التوصيـــة ITU-R S.1780*

التنسيق بين شبكات الخدمة الثابتة الساتلية في مدار مستقر بالنسبة إلى الأرض وشبكات الخدمة الإذاعية الساتلية في النطاق GHz 17,8-17,3

(2007)

مجال التطبيق

تتناول هذه التوصية مسألة التنسيق بين الأنظمة فيما بين شبكات الخدمة الإذاعية الساتلية (BSS) التي تخدم الإقليم 2 وشبكات الخدمة الثابتة الساتلية (FSS) التي تخدم الإقليم 1 و/أو 3 في جميع أجزاء نطاق التردد GHz 17,8-17,3 أو في جزء منه. وقد أثيرت هذه المسألة نتيجة إدخال التوزيع الأولي للخدمة الإذاعية الساتلية في الإقليم 2 اعتباراً من 1 أبريل 2007، والتوزيع الحالي الأولي للخدمة الثابتة الساتلية (فضاء-أرض) في الإقليم 1 (GHz 17,8-17,3) وفي الإقليم 3 (GHz 17,8-17,7). وتمت مراعاة الخصائص التمثيلية لأنظمة الخدمتين FSS وBSS بهدف إجراء تحليل تقني لمتطلبات التنسيق.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أنه عملاً بالرقم 517.5 من لوائح الراديو، يبدأ العمل في الإقليم 2 بالتوزيع للخدمة الإذاعية الساتلية في النطاق GHz 17,8-17,3 بتاريخ 1 أبريل 2007؛

ب) أن هناك اشتراط لتحديد احتياجات التنسيق بين شبكات الخدمة الثابتة الساتلية (FSS) التي تخدم الإقليم 1 و/أو 3، وشبكات الخدمة الإذاعية الساتلية التي تخدم الإقليم 2؛

ج) أن تطبيق طرائق بسيطة لتحديد احتياجات التنسيق بين شبكات الخدمة FSS والخدمة BSS، من شأنها أن تسرّع عملية التنسيق وفقاً لأهداف القرار 86 الصادر عن مؤتمر المندوبين المفوضين (مراكش، 2002)؛

د) أنه يمكن أن تؤخذ الخصائص النمطية لشبكات الخدمتين FSS وBSS في الاعتبار لوضع قوس التنسيق الذي يجب تطبيقه بين هذه الشبكات؛

هـ) أنه عند تطبيق قوس التنسيق لتحديد متطلبات التنسيق، يمكن للإدارات أن تطلب بموجب أحكام الرقم 41.9 من لوائح الراديو، أن يتم إدراجها في عملية تنسيق الشبكات التي توجد خارج قوس التنسيق المحدد والمعرّف في التذييل 5 للوائح الراديو؛

و) أن في الحالات المشار إليه في البند هـ) من "*إذ تضع في اعتبارها*"، قد تحتاج الإدارات التي تطلب أن يتم إدراجها في عملية التنسيق، إلى بعض المعلومات لمساعدتها على إجراء التنسيق،

* ينبغي أن تحاط فرقة العمل 6 علماً بهذه التوصية.

إذ تلاحظ

أ) أنه وفقاً للرقم 517.5 من لوائح الراديو، بعد 1 أبريل 2007، يجب ألا تسبب الخدمة الثابتة الساتلية (فضاء-أرض) في الإقليم 2 في النطاق GHz 17,8-17,7 تداخلات ضارة بالأنظمة العاملة في الخدمة الإذاعية الساتلية كما لا يحق لها المطالبة بحماية من التداخلات التي تسببها هذه الأنظمة،

توصـــي

1 بقيام الإدارات بموجب أحكام الرقم 7.9 من لوائح الراديو، عند إجراء التنسيق بين تخصيصات متصلة بشبكة ساتلية مستقرة بالنسبة إلى الأرض (GSO) في الخدمة الإذاعية الساتلية التي تخدم الإقليم 2 في نطاق التردد GHz 17,8-17,3، وتخصيصات متصلة بشبكة ساتلية مستقرة بالنسبة إلى الأرض (GSO) في الخدمة الثابتة الساتلية التي تخدم الإقليم 1 و/أو الإقليم 3 في نطاق التردد نفسه، بمراعاة العناصر الواردة في الملحق 1 من أجل تيسير هذا التنسيق.

الملحق 1

التنسيق بين الشبكات GSO BSS (فضاء–أرض) في الإقليم 2 والشبكات GSO FSS (فضاء–أرض) في النطاق GHz 17,8-17,3

قام قطاع الاتصالات الراديوية بتنقيح القيمة الممكنة لقوس التنسيق في النطاق GHz 17,8-17,3 عملاً بالقرار (WRC-03) 901. ويوزع هذا النطاق على أساس كلي أو جزئي للخدمة الإذاعية الساتلية في الإقليم 2 وللخدمة الثابتة الساتلية في الاتجاه فضاء–أرض. وينطبق الرقم 516B.5 من لوائح الراديو على التوزيع للوصلة الهابطة في الخدمة FSS في الإقليم 1.

ويحتوي هذا الملحق على نتائج الدراسات التي أجريت بشأن التنسيق بين الشبكات GSO BSS في الإقليم 2 والشبكات FSS التي تقتصر مناطق خدمتها على الإقليم 1 (أجرى قطاع الاتصالات الراديوية أيضاً دراسات متبادلة وتوصل إلى نفس الاستنتاجات الواردة في هذا الملحق). والنتائج المقدمة في هذا الملحق هي نتيجة العزل الجغرافي الطبيعي بين الكتل الأرضية في الإقليمين. ويمكن تطبيق الاستنتاجات المستخلصة الواردة في هذا الملحق على الشبكات FSS في الإقليم 3، مع مراعاة العزل الجغرافي بين الإقليمين 2 و3.

1 المنهجية

تستند المنهجية المستعملة لدراسة القيمة الملائمة المحتملة لقوس التنسيق إلى الطريقة الموصوفة في التذييل 8 للوائح الراديو كما ورد وصفها في التذييل 5 للوائح الراديو فيما يتعلق بطلبات التنسيق بموجب الرقم 7.9 من لوائح الراديو.

كان الهدف من هذه الدراسة ما يلي:

- تقييم القدرة المشعة المكافئة المتناحية التي يمكن أن تشعها شبكة في الخدمة BSS عبر الإقليم 1 دون استهلال التنسيق مع شبكة في الخدمة FSS ويتوقف ذلك على الفصل المداري القائم بين الشبكتين؛
- مقارنة القيم التي توصلت إليها الدراسات الموصوفة في الفقرة أعلاه مع المعلمات التقنية للأنظمة BSS المعدة للنشر في النطاق GHz 17,8-17,3.

1.1 حساب القدرة المشعة المكافئة المتناحية القصوى المشعة دون استهلال التنسيق

تم حساب كثافة التداخل انطلاقاً من درجة حرارة ضوضاء نظام الاستقبال ومعيار التداخل. وبعد ذلك تم حساب كثافة القدرة المشعة المكافئة المتناحية باتجاه إقليم معين، انطلاقاً من كثافة التداخل هذه مع مراعاة الخسارة في الفضاء الحر فقط:

$$e.i.r.p.(density) = 10 \log\left(\frac{T_{ES}\,\frac{\Delta t}{t}\,kl_d}{g_{ES}(\theta_t)}\right)$$

حيث:

(كثافة) e.i.r.p.: كثافة القدرة المشعة المكافئة المتناحية التي يشعها الساتل باتجاه منطقة معينة ((dB(W/Hz)

T_{ES}: درجة حرارة ضوضاء نظام الاستقبال عند خرج الهوائي (K)

$\Delta t/t$: معيار التداخل

K: ثابت بولتزمان $(1{,}38 \times 10^{-23}$ J/K)

l_d: خسارة الإرسال في الفضاء الحر على الوصلة الهابطة

$g_{ES}(\theta_t)$: كسب هوائي الاستقبال للمحطة الأرضية باتجاه الساتل المسبب للتداخل

(θ_t): زاوية رأسها المراقب بين السواتل المرغوبة والسواتل المسببة للتداخل.

تم حساب الخسارة في الفضاء الحر بافتراض مسافة تبلغ 38 650 Km وتردد قدره 17,3 GHz. وتم افتراض أيضاً أن الزاوية التي رأسها المراقب أكبر من الزاوية التي رأسها مركز الأرض بنسبة 10%. ولم تتم مراعاة فائدة الاستقطاب.

2 المعلمات التقنية للشبكات BSS وFSS

1.2 الشبكات BSS

تقدم هذه الفقرة معلمات الخدمة BSS (لا سيما القدرة المشعة المكافئة المتناحية القصوى للساتل، والفصل الجغرافي) في الأنظمة المعدة للنشر في النطاق 17,3-17,8 GHz. وبالتالي يمكن مقارنة هذه المعلمات بالمعلمات الواردة في الفقرة 3 التي لن تستهل التنسيق بين الشبكات BSS وFSS.

1.1.2 الكثافة القصوى للقدرة المشعة المكافئة المتناحية للساتل

يبين التذييل 1 أنه فيما يتعلق بالنظام الأول، ستبلغ القدرة المشعة المكافئة المتناحية القصوى للساتل 57,2 dBW/25 MHz (أي −16,8 dB(W/Hz) في حال توزيع القدرة على نحو متساوٍ)، وبالنسبة إلى النظام الثاني، تتراوح القدرة المشعة المكافئة المتناحية القصوى للساتل بين 64,2 dBW و68,5 dBW (تتراوح عروض النطاق للقنوات المرتبطة بها بين 25 MHz و500 MHz). وفي حالة هذه الشبكة الثانية، ليس من الواضح ما إذا كانت هناك علاقة بين القيمة الأعلى للقدرة e.i.r.p. والقناة الأوسع: وفي هذه الحالة، تتراوح قيم الكثافة للقدرة e.i.r.p. بين −9,8 dB(W/Hz) و−18,5 dB(W/Hz) في حال افتراض توزيع القدرة على أساس متساوٍ.

وتشمل دراسات أخرى أجريت في قطاع الاتصالات الراديوية الأمثلة التالية للقيم القصوى للقدرة e.i.r.p. في الخدمة BSS:

- بالنسبة إلى حزمة بتغطية عامة، تبلغ ذروة e.i.r.p. (−16,3 dB(W/Hz)) 58 dBW/27 MHz؛
- بالنسبة إلى حزمة نقطية، تبلغ أقصى e.i.r.p. (−4,3 dB(W/Hz)) 70 dBW/27 MHz

2.1.2 العزل الجغرافي

يحتوي التذييل 2 على آثار تمثيلية لسواتل الخدمة BSS (أو أغلفة). ومن خلال هذه الأمثلة، يمكن ملاحظة أن العزل الجغرافي بين الإقليم 2 والإقليم 1 يتراوح ما بين أكثر من 10 dB و35 dB كحد أقصى. ولأغراض هذه الدراسة، تم بالتالي إجراء تقييم معلمي باستعمال القيم 10 dB و15 dB و20 dB للعزل الجغرافي.

2.2 الشبكات FSS

1.2.2 معيار التداخل

يستند هذا المعيار إلى الفقرة الواردة في التذييل 5 للوائح الراديو المتعلق بالرقم 7.9 من لوائح الراديو الذي يجري بموجبه تنسيق الأنظمة FSS في النطاق GHz 17,8-17,3:

$$\frac{\Delta T}{T} = 6\%$$

2.2.2 خصائص محطة الاستقبال الأرضية

تقدم هذه الفقرة خصائص محطة الاستقبال الأرضية في الخدمة FSS، وهي تمثل الخصائص التي من المخطط نشرها في النطاقات المجاورة (لا سيما النطاق GHz 20,2-17,7). وبالتالي تم افتراض ما يلي:

- قطر الهوائي: 45 و60 و90 و120 cm[1]؛
- مخطط إشعاع الهوائي: جرى النظر في أربعة مخططات للهوائي، وهي المخططات الواردة في الملحق III بالتذييل 8 للتوصية ITU-R S.465 (يكملها التذييل 8 فيما يتعلق بالحزمة الرئيسية) وفي التوصية ITU-R S.580 (يكملها التذييل 8 فيما يتعلق بالحزمة الرئيسية) وفي التوصية ITU-R BO.1213؛
- درجة حرارة ضوضاء نظام الاستقبال عند خرج هوائي المحطة الأرضية في الخدمة FSS: 140 K.

3 التداخلات التي تسببها الشبكات GSO BSS للشبكات GSO FSS

تحتوي الفقرة 1.2 على بعض كثافات القدرة e.i.r.p. النمطية التي يمكن أن تشعها الشبكات BSS عبر الإقليم 2. ويلخص الجدول 1 الفصل المداري الأدنى اللازم لإرسال بعض الكثافة e.i.r.p. دون تفعيل التنسيق حسب مخططات هوائي الخدمة FSS.

[1] يمكن استعمال هوائيات أكبر للبوابات. إلا أنه نظراً لكون النطاق محدداً لتطبيقات عالية الكثافة في الخدمة FSS (انظر الرقم 516B.5 من لوائح الراديو)، تمت مراعاة الهوائيات الصغيرة أساساً.

الجدول 1

الفصل المداري اللازم لعدم تفعيل التنسيق مع الشبكات FSS

		العزل الجغرافي								
		dB 10	dB 10	dB 10	dB 15	dB 15	dB 15	dB 20	dB 20	dB 20
		القدرة e.i.r.p. للساتل BSS في الإقليم 2								
		dB(W/Hz) 5−	dB(W/Hz) 10−	dB(W/Hz) 15−	dB(W/Hz) 5−	dB(W/Hz) 10−	dB(W/Hz) 15−	dB(W/Hz) 5−	dB(W/Hz) 10−	dB(W/Hz) 15−
مخططات هوائيات الخدمة FSS	التذييل 8 للوائح الراديو	°19,4	°12,2	°7,7	°12,2	°7,7	°4,8	°7,7	°4,8	°2,7
	التوصية ITU-R S.465	°11,3	°7,1	°4,5	°7,1	°4,5	°3,4	°4,5	°3,4	°2,6
	التوصية ITU-R S.580	°8,6	°5,4	°3,4	°5,4	°3,4	°3,4	°3,4	°3,4	°2,6
	التوصية ITU-R BO.1213	°8,6	°5,4	°3,4	°5,4	°3,4	°2,8	°3,4	°2,8	°2,3

1.4 استنتاج

يبين هذا الملحق أن قيمة قوس التنسيق البالغة ±8° ستكفي بصورة عامة لتفعيل التنسيق بين الشبكات BSS التي تخدم الإقليم 2 والشبكات FSS التي تخدم الإقليم 1.

وتجدر الملاحظة أنه يمكن افتراض نفس التمييز الجغرافي بين الإقليمين 2 و3 المفترض بين الإقليمين 2 و1. وبالتالي، يمكن تطبيق نفس النتائج على حالة التنسيق بين الشبكات BSS التي تخدم الإقليم 2 والشبكات FSS التي تخدم الإقليم 1.

التذييل 1
للملحق 1

أمثلة لمعلمات الأنظمة غير المخططة في الخدمة BSS
ووصلات التغذية المرتبطة بها في النطاقين GHz 17,8-17,3 وGHz 25,25-24,75

يحتوي الجدول التالي على ملخص بشأن المعلومات التمثيلية للتنسيق المتعلق بالأنظمة BSS في الإقليم 2 المقدمة إلى مكتب الاتصالات الراديوية. وتعتبر هذه الأنظمة أمثلة توضيحية عن أنماط الأنظمة المعدة لتشغيلها في إطار التوزيع للخدمة BSS في الإقليم 2.

خصائص النظام

		النظام A	النظام B
المدار		GSO	GSO
الموقع		W °95,0	W °101,0
التردد	وصلة صاعدة	GHz 25,25-24,75	GHz 25,25-24,75
	وصلة هابطة	GHz 17,8-17,3	GHz 17,8-17,3
الإذاعة			
التغطية		أمريكا الشمالية	أمريكا الشمالية
عرض النطاق المخصص للقناة		MHz 25	MHz 500-25
الوصلة صاعدة			
كسب هوائي الاستقبال للساتل		dBi 35	dBi 49,4
حجم هوائي الإرسال للمحطة الأرضية		m 3,5، m 5,6	m 13-5
كسب هوائي الإرسال للمحطة الأرضية (الأقصى)		dBi 57,0، dBi 61,1	dBi 68,8-60,5
درجة حرارة ضوضاء نظام الاستقبال للساتل		K 730	K 810
مخطط هوائي الإرسال للمحطة الأرضية		RR AP 4، A، B، C، D، معلمات φ: 29، 25، 32، 25، 7°	التوصية ITU-R S.465
الاستقطاب		دائري مياسر	دائري مياسر
القدرة القصوى المتاحة عند دخل هوائي الإرسال للمحطة الأرضية		dBW 22,2	dBW 29,5-21,2
الوصلة الهابطة			
كسب هوائي الإرسال للساتل		dBi 35	dBi 49,4
حجم هوائي الاستقبال للمحطة الأرضية		m 1,4-0,45	m 1,2-0,45
كسب هوائي الاستقبال للمحطة الأرضية		dBi 46,0-36,1	dBi 45,0-36,5

	النظام A	النظام B
الإذاعة (*تابع*)		
الاستقطاب	دائري ميامن	دائري ميامن
درجة حرارة ضوضاء نظام الاستقبال للمحطة الأرضية	K 170	K 140
مخطط هوائي الاستقبال للمحطة الأرضية	انظر المخطط المفصل الوارد بعد هذا الجدول	التوصية ITU-R S.465
القدرة القصوى المتاحة عند دخل هوائي الإرسال للمحطة الأرضية	dBW 22,2	dBW 19,1-14,8
E_b/N_0	dB 6,5	لا توجد معلومات
العتبة C/N	dB 6,6	لا توجد معلومات
النسبة C/N اللازمة (سماء صافية)	dB 9,0	وصلة صاعدة dB 17,4 وصلة هابطة dB 17,6-6
النظام A فقط **الوصلة الأمامية**		
التغطية	مرئي من سطح الأرض	
عرض نطاق القناة	MHz 25	
وصلة صاعدة		
كسب هوائي الاستقبال للساتل	dBi 44,5	
حجم هوائي الإرسال للمحطة الأرضية	m 5,6، m 3,5	
كسب هوائي الإرسال للمحطة الأرضية (الأقصى)	dBi 61,1، dBi 57,0	
درجة حرارة ضوضاء نظام الاستقبال للساتل	K 730	
مخطط هوائي الإرسال للمحطة الأرضية	RR AP 4، A، B، C، D، معلمات φ: 29°، 25°، 32°، 25°، 7°	
الاستقطاب	دائري مياسر	
القدرة القصوى المزودة عند دخل هوائي الإرسال للمحطة الأرضية	dBW 18,0	
الوصلة الصاعدة		
كسب هوائي الإرسال للساتل	dBi 44,5	
حجم هوائي الاستقبال للمحطة الأرضية	m 1,4-0,45	
كسب هوائي الاستقبال للمحطة الأرضية	dBi 46,0-36,1	
الاستقطاب	دائري ميامن	
درجة حرارة ضوضاء نظام الاستقبال للساتل	K 170	
مخطط هوائي الاستقبال للمحطة الأرضية	انظر المخطط المفصل الوارد بعد هذا الجدول	
القدرة القصوى المتاحة عند دخل هوائي الإرسال للساتل	dBW 21,0	
E_b/N_0	dB 6,5	
العتبة C/N	dB 6,6	
النسبة C/N اللازمة (سماء صافية)	dB 11,0	
وصلة العودة		
التغطية	مرئي من الأرض	
عرض نطاق القناة	MHz 113 ،MHz 55	
الوصلة الصاعدة		
كسب هوائي الاستقبال للساتل	dBi 44,5	
حجم هوائي الإرسال للمحطة الأرضية	m 1,4-0,45	

	النظام A	النظام B
وصلة العودة *(تابع)*		
كسب هوائي الإرسال للمحطة الأرضية (الأقصى)	dBi 49,1-39,2	
درجة حرارة ضوضاء نظام الاستقبال للساتل	K 730	
مخطط هوائي الإرسال للمحطة الأرضية	التوصية ITU-R S.465	
استقطاب الوصلة الصاعدة	دائري مياسر، دائري ميامن	
القدرة القصوى المزودة عند دخل هوائي الإرسال للمحطة الأرضية	dBW 36,4، MHz 39,7	
الوصلة الهابطة		
كسب هوائي الإرسال للساتل	dBi 44,5	
حجم هوائي الاستقبال للمحطة الأرضية	m 5,6، m 3,5	
كسب هوائي الاستقبال للمحطة الأرضية	dBi58,0، dBi 54	
استقطاب الوصلة الهابطة	دائري ميامن، دائري مياسر	
درجة حرارة ضوضاء نظام الاستقبال للساتل	K 185	
مخطط هوائي الاستقبال للمحطة الأرضية	RR AP 4، A، B، C، D، معلمات φ: 29°، 25°، 32°، 25°، 7°	
القدرة القصوى المزودة عند دخل هوائي الإرسال للساتل	dBW 21,2	
E_b/N_0	dB 6,5	
العتبة C/N	dB 6,6	
النسبة C/N اللازمة (سماء صافية)	dB 10,0	

مخطط هوائي الاستقبال للمحطة الأرضية في النظام A

مخطط هوائي الاستقبال للمحطة الأرضية:

$$G_{co}(\varphi) = G_{max} - 2{,}5 \times 10^{-3} \left(\frac{D}{\lambda}\varphi\right)^2 \quad \text{for} \quad 0 \le \varphi < \varphi_m \quad \text{où } \varphi_m = \frac{\lambda}{D}\sqrt{\frac{G_{max} - G_1}{0{,}0025}}$$

$$G_{co}(\varphi) = G_1 = 29 - 25 \log_{10} \varphi_r \quad \text{for} \quad \varphi_m \le \varphi < \varphi_r \quad \text{où } \varphi_r = 95\,\frac{\lambda}{D}$$

$$G_{co}(\varphi) = 29\text{-}25 \log_{10} \varphi \quad \text{for} \quad \varphi_r \le \varphi < 7°$$

$$G_{co}(\varphi) = 7{,}9 \text{ dBi} \quad \text{for} \quad 7° \le \varphi < 9{,}2°$$

$$G_{co}(\varphi) = 32\text{-}25 \log_{10} \varphi \quad \text{for} \quad 9{,}2° \le \varphi < 48°$$

$$G_{co}(\varphi) = -10 \text{ dBi} \quad \text{for} \quad 48° \le \varphi < 180°$$

حيث:

G_{co}: كسب متحد الاستقطاب (dBi)

G_{max}: الكسب المتناحي الأقصى للهوائي (dBi)

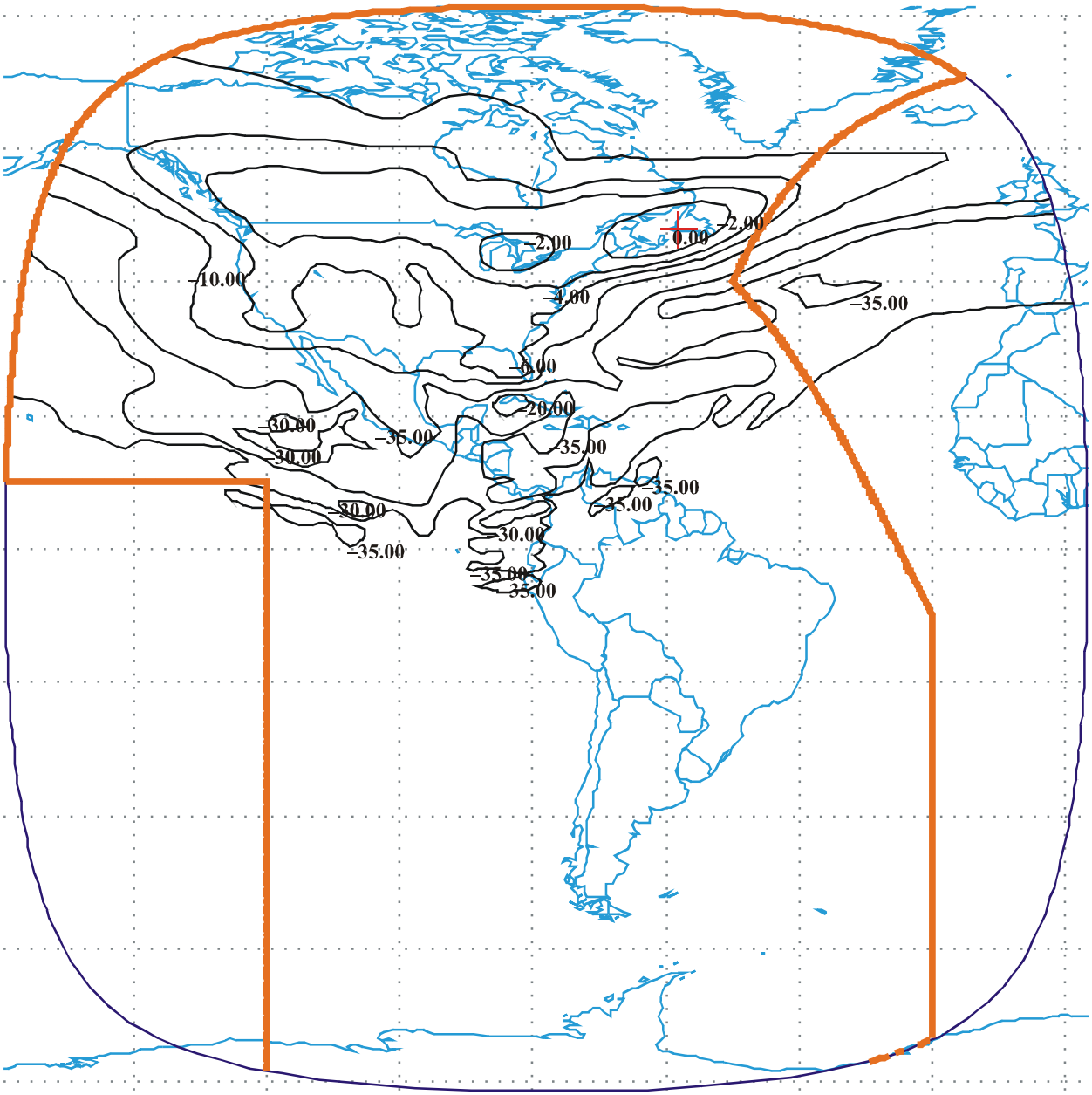
φ: زاوية خارج المحور (بالدرجات)

D: قطر الهوائي (m)

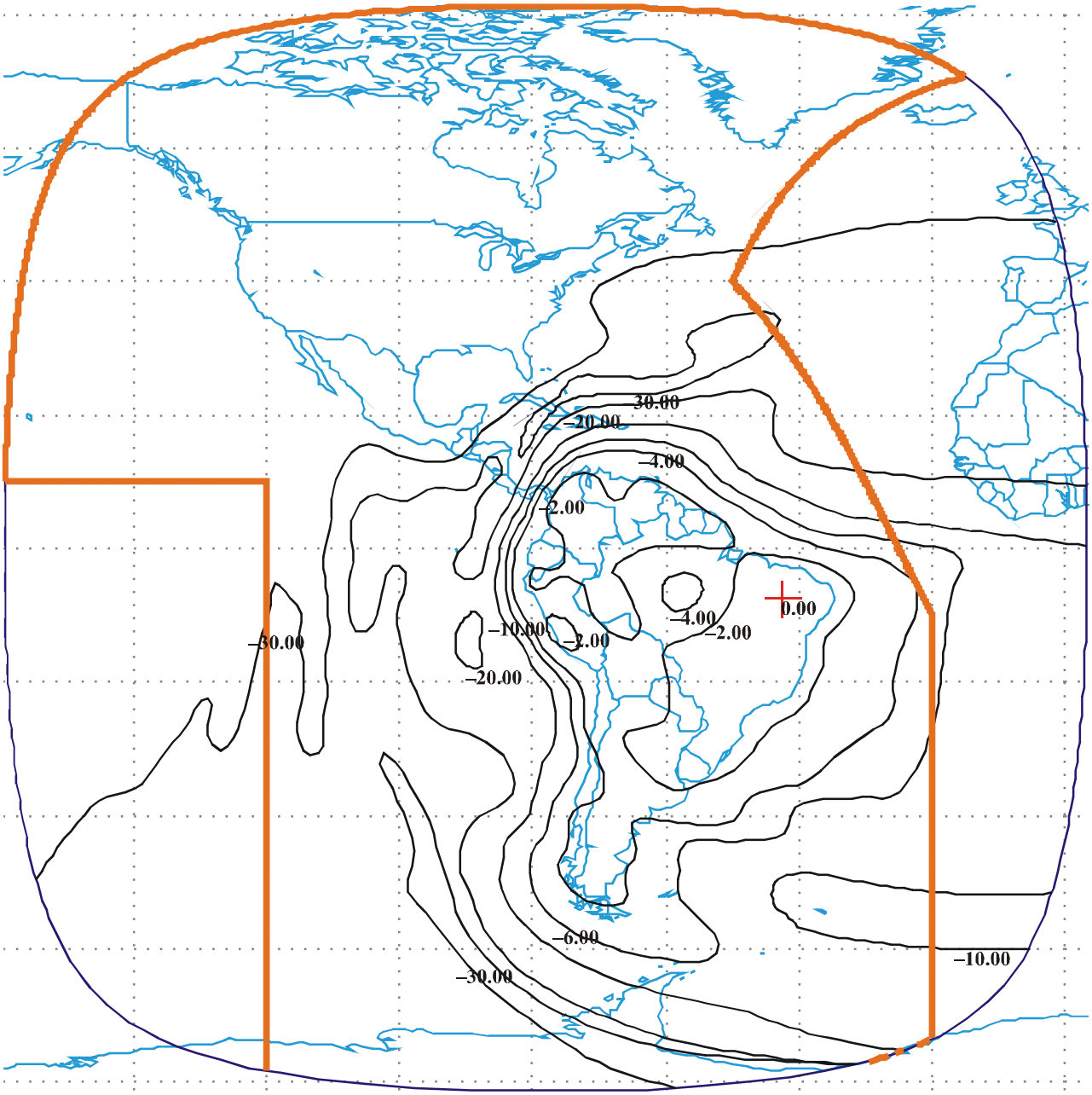
λ: طول الموجة (m)

التذييل 2
للملحق 1

أمثلة لمخططات هوائي الساتل BSS



1780-01



1780-02