التوصيـــة ITU-R SA.1807

الخصائص ومعايير التداخل في الأنظمة الساتلية للأرصاد الجوية العاملة في جوار GHz 18

(2007)

مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية الصادرة عن القطاع ITU-R معايير التداخل في الأنظمة الساتلية للأرصاد الجوية (MetSat) العاملة في جوار التردد GHz 18 ومعلمات الأنظمة المستخدمة في حسابات المعايير. وتوفر هذه المعايير الأساس اللازم لتحديد إمكانيات التقاسم مع الخدمات الأخرى المستفيدة من توزيع النطاق.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن معايير التداخل ضرورية لتصميم أنظمة ساتلية للأرصاد الجوية قادرة على العمل بأداء مرضٍ في وجود التداخل؛

ب) أن نطاقات التردد في جوار التردد GHz 18 الموزعة لخدمة سواتل الأرصاد الجوية (MetSat) متقاسمة مع الخدمة الثابتة والخدمة المتنقلة والخدمة الثابتة الساتلية (FSS) على أساس أولي مشترك؛

ج) أن معايير التداخل تساعد على إعداد معايير لتقاسم النطاقات بين الأنظمة، ومنها الأنظمة التي ستعمل في خدمات أخرى؛

د) أن إشارات التداخل الصادرة عن السواتل القريبة ذات المدارات المستقرة بالنسبة إلى الأرض (GSO) تتعرض للتوهين الناجم عن المطر بنفس القدر الذي تتعرض له الإشارات الصالحة؛

هـ) أن إشارات التداخل الآتية من مصادر أرضية تتسم بتوهين مختلف كثيراً عن توهين الإشارات الصالحة،

توصي

1 باستعمال معايير التداخل التي يضمها الجدول 1 من أجل إطلاق عمليات التنسيق مع الأنظمة القادمة لخدمات الأرض والخدمات الفضائية؛

2 باستعمال خصائص الأنظمة والطرائق المحددة في الملحق 1 كأساس لاستنتاج معلمات التداخل في الخدمة MetSat العاملة في نطاقات التردد قرب GHz 18؛

3 بتطبيق زيادة بنسبة 6% في درجة الضوضاء المكافئة في الوصلة من أجل إطلاق عمليات التنسيق بين محطات الإرسال الفضائية ومحطات الاستقبال الأرضية العاملة في الخدمة MetSat؛

4 بأن تستند خصائص الفصوص الجانبية للهوائي في المحطات الأرضية للأرصاد الجوية إلى نصوص التوصية ITU-R S.580.

الجدول 1

معايير التداخل في محطات الخدمة MetSat التي تستعمل مركبات فضائية في مدار مستقر بالنسبة إلى الأرض

وظيفة المحطة الأرضية ونوعها	قدرة الإشارة المسببة للتداخل في عرض النطاق المرجعي التي يتعين عدم تجاوزها لأكثر من 20% من الوقت ((dB(W/10 MHz))		قدرة الإشارة المسببة للتداخل في عرض النطاق المرجعي التي يتعين عدم تجاوزها لأكثر من p% من الوقت ((dB(W/10 MHz))	
	فضائية	للأرض	فضائية	للأرض
قراءة مباشرة للمعطيات هوائي كسبه 61 dBi النظام A	[1]129,1–	[2]140,7–	[3]114,4– $0{,}025 = p$	[4]114,4– $0{,}025 = p$
قراءة مباشرة للمعطيات هوائي كسبه 66 dBi النظام B	[1]132,0–	[2]145,7–	[3]117,3– $0{,}025 = p$	[4]117,3– $0{,}025 = p$

يتم أفضل أداء للنظام A في تباعد مداري قدره 2° وفي بيئة تشغيل محدودة بسبب التداخل. ويتم أفضل أداء للنظام B عند التشغيل في بيئة محدودة بسبب الضوضاء.

[1] السوية للساتل الواحد مع مراعاة التداخل التراكمي الصادر عن ثمانية سواتل متجاورة منتظمة التباعد فيما بينها بمقدار 2° على المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض وعن توزيع التداخل على الخدمات الفضائية نسبته 50%.

[2] السوية في نظام واحد للأرض مع توزيع تداخل على أنظمة الأرض بنسبة 50%.

[3] استناداً إلى التداخل قصير الأمد عرض صادر عن ساتلين غير مستقرين بالنسبة إلى الأرض وتوزيع تداخل على الخدمات الفضائية بنسبة 50%.

[4] استناداً إلى تداخل قصير الأمد عرضي صادر عن ساتلين غير مستقرين بالنسبة إلى الأرض وتوزيع تداخل على الخدمات الفضائية بنسبة 50%.

الملحـــق 1

الخصائص التقنية للأنظمة الساتلية للأرصاد الجوية (MetSat) العاملة في جوار التردد 18 GHz

يقدم هذا الملحق المعلمات المستخدمة في تحديد معايير التداخل في أنظمة الحيازة المباشرة لمعطيات الأرصاد الجوية. وتركز تصميمات الأنظمة النمطية لسواتل الأرصاد الجوية للجيل القادم على ساتل GSO يرسل المعطيات إلى محطة أرضية كبيرة نسبياً بترددات حاملة قريبة من 18,2 GHz. وتظهر خصائص النظام الأساسية في الجدول 1. وينبغي أن تتوافق مخططات الفصوص الجانبية لهوائيات محطات الأرصاد الجوية مع التوصية ITU-R S.580 فيما يتعلق بهوائيات الخدمة الثابتة الساتلية ذات تناقص يتراوح بين 29 و25 $\log \theta$ بغية تسهيل التقاسم مع الخدمة الثابتة الساتلية.

ويطلب عادةً نسبة تيسر قدرها 99,9% في النظام كأساس علماً بأن هناك اتجاهاً نحو طلب نسبة 99,99% من التيسر. وتعمل الأنظمة التي تستعمل تشفير القناة عادةً بمعدل خطأ بتات يقارب 10^{-7}. وتستند النسبة S/N المطلوبة إلى التشكيل 8-PSK مع $R = 1/2$ لتشفير القناة التلافيفي وخسارات تقنية قدرها 2 dB.

وهناك نوعان من الأنظمة، النظام A، وصمم ليعمل على أفضل وجهٍ بتباعد مداري قدره 2° وبيئة تشغيل محدودة التداخل، والنظام B، وصمم ليعمل على أفضل وجه عند تشغيله في بيئة محدودة الضوضاء.

استخدام تحديد معايير التداخل معطيات X حصيلة الوصلات وخاصةً الهوامش والنسب S/Ns، مع خوارزمية التوصية ITU-R SA.1022، وذلك بهدف تحديد قيم كثافة قدرة التداخل المسموح بها على الأمدين القصير والطويل.

الجدول 1

أمثلة لحصيلة الوصلات في الأنظمة الساتلية للأرصاد الجوية العاملة قرب GHz 18

	النظام A	النظام B	الوحدات
تردد الموجة الحاملة	18,2	18,2	GHz
أقصى عرض نطاق	300	300	MHz
أصغر زاوية ارتفاع	5	5	بالدرجات
قدرة التردد الراديوي في الساتل	16,8	10,0	dBW
كسب هوائي الساتل	48,1	46,5	dBi
الخسارة في العازل والمرشاح وجهاز التسوية والكبل والموصل	2,0	2,0	dB
القدرة .e.i.r.p في الساتل	62,9	54,5	dBW
المسافة بين الساتل والمحطة الأرضية	41 343	41 343	km
خسارة الانتشار في الهواء الطلق	210,0	210,0	dB
الخسارة الناتجة عن الاستقطاب والتسديد وغازات الجو	0,9	0,9	dB
الخسارة في الوصلة الهابطة على الأمد الطويل	210,9	210,9	dB
هامش المطر لتيسر بنسبة 99,9%	15,0	15,0	dB
الخسارة في الوصلة الهابطة على الأمد القصير	225,9	225,9	dB
نصف قطر هوائي المحطة الأرضية	8,0	15,0	m
كسب هوائي المحطة الأرضية	60,7	66,1	dBi
سوية قدرة الإشارة للأمد القصير في دخل المستقبل	102,3–	105,2–	dBW
درجة حرارة المستقبل	300	300	K
الكثافة pfd على سطح الأرض	122,2–	130,5–	$dB(W/(m^2 \cdot MHz))$
كثافة قدرة الضوضاء في المستقبل	203,8–	203,8–	dB(W/Hz)
نسبة كثافة الإشارة إلى الضوضاء (C/N_0) – للأمد الطويل	116,5	113,6	dB/Hz
نسبة كثافة الإشارة إلى الضوضاء (C/N_0) – للأمد القصير	101,5	98,6	dB/Hz
النسبة C/N_0 المطلوبة في التشكيل 8-PSK ونسبة تشفير R = 1/2، $BER = 10E^{-7}$	97,0	97,0	dB/Hz
هامش النظام – للأمد الطويل	19,5	16,6	dB
هامش النظام – للأمد القصير	4,49	1,58	dB

ونظراً لأن النطاق تتقاسمه عدة خدمات أخرى، فمن الضروري توزيع سويات التداخل توزيعاً مناسباً. وفيما يتعلق بتوزيع التداخل للأمد الطويل بين الأنظمة الفضائية والأنظمة للأرض، يتوقع أن ينتج عن الخدمة الفضائية وخدمة الأرض تداخل بتوزيعات متساوية قرب التردد GHz 18. لذا يقترح افتراض توزيع بنسبة 50% لكل من هذين المصدرين.

وفيما يتعلق بالتداخل للأمد الطويل، ينبغي التمييز بين الخدمات للأرض والخدمات الفضائية بسواتل المدارات GSO. وستتأثر الإشارات المطلوبة والإشارات المسببة للتداخل الصادرة عن سواتل قريبة من GSO والتي تستقبلها محطة أرضية بالتوهين الناتج عن المطر بنفس الطريقة. فالإشارة المسببة للتداخل ستعاني من التوهين بنفس المقدار الذي تعاني فيه الإشارة المطلوبة، إذ إن خلايا المطر فوق المحطة الأرضية تكون عادةً أكبر من مساحة التقاطع مع المخروط الذي تحدده زاوية التباعد. لذا يكفي تخصيص النسبة *S/I* بمفردها. وفي الحالة الخاصة التي تسبب فيها الخدمة FSS تداخلاً في الخدمة MetSat، افتُرض أن نسبة *S/I* قدرها dB 20 ملائمة. ويتم التنسيق عادةً في نطاق التردد هذا بالنسبة لسواتل gso بمباعدة قدرها ±8°. وينبغي مراعاة

التداخل الصادر عن السواتل الثمانية إذا بلغ التباعد الزاوي 2º. ويبلغ انخفاض التداخل في ساتل خدمة FSS واحد مقارنة بالتداخل التراكمي الناجم عن ثمانية سواتل 4 dB استناداً إلى التناقص النمطي في الفصوص الجانبية للهوائي. ويعرض الجدول 2 المعلمات التي تتيح وضع معايير التداخل التي يوصى بها.

الجدول 2

معايير كثافة قدرة التداخل للأمد الطويل في الخدمة FSS

	النظام A	النظام B	الوحدات
سوية قدرة إشارة الخدمة MetSat المستقبلة على الأمد الطويل	87,3–	90,2–	dBW
سوية كثافة قدرة الإشارة المستقبلة للأمد الطويل	102,1–	105,0–	dB(W/10 MHz)
نسبة الإشارة إلى التداخل المطلوبة	20,0	20,0	dB
نسبة التداخل للأمد الطويل في الخدمة FSS	50	50	
كثافة قدرة التداخل التراكمي المقبول في الخدمة FSS	125,1–	128,0–	dB(W/10 MHz)
عامل تنقيص التداخل على أساس مباعدة قدره 2° بين السواتل الثمانية	4,0	4,0	dB
معايير كثافة قدرة التداخل للأمد الطويل المسموح بها في نظام واحد لخدمة FSS	129,1–	132,0–	dB(W/10 MHz)

ولا علاقة مبدئياً بين التوهين في مسار الإشارات الصادرة عن مصادر التداخل الأرضية وذلك الذي يؤثر على الإشارة المطلوبة. ولذا يجب وضع هوامش حماية أعلى من أجل تغطية الحالات التي يقع فيها التوهين الأقصى في الإشارة المطلوبة بينما لا تتأثر الإشارة المسببة للتداخل تقريباً. ومن أجل تحديد التداخل المسموح به للأمد الطويل والصادر عن خدمات الأرض، يفترض أن ثلث هامش الحماية من التداخل للأمد القصير متيسر ($q = 1/3$). وقد استعملت لذلك المعادلة التالية الواردة في التوصية ITU-R SA.1022.

$$I_0 = N_0\left(M^q - 1\right)$$

حيث:

I_0: كثافة التداخل التراكمي للأمد الطويل

N_0: الضوضاء في المحطة الأرضية للأرصاد الجوية

M: هامش الحماية للأمد الطويل

q: عامل تنقيص التداخل.

ويضم الجدول 3 المعلمات التي تتيح معايير التداخل التي يوصى بها.

الجدول 3

معايير كثافة قدرة التداخل للأمد الطويل المستخدمة في الخدمة الثابتة

	النظام A	النظام B	الوحدات
كثافة قدرة الضوضاء في الخدمة MetSat	133,83–	133,83–	dB(W/10 MHz)
هامش حماية النظام MetSat من التداخل للأمد القصير	4,49	1,58	dB
جزء من تنقيص هامش الحماية من التداخل المقبول للأمد القصير (العامل q في التوصية ITU-R SA.1022)	0,33	0,33	
الهامش المتبقي المرغوب به للحماية من التداخل للأمد القصير	3,0	1,1	dB
كثافة قدرة التداخل المسموح به للأمد الطويل	137,7–	142,7–	dB(W/10 MHz)
توزيع التداخل الكلي للأمد الطويل على الخدمة الثابتة (%)	50	50	
العدد المفترض لأنظمة الخدمة الثابتة المسببة للتداخل	1	1	
معايير التداخل للأمد الطويل المسموح بها في نظام خدمة ثابتة واحد	140,7–	145,7–	dB(W/10 MHz)

وفيما يتعلق بعدد المصادر المسببة للتداخل للأمد القصير، يفترض وجود ساتلين للخدمة الثابتة الساتلية غير مستقرين بالنسبة إلى الأرض في خدمتين فضائيتين يتعرضان نادراً لظواهر اقتران وصلتين للخدمة الثابتة عبر التروبسفير أو أحد في مجاري أنظمة الأرض.

وفيما يتعلق بتجاوز تداخل الأمد القصير المسموح به، يتاح كامل هامش الحماية للأمد الطويل ($q = 1$)، مما يؤدي أساساً إلى فقدان التوصيل. ويعتبر احتمال تجاوز التداخل قصير الأمد بنسبة 0,1% نسبة ملائمة في نظام تيسر بنسبة 99,9%. وتنطبق هذه القيمة على التداخل التراكمي الناجم عن خدمتي الأرض والفضاء. ويضم الجدول 4 المعلمات التي تعطي معايير التداخل الموصى بها.

الجدول 4

معايير كثافة قدرة التداخل قصير الأمد المستخدمة في الخدمتين الثابتة والثابتة الساتلية

	النظام A	النظام B	الوحدات
كثافة قدرة الضوضاء في الخدمة MetSat	133,8–	133,8–	dB(W/10 MHz)
هامش حماية النظام MetSat للأمد الطويل	19,5	16,6	dB
جزء تنقيص هامش الحماية المقبول للأمد الطويل (العامل q في التوصية ITU-R SA.1022)	1,0	1,0	
هامش الحماية المتبقي للأمد القصير بالوحدات dB	0,0	0,0	dB
معايير كثافة قدرة التداخل قصير الأمد المسموح به	114,4–	117,3–	dB(W/10 MHz)
النسبة المئوية من الوقت الذي قد يتم فيه تجاوز سوية التداخل (%)	0,10	0,10	
العدد المفترض لأنظمة الخدمة الثابتة التي تسبب تداخلاً قصير الأمد	2	2	
العدد المفترض لأنظمة الخدمة الثابتة الساتلية التي تسبب تداخلاً قصير الأمد	2	2	
النسبة المئوية من الوقت المقبول لنظام واحد في الخدمة الثابتة أو الخدمة الثابتة الساتلية (%)	0,025	0,025	