

## التوصية 1-1443.R BO-ITU

مخططات مرجعية لهوائيات المحطات الأرضية في الخدمة الإذاعية الساتلية لاستعمالها في تقييم التداخل الذي تتدخل فيه سواتل غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض (GSO-non) في نطاقات الترددات المذكورة في التذييل 30 من لوائح الراديو\*

(المسألة) 11/93R-ITU

(2002-2000)

إن جمعية الاتصالات الراديوية التابعة للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

- أ) أن مخططات الإشعاع المرجعية لهوائيات الاستقبال في المحطات الأرضية العاملة في الخدمة الإذاعية الساتلية (BSS) المستقرة بالنسبة إلى الأرض المحددة في الملحق 5 بالتذييل 30 من لوائح الراديو، قد استعملت من أجل إعداد خطط الخدمة الإذاعية الساتلية وتحديد مخطط إشعاع مرجعي يمثل غلظاً للفصوص الجانبية؛
- ب) أن مثل هذه المخططات المرجعية ضرورية من أجل حساب التداخل عن طريق استعمال مستقبلات ثابتة أو تحمل وسواتل مستقرة بالنسبة إلى الأرض في الخدمة الإذاعية الساتلية بهدف ضمان حماية مناسبة لخطط الخدمة الإذاعية الساتلية؛
- ج) أن سوية التداخل الذي لا بد من استقباله في حالة وجود عدة مصادر للتداخل تختلف مواقعها كثيراً مع الوقت، تتوقف على نقاط الذروة والحضيض في مخطط الكسب لهوائي المحطة الأرضية للخدمة الإذاعية الساتلية المعرضة للتداخل؛
- د) أنه فيما يتعلق بالمحطات الأرضية للخدمة الإذاعية الساتلية، ثمة حاجة إلى مخططات إشعاع مرجعية مناسبة كي تستخدم لتقييم التداخل الذي تسببه أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية (FSS) غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض؛
- هـ) أنه من أجل تسهيل محاكاة التداخل الحاسوبية، يجب أن تغطي المخططات المرجعية جميع الزوايا خارج المحور التي تتراوح بين 0 و  $\pm 180$  درجة في جميع المستويات؛
- و) أن المخططات المرجعية يجب أن تكون متسقة مع نتائج القياسات التي تجرى على مجموعة واسعة من هوائيات المحطات الأرضية التي يستخدمها الجمهور في الخدمة الإذاعية الساتلية؛
- ز) أن من المناسب وضع مخططات مرجعية مختلفة تناسب قنود هوائيات مختلفة؛
- ح) أن هذه المخططات قد تظهر خصائص تكون هامة عند نمذجة التداخلات التي تتدخل فيها السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض (GSO-non)، في حالة الهوائيات الصغيرة ذات التغذية المتخالفة مثلاً،

توصي

- 1 باستعمال مخططات الإشعاع المرجعية لهوائيات المحطات الأرضية الموصوفة في الملحق 1 من أجل حساب التداخلات التي تتسبب فيها سواتل الخدمة الثابتة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض؛

\* يرد في التقرير 2029.BO R-ITU - بعنوان "القياسات والتحليل المرتبطة بالمخططات المرجعية لهوائيات المحطات الأرضية في الخدمة الإذاعية الساتلية" - أساس المخططات المرجعية الواردة في هذه التوصية وكذلك طريقة تحليل المعطيات وتمثيلها بيانياً حتى تسمح بقياس نوعية انضباط مجموعات المعطيات على المخطط الموصى به. وهذا التقرير إلى جانب مجموعة المعطيات الخام وأوراق التحليل المستعملة للقيام بالتحليل البياني موجودة على قرص مدمج - للقراءة فقط، يمكن الحصول عليه من الاتحاد الدولي للاتصالات.

2 باستعمال الطريقة الموصوفة في الملحق 2 لتحويل الزوايا المتصلة بالسمت والارتفاع للسائل المدروس غير المستقر بالنسبة إلى الأرض إلى نفس نظام الإحداثيات المستخدم في مخطط الإشعاع ثلاثي الأبعاد للهوائي؛

3 بأن تعتبر الملاحظات التالية جزءاً لا يتجزأ من هذه التوصية.

الملاحظة 1 - قد يكون مخطط إشعاع الاستقطاب المتقاطع ذا أهمية في حسابات التداخل الذي تسببه السوائل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض. وتحتاج هذه المسألة إلى مزيد من الدراسة.

الملاحظة 2 - تستند هذه التوصية إلى قياسات وتحليل هوائيات بشكل مجسمات مكافئة. وفي حالة تصميم أو التفكير في هوائيات جديدة للمحطات الأرضية لاستعمالها في الخدمة الإذاعية الساتلية، يجب عندئذ تحيين المخططات المرجعية الواردة في هذه التوصية.

## الملحق 1

### مخططات الإشعاع المرجعية للهوائيات في الخدمة الإذاعية الساتلية (BSS)

من أجل  $5.25 \leq \lambda/D \leq 11$ .

$$G(\varphi) = G_{max} - 2.5 \times 10^{-3} \left( \frac{D\varphi}{\lambda} \right)^2 \quad \text{for} \quad 0 \leq \varphi < \varphi_m$$

$$G(\varphi) = G_1 \quad \text{for} \quad \varphi_m \leq \varphi < 95\lambda/D$$

$$G(\varphi) = 29 - 25 \log(\varphi) \quad \text{for} \quad 95\lambda/D \leq \varphi < 36,3^\circ$$

$$G(\varphi) = -10 \quad \text{for} \quad 36,3^\circ \leq \varphi < 50^\circ$$

من أجل  $0,75123 < \theta \leq 2,556$ ،

$$G(\varphi) = M_1 \cdot \log(\varphi) - b_1 \quad \text{for} \quad 50^\circ \leq \varphi < 90^\circ$$

$$G(\varphi) = M_2 \cdot \log(\varphi) - b_2 \quad \text{for} \quad 90^\circ \leq \varphi < 180^\circ$$

حيث:

$$M_1 = \frac{2 + 8 \cdot \sin(\theta)}{\log\left(\frac{90}{50}\right)} \quad \text{و} \quad b_1 = M_1 \cdot \log(50) + 10$$

حيث:

$$M_2 = \frac{-9 - 8 \cdot \sin(\theta)}{\log\left(\frac{180}{90}\right)} \quad \text{و} \quad b_2 = M_2 \cdot \log(180) + 17$$

من أجل  $0 < \theta \leq 2,556$  و  $0,75123 < \theta < 180^\circ$

$$G(\varphi) = M_3 \cdot \log(\varphi) - b_3 \quad \text{for} \quad 50^\circ \leq \varphi < 120^\circ$$

$$G(\varphi) = M_4 \cdot \log(\varphi) - b_4 \quad \text{for} \quad 120^\circ \leq \varphi < 180^\circ$$

حيث:

$$M_3 = \frac{2 + 8 \cdot \sin(\theta)}{\log\left(\frac{120}{50}\right)} \quad \text{و} \quad b_3 = M_3 \cdot \log(50) + 10$$

حيث:

$$M_4 = \frac{-9 - 8 \cdot \sin(\theta)}{\log\left(\frac{180}{120}\right)} \quad \text{و} \quad b_4 = M_4 \cdot \log(180) + 17$$

من أجل  $360^\circ < \theta \leq 180^\circ$ 

$$G(\varphi) = M_5 \cdot \log(\varphi) - b_5 \quad \text{for} \quad 50^\circ \leq \varphi < 120^\circ$$

$$G(\varphi) = M_6 \cdot \log(\varphi) - b_6 \quad \text{for} \quad 120^\circ \leq \varphi < 180^\circ$$

حيث:

$$M_5 = \frac{2}{\log\left(\frac{120}{50}\right)} \quad \text{و} \quad b_5 = M_5 \cdot \log(50) + 10$$

حيث:

$$M_6 = \frac{-9}{\log\left(\frac{180}{120}\right)} \quad \text{و} \quad b_6 = M_6 \cdot \log(180) + 17$$

حيث:

:D قطر الهوائي

:λ طول الموجة معبراً عنها بنفس الوحدة مثل القطر

:φ زاوية خارج محور الهوائي بالنسبة إلى خط التسديد (بالدرجات)

:θ زاوية مستوي الهوائي (بالدرجات) (السمت الذي يبلغ 0 درجة يقابل المستوي الأفقي).

$$G_{max} = 20 \log\left(\frac{D}{\lambda}\right) + 8.1 \quad \text{dBi}$$

$$G_1 = 29 - 25 \log\left(95 \frac{\lambda}{D}\right) \quad \text{dBi}$$

$$\varphi_m = \frac{\lambda}{D} \sqrt{\frac{G_{max} - G_1}{0.0025}} \quad \text{درجات}$$

من أجل  $100 \leq \lambda/D < 525$ 

$$G(\varphi) = G_{max} - 2,5 \times 10^{-3} (D\varphi/\lambda)^2 \quad \text{dBi} \quad \text{for} \quad 0 < \varphi < \varphi_m$$

$$G(\varphi) = G_1 \quad \text{for} \quad \varphi_m \leq \varphi < (95\lambda/D)$$

$$G(\varphi) = 29 - 25 \log \varphi \quad \text{dBi} \quad \text{for} \quad (95\lambda/D) \leq \varphi < 33,1^\circ$$

$$G(\varphi) = -9 \quad \text{dBi} \quad \text{for} \quad 33,1^\circ < \varphi \leq 80^\circ$$

$$G(\varphi) = -4 \quad \text{dBi} \quad \text{for} \quad 80^\circ < \varphi \leq 120^\circ$$

$$G(\varphi) = -9 \quad \text{dBi} \quad \text{for} \quad 120^\circ < \varphi \leq 180^\circ$$

حيث:

$$G_{max} = 20 \log (D/\lambda) + 8,1 \quad \text{dBi}$$

$$G_1 = 29 - 25 \log (95\lambda/D) \quad \text{dBi}$$

$$\varphi_m = (\lambda/D) \sqrt{\frac{G_{max} - G_1}{0,0025}}$$

من أجل  $D/\lambda > 100$ 

$G(\varphi) = G_{max} - 2,5 \times 10^{-3} (D\varphi/\lambda)^2$	dBi	for $0 < \varphi < \varphi_m$
$G(\varphi) = G_1$		for $\varphi_m \leq \varphi < \varphi_r$
$G(\varphi) = 29 - 25 \log \varphi$	dBi	for $\varphi_r \leq \varphi < 10^\circ$
$G(\varphi) = 34 - 30 \log \varphi$	dBi	for $10^\circ \leq \varphi < 34,1^\circ$
$G(\varphi) = -12$	dBi	for $34,1^\circ \leq \varphi < 80^\circ$
$G(\varphi) = -7$	dBi	for $80^\circ \leq \varphi < 120^\circ$
$G(\varphi) = -12$	dBi	for $120^\circ \leq \varphi < 180^\circ$

حيث:

$$G_{max} = 20 \log (D/\lambda) + 8.1 \quad \text{dBi}$$

$$G_1 = -1 + 15 \log (D/\lambda) \quad \text{dBi}$$

$$\varphi_m = (\lambda/D) \sqrt{\frac{G_{max} - G_1}{0.0025}}$$

$$\varphi_r = 15.85 (D/\lambda)^{-0.6} \quad \text{درجات}$$

## الملحق 2

### تحويلات هندسية تستعمل مع نموذج الهوائي ثلاثي الأبعاد (3-D)

#### 1 مقدمة

يوفر هذا الملحق الهندسة المدارية الإضافية التي يتعين استعمالها بالاقتران بالمخططات ثلاثية الأبعاد. ويحدد موقع الساتل المعني غير المستقر بالنسبة إلى الأرض في نفس نظام الإحداثيات الذي يحدد فيه مخطط الهوائي. ومن الضروري تحويل زاويتي السمات وارتفاع الساتل غير المستقر بالنسبة إلى الأرض المسبب للتداخل إلى زاوية خارج المحور وزاوية المستوي اللتين يقوم عليهما النموذج ثلاثي الأبعاد كي يتسنى استعمال هذا النموذج 3-D في دراسات التداخل الذي تسببه السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض.

#### 2 حساب الزاوية خارج المحور

تدل النقطة P في الشكل 1 على موقع المحطة الأرضية العاملة مع ساتل مستقر بالنسبة إلى الأرض، وتدل النقطة N على موقع الساتل غير المستقر بالنسبة إلى الأرض والنقطة S هي نقطة تقاطع المستوي II (المعرف أدناه) مع خط التسديد لمحطة الاستقبال الأرضية.

خطوات الإنشاء:

الخطوة 1: نرسم المستوي I المماس لسطح الأرض عند النقطة P.

الخطوة 2: نرسم المستوي II المار بالنقطة N والعمودي على المستوي I والعمودي أيضاً على مسقط خط التسديد للسائل المستقر بالنسبة إلى الأرض على المستوي I.

الخطوة 3: نصل النقاط ببعضها.

النقطتان A و B في الشكل 1 هما مسقطا النقطتين N و S على التوالي على المستوي I، والنقطة S هي نقطة تقاطع خط التسديد مع المستوي II، أما النقطة C فهي نقطة مأخوذة على المستقيم SB بحيث يكون المستقيم NC موازياً للمستقيم AB.

يفترض أن المعطيات هي كالتالي:

- $\widehat{SPB}$ ، زاوية ارتفاع السائل GSO عند النقطة P ( $\geq 0^\circ$  ارتفاع GSO) ( $\geq 90^\circ \pm$ ).
  - $\widehat{NPA}$ ، زاوية ارتفاع السائل non-GSO التي تتغير مع الزمن والمقيسة عند النقطة P ( $\geq 0^\circ$  ارتفاع non-GSO) ( $\geq 90^\circ \pm$ ).
  - $\widehat{BPA}$ ، زاوية السميت النسبي للسائل non-GSO التي تتغير مع الزمن والمقيسة عند النقطة P (يفترض أن القيم الموجبة تقابل اتجاه عقارب الساعة،  $-180^\circ \geq$  السميت  $\geq 180^\circ$ ).
  - المسافة PN من المحطة الأرضية إلى السائل non-GSO.
- (الملاحظة 1 - نظراً إلى أن هدف الحسابات هو تحديد الزوايا التي تتوقف على نسبة المسافات فقط، فإن معرفة المسافة الحقيقية ليست ضرورية ولكن المسافة PN تستعمل كمرجع لأن حسابها ممكن عند الحاجة انطلاقاً من المعلمات المعروفة (لتحديد الخسارة على المسير مثلاً).)
- إن جميع الزوايا  $\widehat{NAP}$  و  $\widehat{SPB}$  و  $\widehat{NAB}$  و  $\widehat{SBA}$  و  $\widehat{NCB}$  و  $\widehat{ABP}$  هي زوايا قائمة بالإنشاء.
  - إن المعلمة المطلوبة في هذه المرحلة هي الزاوية:
  - $\widehat{SPN}$ ، زاوية خارج المحور مع السائل non-GSO.
- وبتطبيق العلاقات المعروفة في المثلثات نجد:

$$PA = PN \cos(\widehat{NPA})$$

$$NA = PN \sin(\widehat{NPA}) = CB$$

$$AB = PA \sin(\widehat{BPA}) = NC$$

$$PB = PA \cos(\widehat{BPA})$$

$$SB = PB \operatorname{tg}(\widehat{SPB})$$

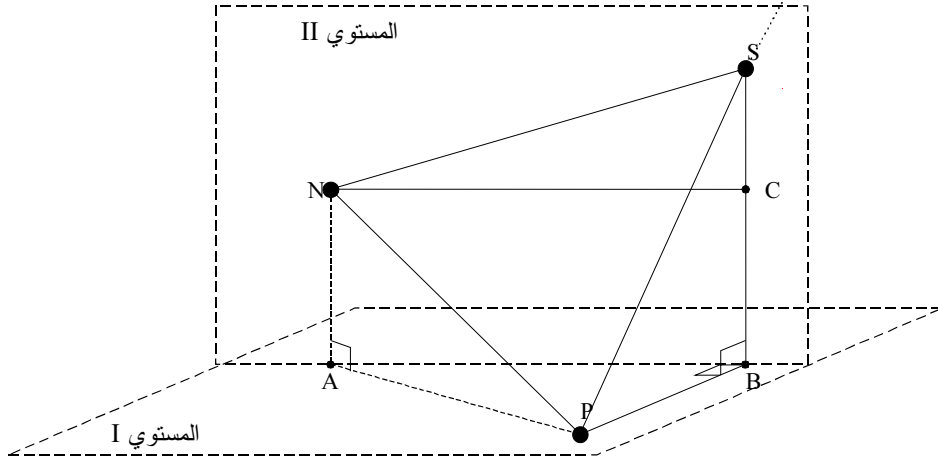
$$PS = PB \operatorname{sec}(\widehat{SPB})$$

$$NS = \sqrt{(NC^2 + (SB - CB)^2)}$$

$$\widehat{SPN} = \arccos((PN^2 + PS^2 - NS^2)/(2 PN PS))$$

الشكل 1

الهندسة I لعرض من ساتل غير مستقر بالنسبة إلى الأرض (non-GSO)



1443-01

### 3 حساب زاوية المستوي

يقوم المستوي المرجعي المفترض (الذي يقابل  $\theta = 0^\circ$ ) على تركيبة معيارية للهوائي بتغذية متخالفة، حيث تكون التغذية على الحافة السفلى للهوائي. ويفترض أن هذه التشكيلة صالحة لأغلبية هذه الهوائيات. وتشكيلات التركيبات الأخرى تقابلها مستويات مرجعية أخرى.

في المرحلة الثانية من الحساب، ندير المستوي II حول المحور NC حتى يصبح المستوي III الناتج عمودياً على خط تسديد المحطة GSO. ولتكن النقطة G هي نقطة تقاطع المستوي III مع خط التسديد، فيكون المستقيمان ND و GE عموديين على الفصل المشترك للمستويين I و III، ويكون المستوي PGH هو المستوي المرجعي للهوائي، وتكون النقطة A هي المسقط الرأسى للساتل non-GSO على المستوي I كما تقدم (انظر الشكل 2).

والمعطيات هي:

- $\widehat{GPE}$ ، زاوية ارتفاع الساتل GSO عند النقطة P (=  $\widehat{SPB}$  في الإنشاء السابق).
- $\widehat{GPN}$ ، الزاوية خارج المحور (=  $\widehat{SPN}$  المحسوبة في الإنشاء الأول).
- المسافة PN من المحطة الأرضية إلى الساتل non-GSO كما في السابق.
- المسافة NA من الإنشاء السابق.
- الزاويتان  $\widehat{PGE}$  و  $\widehat{PGN}$  هما زاويتان قائمتان بالإنشاء، كما أن  $\widehat{GEP} = \widehat{NDA} = \pi/2 - \widehat{GPE}$  وكذلك يكون  $\widehat{ND} = \widehat{CE}$ .

والمطلوب حساب الزاوية:

$\widehat{HG\dot{N}}$  (=  $\widehat{G\dot{N}C}$ )، وهي زاوية مستوي للساتل non-GSO بالنسبة إلى مستوي الدرجة صفر من نموذج الهوائي (والمستوي PGH يقابل التشكيلة المعيارية لتغذية متخالفة منزاحة نحو الأسفل).

الملاحظة 1 - وفي هذا التوجيه المعيارى، يكون ترادف مستوي الدرجة صفراً مغلفاً للأفق المحلى عند النقطة P، ولا يوازي القوس GSO للساتل المطلوب.



التسويات اللازمة للاستمرارية والمدى:

- زاوية خارج المحور  $\varphi$ :

$$\varphi = +\widehat{SPN} \quad \text{for } -180^\circ \leq \text{azimut} < 180^\circ$$

- زاوية المستوي  $\theta$ :

$$\theta = 180^\circ + \widehat{GNC} \quad \text{for } -180^\circ \leq \text{azimut} < 0^\circ$$

$$\theta = -\widehat{GNC} \quad \text{for } 0^\circ \leq \text{azimut} < +180^\circ$$

يوضح هذا الشكل زاوية خارج المحور تبلغ 90 درجة في مقطع مستوي يبلغ 90 درجة - منطقة فيض التغذية المتخالفة - التي تظهر في سمت نسبي يبلغ  $180 \pm$  درجة، أي أنه عندما يتواجد الساتل non-GSO خلف المحطة الأرضية GSO.

التسويات اللازمة للاستمرارية والمدى:

- زاوية خارج المحور  $\varphi$ :

$$\varphi = +\widehat{SPN} \quad \text{for } -180^\circ \leq \text{azimut} < -60^\circ$$

$$\varphi = -\widehat{SPN} \quad \text{for } -60^\circ \leq \text{azimut} < +60^\circ$$

$$\varphi = +\widehat{SPN} \quad \text{for } +60^\circ \leq \text{azimut} < +180^\circ$$

- زاوية المستوي  $\theta$ :

$$\theta = 180^\circ - \widehat{GNC} \quad \text{for } -180^\circ \leq \text{azimut} < -60^\circ$$

$$\theta = -\widehat{GNC} \quad \text{for } -60^\circ \leq \text{azimut} < 0^\circ$$

$$\theta = 180^\circ + \widehat{GNC} \quad \text{for } 0^\circ \leq \text{azimut} < +60^\circ$$

$$\theta = +\widehat{GNC} \quad \text{for } +60^\circ \leq \text{azimut} < +180^\circ$$

**الملاحظة 1** - سوف يتم حساب زاوية المستوي فيما يتعلق بساتل non-GSO عند زاوية ارتفاع أدنى من زاوية ارتفاع الساتل GSO باعتبارها زاوية سلبية بصورة عامة فيما يتعلق بالسموت النسبية المنخفضة. ومع ذلك، نظراً إلى أن المقاطع في المستوي غير معرفة من أجل الزوايا السالبة، يجب أن تؤخذ في الاعتبار القيم التكميلية لزوايا المستويات والزوايا خارج المحور.

**الملاحظة 2** - تؤخذ انتقالات زاوية المستوي بالنسبة إلى سمت نسبي قدره صفر درجة، فيما يتعلق بالحالتين (ساتل non-GSO فوق وتحت الساتل GSO).

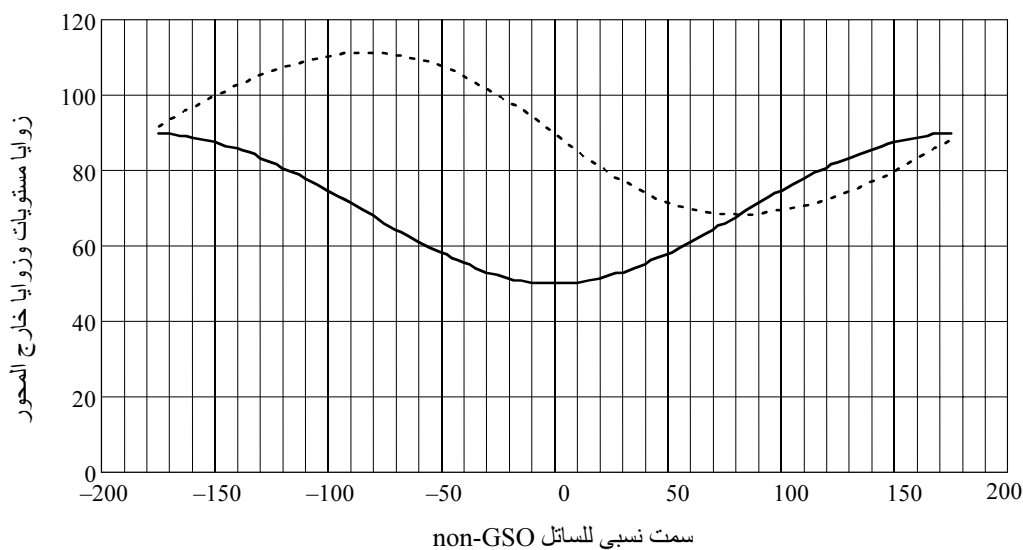
**الملاحظة 3** - تتغير الانتقالات عند  $60 \pm$  درجة حسب زوايا الارتفاع للساتلين GSO و non-GSO. ويمكن تحديد هذا الانتقال بسهولة عن طريق وضع شرط بشأن الزاوية  $\widehat{GNC}$ .

**الملاحظة 4** - يوضح ما سبق أن فص الفيض المتعلق بزاوية خارج المحور تبلغ 90 درجة في المستوي الذي زاويته 90 درجة يمكنه أن يتواجد كذلك في هذه التشكيلة (انظر مثلاً الحالة المعاكسة للحالة الواردة في الشكل 3، أي الساتل GSO عند 70 درجة والمدار non-GSO عند 20 درجة، ويتواجد فص الفيض عند 180 درجة من السمت النسبي كما هو في السابق).



الشكل 3

زاوية القطع والزوايا خارج المحور لساتل non-GSO يقع عند ارتفاع يبلغ 70 درجة وساتل GSO يقع عند ارتفاع يبلغ 20 درجة

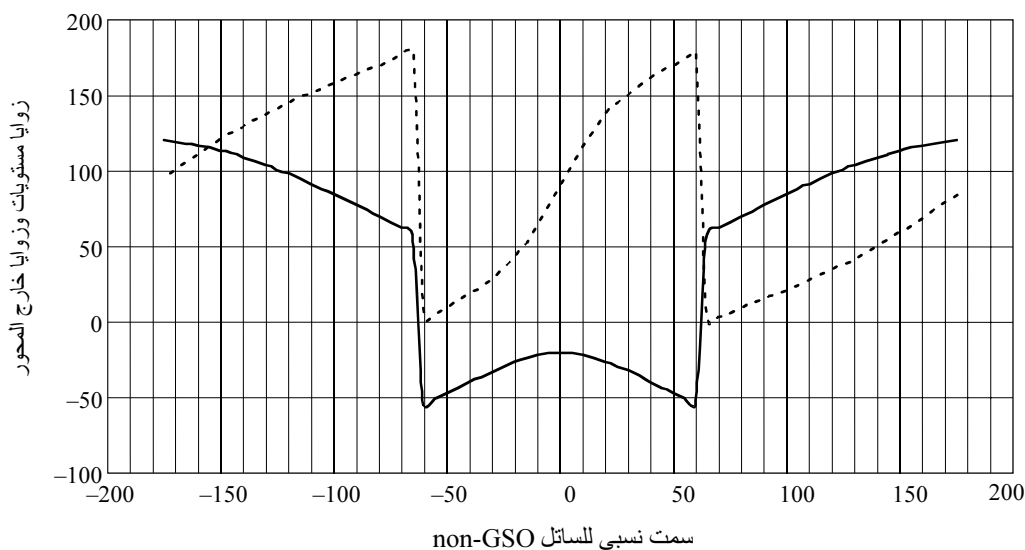


— زاوية خارج المحور،  $\varphi$   
 - - - - - زاوية مستوي،  $\theta$

1443-03

الشكل 4

زاوية القطع والزوايا خارج المحور لساتل non-GSO يقع عند ارتفاع يبلغ 40 درجة وساتل GSO يقع عند ارتفاع يبلغ 20 درجة



— زاوية خارج المحور،  $\varphi$   
 - - - - - زاوية مستوي،  $\theta$

1443-04