التوصيـــة ITU-R S.1758

تحديد خصائص الأنظمة من نمط المدار الأرضي العالي في الخدمة الثابتة الساتلية

(2006)

النطاق

تحدد هذه التوصية خصائص أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية (FSS) من نمط المدار الأرضي العالي (HEO) لأغراض دراسات التقاسم. والغرض من هذه التوصية تزويد الإدارات بمعلومات عن أنظمة الخدمة FSS من النمط HEO لأغراض استعمالها في دراسات التقاسم مع أنماط أخرى من أنظمة الخدمة FSS في المدار غير المستقر بالنسبة إلى الأرض (non-GSO)، وشبكات الخدمة FSS في المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض (GSO)، ومع أنظمة وشبكات تعمل في خدمات أخرى موزعة على أساس أولي مشترك مع الخدمة FSS. وتتضمن المعلومات عناصر مثل خصائص المدار والقوس النشطة والمسارات الأرضية المتكررة وهوائيات المحطات الأرضية المصاحبة وزوايا الارتفاع والتمريرات والتمييز الزاوي من قوس المدار الساتلي المستقر بالنسبة إلى الأرض.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن بإمكان كل من الشبكات الساتلية في المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض (GSO) والأنظمة الساتلية في المدار غير المستقر بالنسبة إلى الأرض (non-GSO)، أن تستعمل نطاقات ترددات الخدمة الثابتة الساتلية (FSS) وفقاً للوائح الراديو (RR)؛

ب) أن معظم نطاقات الخدمة FSS هذه متقاسمة أيضاً مع خدمات الأرض؛

ج) أن الأنظمة الساتلية من نمط المدار الأرضي العالي (HEO) المحددة خصائصها في هذه التوصية هي أنظمة تعمل في مدارات سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض؛

د) أن خصائص التداخل الذي تسببه معظم أنظمة الخدمة FSS من النمط HEO على شبكات في المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض مرجعها حقيقة أن وصلات خدمة هذه الأنظمة لا تعمل إلا في إطار أقواس نشطة تحافظ على زاوية فصل عالية بالنسبة إلى وصلات المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض؛

هـ) أن بإمكان أنظمة الخدمة FSS من النمط HEO أن تقدم خدمات إلى مناطق تقع على خطوط عرض عالية بزوايا ارتفاع أعلى من شبكات الخدمة FSS في المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض (GSO)؛

و) أن من المحتمل أن تعمل أنظمة الخدمة FSS من النمط HEO على زيادة استعمال نطاقات الخدمة FSS من دون إضافة أي زيادة في ازدحام المدار الساتلي المستقر بالنسبة إلى الأرض (GSO)؛

ز) أن من المفيد للإدارات أن يكون لديها مصدراً لاستقاء المعلومات عن أنظمة الخدمة FSS من النمط HEO من أجل استعمالها في دراسات التقاسم مع أنماط أخرى من أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية العاملة في مدارات سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض (non-GSO)، وشبكات الخدمة FSS في مدار سواتل مستقرة بالنسبة إلى الأرض (GSO)، ومع أنظمة وشبكات تعمل في خدمات أخرى موزعة على أساس أولي مشترك مع الخدمة FSS،

وإذ تدرك

أ) بأن هناك العديد من الأنظمة الساتلية من النمط HEO لا تزال تعمل بنجاح منذ عدة سنوات في الخدمة FSS؛

ب) أنه جرى في الآونة الأخيرة إحالة المزيد من أنظمة الخدمة FSS من النمط HEO إلى مكتب الاتصالات الراديوية في الاتحاد (ITU BR)؛

ج) أن قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد (ITU-R) قام ولا يزال مستمراً في دراسة آثار التداخل الذي تحدثه سواتل الخدمة FSS من النمط HEO على مستقبلات الخدمة الثابتة (FS)، مع مراعاة خصائص هذه السواتل؛

د) أن توصيات قطاع الاتصالات الراديوية بشأن أنظمة الخدمة FSS من النمط HEO، تم تحديدها وجاري وضعها، بيد أن الخصائص والمراجع المشتركة لهذه الأنظمة غير موجودة لحد الآن؛

هـ) أنه قد تكون هناك اختلافات بين خصائص أنظمة الخدمة FSS من النمط HEO والأنظمة من النمط HEO في بعض خدمات الاتصالات الراديوية الأخرى،

توصـــي

1 بضرورة استعمال المصطلح "HEO" للإشارة إلى أنماط أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية (FSS) في المدار غير المستقر بالنسبة إلى الأرض (non-GSO) التي يرد وصف لخصائصها بوجه عام في الفقرة 1 من الملحق 1 بهذه التوصية؛

2 أنه ينبغي استعمال المادة الواردة في الملحق 1 بهذه التوصية في دراسات التقاسم التي تشمل أنظمة الخدمة FSS من النمط HEO.

الملحق 1

خصائص أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية (FSS) من نمط المدار الأرضي العالي (HEO)

1 الخصائص العامة لسواتل الخدمة الثابتة الساتلية (FSS) بمدار أرضي عالي (HEO) والأنظمة الساتلية للخدمة FSS من النمط HEO

النظام الساتلي للخدمة FSS من النمط HEO هو نظام في مدارات سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض (non-GSO) يشتمل على ساتل أو سواتل تدور في مدار إهليلجي ويتسم بجميع الخصائص المدارية والتشغيلية التالية:

- فترة التزامن بالنسبة إلى الأرض (23 ساعة و56 دقيقة) مضروبة في النسبة *n/m* حيث *m* و*n* عددان صحيحان، ناتجهما *n* أوج كل *m* من الأيام. وقد تكون النسبة *n/m* أقل من 1، أو مساوية له، أو أكبر منه (للحصول بالتالي على مسار أرضي ثابت يتكرر كل *m* من الأيام)، مما يؤدي إلى الحصول على ثلاثة أنواع من المدارات، هي:
  - *مدار أرضي عالي (HEO) متزامن مع الأرض:* هو مدار HEO بفترة مدارية تبلغ 23 ساعة و56 دقيقة (*m/n* = 1).
  - *مدار أرضي عالي (HEO) بتزامن أدنى مع الأرض:* هو مدار HEO بفترة تزامن مع الأرض مضروبة في نسبة *m/n* أقل من 1 (مثل 11 ساعة و58 دقيقة، 5 ساعات و59 دقيقة، وما إلى ذلك).
  - *مدار أرضي عالي (HEO) بتزامن فائق مع الأرض:* هو مدار HEO بفترة تزامن مع الأرض مضروبة في نسبة *m/n* أكبر من 1 (مثل 47 ساعة و52 دقيقة، وغير ذلك).
- زاوية ميل تتراوح بين 35 و145°.

- ارتفاع أوج يبلغ 18 000 km على الأقل.
- إرسالات نقل خدمة غير إرسالات القياس عن بُعد وإرسالات نقل الأوامر، تكون مقصورة على قوس واحد أو أكثر من الأقواس النشطة ضمن مدار معين على غرار الوصف الكامل الوارد في الفقرة 1.1.

ويُستعمل المصطلح "HEO" لتحديد هوية هذا النمط من المدار.

ومن الممكن أن يكون هناك الكثير من الاختلافات في تصميم أنظمة HEO وتشغيلها، وهذه الاختلافات ناشئة عن تباين مهام هذه الأنظمة أو اختلاف معايير تحقيق الحد الأمثل منها. ومن أمثلة اختلاف الخصائص فيما بين هذه الأنظمة الترددات؛ وحجم منطقة الخدمة؛ والحدود الدنيا لزوايا الارتفاع؛ واستعمال هوائيات كاملة الحركة، أو بتتبع محدود، أو هوائيات مطرافية أرضية ثابتة؛ وحجم الأقواس النشطة؛ وعدد السواتل العاملة في آن معاً؛ وعدد الأقواس النشطة التي يعمل في إطارها ساتل معين.

وتكون مناطق خدمة كوكبات السواتل HEO ذات الحزم النقطية القابلة للضبط موجودة على الأرجح داخل منطقة التغطية المقابلة لزوايا ارتفاع عالية للساتل النشط، فيما عدا الحالات التي تُصمم فيها أنظمة HEO بغرض تقديم خدمة واسعة باتجاه شرق-غرب خطوط العرض الواقعة شمال خط الاستواء.

وتشترك الأنظمة الساتلية النموذجية للخدمة FSS من النمط HEO في بعض أو جميع الخصائص التشغيلية المحددة التالية:

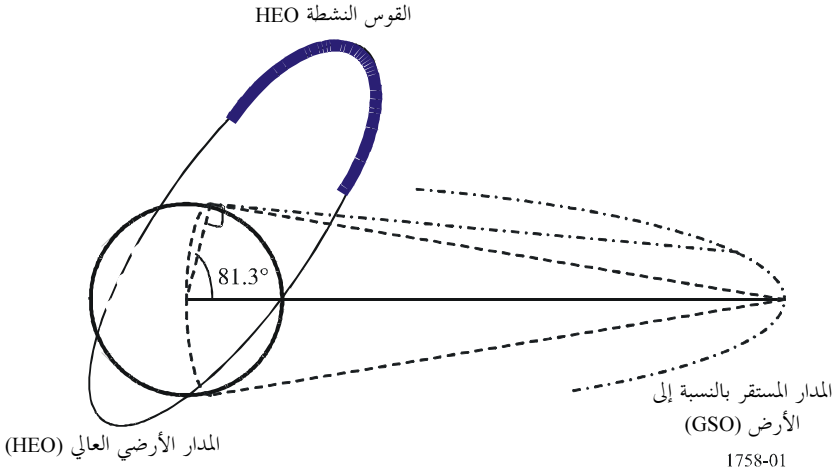
1.1 القوس النشطة

باستثناء وظائف العمليات الفضائية، لا يعمل أي ساتل يندرج ضمن نطاق نظام ساتلي معين للخدمة FSS من النمط HEO إلا في إطار جزء محدد من مداره يُعرف باسم القوس النشطة. وعندما يخرج الساتل من النمط HEO في الخدمة FSS عن إطار قوسه النشطة هذه، تتوقف جميع إرسالات نقل الخدمة من الخدمة FSS الصادرة إلى هذا الساتل في الخدمة المذكورة والإرسالات الواردة منه. وتبعاً للفترة المدارية، يتكرر مرور جزء القوس النشطة من المدار فوق موقع أو أكثر من المواقع الموجودة على الأرض. ويُلاحظ في حالة المدارات شبه الدائرية أن من المحتمل أن يكون هناك قوسان نشطتان ضمن مدار معين، يمر واحد منهما فوق نصف الكرة الجنوبي والآخر فوق نصف الكرة الشمالي.

وطول القوس (الأقواس) النشطة لنظام ما عبارة عن دالة في تصميم النظام المعني. وتُصمم القوس النشطة بوجه عام بحيث تضم نقطة الأوج أو أعلى خط عرض للمدار، والغرض من ذلك التقليل إلى أدنى حد من التباين في زاوية سمت الساتل وزاوية ارتفاعه من منظور المحطات الأرضية العاملة معه. وعلاوة على ذلك، ومن أجل الحيلولة دون حدوث تداخل مفرط صادر على ومن شبكات الخدمة FSS المشتركة في نفس التردد وذات المدار الساتلي المستقر بالنسبة إلى الأرض (GSO)، يُحدد عموماً طول القوس النشطة بحيث لا تتقاطع مع أي خط بين مدار السواتل المستقر بالنسبة إلى الأرض وسطح الأرض (انظر الشكل 1). ومن أجل ضمان تقديم الخدمة باستمرار، يتعين وجود ساتل واحد على الأقل من نظام ساتلي معين في الخدمة FSS من النمط HEO، في كل قوس نشطة في جميع الأوقات.

الشـــكل 1

إيضاح كيفية تحديد القوس النشطة HEO بحيث لا تتقاطع مع أي خط يقع بين مدار السواتل المستقر بالنسبة إلى الأرض وسطح الأرض



2.1 المسارات الأرضية المتكررة

لسواتل HEO مسارات تكرارية أرضية متكررة (أي، خط يمثل مجموعة نقاط أسفل الساتل تتكون من جراء دورانه حول الأرض) وتصمم هذه المسارات لضمان تكون الأقواس النشطة للسواتل بالمواقع المثلى لمناطق التغطية اللازمة. ولرسم مسار أرضي متكرر، فإن الفترة التي تستغرقها المدارات هي مضاعف أو مضاعف جزئي للفترة التي تستغرقها الأرض في دورانها حول محورها. واعتماداً على طول القوس النشطة وعدد السواتل التي تندرج ضمن النظام الساتلي للخدمة FSS من النمط HEO، فقد تساعد المسارات الأرضية المتكررة في زيادة إعادة استعمال الترددات بين أنظمة مستقلة للخدمة FSS من النمط HEO تستخدم هذه الأنماط من المدارات، كما قد تؤدي خصائص القوس النشطة إلى تشكيل زوايا مراقبة شبه ثابتة من منظور المحطات الأرضية. ويمكن أن يكون نظام الخدمة FSS من النمط HEO مؤلفاً من عدة سواتل HEO تتبع مسار أرضي متكرر واحد، أو مؤلفاً من عدة سواتل HEO تستعمل مسارات أرضية متكررة مختلفة.

3.1 هوائيات المحطات الأرضية المصاحبة

طبقاً لطول القوس النشطة والتفاصيل المدارية لنظام الخدمة FSS من النمط HEO، يُستعمل عموماً نمط واحد من أنماط الهوائيات الأربعة الواردة أدناه مع المحطات الأرضية المصاحبة (يُلاحظ أن ثمة إمكانية لوجود أكثر من نمط واحد من المحطات الأرضية المصاحبة لنظام HEO معين):

- هوائيات تتبع مزدوجة؛
- هوائيات بقدرة تتبع متقطعة للتبديل إلى الساتل الداخل إلى القوس النشطة من الساتل الذي يغادرها؛
- هوائي تتبع وحيد في حالة خاصة يكون فيها الساتلان الضالعان في حالة تمرير على مسافة مباعدة قريبة جداً في لحظة التمرير؛
- هوائي وحيد غير تتبعي ذو حزمة عريضة بما فيه الكفاية لتشمل القوس النشطة بأكملها.

4.1 زوايا الارتفاع العالية من المحطات الأرضية لنظام ساتلي للخدمة FSS من النمط HEO في مناطق الخدمة الواقعة على خطوط العرض التي تتراوح بين المتوسطة إلى العالية

يمكن هذا الأمر المواقع ذات زوايا الارتفاع المنخفضة بالنسبة للمدار الساتلي المستقر بالنسبة إلى الأرض (GSO) من جني الفوائد المتأتية من زوايا الارتفاع العالية.

5.1 استمرار الخدمة مع حالات التمرير

بمقدور الأنظمة الساتلية للخدمة FSS من النمط HEO التي تستعمل عدداً كافياً من السواتل أن تكفل وجود ساتل واحد على الأقل يدور داخل كل قوس نشطة في جميع الأوقات، لتوفر بذلك تغطية مستمرة. وقد يكون تواتر التمريرات بين السواتل ضئيلاً، بالتلازم مع استمرار الخدمة المقدمة من ساتل HEO وحيد لعدة ساعات، وذلك بحسب المدار المُنتقى والأغراض المتوخاة من تصميم النظام.

6.1 التمييز الزاوي من مدار السواتل المستقر بالنسبة إلى الأرض

يمكن تشغيل أي نظام ساتلي للخدمة FSS من النمط HEO بطريقة يكون فيها التمييز الزاوي عند جميع النقاط الموجودة داخل منطقة الخدمة HEO تمييزاً كبيراً بين سواتل النظام الموجودة في أي مكان داخل قوسها (أقواسها) النشطة وجميع النقاط في مدار السواتل المستقر بالنسبة إلى الأرض (انظر التوصية ITU-R S.1713). ويعزز هذا الأمر في تطبيقات الخدمة FSS التي تستعمل هوائيات اتجاهية عملية التقاسم بين الشبكات الساتلية في المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض وأي نظام ساتلي للخدمة FSS من النمط HEO دون فرض قيود صارمة على التغطية المستعملة للنظام HEO.

7.1 كوكبات HEO التي تدعم استعمال هوائيات صغيرة، والمحطات الأرضية غير التتبعية

سواتل HEO المتماثلة والمتكافئة من حيث المطاورة الزمنية الموجودة في بعض الأنظمة والتي تشكل كوكبة بمسار أرضي متكرر واحد، والعاملة حصراً في إطار أقواس نشطة بمدى زاوي ضئيل للغاية حول الأوج، هي سواتل تصف نظاماً بخصائص رؤية ساتلية مشابهة لخصائص إحدى شبكات مدار السواتل المستقر بالنسبة إلى الأرض. ومع أنه من الواضح أن مدارات هذه السواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض، فإن السواتل العاملة في كوكبة HEO كهذه تبقى ثابتة تقريباً بالنسبة إلى النقاط الموجودة على سطح الأرض.

2 أمثلة على مدارات HEO

يرد في الأشكال من 2 إلى 5 أربعة أمثلة على مدارات HEO.

يبين الشكل 2 المسار الأرضي لمدار HEO بفترة مدارية قدرها 7 ساعات و59 دقيقة واختلاف مركزي بمقدار 0,64 وزاوية ميل تبلغ 63,4°. ويشير جزء المدار المبين بخط بارز في الشكل إلى قوس نشطة تقع فوق خط العرض 45° شمالاً.

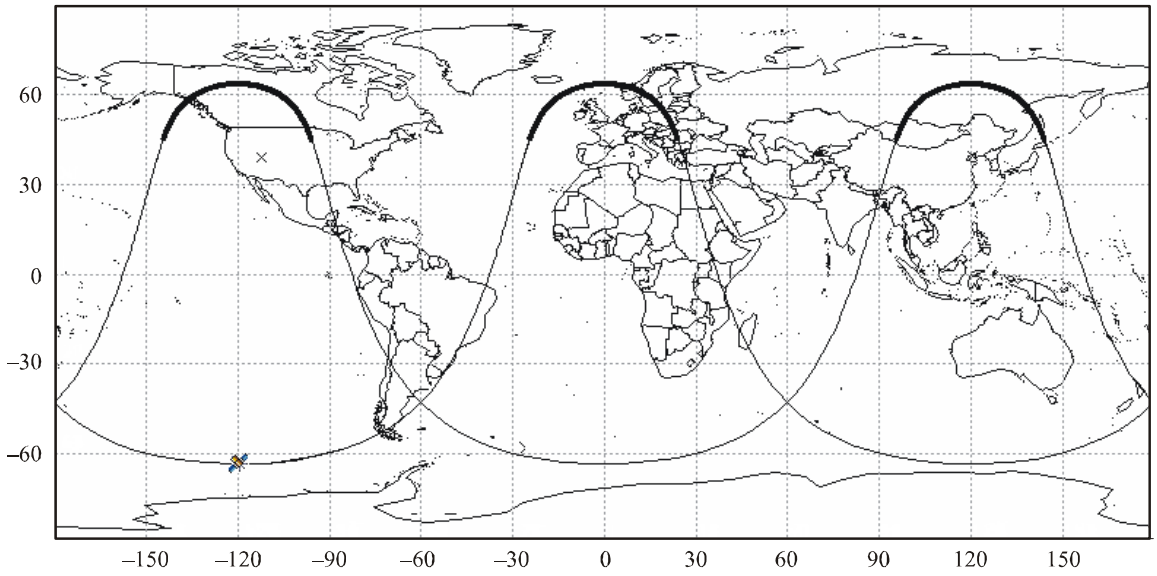
أما الشكل 3 فيوضح المسار الأرضي لمدار HEO يستعمل مدار بفترة مدارية قدرها 11 ساعة و58 دقيقة واختلاف مركزي بمقدار 0,72 وزاوية ميل تبلغ 63,4°. ويشير جزء المدار المبين بخط بارز في الشكل إلى قوس نشطة تقع فوق خط العرض 25° شمالاً.

ويبين الشكل 4 المسار الأرضي لمدار HEO يستعمل مدار بفترة مدارية قدرها 23 ساعة و56 دقيقة واختلاف مركزي بمقدار 0,1 وزاوية ميل تبلغ 45°. ويشير جزء المدار المبين بخط بارز في الشكل إلى قوس نشطة فوق خط العرض 30° شمالاً.

أما الشكل 5 فيوضح المسار الأرضي لمدار HEO بتزامن فائق مع الأرض يستعمل مدار بفترة مدارية قدرها 47 ساعة و52 دقيقة وزاوية ميل تبلغ 63,4° واختلاف مركزي مقارب لقيمة صفر؛ ويشير جزء المدار المبين بخط بارز في الشكل إلى قوسين نشطتين تقعان فوق خط العرض 25° شمالاً وتحت خط العرض 25° جنوباً.

الشـــكل 2

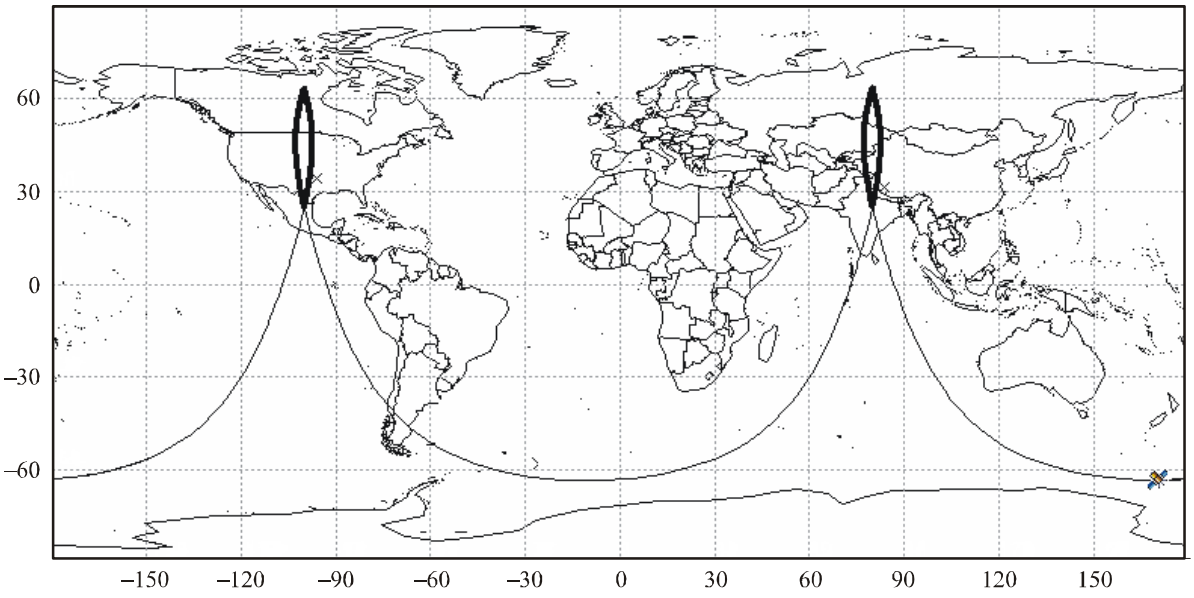
المسار الأرضي لنظام HEO بتزامن أدنى مع الأرض يستعمل مدارات بفترة مدارية قدرها 8 ساعات



1758-02

الشـــكل 3

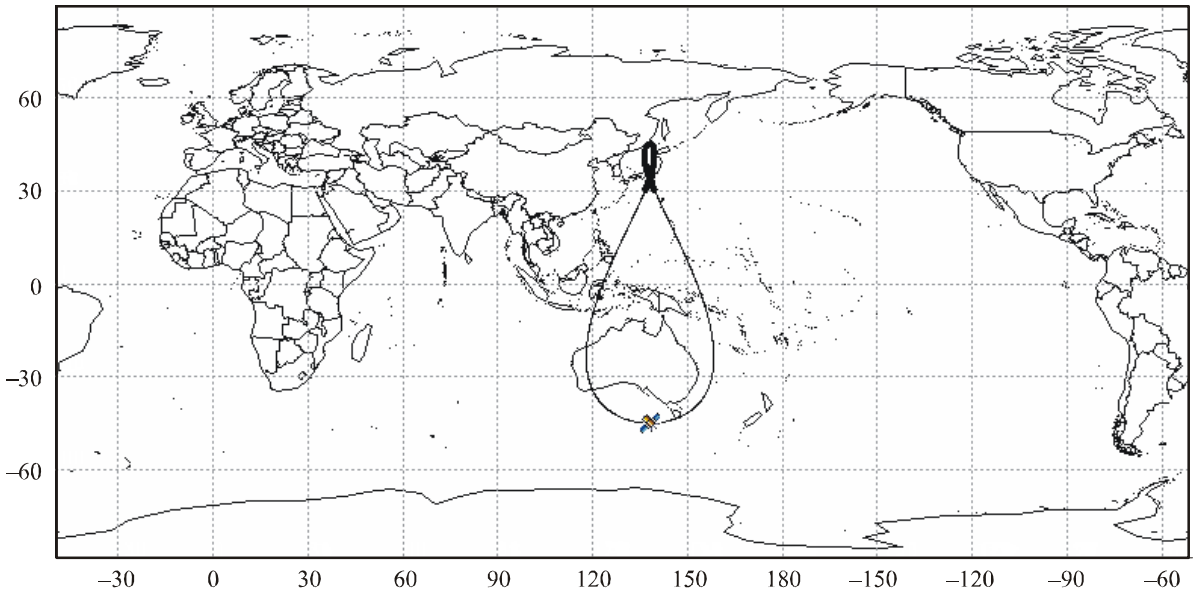
المسار الأرضي لنظام HEO بتزامن أدنى مع الأرض يستعمل مدارات بفترة مدارية قدرها 12 ساعة



1758-03

الشـــكل 4

المسار الأرضي لنظام HEO متزامن مع الأرض يستعمل مدارات بفترة مدارية قدرها 24 ساعة



الشـــكل 5

المسار الأرضي لنظام HEO بتزامن فائق مع الأرض يستعمل مدارات بفترة مدارية قدرها 48 ساعة