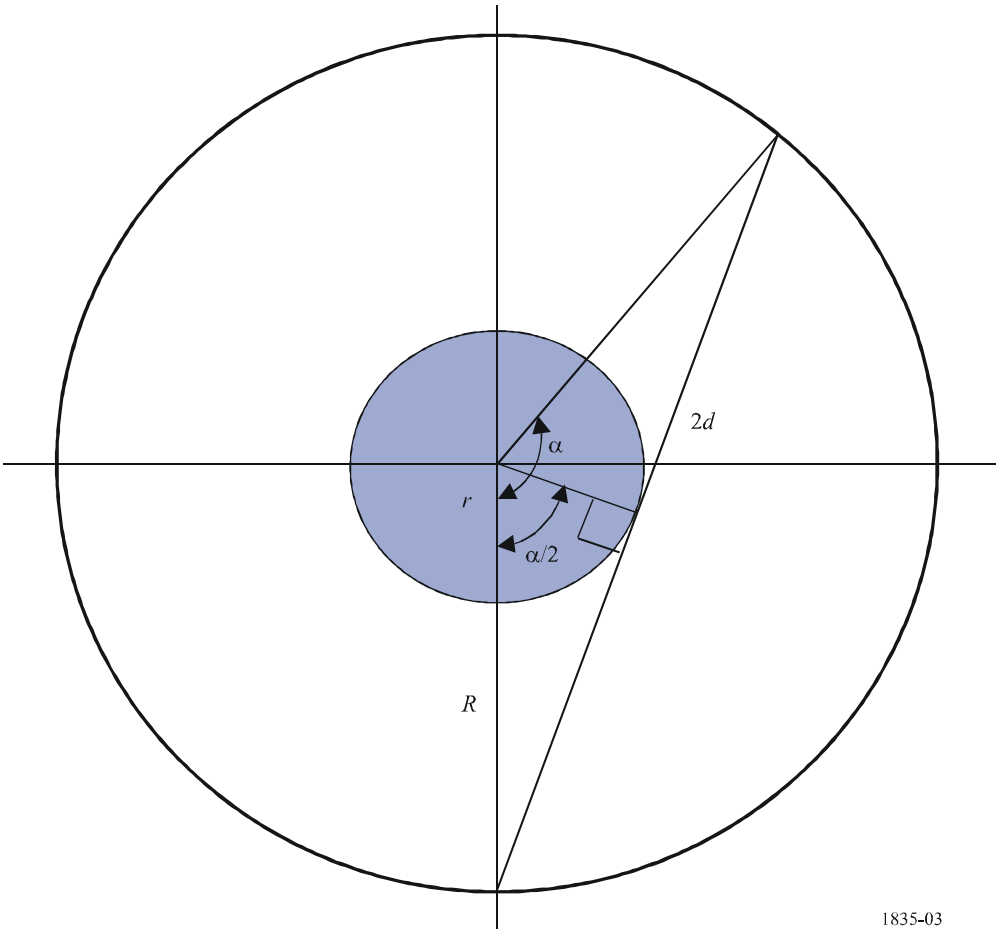
الشـــكل 2

تراكب حزمة الإرسال وحزمة الاستقبال في حالة الحافة الاستوائية



الشـــكل 3

الخصائص الهندسية في حالة الحافة الاستوائية



في الشكلين 2 و3 أعلاه، تنطبق المعادلات التالية:

R = ارتفاع مدار السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض = 35 796 km

r = نصف قطر الأرض = 6 370 km

$\cos(\alpha/2) = r/(r + R)$

$\alpha/2 = 81{,}3°$، $\alpha = 162{,}6°$

$2d = 2(r + R)\sin(\alpha/2) = 83\,362$ km

يتبيَّن من تفحّص الخصائص الهندسية لحالة التداخل عند الحافة الاستوائية أنه لا يوجد إلا عدد قليل من التوليفات بين المساحات المطلوبة تغطيتها بالإرسال والاستقبال والمواقع المدارية، التي يُحتمَل حصول تداخل فيها. فالتداخل عند حافة الأرض يمكن حصوله فقط: حين يعمل مرسل من شبكة GHz 24/17 في الإقليم 2 ومستقبل من شبكة GHz 17/12 في الإقليمين 1 و3، على خدمة بلدان ملاصقة لخط الاستواء، ويكون لهذين الساتلين مقدار لا بأس به من كسب الهوائي خارج المحور في مستوي خط الاستواء. ولكن لا يوجد في الإقليمين 1 و3 سوى مساحات قليلة نسبياً قريبة من خط الاستواء تغطيها خدمة الإرسال الساتلي. وهذه المساحات هي: إندونيسيا وأستراليا وبابوا غينيا الجديدة والهند وبعض بلدان وسط إفريقيا.

ويلزم، لكي يحصل أي تداخل ذي شأن عبر حافة الأرض، بين إرسال ساتل من شبكة GHz 24/17 في الإقليم 2 واستقبال ساتل من شبكة GHz 17/12 في الإقليمين 1 و3، أن تتحقق الشروط التالية جميعها:

- أن تغطي حزمة الساتل المرسِل أمريكا الوسطى أو أمريكا الجنوبية الاستوائية؛
- أن توجد قدرة إرسال لا بأس بعِظمها في مستوي خط الاستواء، يعني أن يكون وصول حزمة الإرسال بزاوية خفيضة؛
- أن تغطي حزمة الساتل المستقبِل بلداناً استوائية أو شبه مدارية؛
- أن يكون مقدار كسب هوائي ساتل الاستقبال في مستوي خط الاستواء مقداراً لا يستهان به، يعني أن يكون وصول حزمة الاستقبال بزاوية خفيضة.

ويرد في الجدول أدناه حساب القيمة العتبية $\Delta T/T$ لتداخل ما في تخصيص خطة الإقليم 3، تداخل مصدره ساتل إرسال من شبكة GHz 24/17 واقع في منطقة 2 وهمية. لقد استُعمِل في هذا التحليل التخصيص INDA_101 للإقليم 3. وتم تحصيل قيمة الكسب خارج المحور لهوائي الاستقبال (الواردة في السطر 7) باستعمال النظام البياني لإدارة التداخل (GIMS). حتى إذا كانت القدرة المشَعّة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.) المسببة للتداخل عالية بقيمة dBW 65، وكان تمييز كسب الهوائي خارج المحور معدوماً عند حافة الأرض، تكون القيمة العتبية $\Delta T/T$ أقل من 1%. فهذا المثال الشديد الحيطة يبرهن على أن احتمال حدوث أي تداخل ذي شأن عند حافة الأرض ضعيف للغاية.

الجـــدول 4

حساب القيمة العتبية $\Delta T/T$ في حالة الحافة الاستوائية

رقم السطر	المعلمة	الوحدة	
1	درجة حرارة النظام في تخصيص الإقليم 1/3	dBK	27,8
2	ثابت بولتسمان	dB(W/K/Hz)	228,6
3	كثافة قدرة الضوضاء (N_0)	dB(W/Hz)	200,8–
4	التردد	GHz	17,5
5	مساحة تناحٍ	dB(m^2)	46,3–
6	عرض نطاق المرسِل المستجيب في شبكة GHz 17	MHz	24,0
7	كسب استقبال ساتل الإقليم 1/3 تجاه الساتل المسبب للتداخل	dBi	0,7
8	قيمة الذروة للقدرة e.i.r.p. في الساتل المسبب للتداخل	dBW	65,0
9	التمييز خارج المحور للساتل المسبب للتداخل	dB	0,0
10	المسافة الفاصلة المدارية بين السواتل بالدرجة	degrees	162,6
11	المسافة الفاصلة المدارية بالكيلومتر	km	83 361,7
12	خسارة التمديد	dB	169,4
13	قدرة استقبال الساتل المسبب للتداخل	dBW	150,1–
14	I_0/N_0	dB	23,0–
15	Delta T/T	%	**0,5**

4 الاستنتاجات

يبيِّن التحليل المعلماتي المعروض في هذا الملحق إمكان سيناريوهين اثنين فقط لاحتمال حصول تداخل، يسببه ساتل إرسال للخدمة الإذاعية الساتلية (BSS)، من شبكة GHz 24/17 في الإقليم 2، لسواتل من شبكة GHz 17/12 وتشغيلها خاضع لأحكام التذييلين 30 و30A من لوائح الراديو، وذلك في أي إقليم. يجري أحد هذين السيناريوهين (حالة تجاور الساتلين) حين تكون المسافة الفاصلة بين ساتل الإرسال وساتل الاستقبال ضيقة جداً، ويجري السيناريو الآخر (حالة الحافة الاستوائية للأرض) حين يكون الساتل المرسل والساتل المستقبِل في موقعين متقابلين عبر قوس مدار السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض.

بخصوص حالة تجاور الساتلين، يجب الاعتناء في تصميم سواتل شبكة GHz 24/17 بحيث تكون قدرة الإرسال باتجاه القوس المداري (أي على خط يشكل معه 90° تقريباً) منخفضة بما فيه الكفاية لتجنّب التداخل مع سواتل الاستقبال المجاورة التابعة لشبكة GHz 17/12، كما هو مبيَّن في جداول المعْلَمات من الجدول 1 إلى 3 ضمناً. وفي صدد هذه الحالة، تم تبيين أنه يمكن، مع توافر خصائص تشغيل معقولة، المباعدة بين سواتل الإرسال وسواتل الاستقبال بمقدار 0,02 إلى نحو 0,3°، قبل إضافة قيمة التفاوت المسموح به من أجل ضبط وضع المحطة.

أما حالة الحافة المدارية، فيمكن فيها تجنب أي احتمال لتداخل ذي شأن بمجرد تدابير وقائية بسيطة، مثل الحفاظ على زوايا وصول الحُزَم إلى المساحات التي تغطيها الخدمة فوق 20°، وتخفيض مقدار فائض القدرة المرسلة باتجاه القوس المداري.