

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R S.1714-1
(2022/01)

منهجية سكونية لحساب كثافة تدفق
القدرة المكافئة \downarrow (epfd) من أجل تيسير
تنسيق الهوائيات الكبيرة جداً بموجب
الرقمين 7A.9 و 7B.9 من لوائح الراديو

السلسلة S

الخدمة الثابتة الساتلية

تمهيد

يضع 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 مدى 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 الكهروتقنية الدولية (ITU-T/ITU-R/ISO/IEC) والمشار إليها في القرار 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>)

العنوان	السلسلة
البث الساتلي	BO
التسجيل من أجل الإنتاج والأرشفة والعرض؛ الأفلام التلفزيونية	BR
الخدمة الإذاعية (الصوتية)	BS
الخدمة الإذاعية (التلفزيونية)	BT
الخدمة الثابتة	F
الخدمة المتنقلة وخدمة الاستدلال الراديوي وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة	M
انتشار الموجات الراديوية	P
علم الفلك الراديوي	RA
أنظمة الاستشعار عن بُعد	RS
الخدمة الثابتة الساتلية	S
التطبيقات الفضائية والأرصاد الجوية	SA
تقاسم الترددات والتنسيق بين أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية والخدمة الثابتة	SF
إدارة الطيف	SM
التجميع الساتلي للأخبار	SNG
إرسالات الترددات المعيارية وإشارات التوقيت	TF
المفردات والمواضيع ذات الصلة	V

ملاحظة: تمت الموافقة على النسخة الإنكليزية لهذه التوصية الصادرة عن قطاع الاتصالات الراديوية بموجب الإجراء الموضح في القرار ITU-R 1.

النشر الإلكتروني
جنيف، 2022

© ITU 2022

جميع حقوق النشر محفوظة. لا يمكن استنساخ أي جزء من هذا المنشور بأي شكل كان ولا بأي وسيلة إلا بإذن خطي من الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU).

التوصية ITU-R S.1714-1

منهجية سكونية لحساب كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) من أجل تيسير تنسيق الهوائيات الكبيرة جداً بموجب الرقمين 7A.9 و 7B.9 من لوائح الراديو

(2022-2005)

مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية منهجية لحساب أسوأ حالة سكونية لقيمة كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) الصادرة من نظام غير مستقر بالنسبة إلى الأرض (في مدار ساتلي غير مستقر بالنسبة إلى الأرض) في أي محطة أرضية مستقرة بالنسبة إلى الأرض (GSO)، تُعرف إحدائياتها الجغرافية (محطة أرضية محددة مستقرة بالنسبة إلى الأرض) ويسدّد هوائياتها نحو المحطة الفضائية المطلوبة المستقرة بالنسبة إلى الأرض.

مصطلحات أساسية

كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd)؛ غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض (non-GSO)؛ منهجية، الرقم 7A.9، الرقم 7B.9، سكونية

المختصرات/المصطلحات

الزاوية ألفا (Alpha): أدنى زاوية عند المحطة الأرضية المستقرة بالنسبة إلى الأرض (GSO) بين الخط الواصل بالساتل غير المستقر بالنسبة إلى الأرض (non-GSO) والخطوط الواصلة بقوس المدار الساتلي المستقر بالنسبة إلى الأرض (GSO).

كثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd): وفق التعريف الوارد في الرقم 1.5C.22 من لوائح الراديو، هي إرسالات من النظام الساتلي غير المستقر بالنسبة إلى الأرض (non-GSO) إلى محطة أرضية لساتل مستقر بالنسبة إلى الأرض؛

قناع كثافة تدفق القدرة (pdf): هو القناع المستخدم لتحديد إرسالات المحطة الأرضية لساتل غير مستقر بالنسبة إلى الأرض (non-GSO) في حساب كثافة تدفق القدرة المكافئة.

الزاوية X (X): أدنى زاوية عند الساتل non-GSO بين الخط الواصل من المحطة الأرضية GSO والخطوط الواصلة بقوس المدار الساتلي GSO.

التوصيات والتقارير ذات الصلة

التوصية ITU-R S.1503-3 وصف وظيفي لاستعماله في تطوير أدوات برمجية من أجل تحديد مدى توافق أنظمة أو شبكات الخدمة الثابتة الساتلية في مدارات غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض مع الحدود المنصوص عليها في المادة 22 من لوائح الراديو

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)،

إذ تضع في اعتبارها

(أ) أن المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2000 (WRC-2000) اعتمد في المادة 22 من لوائح الراديو (RR) حدوداً للكثافة epdf ينبغي لأنظمة الشبكات الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض (non-GSO) في الخدمة الثابتة الساتلية (FSS) أن تستوفيها بهدف حماية شبكات الخدمة GSO FSS وشبكات خدمة الإذاعة الساتلية في بعض نطاقات التردد بين 10,7 و 30 GHz؛

(ب) أن المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2000 (WRC-2000) قرر أن بعض الشبكات GSO FSS تحتاج إلى حماية إضافية تفوق الحماية التي تؤمنها حدود الكثافة epdf المشار إليها في النقطة أ) من "إذ تضع في اعتبارها"، وأن المحطات الأرضية للاستقبال التابعة لهذه الشبكات تتوفر فيها جميع الخصائص التالية:

- '1' كسب متاح أقصى لهوائي المحطة الأرضية يفوق أو يساوي القيمة 64 dBi لنطاق التردد 12,75-10,7 GHz أو القيمة 68 dBi لنطاقي التردد 18,6-17,8 GHz و 20,2-19,7 GHz؛
- '2' النسبة G/T تساوي أو تزيد على 44 dB/K؛
- '3' عرض نطاق الإرسال يفوق أو يساوي القيمة 250 MHz لنطاقات التردد الواقعة تحت 12,75 GHz أو يفوق أو يساوي القيمة 800 MHz لنطاقات التردد الواقعة فوق 17,8 GHz؛
- (ج) أنه لتأمين هذه الحماية الإضافية، اعتمد المؤتمر WRC-2000 الرقمين 7A.9 و 7B.9 من لوائح الراديو (RR) اللذين يضعان طريقة لتنفيذ التنسيق بين المحطات الأرضية المحددة في الشبكة GSO للخدمة FSS وأنظمة الخدمة FSS التي تستعمل سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض (non-GSO) في بعض نطاقات التردد؛
- (د) أن الشروط التقنية التي تحكم التنسيق بموجب الرقمين 7A.9 و 7B.9 من لوائح الراديو محددة في التذييل 5 من لوائح الراديو (RR) ويشمل العتبات المشار إليها في النقطة ب) من "إذ تضع في اعتبارها" وكذلك الكثافة $epfd_{\downarrow}$ المشعة بواسطة النظام الساتلي non-GSO للخدمة FSS في اتجاه المحطة الأرضية التي تستعمل هوائياً كبيراً جداً عندما توجه إلى الساتل المستقر بالنسبة إلى الأرض (GSO) المطلوب:
- '1' في نطاق التردد 12,75-10,7 GHz:
- أ) $-174,5$ dB(W/(m² · 40 kHz)) أثناء أي نسبة مئوية من الوقت لأنظمة السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض (non-GSO) التي لا تعمل جميع سواتلها إلا على ارتفاع يساوي أو يقل عن 2 500 km؛ أو
- ب) -202 dB(W/(m² · 40 kHz)) أثناء أي نسبة مئوية من الوقت لأنظمة السواتل non-GSO التي فيها سواتل تعمل على ارتفاع يفوق 2 500 km؛
- '2' في نطاق التردد 18,6-17,8 GHz أو في نطاق التردد 20,2-19,7 GHz:
- أ) -157 dB(W/(m² · MHz)) أثناء أي نسبة مئوية من الوقت لأنظمة السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض (non-GSO) التي لا تعمل جميع سواتلها إلا على ارتفاع يساوي أو يقل عن 2 500 km؛ أو
- ب) -185 dB(W/(m² · MHz)) أثناء أي نسبة مئوية من الوقت لأنظمة السواتل non-GSO التي فيها سواتل تعمل على ارتفاع يفوق 2 500 km؛
- (هـ) أن حساب الكثافة $epfd_{\downarrow}$ التي ينتجها نظام ساتلي non-GSO كدالة للوقت يتطلب استعمال أداة برمجية لمحاكاة مناسبة؛
- (و) أن التوصية ITU-R S.1503 تنص على مواصفة تتعلق بأداة برمجية للمحاكاة تسمح بحساب الكثافة $epfd_{\downarrow}$ كدالة للوقت، لكنها لا تراعي زاوية ميل الساتل GSO؛
- (ز) أن السواتل non-GSO في الفصوص الجانبية للهوائيات الكبيرة جداً للمحطات الأرضية GSO لا تساهم مساهمة ملموسة في قيمة الكثافة $epfd_{\downarrow}$ بسبب الكسب المرتفع للهوائيات الكبيرة جداً للمحطات الأرضية GSO وطبيعة معادلة الكثافة $epfd_{\downarrow}$ ؛
- (ح) أن المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2003 (WRC-03) اعتمد القرار (WRC-03) 85 الذي يسمح على أساس مؤقت إلى حين تيسر البرمجية المناسبة، بتنفيذ التنسيق بموجب الرقمين 7A.9 و 7B.9 من لوائح الراديو (RR) باستعمال خصائص الشبكة GSO فقط؛
- (ط) أنه لا يوجد سوى إرشادات محدودة لإجراء التنسيق بموجب الرقمين 7A.9 و 7B.9 من لوائح الراديو (RR)،

توصي

- 1 الإدارات التي تقوم بالتنسيق بموجب الرقمين 7A.9 و 7B.9 من لوائح الراديو بإمكانية استعمال المنهجية الواردة في الملحق 1 بهذه التوصية لحساب قيمة الكثافة $epfd_{\downarrow}$ السكونية في الحالة الأسوأ المرسل من نظام non-GSO عند هوائي محطة أرضية GSO محددة عندما يكون هذا الهوائي موجهاً في اتجاه الساتل GSO المطلوب؛

- 2 بمقارنة نتائج النقطة 1 من "توصي" مع معيار حماية الكثافة \downarrow GSO efd والمعيار المشار إليه في النقطة د) من "إذ تضع في اعتبارها" لتحديد احتمال عدم استيفاء النظام non-GSO لمعيار الحماية؛
- 3 بإمكانية اعتبار أن أحكام لوائح الراديو ذات الصلة قد استُوفيت إذا استجاب النظام non-GSO لمعيار حماية الكثافة \downarrow GSO efd والمعيار المشار إليه في النقطة د) من "إذ تضع في اعتبارها"؛
- 4 بإجراء المزيد من التحليل المفصل، إذا لم يستوف النظام non-GSO معيار حماية الكثافة \downarrow GSO efd أو المعيار المشار إليه في النقطة د) من "إذ تضع في اعتبارها".

الملحق 1

1 وصف المنهجية

طلب مكتب الاتصالات الراديوية في الرسالة المعممة رقم CR/176 إلى الإدارات المسؤولة عن الأنظمة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض (non-GSO) في بعض نطاقات التردد الخاضعة لحدود الكثافة efd تقديم معلومات إضافية إلى الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU) خلال ستة أشهر اعتباراً من 26 مارس 2002 وفقاً للنقطة 2 من "تقرر" من القرار (WRC-2000) 59. وتحتوي هذه المعلومات الإضافية تفاصيل بشأن عمل الشبكات الساتلية وأقنعة الكثافة pfd اللازمة لحساب سويات الكثافة efd التي تنتجها الأنظمة non-GSO. وتستعمل المنهجية المقترحة الواردة في هذه التوصية معلومات إضافية ولكنها لا تطلب أي معلومات أخرى فيما يتعلق بالأنظمة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض (non-GSO).

ولكي يتسنى استيفاء حدود الكثافة \downarrow efd، تحتاج الأنظمة الساتلية non-GSO إلى استعمال بعض تقنيات الحد من التداخل. ومن بين التقنيات الأكثر شيوعاً تقنية تحاشي قوس GSO. ويمكن استعمال هذه التقنية من خلال إنشاء منطقة حظر بواسطة ثلاث طرائق مختلفة:

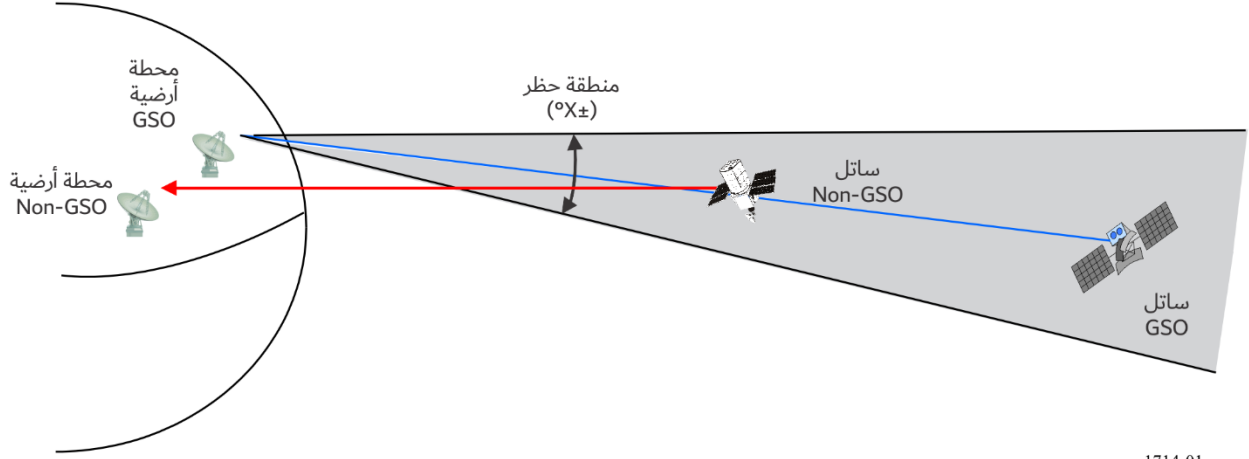
- تُعرف منطقة الحظر انطلاقاً من المحطة الأرضية GSO بوصفها قوس يبلغ $\pm X^\circ$ بالنسبة إلى القوس GSO ويمكن للساتل non-GSO أن يرسل إلى محطة أرضية non-GSO تقع على الأقل على مسافة محددة مسبقاً بالنسبة إلى المحطة الأرضية GSO عندما تكون داخل منطقة الحظر؛
- منطقة الحظر على غرار التعريف الوارد في الشكل 1، غير أنه لا يمكن للساتل non-GSO أن يرسل عندما يكون داخل منطقة الحظر؛
- تحدد منطقة الحظر بواسطة خط العرض ولا يمكن للساتل non-GSO أن يرسل عندما يقع خط عرض ساتله الفرعي عند مدى معين من الارتفاع $\pm X^\circ$.

تحتوي الأشكال من 1 إلى 3 على مخطط لكل واحد من الأنماط الثلاثة بخصوص تقنيات تحاشي القوس GSO.

الشكل 1

منطقة الحظر: الحالة 1

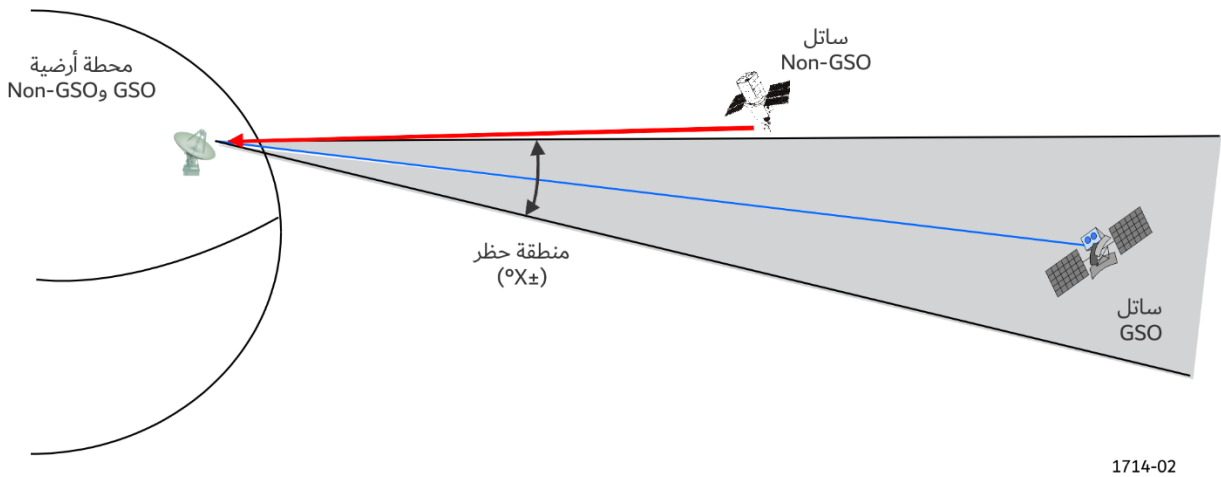
الحالة 1: تعرف منطقة الحظر انطلاقاً من المحطة الأرضية كقوس قدره $\pm X^\circ$ بالنسبة إلى القوس GSO ويمكن للساتل non-GSO أن يرسل إلى محطة أرضية non-GSO تقع على الأقل على مسافة محددة مسبقاً بالنسبة إلى المحطة الأرضية GSO عندما يكون الساتل non-GSO داخل منطقة الحظر.



الشكل 2

منطقة الحظر: الحالة 2

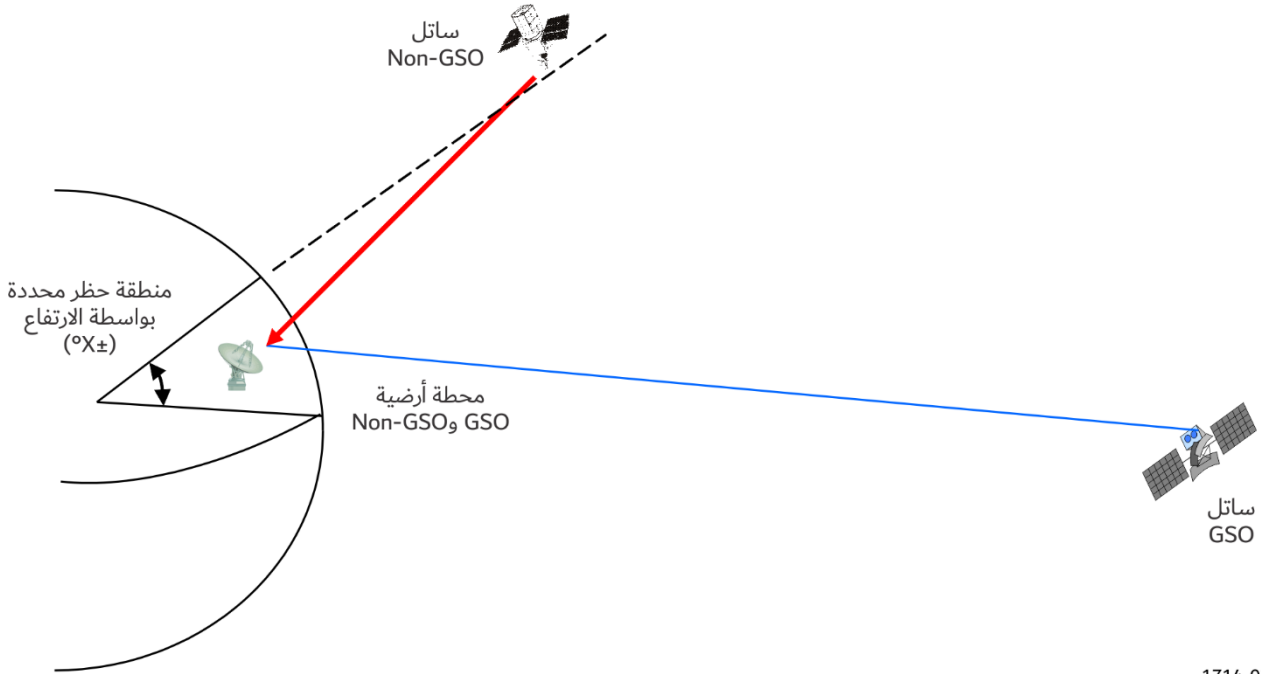
الحالة 2: تعرف منطقة الحظر انطلاقاً من المحطة الأرضية كقوس $\pm X^\circ$ بالنسبة إلى قوس GSO. ولا يمكن للساتل non-GSO أن يرسل عندما يكون داخل منطقة الحظر.



الشكل 3

منطقة الحظر: الحالة 3

الحالة 3: لا يمكن للسواتل non-GSO أن يرسل عندما يكون ارتفاع الساتل الفرعي في مدى معين من الارتفاع. على سبيل المثال، لا يرسل ساتل المدار الأرضي المتوسط (MEO) بين $+X^\circ$ و $-X^\circ$ من الارتفاع، ولا يرسل ساتل المدار الإهليجي شديد الانحناء تحت $+X^\circ$ من الارتفاع أو فوق $-X^\circ$ من الارتفاع تبعاً لنصف الكرة للأوج.



1714-03

تصف الحالتان 1 و 2 آليات تحاشي قوس GSO التي يرجح أن تستعملها كوكبة من سواتل المدار الأرضي المنخفض (LEO)؛ في حين يرجح أن تستعمل كوكبة من السواتل من نمط HEO الحالة 3، ويمكن استعمال أنماط تحاشي القوس الثلاثة مع كوكبة من السواتل MEO. ونظراً إلى أنه من غير المحتمل أن يستعمل ساتل HEO آلية تحاشي القوس الموصوفة في الحالتين 1 و 2، تقتصر الحسابات الموصوفة في هذه المنهجيات على المدارات الدائرية. ويمكن استعمال منهجية الحالة 3 بالنسبة إلى كوكبة من السواتل HEO طالما كان نصف قطر عرض الساتل HEO معروفاً عندما يدخل إلى قوسه النشط أو يخرج منه. وتُعرف عتبات الكثافة $epfd$ الواردة في التذييل 5 من لوائح الراديو (RR) المستعملة لتحديد الشروط التقنية التي تنظم التنسيق بين الأنظمة non-GSO FSS والمحطات الأرضية المحددة في إحدى شبكات GSO FSS على أساس الارتفاع. وتوجد قيمة للعتبة بالنسبة إلى أنظمة السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض (non-GSO) التي تعمل جميع سواتلها على ارتفاع يساوي أو يقل عن 2 500 km وقيمة عتبة أخرى بالنسبة إلى أنظمة الشبكات الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض في الخدمة الثابتة الساتلية (non-GSO FSS) التي لها سواتل تعمل على ارتفاع يزيد عن 2 500 km. ويبين الجدول 1 العلاقة بين نمط المدار non-GSO وقيم عتبة التنسيق والحالات المتوقعة لتقنيات الحد من التداخل.

الجدول 1

العلاقة بين أنماط المدارات وقيم إطلاق التذييل 5 وتقنيات الحد من التداخل

نمط المدار	قيمة العتبة لتنسيق التذييل 5 (km)	تقنيات الحد من التداخل
LEO	$2\ 500 \geq$	الحالتان 1 و 2
MEO	$2\ 500 <$	الحالات 1 و 2 و 3
HEO	$2\ 500 <$	الحالة 3

2 الحالة 1

تصف الحالة 1 السيناريو الذي تُعرف فيه منطقة الحظر انطلاقاً من المحطة الأرضية GSO كقوس $\pm X^\circ$ بالنسبة إلى القوس GSO. وعندما يقع الساتل non-GSO داخل منطقة الحظر هذه، يمكنه الإرسال ولكن في غير اتجاه المحطة الأرضية GSO. وتحدد المسافة بالنسبة إلى المحطة الأرضية GSO التي يمكن أن يرسل إليها الساتل بتشغيل الساتل non-GSO. ويحتوي الشكل 1 على هندسة الحالة الأسوأ بالنسبة لهذه الحالة، حيث يتراصف الساتل non-GSO مباشرة بين الساتل GSO والمحطة الأرضية GSO، غير أن الساتل non-GSO يرسل إلى محطة أرضية بعيدة عن المحطة الأرضية GSO. وتنتج هذه الهندسة سيناريو تداخل يحدث فيه الفص الجانبي non-GSO تداخلاً في الحزمة الرئيسية للساتل GSO. وتستعمل تقنية التداخل هذه بصفة عامة مع كوكبة من السواتل LEO، وإن كانت قد تعمل أيضاً مع كوكبة من السواتل MEO. وتقضي الخوارزمية المستعملة في حساب قيمة الكثافة $epfd$ بتنفيذ الخطوات التالية:

الخطوة 1: معطيات الدخل: نصف قطر الأرض، نصف قطر المدار non-GSO، زاوية ميل المدار non-GSO، نصف قطر GSO، خط طول الساتل GSO، زاوية ميل الساتل GSO، خط عرض المحطة الأرضية GSO، خط طول المحطة الأرضية GSO.

الخطوة 2: حساب السمات وزاوية الارتفاع بين المحطة الأرضية GSO والساتل GSO.

الخطوة 3: حساب خط العرض وخط الطول للساتل الفرعي non-GSO بالنسبة إلى نفس السمات ونفس زاوية الارتفاع بالنسبة إلى الساتل GSO.

الخطوة 4: إذا وردت أفضة الكثافة pfd للساتل non-GSO في شكل خط الطول Alpha مقابل خط الطول Delta (انظر تعريف خطي الطول Alpha و Delta في التوصية ITU-R S.1503):

أ) حساب Alpha كزاوية عند المحطة الأرضية GSO تقع بين الخط الواصل إلى الساتل non-GSO والخط الواصل إلى القوس GSO.

ب) انطلاقاً من أفضة الكثافة pfd، اختيار الكثافة pfd بالنسبة إلى خط العرض الأكثر قرباً من خط العرض للساتل الفرعي non-GSO بالنسبة إلى Alpha والفرق من حيث خط الطول بين الساتل GSO والساتل non-GSO.

ج) بما أن الأمر يتعلق بتراصف، يساوي الجزء $G(\theta)/G_{max}$ من حساب الكثافة $epfd$ القيمة 1 أو 0 dB.

د) لأن الساتل GSO يملك عرض نطاق كبير جداً، قد توجد عدة مجموعات من أفضة الكثافة pfd مع ترددات متداخلة؛ ينبغي إدراج كل هذه العناصر.

هـ) حساب الكثافة $epdf$ التي ورد تعريفها في الرقم 5C.22 من لوائح الراديو (RR).

الخطوة 5: إذا وردت أفضة الكثافة pfd للساتل non-GSO في شكل السمات مقابل زاوية الارتفاع (انظر تعريف السمات وزاوية الارتفاع في التوصية ITU-R S.1503):

أ) حساب إحداثيات المرجعية الثابتة بالنسبة إلى مركز الأرض (ECF) للساتل GSO والمحطة الأرضية والساتل non-GSO.

ب) تحويل وتدوير المتجه بين الساتل non-GSO والمحطة الأرضية GSO للانتقال من إحداثيات المرجعية ECF إلى الإحداثيات بالنسبة إلى مركز الساتل.

ج) حساب السمات وزاوية الارتفاع بين الساتل non-GSO والمحطة الأرضية GSO.

د) بواسطة أفضة الكثافة pfd، اختيار قيمة الكثافة pfd بالنسبة إلى خط العرض الأكثر قرباً من خط العرض للساتل الفرعي non-GSO بالنسبة إلى السمات وزاوية الارتفاع بين الساتل non-GSO والمحطة الأرضية GSO.

هـ) بما أن الأمر يتعلق بتراصف، يساوي الجزء $G(\theta)/G_{max}$ من حساب الكثافة $epfd$ القيمة 1 (قيمة رقمية) أو 0 dB.

و) لأن الساتل GSO يملك عرض نطاق كبير جداً، قد توجد عدة مجموعات من أفنعة الكثافة pfd مع ترددات متداخلة؛ ينبغي إدراج كل هذه العناصر.

ز) حساب الكثافة epdf التي ورد تعريفها في الرقم 5C.22 من لوائح الراديو (RR).

أعدت ورقة عمل على برنامج Excel متضمنة المعادلات المناسبة والحسابات المبرمجة مسبقاً. ويحتوي الجدول 2 على ورقة عمل تتعلق بالحالة 1، علماً بأن قيم الدخل المتعلقة بالنظام الساتلي non-GSO خيالية ولا تمثل أي نظام محدد.

الجدول 2

الحالة 1 - ورقة بيانات Excel تتعلق بالحالة 1

الحالة 1: منطقة حظر محددة من المحطة الأرضية GSO كقوس قدره $\pm X^\circ$ بالنسبة إلى القوس GSO				
يستطيع ساتل non-GSO الإرسال داخل منطقة الحظر، ولا يستطيع الإرسال في اتجاه المحطة الأرضية GSO				
الحالة الأسوأ: يتراصف الساتل non-GSO مع الساتل GSO عند أقصى ميل ومحطة أرضية GSO				
ملاحظة: لا تصح هذه الخوارزمية إلا بالنسبة إلى السواتل non-GSO على مدار دائري				
معطيات الدخل				
	6 378,15	R_e	نصف قطر الأرض (km)	
	7 878	R_n	نصف قطر الساتل non-GSO (km)	
	55	i	زاوية ميل الساتل non-GSO (بالدرجات)	
	42 164	R_g	نصف قطر الساتل GSO (km)	
	30-	GSO_{long}	خط طول الساتل GSO (بالدرجات)	
	5	i_g	زاوية ميل الساتل GSO (بالدرجات)	
	38	φ	خط عرض المحطة الأرضية (بالدرجات)	
	77-	$earth_{long}$	خط طول المحطة الأرضية (بالدرجات)	
	40		عرض النطاق (BW) المرجعي للقناع (kHz)	يتحدد من ملف القناع (40 أو 1 000)
	Ka		النطاق (Ka أو Ku)	
الحسابات				
	5	δ_g	خط عرض الساتل GSO (بالدرجات)	
	47	$\Delta\lambda_g$	الفرق بين خط طول المحطة الأرضية وخط طول الساتل GSO (بالدرجات)	$GSO_{long} - earth_{long}$
	53,91141	γ_g	حساب زاوية غاما من المحطة الأرضية إلى الساتل GSO (بالدرجات)	$\cos[\sin(\varphi) \times \sin(\delta_g) + \cos(\varphi) \times \cos(\delta_g) \times \cos(\Delta\lambda_g)]$
	38 751,35	d_g	حساب مسافة الميل من المحطة الأرضية إلى الساتل GSO (km)	$\sqrt{R_e^2 + R_g^2 - 2 \times R_e \times R_g \times \cos(\gamma_g)}$
	28,44516	El	حساب زاوية الارتفاع من المحطة الأرضية إلى الساتل GSO (بالدرجات)	$\cos\left[\left(\frac{R_g}{d_g}\right) \times \sin(\gamma_g)\right]$

الجدول 2 (تابع)

$\text{then asin} \left[\cos(\delta_g) \times \sin \left(\frac{\Delta\lambda_g}{\sin(\gamma_n)} \right) \right] \text{ else } 180 - \text{asin} \left[\cos(\delta_g) \times \frac{\sin(\Delta\lambda_g)}{\sin(\gamma_n)} \right]$	115,6339	Az	حساب السميت بين المحطة الأرضية والساتل GSO (بالدرجات)
$\text{acos} \left(\left(\frac{R_e}{R_n} \right) \times \cos(El) \right) - El$	16,16731	γ_n	حساب زاوية غاما بين المحطة الأرضية والساتل non-GSO (بالدرجات)
$\text{If } \varphi > 0 \text{ then } 90 - \text{acos}[\cos(90 - \varphi) \times \cos(\gamma_n) + \sin(90 - \varphi) \times \sin(\gamma_n) \times \cos(Az)]$ $\text{else } 90 - \text{acos}[\cos(90 + \varphi) \times \cos(\gamma_n) + \sin(90 - \varphi) \times \sin(\gamma_n) \times \cos(Az + 180)]$	29,76146	δ	حساب خط العرض للساتل الفرعي non-GSO عند Az و El (بالدرجات)
$\text{If } \Delta\lambda_g > 0 \text{ then } \text{acos} \left[\frac{\cos(\gamma_n) - \sin(\varphi) \times \sin(\delta)}{\cos(\gamma_n) \times \cos(\varphi) \times \sin(\delta)} \right] \text{ else}$ $-1 \times \text{acos} \left[\frac{\cos(\varphi) \times \cos(\delta)}{\cos(\gamma_n) \times \sin(\delta)} \right]$	16,80892	$\Delta\lambda_n$	حساب الفرق بين خط طول الساتل non-GSO وخط طول المحطة الأرضية (بالدرجات)
$earth_{long} + \Delta\lambda_n$	60,1911-	$nGSO_{long}$	حساب خط الطول للساتل الفرعي non-GSO عند Az و El (بالدرجات)
إذا وردت أقيسة الكثافة pfd للساتل في شكل خط الطول Alpha vs. Delta			
تحديد زاوية Alpha الناتجة عن قوس المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض عندما يكون المدار غير المستقر بالنسبة إلى الأرض مقترناً مع المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض المائل في الميل الأقصى			
	0		خط عرض القوس GSO (بالدرجات)
حساب المكونات x و y و z لخط عرض صفيق الهوائيات الكبير جداً (VLA) في المرجعية الثابتة بالنسبة إلى مركز الأرض (ECF)			
$R_e \times \cos(\varphi) \times \cos(earth_{long})$	1 130,615 4		قيمة المكون x لصفيف VLA (km)
$R_e \times \cos(\varphi) \times \sin(earth_{long})$	4 897,233-		قيمة المكون y لصفيف VLA (km)
$R_e \times \sin(\varphi)$	3 926,781 2		قيمة المكون z لصفيف VLA (km)
حساب المكونات x و y و z للقوس GSO في المرجعية الثابتة بالنسبة إلى مركز الأرض (ECF)			
$R_g \times \cos(GSO_{lat}) \times \cos(GSO_{long})$	36 515,095		قيمة المكون x للقوس GSO (km)
$R_g \times \cos(GSO_{lat}) \times \sin(GSO_{long})$	21 082-		قيمة المكون y للقوس GSO (km)
$R_g \times \sin(\varphi)$	0		قيمة المكون z للقوس GSO (km)
حساب المكونات x و y و z للساتل non-GSO عند خط العرض الذي يحدث فيه اقتران ضمن الخط مع مدار GSO مائل عند الميل الأقصى في المرجعية الثابتة بالنسبة إلى مركز الأرض (ECF)			
$R_n \times \cos(\delta) \times \cos(nGSO_{long})$	3 399,673 8		قيمة المكون x للمدار non-GSO (km)
$R_n \times \cos(\delta) \times \sin(nGSO_{long})$	5 934,022-		قيمة المكون y للمدار non-GSO (km)
$R_n \times \sin(\delta)$	3 910,561 3		قيمة المكون z للمدار non-GSO (km)
حساب المتجهات اللازمة لحساب زاوية Alpha على النحو المرئي من المدار GSO عند الميل الأقصى			
$\sqrt{(GSO_{arcx} - VLA_x)^2 + (GSO_{arcy} - VLA_y)^2 + (GSO_{arcz} - VLA_{zx})^2}$	39 107,898		المنتج من VLA إلى القوس GSO (km)
$\sqrt{(nGSO_x - VLA_x)^2 + (nGSO_y - VLA_y)^2 + (nGSO_z - VLA_{zx})^2}$	2 494,758 2		المنتج من VLA إلى المدار non-GSO (km)

الجدول 2 (تابع)

$\sqrt{(nGSO_x - GSO_{arc\ x})^2 + (nGSO_y - GSO_{arc\ y})^2 + (nGSO_z - GSO_{arc\ z})^2}$	36 624,921		المتجه من القوس GSO إلى المدار non-GSO (km)
$\arccos \left[\frac{((VLA\ to\ GSO_{arc\ vector})^2 + (VLA\ to\ nGSO_{vector})^2 - (GSO_{arc\ to\ nGSO_{vector}})^2)}{(2 \times VLA\ to\ GSO_{arc\ vector} \times VLA\ to\ nGSO_{vector})} \right]$	5 390 246		زاوية Alpha
$GSO_{long} - nGSO_{long}$	30,19108	delta	حساب خط الطول delta بين الساتل GSO والساتل non-GSO (بالدرجات)
اختبار الكثافة pfd من قناع له خط عرض الساتل الفرعي وزاويتا Alpha و delta الأقرب إلى القيم المحسوبة أعلاه، لأن الساتل (VLA) GSO يملك عرض نطاق ترددي كبير جداً ويمكن أن توجد عدة مجموعات من الأقنعة بترددات متراكبة. وتبغى إضافة جميع هذه العناصر، نظراً لوجود تراصف، يساوي الجزء $G_r(\theta)/G_{r,max}$ من حساب الكثافة epfd القيمة 1 (رقمية) أو 0 dB.			
مثال	140-	pdf ₁	Freq 1: الكثافة pfd للساتل non-GSO
مثال	131-	pdf ₂	Freq 2: الكثافة pfd للساتل non-GSO (إذا كان هذا العنصر غير قابل للتطبيق، يشار إليه بواسطة العبارة "غير متوفر")
		...	
مثال	140-	pdf _n	Freq n: الكثافة pfd للساتل non-GSO (إذا كان هذا العنصر غير قابل للتطبيق، يشار إليه بواسطة العبارة "غير متوفر")
$10 \log \left(10^{\left(\frac{pdf_1}{10}\right)} + 10^{\left(\frac{pdf_2}{10}\right)} + \dots + 10^{\left(\frac{pdf_n}{10}\right)} \right)$	130,025-	epfd	حساب الكثافة epfd في الحالة الأسوأ (dB(W/(m ² · 40 kHz)))
$10 \log \left(10^{\left(\frac{pdf_1}{10}\right)} + 10^{\left(\frac{pdf_2}{10}\right)} + \dots + 10^{\left(\frac{pdf_n}{10}\right)} \right)$	116,045-	epfd	حساب الكثافة epfd في الحالة الأسوأ (dB(W/(m ² · MHz)))
من التذييل 5 للوائح الراديو لدى الاتحاد الدولي للاتصالات	171,0-	epfd	مستوى الإطلاق لكثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) (dB(W/(m ² · 40 kHz)))
من التذييل 5 للوائح الراديو لدى الاتحاد الدولي للاتصالات	157,0-	epfd	مستوى الإطلاق لكثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) (dB(W/(m ² · MHz)))
	نعم		انتهاك مستوى الإطلاق لكثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd)
إذا وردت أقنعة الكثافة pfd للساتل في شكل السمات مقابل زاوية الارتفاع			
حساب المكونات x و y و z للمحطة الأرضية في المرجعية ECF			
$R_e \times \cos(\varphi) \times \cos(\text{earth}_{long})$	1 130,615	Xe	قيمة x للمحطة الأرضية (km)
$R_e \times \cos(\varphi) \times \sin(\text{earth}_{long})$	4 897,23-	Ye	قيمة y للمحطة الأرضية (km)
$R_e \times \sin(\varphi)$	3 926,781	Ze	قيمة z للمحطة الأرضية (km)
$\sqrt{X_e^2 + Y_e^2 + Z_e^2}$	6 378,15	Res	قيمة r للمحطة الأرضية (km)
حساب المكونات x و y و z للساتل non-GSO في المرجعية ECF			
$R_n \times \cos(\delta) \times \cos(nGSO_{long})$	3 399,674	Xn	قيمة x للساتل non-GSO (km)
$R_n \times \cos(\delta) \times \sin(nGSO_{long})$	5 934,02-	Yn	قيمة y للساتل non-GSO (km)
$R_n \times \sin(\delta)$	3 910,561	Zn	قيمة z للساتل non-GSO (km)

التوصية ITU-R S.1714-1

الجدول 2 (تابع)

$\sqrt{X_n^2 + Y_n^2 + Z_n^2}$	7 878,00	R_n	نصف قطر المدار (km)
حساب المتجه بين الساتل non-GSO والمحطة الأرضية			
$X_e - X_n$	2 269,06-	X	المتجه X (km)
$Y_e - Y_n$	1 036,788	Y	المتجه Y (km)
$Z_e - Z_n$	16,219 97	Z	المتجه Z (km)
$\sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$	2 494,76	r	المتجه r (km)
متجه الشمال			
المكون x لمتجه الشمال	0	N_x	شمال X
المكون y لمتجه الشمال	0	N_y	شمال Y
المكون z لمتجه الشمال	1	N_z	شمال Z
مطال متجه الشمال	1	N_{mag}	مطال الشمال
حساب المكون X الساتلي لإطار الساتل بالجداء الشعاعي للمتجه السالب من الساتل إلى مركز الأرض و متجه الشمال			
$-Y_n \times N_z + N_y \times Z_n$	5 934,021 63	X'_x	إطار X - المكون x
$-Z_n \times N_x + N_z \times X_n$	3 399,673	X'_y	إطار X - المكون y
$-X_n \times N_y + N_x \times Y_n$	0	X'_z	إطار X - المكون z
$\sqrt{X'^2_x + X'^2_y + X'^2_z}$	6 838,89	X'_{mag}	مطال X
حساب المكون Z الساتلي لإطار الساتل بالجداء النقطي للمتجه السالب من الساتل إلى مركز الأرض والمكون X لإطار الساتل			
$-Y_n \times X'_z + X'_y \times Z_n$	13 294 632,6-	Z'_x	إطار Z - تمام جيب المكون x لخط طول العقدة الصاعدة
$-Z_n \times X'_x + X'_z \times X_n$	23 205 355,1	Z'_y	إطار Z - جيب المكون y لخط طول العقدة الصاعدة
$-X_n \times X'_y + X'_x \times Y_n$	46 770 394,5	Z'_z	إطار Z - تمام جيب المكون z لميل ساتل non-GSO
$\sqrt{Z'^2_x + Z'^2_y + Z'^2_z}$	53 876 762,8	Z'_{mag}	جيب مطال Z لميل ساتل non-GSO
حساب مطال المتجه من الساتل إلى المحطة الأرضية في اتجاه محور الساتل بأخذ الجداءات النقطية			
$X \times \frac{X'_x}{X'_{mag}} + Y \times \frac{X'_y}{X'_{mag}} + Z \times \frac{X'_z}{X'_{mag}}$	1 453,437 9-	X_{delta}	المطال في اتجاه X
$-X \times \frac{X_n}{r} - Y \times \frac{Y_n}{r} - Z \times \frac{Z_n}{r}$	1 752,088 4	Y_{delta}	المطال في اتجاه Y
$X \times \frac{Z'_x}{Z'_{mag}} + Y \times \frac{Z'_y}{Z'_{mag}} + Z \times \frac{Z'_z}{Z'_{mag}}$	1 020,550 3	Z_{delta}	المطال في اتجاه Z

ITU-R S.1714-1 التوصية

الجدول 2 (تتمة)

حساب السمات والارتفاع إلى المحطة الأرضية من منظور الساتل			
$\text{atan}\left(\frac{Y_{\text{delta}}}{X_{\text{delta}}}\right)$	39,677-	Az	السمت بالنسبة إلى المحطة الأرضية منظور إليه من الساتل (بالدرجات)
$\text{asin}\left(\frac{Z_{\text{delta}}}{r}\right)$	24,146	El	الارتفاع إلى المحطة الأرضية منظور إليها من الساتل (بالدرجات)
اختيار الكثافة pfd بواسطة قناع يطابق خط العرض الأكثر قرباً من خط عرض الساتل الفرعي non-GSO، نظراً إلى أن الساتل (VLA) GSO يملك عرض نطاق تردد كبير جداً يمكن أن توجد عدة مجموعات من الأقنعة بترددات متراكبة. ينبغي إضافة جميع هذه العناصر، نظراً لوجود تراصف، يساوي الجزء $G_r(\theta)/G_{r,max}$ من حساب الكثافة pfd القيمة 0			
مثال	140-	pfd_1	Freq 1: الكثافة pfd للساتل non-GSO مع سمت وزاوية ارتفاع بالنسبة إلى المحطة الأرضية
مثال	131-	pfd_2	Freq 2: الكثافة pfd للساتل non-GSO مع سمت وزاوية ارتفاع بالنسبة إلى المحطة الأرضية
	
مثال	140-	pfd_n	Freq n: الكثافة pfd للساتل GSO مع سمت وزاوية ارتفاع بالنسبة إلى المحطة الأرضية
$10 \log\left(10^{\left(\frac{pfd_1}{10}\right)} + 10^{\left(\frac{pfd_2}{10}\right)} + \dots + 10^{\left(\frac{pfd_n}{10}\right)}\right)$	130,025-	epfd	حساب قيمة epfd في الحالة الأسوأ ((dB(W/(m ² · 40 kHz)))
$10 \log\left(10^{\left(\frac{pfd_1}{10}\right)} + 10^{\left(\frac{pfd_2}{10}\right)} + \dots + 10^{\left(\frac{pfd_n}{10}\right)}\right)$	116,045-	epfd	حساب قيمة epfd في الحالة الأسوأ ((dB(W/(m ² · MHz)))
	171,0-	epfd	مستوى الإطلاق لكثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) ((dB(W/(m ² · 40 kHz)))
	157,0-	epfd	مستوى الإطلاق لكثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) ((dB(W/(m ² · MHz)))
		نعم	انتهاك مستوى الإطلاق لكثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd)

3 الحالة 2

تصف الحالة 2 السيناريو الذي تعرف فيه منطقة الحظر انطلاقاً من المحطة الأرضية GSO كقوس $\pm X^\circ$ بالنسبة إلى القوس GSO. وعندما يكون الساتل non-GSO داخل منطقة الحظر هذه، لا يمكنه الإرسال في اتجاه أية محطة أرضية. ويرد وصف هندسة الحالة الأسوأ لهذه الحالة في الشكل 2 حيث يوجد الساتل non-GSO عند حافة منطقة الحظر ويرسل في اتجاه المحطات الأرضية GSO و non-GSO الواقعة في نفس المكان. وتنتج هذه الهندسة سيناريو يُحدث فيه الفص الجانبي للحزمة الرئيسية non-GSO تداخلاً في الفص الجانبي GSO. وتستعمل هذه التقنية للحد من التداخل مع كوكبة سواتل LEO ولكن يمكن أن تعمل أيضاً مع كوكبة سواتل MEO. وتتضمن الخوارزمية المستعملة في حساب قيمة الكثافة epfd بتنفيذ الخطوات التالية:

الخطوة 1: معطيات الدخول: نصف قطر الأرض، نصف قطر non-GSO، زاوية ميل المدار non-GSO، نصف قطر المدار GSO، خط طول الساتل GSO، زاوية ميل الساتل GSO، خط عرض المحطة الأرضية GSO، خط طول المحطة الأرضية GSO.

الخطوة 2: حساب السمات وزاوية الارتفاع بين المحطة الأرضية GSO والساتل GSO.

الخطوة 3: نظراً إلى أن منطقة حظر الساتل non-GSO تستند إلى قوس GSO بميل 0° ، يتم حساب السمات وزاوية الارتفاع من المحطة الأرضية GSO إلى الساتل GSO عند زاوية الميل 0° عند خط طول الساتل GSO المعرض للتداخل.

الخطوة 4: حساب خط العرض وخط الطول للساتل الفرعي non-GSO عند نفس السمات على غرار الساتل GSO بميل 0° و X° (زاوية منطقة الحظر) وكذلك زاوية الارتفاع بالنسبة إلى الساتل GSO المائل عند 0° لتحديد موقع الساتل non-GSO على حافة منطقة الحظر.

الخطوة 5: حساب زاوية الاستقبال خارج المحور (قيمة delta بين زاوية الارتفاع بالنسبة إلى الساتل non-GSO والساتل GSO عند أقصى انحراف) والكسب المطابق عند المحطة الأرضية GSO.

الخطوة 6: حساب الزاوية Alpha الناتجة ($Alpha_{Conjunction}$) كما تقاس من القوس المدارية المستقرة بالنسبة إلى الأرض عندما يكون الساتل غير المستقر بالنسبة إلى الأرض (non-GSO) مقترناً مع المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض (GSO) المائل عند الميل الأقصى.

أ) إذا كانت الزاوية $Alpha_{Conjunction}$ أكبر من X° (زاوية منطقة الاستبعاد)، يمكن أن يحدث الاقتران عندئذ عندما يقع المدار المائل المستقر بالنسبة إلى الأرض خارج زاوية منطقة الاستبعاد وينبغي أن تُستعمل الحالة 1.

ب) إذا كانت الزاوية $Alpha_{Conjunction}$ أقل من X° (زاوية منطقة الاستبعاد) أو تساويها، يحدث الاقتران عندما يقع المدار المائل المستقر بالنسبة إلى الأرض داخل زاوية منطقة الاستبعاد وينبغي أن تُستعمل الحالة 2.

الخطوة 7: إذا وردت أفئدة الكثافة pfd للساتل non-GSO في شكل خط الطول Alpha vs. Delta (انظر تعريف alpha و delta في التوصية ITU-R S.1503):

أ) انطلاقاً من أفئدة الكثافة pfd، اختيار الكثافة pfd بالنسبة إلى خط العرض الأكثر قرباً من خط عرض الساتل الفرعي non-GSO بالنسبة إلى $Alpha_0 = Alpha$ والفرق من حيث خط الطول بين الساتل GSO والساتل non-GSO.

ب) لأن الساتل GSO له عرض نطاق كبير جداً، قد توجد عدة مجموعات من أفئدة الكثافة pfd بترددات متداخلة. ينبغي إدراج كل هذه العناصر.

ج) حساب الكثافة epfd التي ورد تعريفها في الرقم 5C.22 من لوائح الراديو (RR).

الخطوة 8: إذا وردت أفئدة الكثافة pfd للساتل non-GSO في شكل السمات مقابل زاوية الارتفاع (انظر تعريف السمات وزاوية الارتفاع في التوصية ITU-R S.1503):

أ) حساب إحداثيات المرجعية الثابتة بالنسبة إلى مركز الأرض (ECF) للساتل GSO وللمحطة الأرضية والساتل non-GSO.

- (ب) تحويل وتدوير المتجه بين الساتل non-GSO والمحطة الأرضية GSO للانتقال من إحداثيات المرجعية ECF إلى الإحداثيات بالنسبة إلى مركز الساتل.
- (ج) حساب السمات وزاوية الارتفاع بين الساتل non-GSO والمحطة الأرضية GSO.
- (د) بواسطة أفنعة الكثافة pfd، اختيار قيمة الكثافة pfd بالنسبة إلى خط العرض الأكثر قرباً من خط العرض للساتل الفرعي non-GSO بالنسبة إلى السمات وزاوية الارتفاع بين الساتل non-GSO والمحطة الأرضية GSO.
- (هـ) لأن الساتل GSO له عرض نطاق كبير جداً، قد توجد عدة مجموعات من أفنعة الكثافة pfd مع ترددات متداخلة. ينبغي إدراج كل هذه العناصر.
- (و) حساب قيمة الكثافة epfd التي ورد تعريفها في الرقم 5C.22 من لوائح الراديو (RR).
- أعدت ورقة عمل على برنامج Excel تحتوي على المعادلات المناسبة والحسابات المبرمجة مسبقاً. ويحتوي الجدول 3 على ورقة عمل تتعلق بالحالة 2، علماً بأن قيم الدخل المتعلقة بالنظام الساتلي non-GSO خيالية ولا تمثل أي نظام محدد.

الجدول 3

الحالة 2 - ورقة بيانات Excel تتعلق بالحالة 2

الحالة 2: منطقة حظر محددة من المحطة الأرضية GSO كقوس قدره $\pm X^\circ$ بالنسبة إلى القوس GSO			
لا يمكن لساتل non-GSO أن يرسل عندما يكون داخل منطقة الحظر			
الحالة الأسوأ: يوجد الساتل non-GSO على حافة منطقة الحظر ويرسل مباشرة صوب المحطة الأرضية GSO			
$a_0 = \text{Alpha}$			
الملاحظة 1: لا تصح هذه الخوارزمية إلا بالنسبة إلى السواتل non-GSO على مدار دائري			
الملاحظة 2: إذا كانت زاوية Alpha عند الاقتران أكبر من زاوية منطقة الاستبعاد للمدار غير المستقر بالنسبة إلى الأرض (non-GSO)، ينبغي أن تُستعمل الحالة 1			
معطيات الدخل			
	6 378,15	R_e	نصف قطر الأرض (km)
	7 878	R_n	نصف قطر الساتل non-GSO (km)
	55	i	زاوية ميل الساتل non-GSO (بالدرجات)
	10	β	زاوية منطقة الحظر non-GSO (بالدرجات)
	42 164	R_g	نصف قطر الساتل GSO (km)
	30-	GSO_{long}	خط طول الساتل GSO (بالدرجات)
	5	i_g	زاوية ميل الساتل GSO (بالدرجات)
	38	φ	خط عرض المحطة الأرضية (بالدرجات)
	77-	$earth_{long}$	خط طول المحطة الأرضية (بالدرجات)
	70	G_{max}	الكسب الأقصى لهوائي المحطة الأرضية (dB)
	40		عرض النطاق (BW) المرجعي للقناع (kHz)
يتحدد من ملف القناع (40 أو 1 000)			
	Ka		النطاق (Ka أو Ku)
الحسابات			
	5	δ_g	خط عرض الساتل GSO (بالدرجات)
$GSO_{long} - earth_{long}$	47	$\Delta\lambda_g$	الفرق بين خط الطول للمحطة الأرضية وخط الطول للساتل GSO (بالدرجات)
$\text{acos}[\sin(\varphi) \times \sin(\delta_g) + \cos(\varphi) \times \cos(\delta_g) \times \cos(\Delta\lambda_g)]$	53,91141	γ_g	حساب زاوية غاما من المحطة الأرضية إلى الساتل GSO (بالدرجات)
$\sqrt{R_e^2 + R_g^2 - 2 \times R_e \times R_g \times \cos(\gamma_g)}$	38 751,35	d_g	حساب مسافة الميل بين المحطة الأرضية والساتل GSO (km)
$\text{acos}\left[\left(\frac{R_g}{d_g}\right) \times \sin(\gamma_g)\right]$	28,44516	El	حساب زاوية الارتفاع بين المحطة الأرضية والساتل GSO (بالدرجات)

الجدول 3 (تابع)

$\text{then asin} \left[\frac{\cos(\delta_g) \times \sin(\Delta\lambda_g)}{\sin(\gamma_g)} \right] \text{ else } 180 - \text{asin} \left[\frac{\cos(\delta_g) \times \sin(\Delta\lambda_g)}{\sin(\gamma_g)} \right]$	115,6339	Az	حساب زاوية السميت بين المحطة الأرضية والساتل GSO (بالدرجات)
$\text{acos}[\cos(\varphi) \times \cos(\Delta\lambda_g)]$	57,49168	γ_0	حساب زاوية غاما بين المحطة الأرضية والساتل GSO بميل 0° (بالدرجات)
$\sqrt{R_e^2 + R_g^2 - 2 \times R_e \times R_g \times \cos(\gamma_0)}$	39 107,9	d_0	حساب مسافة الميل بين المحطة الأرضية والساتل GSO المائل عند 0° (km)
$\text{acos} \left[\left(\frac{R_g}{d_0} \right) \times \sin(\gamma_0) \right]$	24,60297	El_0	حساب زاوية الارتفاع بين المحطة الأرضية والساتل GSO عند 0° (بالدرجات)
$El_0 + \beta$	34,60297	$nGSO_{El}$	حساب زاوية الارتفاع بالنسبة إلى الساتل non-GSO على حافة منطقة الحظر (بالدرجات)
$nGSO_{El} - El$	6,157819	θ	حساب زاوية الانحراف عن محور التسديد عند المحطة الأرضية GSO
التوصية ITU-R S.1428 (على المستوى الكلي)	9,264328	$G(\theta)$	حساب كسب المحطة الأرضية عند 0° بالنسبة إلى محور التسديد (dB)
$\text{acos} \left(\left(\frac{R_e}{R_n} \right) \times \cos(nGSO_{El}) \right) - nGSO_{El}$	13,60588	γ_n	حساب الزاوية غاما بين المحطة الأرضية والساتل non-GSO (بالدرجات)
$\text{If } \varphi > 0$ $\text{then } 90 - \text{acos}[\cos(90 - \varphi) \times \cos(\gamma_n) + \sin(90 - \varphi) \times \sin(\gamma_n) \times \cos(Az)]$ $\text{else } 90 - \text{acos}[\cos(90 + \varphi) \times \cos(\gamma_n) + \sin(90 - \varphi) \times \sin(\gamma_n) \times \cos(Az + 180)]$	31,21079	δ	حساب خط طول الساتل الفرعي للساتل non-GSO عند Az و El الجديد (بالدرجات)
$\text{If } \Delta\lambda_g > 0 \text{ then } \text{acos} \left[\frac{(\cos(\gamma_n) - \sin(\varphi) \times \sin(\delta))}{(\cos(\varphi) \times \cos(\delta))} \right]$ $\text{else } -1 \times \text{acos} \left[\frac{(\cos(\gamma_n) - \sin(\varphi) \times \sin(\delta))}{(\cos(\varphi) \times \cos(\delta))} \right]$	14,35798	$\Delta\lambda_n$	حساب الفرق من حيث خط الطول بين الساتل non-GSO والمحطة الأرضية (بالدرجات)
$earth_{long} + \Delta\lambda_n$	62,64202-	$nGSO_{long}$	حساب خط طول الساتل الفرعي للساتل non-GSO عند Az و El الجديد (بالدرجات)
$\text{acos} \left(\left(\frac{R_e}{R_n} \right) \times \cos(El) \right) - El$	16,16731	γ_{nc}	حساب الزاوية غاما بين المحطة الأرضية والساتل non-GSO بالاقتران (بالدرجات)
$\text{If } \varphi > 0$ $\text{then } 90 - \text{acos}[\cos(90 - \varphi) \times \cos(\gamma_n) + \sin(90 - \varphi) \times \sin(\gamma_n) \times \cos(Az)]$ $\text{else } 90 - \text{acos}[\cos(90 + \varphi) \times \cos(\gamma_n) + \sin(90 - \varphi) \times \sin(\gamma_n) \times \cos(Az + 180)]$	29,76146	δ_c	حساب خط عرض الساتل الفرعي للساتل non-GSO عند اقتران Az و El (بالدرجات)
$\text{If } \Delta\lambda_g > 0 \text{ then } \text{acos} \left[\frac{\cos(\gamma_n) - \sin(\varphi) \times \sin(\delta)}{\cos(\varphi) \times \cos(\delta)} \right]$ $\text{else } -1 \times \text{acos} \left[\frac{\cos(\gamma_n) - \sin(\varphi) \times \sin(\delta)}{\cos(\varphi) \times \cos(\delta)} \right]$	16,80892	$\Delta\lambda_{nc}$	حساب الفرق من حيث خط الطول بين الساتل non-GSO بالاقتران والمحطة الأرضية (بالدرجات)
$earth_{long} + \Delta\lambda_n$	60,1911-	$nGSO_{long c}$	حساب خط طول الساتل الفرعي للساتل non-GSO عند اقتران Az و El (بالدرجات)
حساب الزاوية Alpha الناتجة كما تقاس من القوس المدارية المستقرة بالنسبة إلى الأرض عندما يكون الساتل غير المستقر بالنسبة إلى الأرض (non-GSO) مقترناً مع المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض (GSO) المائل عند الميل الأقصى			
	0	GSO_{lat}	خط عرض قوس المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض (GSO) (بالدرجات)

الجدول 3 (تابع)

حساب المكونات x و y و z لحظ عرض صفيق الهوائيات الكبير جداً (VLA) في المرجعية الثابتة بالنسبة إلى مركز الأرض (ECF)				
$R_e \times \cos(\varphi) \times \cos(\text{earth}_{long})$	1 130,615	VLA_x	قيمة المكون x لصفيق VLA (km)	
$R_e \times \cos(\varphi) \times \sin(\text{earth}_{long})$	4 897,23-	VLA_y	قيمة المكون y لصفيق VLA (km)	
$R_e \times \sin(\varphi)$	3 926,781	VLA_z	قيمة المكون z لصفيق VLA (km)	
حساب المكونات x و y و z للقوس GSO في المرجعية الثابتة بالنسبة إلى مركز الأرض (ECF)				
$R_g \times \cos(GSO_{lat}) \times \cos(GSO_{long})$	36 515,1	$GSO_{arc\ x}$	قيمة المكون x للقوس GSO (km)	
$R_g \times \cos(GSO_{lat}) \times \sin(GSO_{long})$	21 082-	$GSO_{arc\ y}$	قيمة المكون y للقوس GSO (km)	
$R_g \times \sin(\varphi)$	0	$GSO_{arc\ z}$	قيمة المكون z للقوس GSO (km)	
حساب المكونات x و y و z للساتل non-GSO عند خط العرض الذي يحدث فيه اقتران ضمن الخط مع مدار GSO مائل عند الميل الأقصى في المرجعية الثابتة بالنسبة إلى مركز الأرض (ECF)				
$R_n \times \cos(\delta) \times \cos(nGSO_{long})$	3 399,674	$nGSO_x$	قيمة المكون x للمدار non-GSO (km)	
$R_n \times \cos(\delta) \times \sin(nGSO_{long})$	5 934,02-	$nGSO_y$	قيمة المكون y للمدار non-GSO (km)	
$R_n \times \sin(\delta)$	3 910,561	$nGSO_z$	قيمة المكون z للمدار non-GSO (km)	
حساب المتجهات اللازمة لحساب زاوية Alpha على النحو المرئي من المدار GSO عند الميل الأقصى				
$\sqrt{(GSO_{arc\ x} - VLA_x)^2 + (GSO_{arc\ y} - VLA_y)^2 + (GSO_{arc\ z} - VLA_{zx})^2}$	39 107,9	$VLA-GSO_{arc}$	المتجه من VLA إلى القوس GSO (km)	
$\sqrt{(nGSO_x - VLA_x)^2 + (nGSO_y - VLA_y)^2 + (nGSO_z - VLA_{zx})^2}$	2 494,758	$VLA-nGSO$	المتجه من VLA إلى المدار non-GSO (km)	
$\sqrt{(nGSO_x - GSO_{arc\ x})^2 + (nGSO_y - GSO_{arc\ y})^2 + (nGSO_z - GSO_{arc\ zx})^2}$	36 624,92	$GSO_{arc-nGSO}$	المتجه من القوس GSO إلى المدار non-GSO (km)	
$\text{acos} \left[\frac{(VLA \text{ to } GSO_{arc} \text{ vector})^2 + (VLA \text{ to } nGSO \text{ vector})^2 - (GSO_{arc} \text{ to } nGSO \text{ Vector})^2}{2 \times VLA \text{ to } GSO_{arc} \text{ Vector} \times VLA \text{ to } nGSO \text{ Vector}} \right]$	5,390 246	$Alpha_{conj}$	زاوية Alpha عند الاقتران	
	الحالة 2		وإذا كانت الزاوية Alpha عند الاقتران β ، تُستخدم الحالة 1 وإلا الاستمرار بالحالة 2	
إذا وردت أقنعة الكثافة pfd للساتل في شكل خط الطول Alpha vs Delat				
$GSO_{long} - nGSO_{long}$	32,64202	$delta$	حساب خط الطول بين الساتل GSO والساتل non-GSO (بالدرجات)	
اختيار الكثافة pfd من قناع pfd له زاوية Alpha = a_0 وخط عرض للساتل الفرعي وزاوية delta الأقرب إلى القيم المحسوبة أعلاه، لأن الساتل (VLA) GSO يملك عرض نطاق ترددي كبير جداً ويمكن أن توجد عدة مجموعات من الأقنعة بترددات متراكبة. وتنبغي إضافة جميع هذه العناصر.				
	مثال	pfd_1	non-GSO: الكثافة pfd للساتل	Freq 1
	مثال	pfd_2	non-GSO: الكثافة pfd للساتل	Freq 2
			...	
	مثال	pfd_n	non-GSO: الكثافة pfd للساتل	Freq n
$10 \log \left(10^{\frac{pfd_1 + G(X) - G_{max}}{10}} + 10^{\frac{pfd_2 + G(X) - G_{max}}{10}} + \dots + 10^{\frac{pfd_n + G(X) - G_{max}}{10}} \right)$	190,760-	$epfd$	حساب قيمة الكثافة epfd في الحالة الأسوأ (dB(W/(m ² · 40 kHz)))	

الجدول 3 (تابع)

$10\log \left(10^{\frac{pf d_1 + G(X) - G_{max}}{10}} + 10^{\frac{pf d_2 + G(X) - G_{max}}{10}} + \dots + 10^{\frac{pf d_n + G(X) - G_{max}}{10}} \right)$	176,781-	$epfd$	حساب قيمة الكثافة $epfd$ في الحالة الأسوأ ((dB(W/(m ² · MHz)))
من التذييل 5 للوائح الراديو لدى الاتحاد الدولي للاتصالات	171,0-	$epfd$	مستوى الإطلاق لكثافة تدفق القدرة المكافئة ($epfd$) ((dB(W/(m ² · 40 kHz)))
من التذييل 5 للوائح الراديو لدى الاتحاد الدولي للاتصالات	157,0-	$epfd$	مستوى الإطلاق لكثافة تدفق القدرة المكافئة ($epfd$) ((dB(W/(m ² · MHz)))
	لا		انتهاك مستوى الإطلاق لكثافة تدفق القدرة المكافئة
إذا وردت أقنعة الكثافة pdf للساتل في شكل السمات مقابل زاوية الارتفاع			
حساب المكونات x و y و z و r للمحطة الأرضية في إحداثيات ECF			
$R_e \times \cos(\varphi) \times \cos(earth_{long})$	1 130,615	X_e	قيمة x للمحطة الأرضية (km)
$R_e \times \cos(\varphi) \times \sin(earth_{long})$	4 897,233-	Y_e	قيمة y للمحطة الأرضية (km)
$R_e \times \sin(\varphi)$	3 926,781	Z_e	قيمة z للمحطة الأرضية (km)
$\sqrt{X_e^2 + Y_e^2 + Z_e^2}$	6 378,15	R_{es}	قيمة r للمحطة الأرضية (km)
حساب المكونات x و y و z و r للساتل non-GSO في إحداثيات ECF			
$R_n \times \cos(\delta) \times \cos(nGSO_{long})$	3 096,342	X_n	قيمة x للساتل non-GSO (km)
$R_n \times \cos(\delta) \times \sin(nGSO_{long})$	5 984,187-	Y_n	قيمة y للساتل non-GSO (km)
$R_n \times \sin(\delta)$	4 082,286	Z_n	قيمة z للساتل non-GSO (km)
$\sqrt{X_n^2 + Y_n^2 + Z_n^2}$	7 878,00	R_n	قيمة r للساتل non-GSO (km)
حساب المتجه بين الساتل non-GSO والمحطة الأرضية			
$X_e - X_n$	1 965,727-	X	المتجه X (km)
$Y_e - Y_n$	1 086,953	Y	المتجه Y (km)
$Z_e - Z_n$	155,5047-	Z	المتجه Z (km)
$\sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$	2 251,61	r	المتجه r (km)
متجه الشمال			
المكون x لمتجه الشمال	0	N_x	شمال X
المكون y لمتجه الشمال	0	N_y	شمال Y
المكون z لمتجه الشمال	1	N_z	شمال Z
مطال متجه الشمال	1	N_{mag}	مطال الشمال

الجدول 3 (تابع)

حساب المكون X الساتلي لإطار الساتل بالجداء الشعاعي للمتجه السالب من الساتل إلى مركز الأرض ومتجه الشمال				
$-Y_n \times N_z + N_y \times Z_n$	5 984,1867	X'_x	إطار X - المكون x	
$-Z_n \times N_x + N_z \times X_n$	3 096,3422	X'_y	إطار X - المكون y	
$-X_n \times N_y + N_x \times Y_n$	0	X'_z	إطار X - المكون z	
$\sqrt{X'^2_x + X'^2_y + X'^2_z}$	6 737,79	X'_{mag}	مطال X	
حساب المكون Z الساتلي لإطار الساتل بالجداء النقطي للمتجه السالب من الساتل إلى مركز الأرض والمكون X لإطار الساتل				
$-Y_n \times X'_z + X'_y \times Z_n$	12 640 154,2-	Z'_x	إطار Z - المكون x	
$-Z_n \times X'_x + X'_z \times X_n$	24 429 161,1	Z'_y	إطار Z - المكون y	
$-X_n \times X'_y + X'_x \times Y_n$	45397825,7	Z'_z	إطار Z - المكون z	
$\sqrt{Z'^2_x + Z'^2_y + Z'^2_z}$	53080316,4	Z'_{mag}	مطال Z	
حساب مطال المتجه من الساتل إلى المحطة الأرضية في اتجاه محور الساتل بأخذ الجداءات النقطية				
$X \times \frac{X'_x}{X'_{mag}} + Y \times \frac{X'_y}{X'_{mag}} + Z \times \frac{X'_z}{X'_{mag}}$	1 246,357-	X_{delta}	المطال في اتجاه X	
$-X \times \frac{X_n}{r} - Y \times \frac{Y_n}{r} - Z \times \frac{Z_n}{r}$	1 678,8409	Y_{delta}	المطال في اتجاه Y	
$X \times \frac{Z'_x}{Z'_{mag}} + Y \times \frac{Z'_y}{Z'_{mag}} + Z \times \frac{Z'_z}{Z'_{mag}}$	835,35433	Z_{delta}	المطال في اتجاه Z	
حساب السمات والارتفاع إلى المحطة الأرضية من منظور الساتل				
$atan\left(\frac{x_{sat}}{y_{sat}}\right)$	36,5898-	Az	السمت بالنسبة إلى المحطة الأرضية منظور إليه من الساتل (بالدرجات)	
$atan\left(\frac{z_{sat}}{\sqrt{x_{sat}^2 + y_{sat}^2}}\right)$	21,7775	El	زاوية الارتفاع بالنسبة إلى المحطة الأرضية منظور إليها من الساتل (بالدرجات)	

ITU-R S.1714-1 التوصية

الجدول 3 (تتمة)

اختيار الكثافة pfd من قناع pfd له خط عرض للساتل الفرعي و Az و El الأقرب إلى القيم المحسوبة أعلاه للساتل non-GSO، لأن الساتل (VLA) GSO يملك عرض نطاق ترددي كبير جداً ويمكن أن توجد عدة مجموعات من الأفضة بترددات متراكبة. وتبغني إضافة جميع هذه العناصر.			
مثال	140-	pdf_1	Freq 1: الكثافة pfd للساتل non-GSO مع سمت وزاوية ارتفاع بالنسبة إلى المحطة الأرضية
مثال	131-	pdf_2	Freq 2: الكثافة pfd للساتل non-GSO مع سمت وزاوية ارتفاع بالنسبة إلى المحطة الأرضية
		...	
مثال	140-	pdf_n	Freq n: الكثافة pfd للساتل non-GSO مع سمت وزاوية ارتفاع بالنسبة إلى المحطة الأرضية
$10 \log \left(10^{\frac{pdf_1 + G(X) - G_{max}}{10}} + 10^{\frac{pdf_2 + G(X) - G_{max}}{10}} + \dots + 10^{\frac{pdf_n + G(X) - G_{max}}{10}} \right)$	190,760-	$epfd_{40kHz}$	حساب قيمة epfd في الحالة الأسوأ ((dB(W/(m2 · 40 kHz)))
$10 \log \left(10^{\frac{pdf_1 + G(X) - G_{max}}{10}} + 10^{\frac{pdf_2 + G(X) - G_{max}}{10}} + \dots + 10^{\frac{pdf_n + G(X) - G_{max}}{10}} \right)$	176,781-	$epfd$	حساب قيمة epfd في الحالة الأسوأ ((dB(W/(m2 · MHz)))
من التذييل 5 للوائح الراديو لدى الاتحاد الدولي للاتصالات	171,0-	$epfd$	مستوى الإطلاق لكثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) ((dB(W/(m2 · 40 kHz)))
من التذييل 5 للوائح الراديو لدى الاتحاد الدولي للاتصالات	157,0-	$epfd$	مستوى الإطلاق لكثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) ((dB(W/(m2 · MHz)))
	لا		انتهاك مستوى الإطلاق لكثافة تدفق القدرة المكافئة

4 الحالة 3

تصف الحالة 3 السيناريو الذي تُعرف فيه منطقة الحظر انطلاقاً من خط عرض يبلغ $\pm X^\circ$ بالنسبة إلى خط عرض نقطة الساتل الفرعي للساتل non-GSO. وعندما يوجد الساتل non-GSO داخل منطقة الحظر، لا يمكنه الإرسال في اتجاه أية محطة أرضية. ويرد وصف هندسة الحالة الأسوأ لهذه الحالة في الشكل 3 حيث يوجد الساتل non-GSO عند حافة منطقة الحظر ويرسل في اتجاه المحطات الأرضية GSO و non-GSO الواقعة في نفس المكان. وتنتج هذه الهندسة سيناريو تُحدث فيه الحزمة الرئيسية non-GSO تداخلاً في الفص الجانبي للساتل GSO. وتستعمل هذه التقنية للحد من التداخل بشكل عام مع كوكبة سواتل MEO ولكن يمكن أن تعمل أيضاً مع كوكبة سواتل GEO. وإذا كان ميل المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض أكبر من خط عرض القطع للمدار غير المستقر بالنسبة إلى الأرض، يمكن عندئذ حدوث اقتران، وينبغي استعمال الحالة 1. وفي هذه الحالة، بالنسبة إلى المدارات غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض (non-GSO) شديدة الإهليلجية (HEO)، يُستعمل نصف قطر الساتل في المدار شديد الإهليلجية (HEO) عند خط عرض اقترانه بنصف قطر المدار غير المستقر بالنسبة إلى الأرض (non-GSO) في الحالة 1. وتقضي الخوارزمية المستعملة في حساب قيمة الكثافة $epfd$ بتنفيذ الخطوات التالية:

الخطوة 1: معطيات الدخل: نصف قطر الأرض، نصف قطر مدار non-GSO، زاوية ميل الساتل non-GSO، خط عرض قطع الساتل non-GSO، خط طول الساتل GSO، زاوية ميل الساتل GSO، نصف قطر مدار GSO، خط عرض المحطة الأرضية GSO، خط طول المحطة الأرضية GSO، أقصى كسب هوائي المحطة الأرضية GSO.

الخطوة 2: حساب الزاوية الدنيا خارج المحور بين المحطة الأرضية GSO والساتل non-GSO (تُنفذ هذه الوظيفة باستعمال ماكرو ينقل الساتل non-GSO من حيث خط الطول على طول خط العرض للقطع ويحسب زاوية الابتعاد عن المحور، ثم يسجل بعد ذلك القيمة الدنيا).

الخطوة 3: حساب خط العرض وخط الطول للساتل الفرعي non-GSO عند الزاوية الدنيا للابتعاد عن المحور.

الخطوة 4: حساب زاوية الاستقبال خارج المحور والكسب عند المحطة الأرضية GSO.

الخطوة 5: إذا وردت أقنعة الكثافة pdf للساتل non-GSO في شكل خط الطول Alpha vs. Delta (انظر تعريف خطي الطول Alpha و Delta في التوصية ITU-R S.1503).

أ) بواسطة أقنعة الكثافة pdf ، اختيار قيمة الكثافة pdf بالنسبة إلى خط العرض الأكثر قرباً من خط العرض للساتل الفرعي للساتل non-GSO بالنسبة إلى $\text{Alpha}_0 = \text{Alpha}$ والفرق من حيث خط الطول بين الساتل GSO والساتل non-GSO.

ب) لأن الساتل GSO له عرض نطاق كبير جداً، قد توجد عدة مجموعات من أقنعة الكثافة pdf مع ترددات متداخلة؛ ينبغي إدراج كل هذه العناصر.

ج) حساب الكثافة $epfd$ التي ورد تعريفها في الرقم 5C.22 من لوائح الراديو (RR).

الخطوة 6: إذا وردت أقنعة الكثافة pdf للساتل non-GSO في شكل السمات في مقابل زاوية الارتفاع (انظر تعريف السمات وزاوية الارتفاع في التوصية ITU-R S.1503):

أ) حساب إحداثيات المرجعية الثابتة بالنسبة إلى مركز الأرض (ECF) للساتل GSO، والمحطة الأرضية والساتل non-GSO.

ب) تحويل وتدوير المتجه بين الساتل non-GSO والساتل GSO للانتقال من إحداثيات المرجعية ECF إلى الإحداثيات بالنسبة إلى مركز الساتل.

ج) حساب السمات وزاوية الارتفاع بين الساتل non-GSO والمحطة الأرضية GSO.

د) بواسطة أفنعة الكثافة pfd، اختيار قيمة الكثافة pfd بالنسبة إلى خط العرض الأكثر قرباً من خط العرض للساتل الفرعي non-GSO، بالنسبة إلى السمات وزاوية الارتفاع بين الساتل non-GSO والمحطة الأرضية GSO.

هـ) لأن الساتل GSO له عرض نطاق كبير جداً، قد توجد عدة مجموعات من أفنعة الكثافة pfd مع ترددات متداخلة. ينبغي إدراج كل هذه العناصر.

و) حساب قيمة الكثافة epfd التي ورد تعريفها في الرقم 5C.22 من لوائح الراديو (RR).

أعدت ورقة عمل على برنامج Excel تحتوي على المعادلات المناسبة والحسابات المبرمجة مسبقاً. ويحتوي الجدول 4 على ورقة عمل تتعلق بالحالة 3، علماً بأن قيم الدخل المتعلقة بالنظام الساتلي non-GSO خيالية ولا تمثل أي نظام محدد.

الجدول 4

الحالة 3 - ورقة بيانات Excel تتعلق بالحالة 3

الحالة 3: لا يمكن للساتل non-GSO أن يرسل عندما يوجد فوق أو تحت خط عرض معين. ولا يرسل الساتل MEO بين + أو - X من خط العرض. لا يرسل الساتل HEO تحت خط العرض $X+$ أو فوق $X-$ ، تبعاً لنصف الكرة للأوج			
الحالة الأسوأ: يوجد الساتل non-GSO عند خط العرض المحدد ويرسل مباشرة في اتجاه المحطة الأرضية GSO			
$\alpha_0 = \text{Alpha}$			
الملاحظة 1 - بالنسبة إلى الساتل HEO، تتمثل معطيات الدخل التي تتعلق بنصف قطر المدار non-GSO في نصف قطر المدار HEO عند خط العرض للقطع (cut-off/on)			
الملاحظة 2 - إذا كان ميل مدار GSO أكبر من خط عرض القطع للمدار non-GSO، يمكن حدوث اقتران وينبغي استعمال الحالة 1 وفي هذه الحالة، بالنسبة إلى الساتل HEO، يكون الدخل بالنسبة إلى نصف قطر المدار non-GSO هو نصف قطر المدار HEO عند خط العرض الاقتران			
معطيات الدخل			
		R_e	نصف قطر الأرض (km)
	6 378,15		
		R_g	نصف قطر الساتل GSO (km)
	42 164		
		i	زاوية ميل الساتل non-GSO (بالدرجات)
	55		
		R_n	نصف قطر الساتل non-GSO (km)
	23 958		
		β	خط العرض لقطع الساتل non-GSO (بالدرجات)
	45-		
			هل خط العرض للقطع موجب أم سالب؟ (1 = نعم أو 2 = لا)
	1		
		GSO_{long}	خط الطول للساتل GSO (بالدرجات)
	30-		
		GSO_{inc}	زاوية ميل مدار الساتل GSO (بالدرجات)
	5		
		ϕ	خط العرض للمحطة الأرضية (بالدرجات)
	38		
		$earth_{long}$	خط الطول للمحطة الأرضية (بالدرجات)
	77-		
		G_{max}	الكسب الأقصى لهوائي المحطة الأرضية (dB)
	70		
			عرض النطاق (BW) المرجعي للقناع (kHz)
	40		
			النطاق (Ka أو Ku)
	Ka		
الحسابات			
		β	حساب الزاوية الدنيا للابتعاد عن المحور
macro	44,09438		
		$nGSO_{long}$	خط الطول للساتل non-GSO عند الزاوية الدنيا للابتعاد عن المحور
macro	32-		
		$nGSO_{lat}$	خط العرض للساتل non-GSO عند الزاوية الدنيا للابتعاد عن المحور
macro	45		
		$G(\beta)$	حساب كسب المحطة الأرضية عند θ بالنسبة إلى محور التسديد
	12-		
			التوصية ITU-R S.1428 (على المستوى الكلي)

الجدول 4 (تابع)

إذا وردت أقنعة قدرة الساتل في شكل خط الطول Alpha vs. Delta				
	2	delta	حساب خط الطول delta بين الساتل GSO والساتل non-GSO (بالدرجات)	
اختيار الكثافة pfd من قناع pfd له زاوية Alpha = a_0 وخط عرض للساتل الفرعي وزاوية delta الأقرب إلى القيم المحسوبة أعلاه، لأن الساتل (VLA) GSO يملك عرض نطاق ترددي كبير جداً ويمكن أن توجد عدة مجموعات من الأقنعة بتكرارات متراكبة. وتنبغي إضافة جميع هذه العناصر.				
مثال	140-	$pf d_1$	non-GSO الكثافة pfd للساتل	
مثال	131-	$pf d_2$	non-GSO الكثافة pfd للساتل	
			...	
مثال	140-	$pf d_n$	non-GSO الكثافة pfd للساتل	
$10 \log \left(10^{\frac{pf d_1 + G(X) - G_{max}}{10}} + 10^{\frac{pf d_2 + G(X) - G_{max}}{10}} + \dots + 10^{\frac{pf d_n + G(X) - G_{max}}{10}} \right)$	212,025-	$epfd_{40kHz}$	حساب قيمة epfd في الحالة الأسوأ (dB(W/(m ² · 40 kHz)))	
$10 \log \left(10^{\frac{pf d_1 + G(X) - G_{max}}{10}} + 10^{\frac{pf d_2 + G(X) - G_{max}}{10}} + \dots + 10^{\frac{pf d_n + G(X) - G_{max}}{10}} \right)$	198,045-	$epfd$	حساب قيمة epfd في الحالة الأسوأ (dB(W/(m ² · MHz)))	
من التذييل 5 للوائح الراديو لدى الاتحاد الدولي للاتصالات	199,0-	$epfd$	مستوى الإطلاق لكثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) (dB(W/(m ² · 40 kHz)))	
من التذييل 5 للوائح الراديو لدى الاتحاد الدولي للاتصالات	185,0-	$epfd$	مستوى الإطلاق لكثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) (dB(W/(m ² · MHz)))	
	لا		انتهاك مستوى الإطلاق لكثافة تدفق القدرة المكافئة؟	
إذا وردت أقنعة الكثافة pfd في شكل السميت في مقابل زاوية الارتفاع				
حساب المكونات x و y و z للمحطة الأرضية في إحداثيات المرجعية ECF				
$R_e \times \cos(\varphi) \times \cos(earth_{long})$	1 130,62	X_e	قيمة x للمحطة الأرضية (km)	
$R_e \times \cos(\varphi) \times \sin(earth_{long})$	4 897,23-	Y_e	قيمة y للمحطة الأرضية (km)	
$R_e \times \sin(\varphi)$	3 926,78	Z_e	قيمة z للمحطة الأرضية (km)	
$\sqrt{X_e^2 + Y_e^2 + Z_e^2}$	6 378.15	R_{es}	قيمة r للمحطة الأرضية (km)	
حساب المكونات x و y و z للساتل non-GSO ونصف القطر في إحداثيات المرجعية ECF				
$R_n \times \cos(\delta) \times \cos(nGSO_{long})$	14 366,67	X_n	قيمة x للساتل non-GSO (km)	
$R_n \times \cos(\delta) \times \sin(nGSO_{long})$	8 977,29-	Y_n	قيمة y للساتل non-GSO (km)	
$R_n \times \sin(\delta)$	16 940,86	Z_n	قيمة z للساتل non-GSO (km)	
$\sqrt{X_n^2 + Y_n^2 + Z_n^2}$	23 958	R_n	نصف قطر الساتل non-GSO (km)	

الجدول 4 (تابع)

حساب المتجه بين الساتل non-GSO والمحطة الأرضية				
$X_e - X_n$	13 236,05-	X		المتجه X (km)
$Y_e - Y_n$	4 080,057	Y		المتجه Y (km)
$Z_e - Z_n$	13 014,8-	Z		المتجه Z (km)
$\sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$	19 005,428	r		المتجه r (km)
متجه الشمال				
المكون x لمتجه الشمال	0	N_x		شمال X
المكون y لمتجه الشمال	0	N_y		شمال Y
المكون z لمتجه الشمال	1	N_z		شمال Z
مطال متجه الشمال	1	N_{mag}		مطال الشمال
حساب المكون X الساتلي لإطار الساتل بالجداء الشعاعي للمتجه السالب من الساتل إلى مركز الأرض ومتجه الشمال				
$-Y_n \times N_z + N_y \times Z_n$	8977,2903	X'_x		إطار X - المكون x
$-Z_n \times N_x + N_z \times X_n$	14 366,667	X'_y		إطار X - المكون y
$-X_n \times N_y + N_x \times Y_n$	0-	X'_z		إطار X - المكون z
$\sqrt{X'^2_x + X'^2_y + X'^2_z}$	16 940,86	X'_{mag}		مطال X
حساب المكون Z الساتلي لإطار الساتل بالجداء الشعاعي للمتجه السالب من الساتل إلى مركز الأرض والمكون X لإطار الساتل				
$-Y_n \times X'_z + X'_y \times Z_n$	243 383 767,2-	Z_x		إطار Z - المكون x
$-Z_n \times X'_x + X'_z \times X_n$	152 083 056,9	Z_y		إطار Z - المكون y
$-X_n \times X'_y + X'_x \times Y_n$	286 992 882	Z_z		إطار Z - المكون z
$\sqrt{Z'^2_x + Z'^2_y + Z'^2_z}$	405 869 226,0	Z'_{mag}		مطال Z

الجدول 4 (تتمة)

حساب مطال المتجه من الساتل إلى المحطة الأرضية في اتجاه محور الساتل بأخذ الجداءات النقطية				
$X \times \frac{X'_x}{X'_{mag}} + Y \times \frac{X'_y}{X'_{mag}} + Z \times \frac{X'_z}{X'_{mag}}$	3 553,954595-	X_{delta}	المطال في اتجاه X	
$-X \times \frac{X_n}{r} - Y \times \frac{Y_n}{r} - Z \times \frac{Z_n}{r}$	18 668,32096	Y_{delta}	المطال في اتجاه Y	
$X \times \frac{Z'_x}{Z'_{mag}} + Y \times \frac{Z'_y}{Z'_{mag}} + Z \times \frac{Z'_z}{Z'_{mag}}$	263,6282482	Z_{delta}	المطال في اتجاه Z	
حساب السميت والارتفاع إلى المحطة الأرضية من منظور الساتل				
$\text{atan}\left(\frac{Y_\delta}{X_\delta}\right)$	10,77862297-	Az	السميت بالنسبة إلى المحطة الأرضية منظور إليها من الساتل (بالدرجات)	
$\text{asin}\left(\frac{Z_\delta}{r}\right)$	0,794787166	El	زاوية الارتفاع بالنسبة إلى المحطة الأرضية منظور إليها من الساتل (بالدرجات)	
اختيار الكثافة pfd من قناع pfd له خط عرض للساتل الفرعي و Az و El الأقرب إلى القيم المحسوبة أعلاه للساتل non-GSO، لأن الساتل (VLA) GSO يملك عرض نطاق ترددي كبير جداً ويمكن أن توجد عدة مجموعات من الأفضة بترددات متراكبة. وتبغى إضافة جميع هذه العناصر.				
مثال	140-	pdf_1	الكثافة pfd للساتل non-GSO مع سمت وزاوية ارتفاع بالنسبة إلى المحطة الأرضية	Freq 1
مثال	131-	pdf_2	الكثافة pfd للساتل non-GSO مع سمت وزاوية ارتفاع بالنسبة إلى المحطة الأرضية	Freq 2
		...		
مثال	140-	pdf_n	الكثافة pfd للساتل non-GSO مع سمت وزاوية ارتفاع بالنسبة إلى المحطة الأرضية	Freq n
$10 \log \left(10^{\left(\frac{pdf_1+G(X)-G_{max}}{10}\right)} + 10^{\left(\frac{pdf_2+G(X)-G_{max}}{10}\right)} + \dots + 10^{\left(\frac{pdf_n+G(X)-G_{max}}{10}\right)} \right)$	212,025-	$epfd_{40kHz}$	حساب قيمة الكثافة epfd في الحالة الأسوأ ((dB(W/(m ² · 40 kHz)))	
$10 \log \left(10^{\left(\frac{pdf_1+G(X)-G_{max}}{10}\right)} + 10^{\left(\frac{pdf_2+G(X)-G_{max}}{10}\right)} + \dots + 10^{\left(\frac{pdf_n+G(X)-G_{max}}{10}\right)} \right)$	198,045-	$epfd$	حساب قيمة الكثافة epfd في الحالة الأسوأ ((dB(W/(m ² · MHz)))	
من التذييل 5 للوائح الراديو لدى الاتحاد الدولي للاتصالات	199,0-	$epfd$	مستوى الإطلاق لكثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) ((dB(W/(m ² · 40 kHz)))	
من التذييل 5 للوائح الراديو لدى الاتحاد الدولي للاتصالات	185,0-	$epfd$	مستوى الإطلاق لكثافة تدفق القدرة المكافئة (epfd) ((dB(W/(m ² · MHz)))	
	لا		انتهاك مستوى الإطلاق لكثافة تدفق القدرة المكافئة؟	

