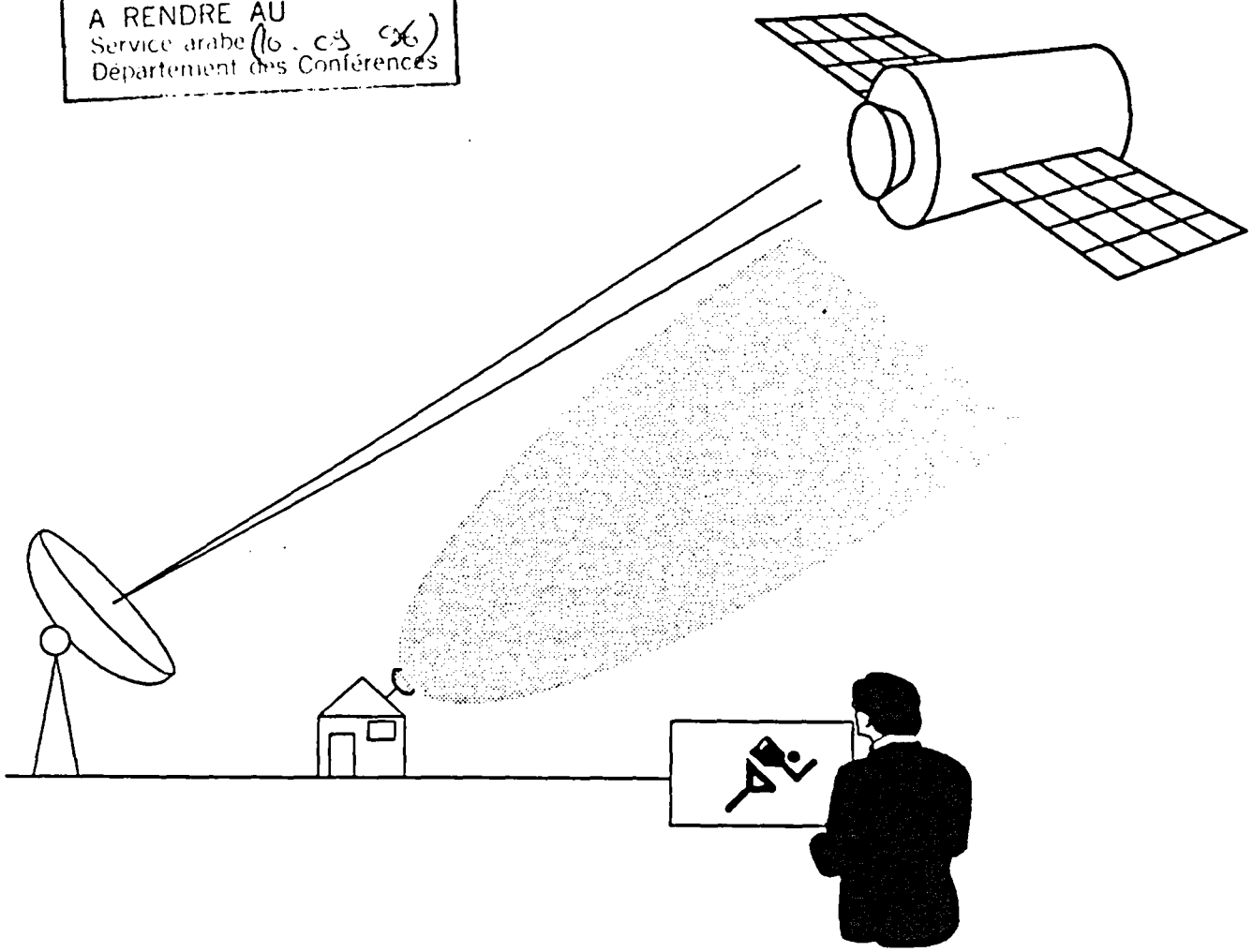
الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصيات ITU-R

A RENDRE AU
Service arabe
Département des Conférences



مجلد السلسلة BO لعام 1994

الخدمة الإذاعية الساتلية
(الصوتية والتلفزيونية)

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

تستجيب وظائف قطاع الاتصالات الراديوية استجابة كاملة لأهداف الاتحاد المتعلقة بالاتصالات الراديوية كما وردت في المادة 1 من دستور الاتحاد الدولي للاتصالات، جنيف 1992 :

- بأن يؤمن الترشيد والإنصاف والفعالية والاقتصاد في استعمال جميع خدمات الاتصال الراديوي لطيف الترددات الراديوية، بما فيها الخدمات التي تستعمل مدار السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض،
- بأن يجري دراسات دون تحديد لمدى الترددات، وأن يعتمد توصيات تتعلق بالاتصالات الراديوية.

وتضع لجان دراسات الاتصالات الراديوية توصيات تتعلق بما يلي* :

أ) استعمال طيف الترددات الراديوية في الاتصالات الراديوية الأرضية والفضائية (بما فيه استعمال مدار السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض)؛

ب) خصائص النظم الراديوية وأداؤها**؛

ج) تشغيل المحطات الراديوية؛

د) جوانب "الاتصال الرادوي" المتعلقة بمسائل الاستغاثة والسلامة.

* *المادة 11 في الاتفاقية الدولية للاتصالات، جنيف 1992.*

** *تعد لجان دراسات تقييس الاتصالات توصيات بشأن التوصيل البيني للأنظمة الراديوية في شبكات الاتصالات العمومية وبشأن جودة الأداء المطلوبة لهذه التوصيلات البينية.*

© ITU 1994

جميع الحقوق محفوظة. لا يمكن استنساخ أو استعمال أي جزء من هذه المنشورة بأي شكل أو بأي وسيلة إلكترونية كانت أم ميكانيكية، بما فيه النسخ التصويري أو الأفلام الصغرية، إلا بموافقة كتابية من الاتحاد الدولي للاتصالات.

Recommendation 652-1 (1994)

Reference patterns for earth-station and satellite antennas for the broadcasting-satellite service in the 12 GHz band and for the associated feeder links in the 14 GHz and 17 GHz bands [Arabic version]

Extract from the publication:
CCIR Recommendations: 1994 BO Series Volume: Broadcasting-satellite service (Sound and Television)
(Geneva: ITU, 1994), pp. 141-157

This electronic version (PDF) was scanned by the International Telecommunication Union (ITU) Library & Archives Service from an original paper document in the ITU Library & Archives collections.

La présente version électronique (PDF) a été numérisée par le Service de la bibliothèque et des archives de l'Union internationale des télécommunications (UIT) à partir d'un document papier original des collections de ce service.

Esta versión electrónica (PDF) ha sido escaneada por el Servicio de Biblioteca y Archivos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) a partir de un documento impreso original de las colecciones del Servicio de Biblioteca y Archivos de la UIT.

هذه النسخة الإلكترونية (PDF) نتاج تصوير بالمسح الضوئي أجراه قسم المحفوظات المكتبة في والمحفوظات الدولي الاتحاد للاتصالات (ITU) والمحفوظات المكتبة قسم في المتوفرة الوثائق ضمن أصلية ورقية وثيقة من نقلاً.

此电子版（PDF版本）由国际电信联盟（ITU）图书馆和档案室利用存于该处的纸质文件扫描提供。

Настоящий электронный вариант (PDF) был подготовлен в библиотечно-архивной службе Международного союза электросвязи путем сканирования исходного документа в бумажной форме из библиотечно-архивной службы МСЭ.

© International Telecommunication Union

القسم 10/11S-C: التكنولوجيا

التوصيـــة 1-652*

مخططات مرجعية لهوائيات محطات أرضية وسواتل للخدمة الإذاعية الساتلية في النطاق GHz 12 ولوصلات المغذي** المصاحبة في النطاقين GHz 14 و GHz 17

(المسألتان 84/11 و 93/11)

(1992-1986)

إن اللجنة الاستشارية الدولية للراديو (CCIR)،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أنه لأغراض تخطيط الخدمة الإذاعية الساتلية، فإن مخططات مرجعية بسيطة للهوائي تكون ضرورية؛

ب) أنه لأسباب تتعلق بالكلفة والجماليات وسهولة التركيب، فإن هوائيات الاستقبال الفردي، ينبغي أن تكون صغيرة وبسيطة ومناسبة لتقنيات الإنتاج بالجملة، وأنه ضمن هذه التوجيهات العامة تبقى خيارات مختلفة للتصميم ممكنة؛

ج) أنه قد جرى التخطيط للخدمة الإذاعية الساتلية المبنية على الاستقبال الفردي في نطاقات ترددات حول GHz 12، وأن الاستقبال الجماعي يمكن تكييفه أيضاً؛

د) أن المخططات المرجعية للهوائي سهلة التطبيق مرغوب فيها لتحديد سويات التداخل بين الأقاليم؛

هـ) أنه ينبغي بذل كل مجهود ممكن لتجنب الطفح غير اللازم إلى مناطق خدمة مجاورة؛

و) أن تقدير التداخل المتبادل بين الخدمة الإذاعية الساتلية في النطاق GHz 12 وخدمات أخرى تتقاسم نفس نطاقات الترددات، قد يتطلب استعمال مخطط الإشعاع المرجعي لهوائي استقبال المحطة الأرضية ولهوائي إرسال الساتل كذلك؛

ز) أن استعمال هوائيات بأفضل مخطط إشعاع يمكن تحقيقه سيقود إلى الاستعمال الأكثر فعالية لطيف الترددات الراديوية ومدار السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض؛

ح) أن معطيات مقيسة متيسرة تتعلق بمخططات الإشعاع لهوائيات استقبال المحطة الأرضية في الإذاعة الساتلية ولهوائيات الإرسال الساتلي في النطاق GHz 12؛

ط) أن التخطيط قد جرى لوصلات المغذي في نطاقات الترددات حول GHz 14 و GHz 17 التي تستعمل للخدمة الإذاعية الساتلية في النطاق GHz 12؛

ي) أنه ينبغي بذل كل مجهود لتجنب التداخل مع سواتل الإذاعة المجاورة؛

ك) أن تقدير التداخل المتبادل بين وصلات المغذي في النطاقين GHz 14 و GHz 17 للإذاعة الساتلية وبين خدمات أخرى تتقاسم نفس نطاقات الترددات، قد يتطلب استعمال مخططات الإشعاع المرجعي لهوائي إرسال المحطة الأرضية وهوائيات استقبال وصلات المغذي على متن الساتل؛

ل) أن المخططات المرجعية لوصلات المغذي لهوائيات إرسال المحطات الأرضية في النطاقين GHz 14 و GHz 17 وهوائيات استقبال الساتل تقدم في التذييل 30A (Orb-88) للوائح الراديو (RR)،

توصـــي

1. أن يضمن بالنسبة إلى هوائيات استقبال المحطة الأرضية، إلا يتجاوز التداخل حتى حدود منطقة خدمة التداخل المتوقع في الخطط المتعلقة بالنطاق GHz 12:

---

* *ملاحظة من مدير اللجنة CCIR* - رجع إلى التقريرين 810 و 952 لإعداد هذه التوصية.

** جزء هذه التوصية المعني بوصلات المغذي ينبغي أن يرفع إلى فريق الدراسات 4.

1.1 أن تكون لهوائيات الاستقبال الخاصة بالاستقبال الفردي في الإقليمين 1 و 3 مخططات إشعاع متحدة الاستقطاب وذات استقطاب متقاطع لا تتجاوز المخططات المرجعية المقدمة في الشكل 1 بواسطة المنحنيين A و B على التوالي، وتؤخذ φ_0 = 2° (فتحة نصف القدرة للحزمة)؛

2.1 أن تكون لهوائيات الاستقبال الخاصة بالاستقبال الفردي في الإقليم 2 مخططات إشعاع متحدة الاستقطاب وذات استقطاب متقاطع لا تتجاوز المخططات المرجعية المقدمة في الشكل 2 بواسطة المنحنيين A و B على التوالي، وتؤخذ φ_0 = 1,7° (فتحة نصف القدرة للحزمة)؛

3.1 أن تكون لهوائيات الاستقبال الخاصة بالاستقبال الجماعي مخططات إشعاع متحدة الاستقطاب وذات استقطاب متقاطع لا تتجاوز المخطط المرجعي المقدم في الشكل 1 بواسطة المنحنيين A' و B على التوالي، وتؤخذ φ_0 = 1° (فتحة نصف القدرة للحزمة)؛

2. بالنسبة إلى حزم هوائي إرسال الساتل بمقطع عرضي دائري أو إهليلجي:

1.2 أن يطابق مخطط الإشعاع في الإقليمين 1 و 3 المخططات المرجعية القابلة للتطبيق المقدمة في الشكل 3؛

2.2 أن يطابق، على الأقل، مخطط الإشعاع في التخفيض العادي المخطط المرجعي المقدم في الشكل 4، ويطابق في التخفيض السريع (الملاحظة 1) المخطط المرجعي المقدم في الشكل 5؛

3. بالنسبة إلى هوائيات المحطة الأرضية الخاصة بوصلة المغذي:

1.3 أن تكون لهوائيات الإرسال في الإقليم 2 مخططات إشعاع متحدة الاستقطاب وذات استقطاب متقاطع لا تتجاوز المخططين المرجعيين المقدمين في الشكل 6 بواسطة المنحنيين A و B على التوالي؛

2.3 إلا تتجاوز مخططات الإشعاع متحدة الاستقطاب وذات الاستقطاب المتقاطع لهوائيات الإرسال في الإقليمين 1 و 3 الحدود المشار إليها في الشكل 7؛

4. بالنسبة إلى هوائيات الاستقبال الساتلية:

1.4 أن تكون لهوائيات الاستقبال في الإقليم 2 مخططات إشعاع متحدة الاستقطاب وذات استقطاب متقاطع لا تتجاوز المخططين المرجعيين المقدمين في الشكل 8 بواسطة المنحنيين A و B على التوالي؛

2.4 أن يكون لمخطط إشعاع هوائيات الاستقبال بتخفيض سريع في الإقليم 2 مخططات إشعاع متحدة الاستقطاب وذات استقطاب متقاطع لا تتجاوز المخططين المرجعيين المقدمين في الشكل 9 بواسطة المنحنيين A و B على التوالي؛

3.4 أن يكون لهوائيات الاستقبال في الإقليمين 1 و 3 مخططات إشعاع متحدة الاستقطاب وذات استقطاب متقاطع لا تتجاوز المخططين المرجعيين المقدمين في الشكل 10 بواسطة المنحنيين A و B على التوالي؛

4.4 أن يكون لمخطط إشعاع هوائيات الاستقبال بتخفيض سريع في الإقليمين 1 و 3 مخططات إشعاع لا تتجاوز المخططين المرجعيين المقدمين في الشكل 11 بواسطة المنحنيين A و B على التوالي.

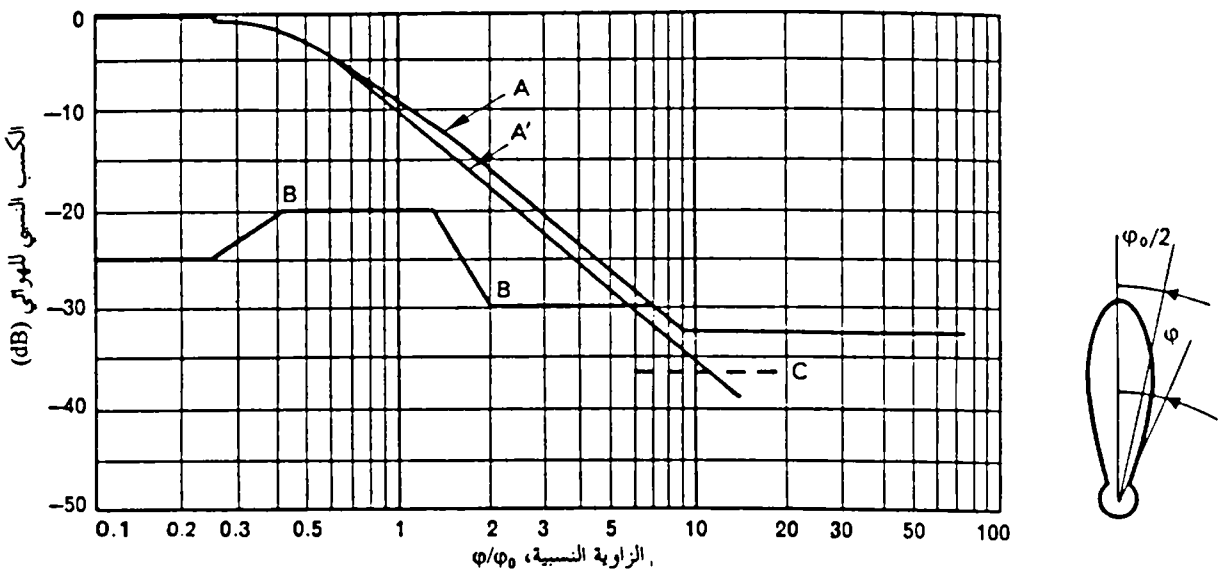
الملاحظة 1 – في الإقليم 2، وفي الحالات التي ظهرت فيها الحاجة إلى تنقيص التداخل، استعمل المخطط الموضح في الشكل 5 لتطوير الخطة. ويشار إلى هذا الاستعمال برمز مناسب في الخطة. هذا المخطط يشتق من هوائي ينتج حزمة إهليلجية مع تخفيض سريع في الفص الرئيسي. وتقدم، على سبيل المثال، ثلاثة منحنيات لقيم φ_0 مختلفة.

الملاحظة 2 – تقدم المخططات في الأشكال من 1 إلى 5 ومن 8 إلى 11 كدوال للزاوية النسبية φ/φ_0 حيث φ هي الزاوية المقيسة من محور الحزمة، و φ_0 العرض الزاوي للحزمة يقاس بين السويتين –3 dB. ويعبر عن السويات بالديسبل بالنسبة إلى الكسب الأقصى (على المحور) للهوائي.

الملاحظة 3 – يوفر الملحق 1 معطيات تحليلية مساعدة للمخططات المرجعية لهوائيات الخدمة BSS (أي المحطات الفضائية للإرسال والمحطات الأرضية للاستقبال).

الشكل 1

المخططات المرجعية متحدة الاستقطاب وذات الاستقطاب المتقاطع
لهوائي المحطة الأرضية للاستقبال في الإقليمين 1 و 3



المنحنى A: المكونة المتحدة الاستقطاب للاستقبال الفردي بدون كبت الفصوص الجانبية (dB بالنسبة إلى كسب الحزمة الرئيسية):

عنـــد	$0 \le \varphi \le 0{,}25\ \varphi_0$	تكـــون	0
عنـــد	$0{,}25\ \varphi_0 < \varphi \le 0{,}707\ \varphi_0$	تكـــون	$-12\ (\varphi/\varphi_0)^2$
عنـــد	$0{,}707\ \varphi_0 < \varphi \le 1{,}26\ \varphi_0$	تكـــون	$-[9{,}0 + 20 \log (\varphi/\varphi_0)]$
عنـــد	$1{,}26\ \varphi_0 < \varphi \le 9{,}55\ \varphi_0$	تكـــون	$-[8{,}5 + 25 \log (\varphi/\varphi_0)]$
عنـــد	$\varphi > 9{,}55\ \varphi_0$	تكـــون	−33

المنحنى A′: المكونة متحدة الاستقطاب للاستقبال الجماعي دون كبت الفصوص الجانبية (dB بالنسبة إلى كسب الحزمة الرئيسية):

عنـــد	$0 \le \varphi \le 0{,}25\ \varphi_0$	تكـــون	0
عنـــد	$0{,}25\ \varphi_0 < \varphi \le 0{,}86\ \varphi_0$	تكـــون	$-12\ (\varphi/\varphi_0)^2$
عنـــد	$\varphi > 0{,}86\ \varphi_0$ حتى التقاطع مع منحنى C	تكـــون	$-[10{,}5 + 25 \log (\varphi/\varphi_0)]$
	(ثم يؤخذ المنحنى C)		

المنحنى B: المكونة ذات الاستقطاب المتقاطع لنمطي الاستقبال (dB بالنسبة إلى كسب الحزمة الرئيسية):

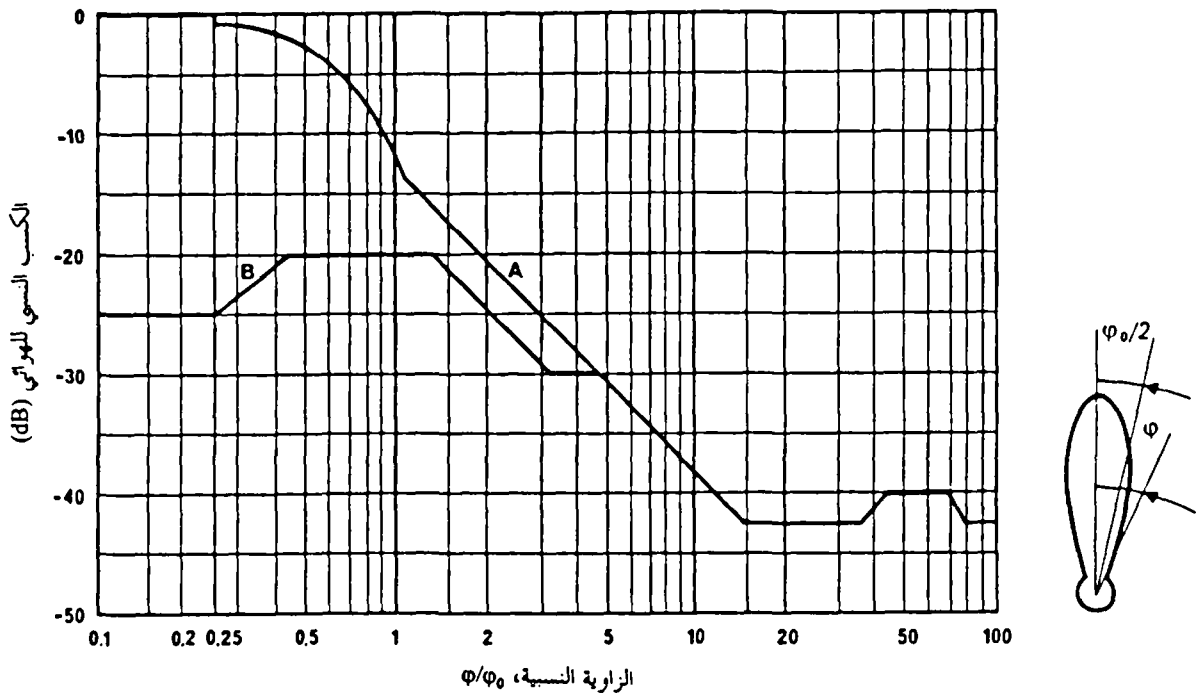
عنـــد	$0 \le \varphi \le 0{,}25\ \varphi_0$	تكـــون	−25
عنـــد	$0{,}25\ \varphi_0 < \varphi \le 0{,}44\ \varphi_0$	تكـــون	$-(30 + 40 \log \lvert\varphi/\varphi_0 - 1\rvert)$
عنـــد	$0{,}44\ \varphi_0 < \varphi \le 1{,}4\ \varphi_0$	تكـــون	−20
عنـــد	$1{,}4\ \varphi_0 < \varphi \le 2\ \varphi_0$	تكـــون	$-(30 + 40 \log \lvert\varphi/\varphi_0 - 1\rvert)$

30 − حتى التقاطع مع منحنى المكونة المتحدة الاستقطاب؛ ثم يؤخذ منحنى المكونة متحدة الاستقطاب

المنحنى C: القيمة السالبة للكسب على المحور (المنحنى C في هذا الشكل يمثل الحالة الخاصة لهوائي ذي كسب على المحور قدره 37 dBi)

الشكل 2

المخططات المرجعية للمكونات متحدة الاستقطاب وذات استقطاب متقاطع لهوائيات محطة أرضية للاستقبال في الإقليم 2



المنحنى A: المكونة متحدة الاستقطاب بدون كبت الفصوص الجانبية (dB بالنسبة إلى كسب الحزمة الرئيسية):

عنـــد	$0 \le \varphi \le 0{,}25\ \varphi_0$	تكـــون	0
عنـــد	$0{,}25\ \varphi_0 < \varphi \le 1{,}13\ \varphi_0$	تكـــون	$-12\ (\varphi/\varphi_0)^2$
عنـــد	$1{,}13\ \varphi_0 < \varphi \le 14{,}7\ \varphi_0$	تكـــون	$-(14 + 25 \log(\varphi/\varphi_0))$
عنـــد	$14{,}7\ \varphi_0 < \varphi \le 35\ \varphi_0$	تكـــون	$-43{,}2$
عنـــد	$35\ \varphi_0 < \varphi \le 45{,}1\ \varphi_0$	تكـــون	$-(85{,}2 + 27{,}2 \log(\varphi/\varphi_0))$
عنـــد	$45{,}1\ \varphi_0 < \varphi \le 70\ \varphi_0$	تكـــون	$-40{,}2$
عنـــد	$70\ \varphi_0 < \varphi \le 80\ \varphi_0$	تكـــون	$-(-55{,}2 + 51{,}7 \log(\varphi/\varphi_0))$
عنـــد	$80\ \varphi_0 < \varphi \le 180°$	تكـــون	$-43{,}2$

المنحنى B: المكونة ذات الاستقطاب المتقاطع (dB بالنسبة إلى كسب الحزمة الرئيسية):

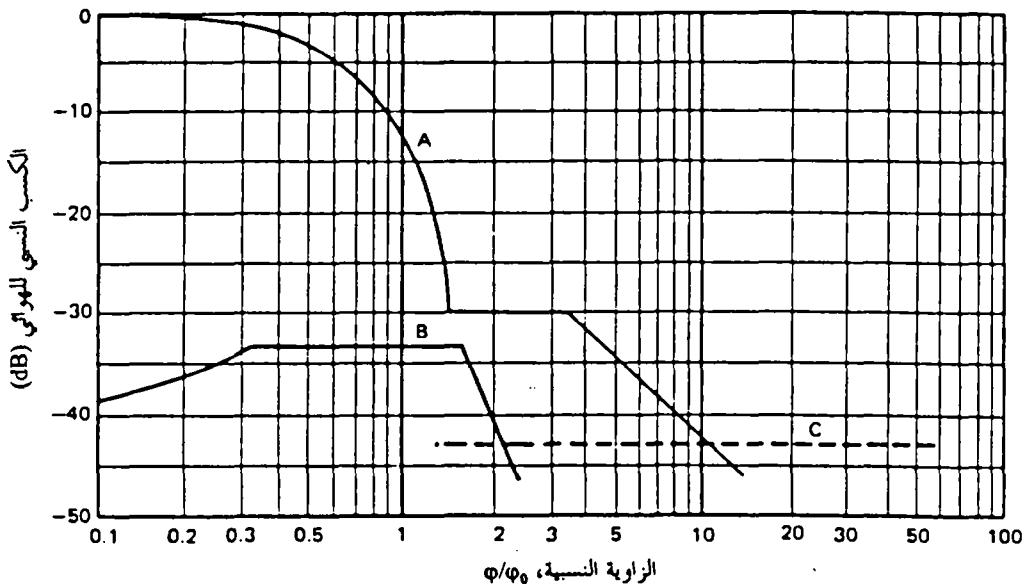
عنـــد	$0 \le \varphi \le 0{,}25\ \varphi_0$	تكـــون	-25
عنـــد	$0{,}25\ \varphi_0 < \varphi \le 0{,}44\ \varphi_0$	تكـــون	$-(30 + 40 \log\lvert\varphi/\varphi_0 - 1\rvert)$
عنـــد	$0{,}44\ \varphi_0 < \varphi \le 1{,}28\ \varphi_0$	تكـــون	-20
عنـــد	$1{,}28\ \varphi_0 < \varphi \le 3{,}22\ \varphi_0$	تكـــون	$-(17{,}3 + 25 \log\lvert\varphi/\varphi_0 - 1\rvert)$
حتى التقاطع مع منحنى المكونة متحدة الاستقطاب،			-30، ثم يؤخذ منحنى المكونة متحدة الاستقطاب

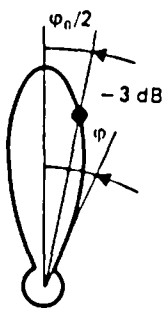
الملاحظة 1 – في المدى الزاوي بين $0{,}1\ \varphi_0$ و $1{,}13\ \varphi_0$ فإن الكسب متحد الاستقطاب والكسب ذا الاستقطاب المتقاطع يجب أن لا يتجاوزا المخططين المرجعيين.

الملاحظة 2 – في زوايا خارج المحور أكبر من $1{,}13\ \varphi_0$ ولنسبة 90% من جميع ذرى الفصوص الجانبية في كل من النوافذ الزاوية المرجعية، يجب ألا يتجاوز الكسب المخطط المرجعي. النوافذ الزاوية المرجعية تكون من $1{,}13\ \varphi_0$ إلى $3\ \varphi_0$ ومن $3\ \varphi_0$ إلى $6\ \varphi_0$ ومن $6\ \varphi_0$ إلى $10\ \varphi_0$ ومن $10\ \varphi_0$ إلى $20\ \varphi_0$ ومن $20\ \varphi_0$ إلى $40\ \varphi_0$ ومن $40\ \varphi_0$ إلى $75\ \varphi_0$ ومن $75\ \varphi_0$ إلى 180°.

الشكل 3

المخططات المرجعية للمكونات متحدة الاستقطاب وذات الاستقطاب المتقاطع لهوائيات إرسال السواتل في الإقليمين 1 و 3





المنحنى A: المكونة متحدة الاستقطاب (dB بالنسبة إلى كسب الحزمة الرئيسية):

عنـــد	$0 \le \varphi \le 1{,}58\ \varphi_0$	تكـــون	$-12\ (\varphi/\varphi_0)^2$
عنـــد	$1{,}58\ \varphi_0 < \varphi \le 3{,}16\ \varphi_0$	تكـــون	-30
عنـــد	$\varphi > 3{,}16\ \varphi_0$	تكـــون	$-[17{,}5 + 25 \log (\varphi/\varphi_0)]$

بعد التقاطع مع المنحنى C: مثل المنحنى C

المنحنى B: المكونة ذات الاستقطاب المتقاطع لنمطي الاستقبال (dB بالنسبة إلى كسب الحزمة الرئيسية):

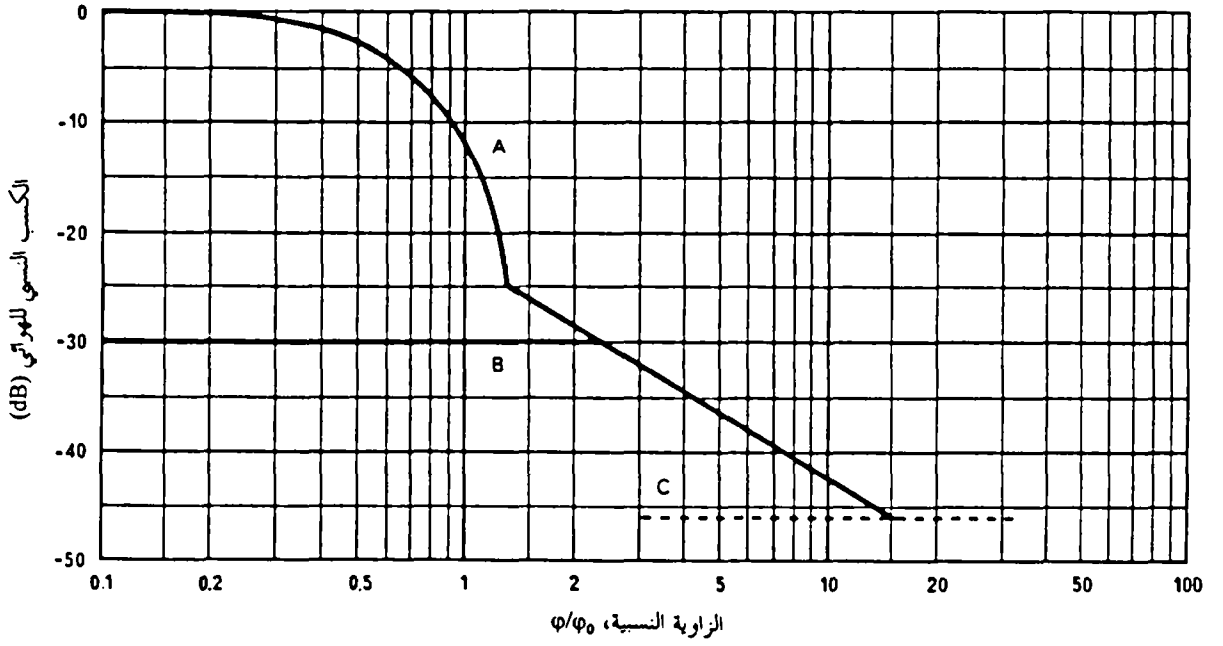
عنـــد	$0 \le \varphi \le 0{,}33\ \varphi_0$	تكـــون	$-(40 + 40 \log \lvert\varphi/\varphi_0 - 1\rvert)$
عنـــد	$0{,}33\ \varphi_0 < \varphi \le 1{,}67\ \varphi_0$	تكـــون	-33
عنـــد	$\varphi > 1{,}67\ \varphi_0$	تكـــون	$-(40 + 40 \log \lvert\varphi/\varphi_0 - 1\rvert)$

بعد التقاطع مع المنحنى C: مثل المنحنى C

المنحنى C: القيمة السالبة للكسب على المحور (يمثل المنحنى C في هذا الشكل الحالة الخاصة لهوائي ذي كسب على المحور قدره 43 dBi)

الشكل 4

**المخططات المرجعية للمكونات متحدة الاستقطاب وذات الاستقطاب المتقاطع
لهوائيات إرسال السواتل في الإقليم 2**



المنحنى A: المكونة متحدة الاستقطاب (dB بالنسبة إلى كسب الحزمة الرئيسية):

عنـــد $0 \le \varphi/\varphi_0 \le 1{,}45$ تكـــون $-12\,(\varphi/\varphi_0)^2$

عنـــد $\varphi/\varphi_0 > 1{,}45$ تكـــون $-[22 + 20 \log(\varphi/\varphi_0)]$

بعد التقاطع مع المنحنى C: مثل المنحنى C

المنحنى B: المكونة ذات الاستقطاب المتقاطع (dB بالنسبة إلى كسب الحزمة الرئيسية):

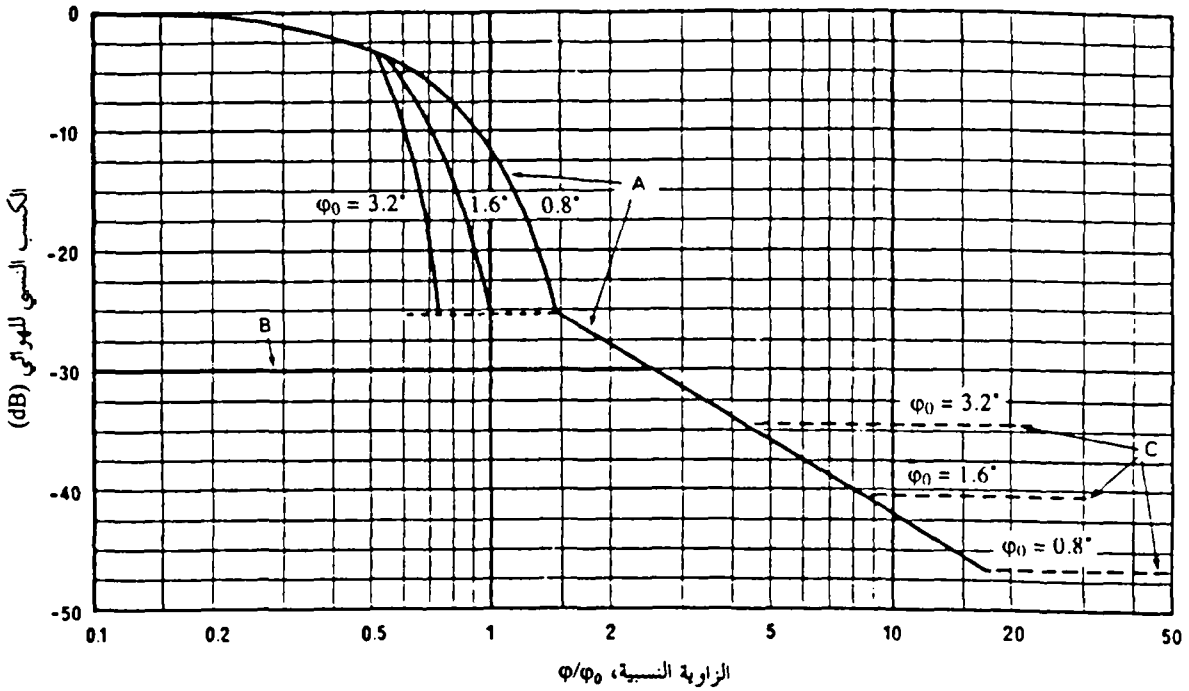
عنـــد $0 \le \varphi/\varphi_0 \le 2{,}51$ تكـــون -30

بعد التقاطع مع المخطط متحد الاستقطاب: مثل المخطط متحد الاستقطاب

المنحنى C: القيمة السالبة للكسب على المحور (يمثل المنحنى C في هذا الشكل الحالة الخاصة لهوائي ذي كسب على المحور قدره 46 dBi)

الشكل 5

المخططات المرجعية للمكونات متحدة الاستقطاب وذات الاستقطاب المتقاطع لهوائيات إرسال السواتل مع تخفيض سريع في الحزمة الرئيسية للإقليم 2



المنحنى A: المكونة متحدة الاستقطاب (dB بالنسبة إلى كسب الحزمة الرئيسية):

عنـــد	$0 \le \varphi/\varphi_0 \le 0{,}5$	تكـــون	$-12\,(\varphi/\varphi_0)^2$
عنـــد	$0{,}5 \le \varphi/\varphi_0 \le 1{,}16/\varphi_0 + x$	تكـــون	$-18{,}75\,\varphi_0^2\,(\varphi/\varphi_0)^2$
عنـــد	$1{,}16/\varphi_0 + x < \varphi/\varphi_0 \le 1{,}45$	تكـــون	$-25{,}23$
عنـــد	$\varphi/\varphi_0 > 1{,}45$	تكـــون	$-[22 + 20 \log(\varphi/\varphi_0)]$

بعد التقاطع مع المنحنى C: مثل المنحنى C

المنحنى B: المكونة ذات الاستقطاب المتقاطع (dB بالنسبة إلى كسب الحزمة الرئيسية):

عنـــد	$0 \le \varphi/\varphi_0 < 2{,}51$	تكـــون	-30

بعد التقاطع مع المخطط متحد الاستقطاب: مثل المخطط متحد الاستقطاب

المنحنى C: القيمة السالبة للكسب على المحور (يمثل المنحنيان A و C أمثلة لثلاثة هوائيات لها قيم للزاوية φ_0 مختلفة عن القيم المبينة في الشكل 5. قيم الكسب على المحور لهذه الهوائيات تكون تقريباً 34 و 40 و 46 dBi على التوالي)،

حيث:

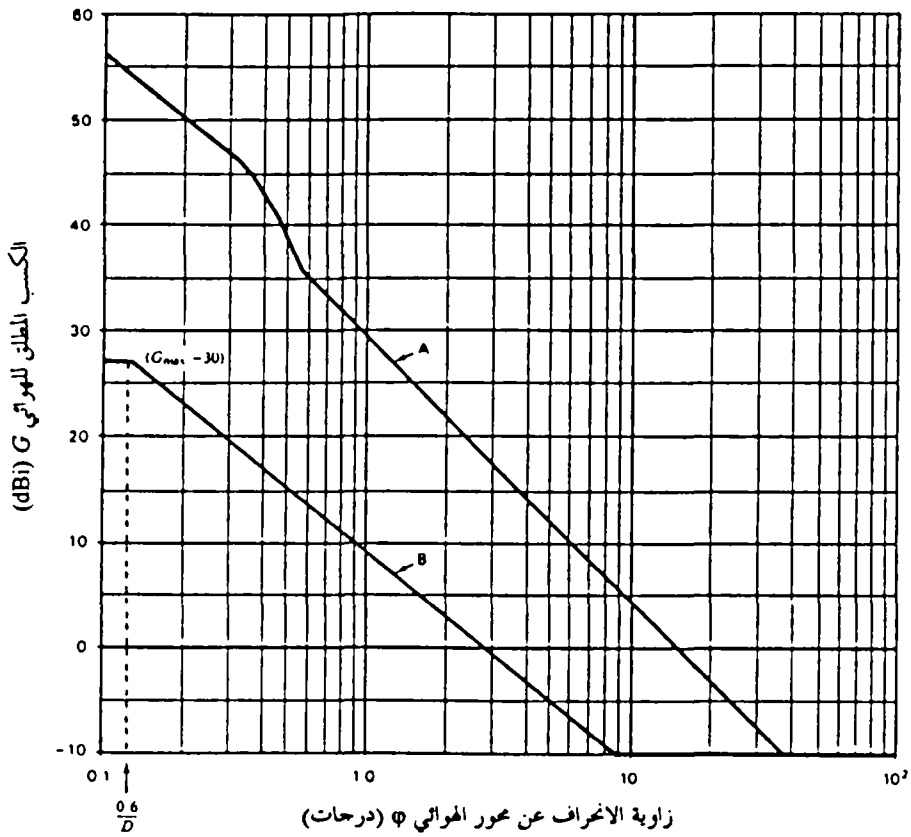
φ: الزاوية خارج المحور (درجات)

φ_0: أبعاد أدنى إهليلج يغطي منطقة الخدمة للوصلة الهابطة في الاتجاه المعني (درجات)

$x = 0{,}5\,(1 - 0{,}8/\varphi_0)$

الشكل 6

المخططات المرجعية للمكونات متحدة الاستقطاب وذات الاستقطاب المتقاطع لهوائيات المحطة الأرضية الخاصة بوصلة المغذي في الإقليم 2



المنحنى A: المكونة متحدة الاستقطاب (dBi):

عنـــد	$0,1° \le \varphi < 0,32°$	تكـــون $36 - 20 \log \varphi$
عنـــد	$0,32° \le \varphi < 0,54°$	تكـــون $51,3 - 53,2 \varphi^2$
عنـــد	$0,54° \le \varphi < 36°$	تكـــون $29 - 25 \log \varphi$
عنـــد	$\varphi \ge 36°$	تكـــون -10

المنحنى B: المكونة ذات الاستقطاب المتقاطع (dBi):

عنـــد	$\varphi < (0,6/D)°$	تكـــون $G_{max} - 30$
عنـــد	$(0,6/D)° \le \varphi < 8,7°$	تكـــون $9 - 20 \log \varphi$
عنـــد	$\varphi \ge 8,7°$	تكـــون -10

حيث:

φ: الزاوية خارج المحور بالنسبة إلى محور الفص الرئيسي (درجات)

G_{max}: الكسب متحد الاستقطاب على المحور للهوائي (dBi)

D: قطر الهوائي (m) $(D \ge 2,5)$

الملاحظة 1 – في المدى الزاوي بين 0,1° و 0,54°، فإن الكسب متحد الاستقطاب يجب ألا يتجاوز المخطط المرجعي.

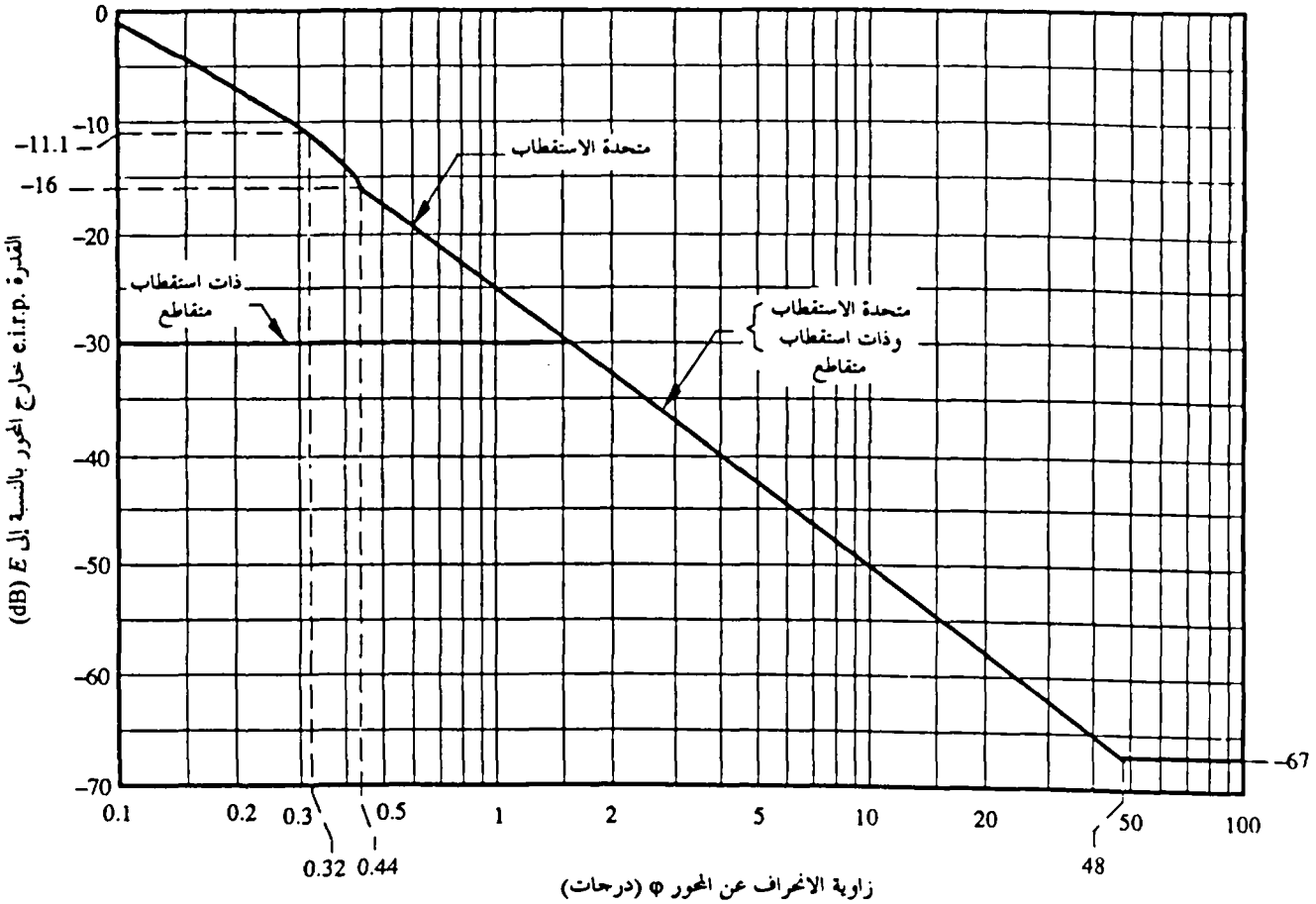
الملاحظة 2 – في المدى الزاوي بين 0° و $(0,6/D)°$، فإن الكسب ذا الاستقطاب المتقاطع يجب ألا يتجاوز المخطط المرجعي.

الملاحظة 3 – للزوايا الأكبر خارج المحور ولنسبة 90% من جميع ذرى الفص الجانبي في كل من النوافذ الزاوية المرجعية، فإن الكسب يجب ألا يتجاوز المخطط المرجعي. النوافذ الزاوية المرجعية تكون من 0,54° إلى 1° ومن 1° إلى 2° ومن 2° إلى 4° ومن 4° إلى 7° ومن 7° إلى 10° ومن 10° إلى 20° ومن 20° إلى 40° ومن 40° إلى 70° ومن 70° إلى 100° ومن 100° إلى 180°. النافذة الزاوية المرجعية الأولى لتقويم المكونة ذات الاستقطاب المتقاطع ينبغي أن تكون من $(0,6/D)°$ إلى 1°.

الملاحظة 4 – المحور X هو القيمة المطلقة للزاوية. محطة وصلة المغذي تبنى على قطر هوائي إرسال للمحطة الأرضية قدره 5 أمتار للنطاق 17,3 إلى 18,1 GHz.

الشكل 7

القدرة e.i.r.p. عند زوايا خارج محور الهوائي لهوائيات المحطة الأرضية الخاصة بوصلة المغذي في الإقليمين 1 و 3



المكونة متحدة الاستقطاب (dBW):

عنـــد	$0° < \varphi \leq 0{,}1°$	تكـــون	E (dBW)
عنـــد	$0{,}1° < \varphi \leq 0{,}32°$	تكـــون	$E - 21 - 20 \log \varphi$ (dBW)
عنـــد	$0{,}32° < \varphi \leq 0{,}44°$	تكـــون	$E - 5{,}7 - 53{,}2 \log \varphi^2$ (dBW)
عنـــد	$0{,}44° < \varphi \leq 48°$	تكـــون	$E - 25 - 25 \log \varphi$ (dBW)
عنـــد	$\varphi > 48°$	تكـــون	$E - 67$ (dBW)

المكونة ذات الاستقطاب المتقاطع (dBW):

عنـــد	$0° < \varphi \leq 1{,}6°$	تكـــون	$E - 30$ (dBW)
عنـــد	$1{,}6° < \varphi \leq 48°$	تكـــون	$E - 25 - 25 \log \varphi$ (dBW)
عنـــد	$\varphi > 48°$	تكـــون	$E - 67$ (dBW)

حيث:

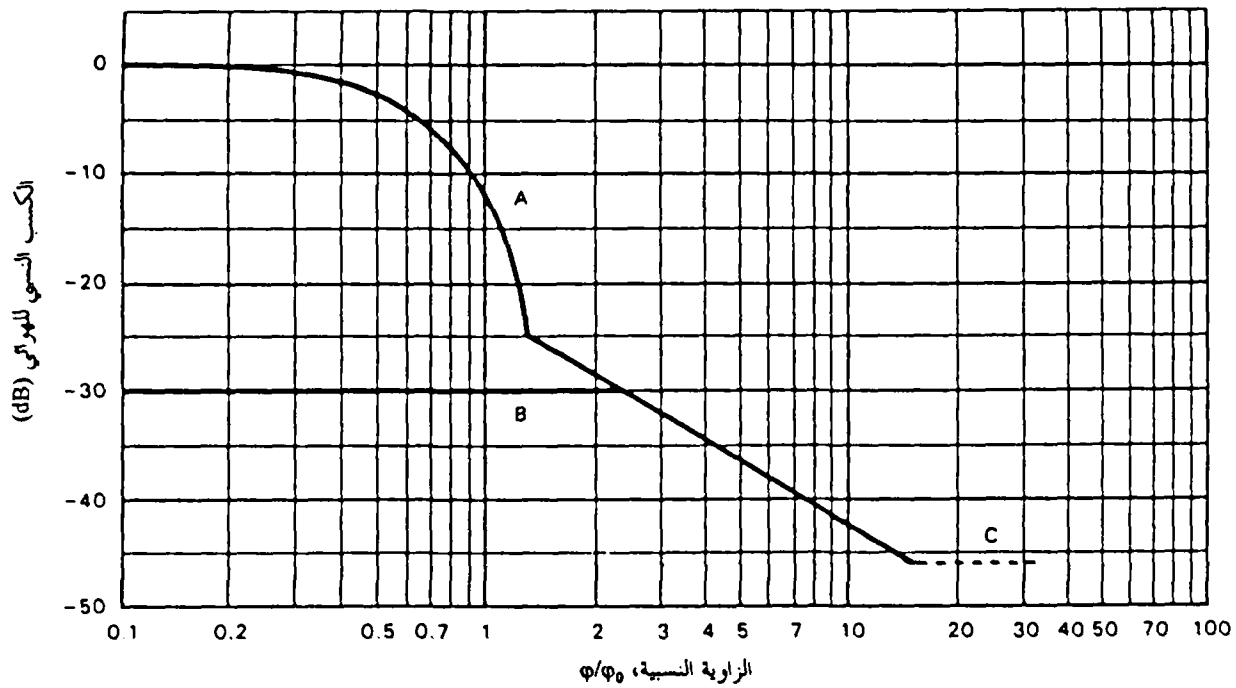
E: القدرة e.i.r.p. للمحطة الأرضية على محور الهوائي (dBW)

φ: زاوية الانحراف عن المحور بالنسبة إلى محور الفص الرئيسي (درجات)

الملاحظة 1 – المحور X هو القيمة المطلقة للزاوية. محطة وصلة المغذي تبنى على قطر هوائي إرسال محطة أرضية قدره 5 أمتار للنطاق 17,3 إلى 18,1 GHz و 6 أمتار للنطاق 14,5 إلى 14,8 GHz.

الشكل 8

المخططات المرجعية للمكونات متحدة الاستقطاب وذات الاستقطاب المتقاطع لهوائي استقبال الساتل في الإقليم 2



المنحنى A: المكونة متحدة الاستقطاب (dB بالنسبة إلى كسب الحزمة الرئيسية):

عنـــد $0 \le \varphi/\varphi_0 \le 1{,}45$ تكـــون $-12\,(\varphi/\varphi_0)^2$

عنـــد $\varphi/\varphi_0 > 1{,}45$ تكـــون $-[22 + 20 \log(\varphi/\varphi_0)]$

بعد التقاطع مع المنحنى C: مثل المنحنى C

المنحنى B: المكونة ذات الاستقطاب المتقاطع (dB بالنسبة إلى كسب الحزمة الرئيسية):

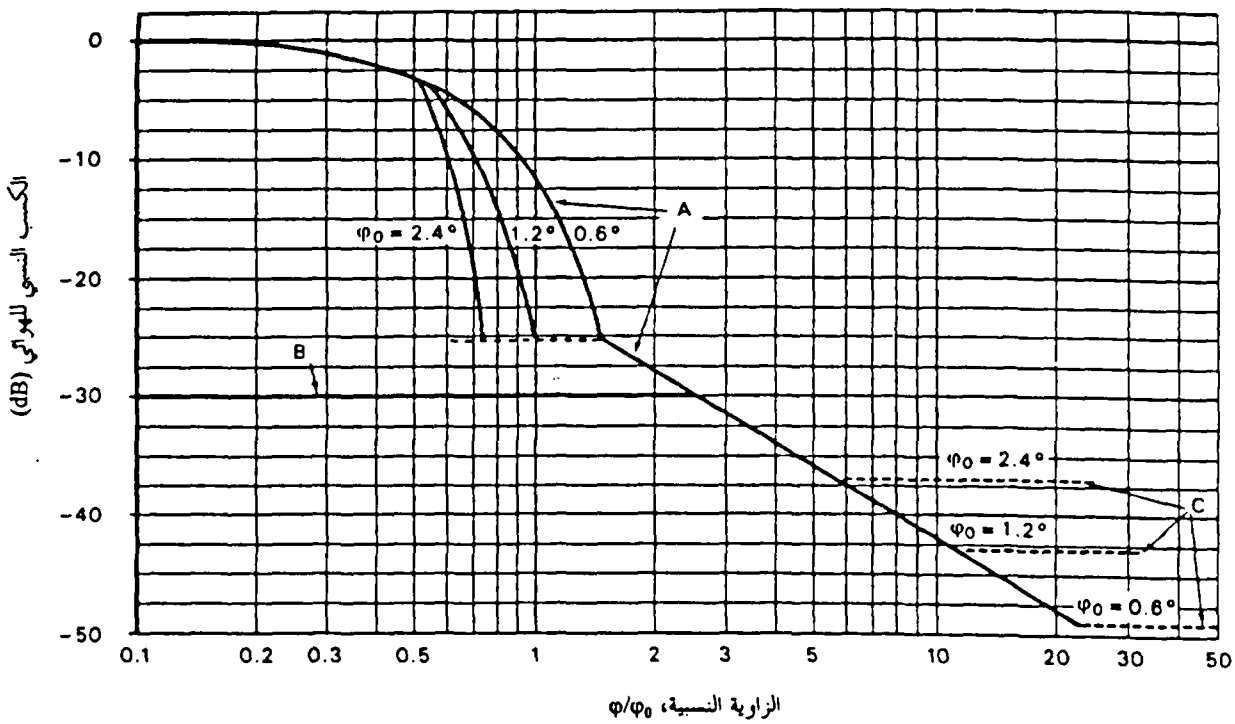
عنـــد $0 \le \varphi/\varphi_0 \le 2{,}51$ تكـــون -30

بعد التقاطع مع المنحنى A: مثل المنحنى A

المنحنى C: القيمة السالبة للكسب على المحور (يمثل المنحنى C في هذا الشكل الحالة الخاصة لهوائي ذي كسب على المحور قدره 46 dBi)

الشكل 9

المخططات المرجعية للمكونات متحدة الاستقطاب وذات الاستقطاب المتقاطع لهوائيات استقبال الساتل مع تخفيض سريع في



المنحنى A: المكونة متحدة الاستقطاب (dB بالنسبة إلى كسب الحزمة الرئيسية):

عنـــد	$0 \le \varphi/\varphi_0 \le 0{,}5$	تكـــون	$-12\,(\varphi/\varphi_0)^2$
عنـــد	$0{,}5 < \varphi/\varphi_0 \le 0{,}87/\varphi_0 + x$	تكـــون	$-33{,}33\,\varphi_0^2\,(\varphi/\varphi_0 - x)^2$
عنـــد	$0{,}87/\varphi_0 + x < \varphi/\varphi_0 \le 1{,}413$	تكـــون	$-25{,}23$
عنـــد	$\varphi/\varphi_0 > 1{,}413$	تكـــون	$-[22 + 20 \log (\varphi/\varphi_0)]$

بعد التقاطع مع المنحنى C: مثل المنحنى C

المنحنى B: المكونة ذات الاستقطاب المتقاطع (dB بالنسبة إلى كسب الحزمة الرئيسية):

عنـــد	$0 \le \varphi/\varphi_0 \le 2{,}51$	تكـــون	-30

بعد التقاطع مع المنحنى A: مثل المنحنى A

المنحنى C: القيمة السالبة للكسب على المحور (يمثل المنحنيان A و C أمثلة لثلاثة هوائيات لها قيم للزاوية φ_0 مختلفة عن القيم المبينة في الشكل 9. قيم الكسب على المحور لهذه الهوائيات هي 37 و 43 و 49 dBi)

حيث:

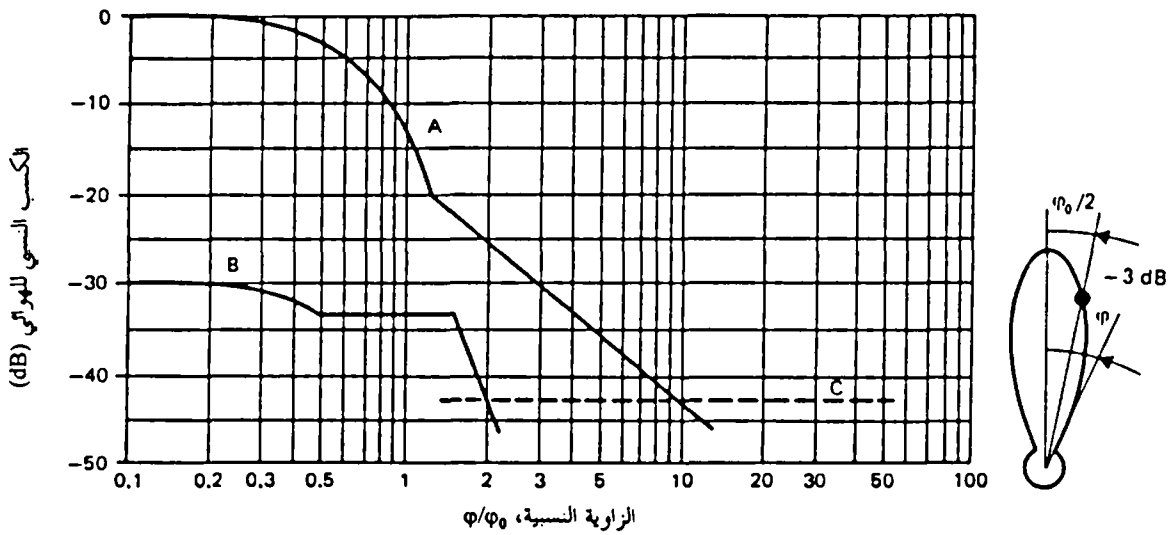
φ: زاوية الانحراف عن المحور (درجات)

φ_0: أبعاد أدنى إهليلج يغطي منطقة الخدمة لوصلة المغذي في الاتجاه المعني (درجات)

$x = 0{,}5\,(1 - 0{,}6/\varphi_0)$

الشكل 10

المخطط المرجعي لهوائي استقبال الساتل الذي يستعمل عادة في الإقليمين 1 و 3



المنحنى A: المكونة متحدة الاستقطاب

المخطط المرجعي متحد الاستقطاب يعبر عنه كما يلي:

الكسب النسبي متحد الاستقطاب (dB)

عنـــد $0 \le \varphi/\varphi_0 \le 1{,}30$ تكـــون $G = -12\,(\varphi/\varphi_0)^2$

عنـــد $\varphi/\varphi_0 > 1{,}30$ تكـــون $G = -17{,}5 - 25 \log(\varphi/\varphi_0)$

بعد التقاطع مع المنحنى C: مثل المنحنى C (المنحنى C يعادل القيمة السالبة للكسب على المحور)

المنحنى B: المكونة ذات الاستقطاب المتقاطع

المخطط المرجعي ذو الاستقطاب المتقاطع يعبر عنه كما يلي:

الكسب النسبي ذو الاستقطاب المتقاطع (dB)

عنـــد $0 \le \varphi/\varphi_0 \le 0{,}5$ تكـــون $G = -30 - 12\,(\varphi/\varphi_0)^2$

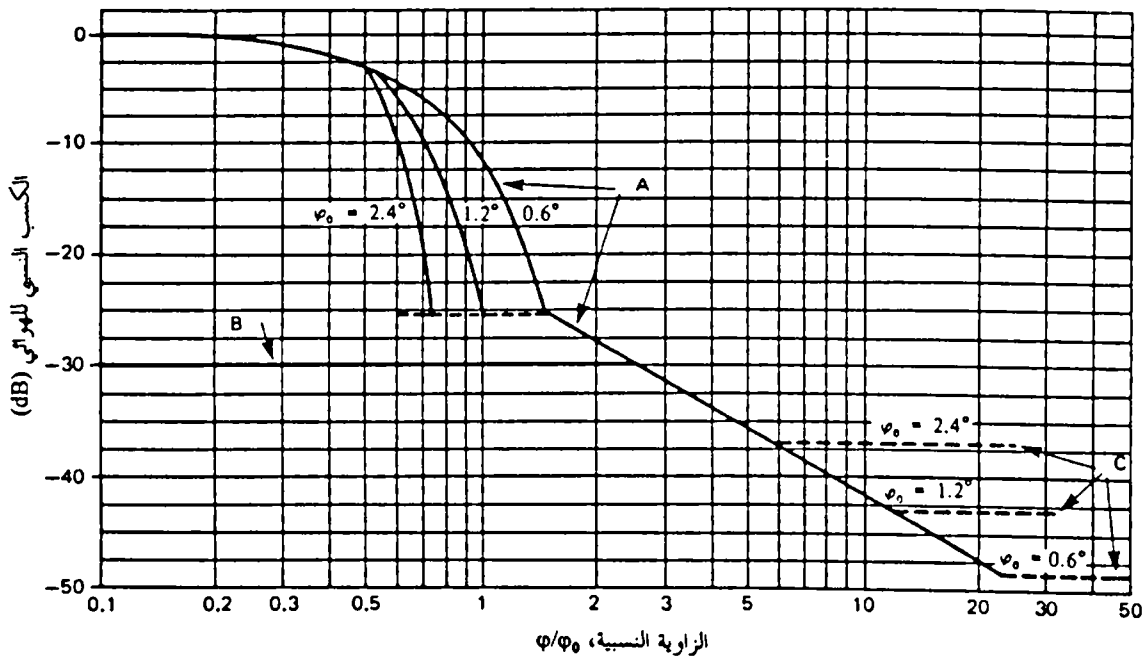
عنـــد $0{,}5 < \varphi/\varphi_0 \le 1{,}67$ تكـــون $G = -33$

عنـــد $\varphi/\varphi_0 > 1{,}67$ تكـــون $G = -40 - 40 \log(\varphi/\varphi_0 - 1)$

بعد التقاطع مع المنحنى C: مثل المنحنى C (المنحنى C يعادل القيمة السالبة للكسب على المحور)

الشكل 11

المخططات المرجعية للمكونات متحدة الاستقطاب وذات الاستقطاب المتقاطع لهوائيات استقبال الساتل مع تخفيض سريع في الحزمة الرئيسية للإقليمين 1 و 3



المنحنى A: المكونة متحدة الاستقطاب (dB بالنسبة إلى كسب الحزمة الرئيسية):

عنـــد	$0 \le \varphi/\varphi_0 \le 0{,}5$	تكـــون	$-12\,(\varphi/\varphi_0)^2$
عنـــد	$0{,}5 < \varphi/\varphi_0 \le 0{,}87/\varphi_0 + x$	تكـــون	$-33{,}33\,\varphi_0^2\,(\varphi/\varphi_0 - x)^2$
عنـــد	$0{,}87/\varphi_0 + x < \varphi/\varphi_0 \le 1{,}413$	تكـــون	$-25{,}23$
عنـــد	$\varphi/\varphi_0 > 1{,}413$	تكـــون	$-[22 + 20 \log (\varphi/\varphi_0)]$

بعد التقاطع مع المنحنى C: مثل المنحنى C

المنحنى B: المكونة ذات الاستقطاب المتقاطع (dB بالنسبة إلى كسب الحزمة الرئيسية):

عنـــد	$0 \le \varphi/\varphi_0 \le 2{,}51$	تكـــون	-30

بعد التقاطع مع المنحنى A: مثل المنحنى A

المنحنى C: القيمة السالبة للكسب على المحور (يمثل المنحنيان A و C أمثلة لثلاثة هوائيات لها قيم للزاوية φ_0 مختلفة عن القيم المبينة في الشكل 11. قيم الكسب على المحور لهذه الهوائيات هي 37 و 43 و 49 dBi على التوالي)

حيث:

φ: زاوية الانحراف عن المحور (درجات)

φ_0: أبعاد أدنى إهليلج يغطي منطقة الخدمة لوصلة المغذي في الاتجاه المعني (درجات)

$x = 0{,}5\,(1 - 0{,}6/\varphi_0)$

الملحـق 1

1. المقدمـــــة

يتطلب تخطيط الخدمة الإذاعية الساتلية طرح بعض الفرضيات بشأن الكسب الأقصى للهوائي (لكلا الاستقبال والإرسال)، والطريقة التي يتناقص بها الكسب وفقاً للزاوية المقيسة من محور الحزمة. وتعتبر هذه المعلومات أساسية لحساب التداخل بين الإرسالات الموجهة إلى مختلف مناطق الخدمة. تقدم المخططات كدوال للزاوية النسبية φ/φ_0، حيث φ هي الزاوية المقيسة من محور الحزمة، و φ_0 الفتحة الزاوية للحزمة المقيسة بين النقطتين –3 dB. ويعبر عن السويات بالديسبل بالنسبة إلى الكسب الأقصى (على المحور) للهوائي.

تحدد المخططات منفصلة للمكونة متحدة الاستقطاب والمكونة ذات الاستقطاب المتقاطع، وتطبق على الاستقطاب الخطي والاستقطاب الدائري كذلك. وينبغي لها أن تنطبق على كل نطاق الإذاعة المعني وعلى كل زوايا السمت.

2. هوائي استقبال المحطة الأرضية

1.2 المكونة متحدة الاستقطاب

لما كانت أنظمة الإذاعة الساتلية تتضمن استعمال العديد من هوائيات الاستقبال (للاستقبال الفردي أو الجماعي)، فإن معايير الأداء المعقولة بناء على أسس اقتصادية تميل لأن تكون أضعف من المعايير المحددة لهوائيات الإرسال. وعلاوة على ذلك، يجب عند تحديد المخطط المرجعي أن يؤخذ بالحسبان عدم الدقة المحتملة في تسديد الهوائي نحو الساتل المطلوب.

ويقترح من أجل أن يؤخذ خطأ التسديد بالحسبان، أن يقابل المخطط المرجعي كسباً نسبياً قدره 0 dB لزوايا نسبية تصل إلى $\varphi/\varphi_0 = 0{,}25$. ومن بعد، قد يتوقع أن يتبع المنحني قانون التربيع (أي أن تساوي السوية النسبية (dB) $12 - (\varphi/\varphi_0)^2$) كما في حالة هوائي الإرسال التي نوقشت في الفقرة 1.3، وحتى سوية قدرها –6 dB.

أما عند زوايا أكبر، فتتعلق السوية النسبية بمدى استعمال تقنيات تنقيص الفصوص الجانبية.

بالنسبة إلى هوائيات الاستقبال الفردي، فإذا لم تستعمل مثل هذه التقنيات، يتناقص الحد الأعلى للسوية النسبية من النقطة –6 dB بمعدل تعطيه العبارة التالية:

$$-[9 + 20 \log (\varphi/\varphi_0)] \quad \text{dB}$$

حتى $\varphi/\varphi_0 = 1{,}26$، وابتداءً من هذه النقطة يتناقص بمعدل أسرع وفقاً للعبارة التالية:

$$-[8{,}5 + 25 \log (\varphi/\varphi_0)] \quad \text{dB}$$

حتى $\varphi/\varphi_0 = 9{,}55$. وبعد تجاوز هذه النقطة تؤخذ سوية ثابتة قدرها –33 dB لما يتبقى من الغلاف.

وفقاً للمؤتمر WARC-BS-77، يمدد المنحنى A للشكل 1 الخاص بالاستقبال الفردي (في الإقليم 2) حتى قيمة $\varphi/\varphi_0 = 15{,}14$، وله قيمة ثابتة قدرها –38 dB بعد تجاوز هذه القيمة (انظر الملحق 8 بالوثائق الختامية للمؤتمر WARC-BS-77).

أما في الاستقبال الجماعي، وإذا لم تطبق تقنيات كبت الفصوص الجانبية، فتحدد السوية النسبية وفقاً للعبارة التالية:

$$-[10{,}5 + 25 \log (\varphi/\varphi_0)] \quad \text{dB}$$

ابتداءً من $\varphi/\varphi_0 = 0{,}86$، وحتى تصل إلى السوية المقابلة للقيمة السالبة للكسب على المحور يقدم في المنحنى A' للشكل 1 المخطط المقابل لمستقبل جماعي بدون كبت الفصوص الجانبية.

وإذا استخدمت تقنيات كبت الفصوص الجانبية، يمكن تمديد المنحنى $-12\ (\varphi/\varphi_0)^2$ حتى زاوية نسبية قدرها $\varphi/\varphi_0 = 1{,}44$ تقابل سوية نسبية قدرها –25 dB. ويمكن احتواء الفصوص الجانبية عند سوية أقل من هذه السوية من أجل زاوية نسبية قدرها $\varphi/\varphi_0 = 3{,}8$ وتهبط السوية بعد ذلك وفقاً لمنحنٍ يعرف بواسطة العبارة التالية:

$$-[10{,}5 + 25 \log (\varphi/\varphi_0)] \quad \text{dB}$$

2.2 *المكونة ذات الاستقطاب المتقاطع*

يمكن تعريف سوية المكونة ذات الاستقطاب المتقاطع بنفس الطريقة كما في حالـة هوائي الإرسـال، ولكـن يجـب توقـع أداء أضعـف. علاوة على ذلك، يجب أن يدخل في الحسبان عدم الدقة المحتملة في تسديد الهوائي. عليه، يقترح أن تكـون السـوية –25 dB لزاويـة نسـبية قدرهـا $\varphi/\varphi_0 = 0{,}25$. ثم ترتفع وفقاً للمنحنى:

$$-(30 + 40 \log |(\varphi/\varphi_0) - 1|) \qquad \text{dB}$$

إلى حد أقصى قدره –20 dB يحافظ عليه حتى زاوية نسبية $\varphi/\varphi_0 = 1{,}4$ وعندئذ تتناقص وفقاً للمنحنى:

$$-(30 + 25 \log |(\varphi/\varphi_0) - 1|) \qquad \text{dB}$$

إلى سوية قدرها –30 dB. ويحافظ على السوية –30 dB حتى تتقاطع مع منحنى المكونـة متحـدة الاسـتقطاب الـتي تتبعهـا عندئـذ. يمثـل المخطـط الحاصل في المنحنى B من الشكل 1. ويعتبر أنه ينطبق على الاستقبال الفردي والجماعي.

3. هوائي إرسال الساتل

يبنى التخطيط على الافتراض بأن الحزم التي تبث من الساتل لها مقاطع عرضية إهليلجية أو دائريـة، وبنيـت المخططـات المرجعيـة علـى هذه الفرضية أيضاً.

ومع ذلك، فإن الهوائيات التي لها حزم ذات شكل خاص قد تكـون مفيـدة جـداً لسـواتل الإذاعـة، لأنهـا ستسـهل كبـت الطفـح غـير المرغوب فيه إلى البلدان المجاورة، بينما يحافظ على تغطية فعالة في المنطقة المقصودة.

1.3 *المكونة متحدة الاستقطاب*

يوصى بأن يعتبر المخطط المرجعي وكأنه يتألف من ثلاثة أقسام وهي:

- الفص الرئيسي، ويقابل تقريباً $0 < \varphi/\varphi_0 < 1{,}6$؛
- الفصوص الجانبية القريبة، وهي تقابل تقريباً $1{,}6 < \varphi/\varphi_0 < 3{,}2$؛
- الفصوص الجانبية البعيدة، وتقابل تقريباً $\varphi/\varphi_0 > 3{,}2$.

ويمكن تقريب غلاف الفص الرئيسي بطريقة مرضية بواسطة منحنٍ من الشكل: $-12\ (\varphi/\varphi_0)^2$ (dB). وتؤكـد ذلـك القياسـات علـى عدد من الهوائيات أنتجت من قبل في الولايات المتحدة الأميركية.

تعتبر سوية الإشعاع في منطقة الفصوص الجانبية القريبة ذات أهمية خاصة لسواتل الإذاعة، إذ سيكون لهـا تأثـير دلالي في التداخـل بـين المناطق المختلفة للخدمة. ولهذا السبب، يعتبر أن من الأساسي أن تستخدم هوائيات مصممة لتنقيص سوية الفصوص الجانبية القريبة.

يمكن، من خلال استعمال تشكيلات التغذية المتخالفة، مثل بوق كاسغران (Cassegrain)، أن تحقق سـويات للفصـوص جانبيـة بـأقل من –30 dB.

أما بالنسبة إلى الفصوص الجانبية البعيدة، فإن القياسات التي أجريت في الولايـات المتحـدة الأميركيـة تـدل علـى أنـه، مـع التكنولوجيـا الحالية، يمكن الاحتفاظ بالسوية داخل غلاف يعرف بالمنحنى:

$$-[17{,}5 + 25 \log (\varphi/\varphi_0)] \qquad \text{dB}$$

وقد أظهرت الدراسات التي أجرتها وكالة الفضاء الأوروبية (ESA)، أنه سيكون ممكناً أن تصمم، عند الحاجة، هوائيـات تنقـص فيهـا سوية الفصوص الجانبية البعيدة بسرعة أكبر، بدلالة النسبة φ/φ_0 من التي تدل عليها العبارة أعلاه.

يعترف بأنه، يجب أن يوجد، عملياً، حد أدنى تتبع بعده السوية منحنى تقاربياً. ويعتبر أن هذا الحد يساوي في المخطط المرجعي القيمة السالبة للكسب على محور الهوائي.

ونظراً إلى ما ذكر أعلاه، فإن المخطط المرجعي المقترح للمكونة متحدة الاستقطاب لهوائي إرسال الساتل يعرف في الشكل 3. عملياً، فإن القيم القريبة من $\varphi/\varphi_0 = 1{,}5$ قد يصعب تحقيقها. وثمة طريقة تسمح بتحسين هذا الوضع وهي تكمن في استعمال عاكس أكبر بإضاءة متضائلة.

2.3 *المكونة ذات الاستقطاب المتقاطع*

تقترح دراسة قام بها الاتحاد EBU بأن يعبر عن الحد الأعلى للمكونة ذات الاستقطاب المتقاطع على النحو التالي:

$$-(a + b \log |(\varphi/\varphi_0) - 1|) \quad \text{dB} \qquad (1)$$

حيث a و b ثابتان.

ويراعى التقطع الذي يحدث عند $\varphi/\varphi_0 = 1$ من خلال تطبيق حد للقيم المسموح بها للغلاف.

نظرياً، يمكن الحفاظ اختيارياً على سوية منخفضة عند كل الزوايا، وقد دلت بعض الدراسات بأن هذه السوية قد تنخفض إلى –40 dB. ومع ذلك، وإلى حين الحصول على خبرة أكبر في التصميم والتركيب لهوائيات بإشعاع ذي استقطاب متقاطع منخفض جداً، فمن الحكمة أن تتبنى، للمخطط المرجعي، مواصفات أقل صرامة.

وتتعلق، عملياً، سوية الاستجابة ذات الاستقطاب المتقاطع بخصائص المغذي أولاً. فإذا استعملت تغذية هوائي الإرسال للإرسال، حصراً، و لم تكن جزءاً من مجموعة تغذية متعددة الوظائف، فيمكن الحصول على استجابات ممتازة ذات استقطاب متقاطع في مدى –35 إلى –40 فوق الحزمة الرئيسية.

نظراً إلى كمية المعلومات المحدودة المتيسرة في النتائج المقيسة حتى الآن، يقترح جعل a و b يعادلان 40، في العبارة (1)، مع حد أعلى قدره –33 عند $1{,}5 > \varphi/\varphi_0$، وحد يساوي القيمة السالبة للكسب على المحور عند $\varphi/\varphi_0 > 1{,}5$.

يوضح هذا المخطط المقترح في الشكل 3. عملياً، فإن القيم القريبة من خط التسديد قد يصعب تحقيقها.

أما إذا استعملت مجموعة التغذية للإرسال والاستقبال معاً أو إذا استعملت مجموعة بمصادر تغذية متعددة لتوليد حزمة ذات شكل غير منتظم، فمن المحتمل إلا يكون تحقيق أداء الاستقطاب المتقاطع المشار إليه في الشكل 3 ممكناً.

3.3 *قيم φ_0 المقترحة*

يعرض الجدول 1 قيم φ_0 المقترحة لمختلف أنماط الخدمة الإذاعية.

قد تستعمل هوائيات بكسب أعلى في بعض المنشآت الخاصة بالاستقبال، من أجل الحصول، على سبيل المثال، على نسبة أفضل للإشارة إلى الضوضاء، ولكن الجدول يهدف إلى الإشارة إلى قيم φ_0 الخاصة بأنماط الهوائيات المتوقع استعمالها في معظم منشآت الاستقبال.

ويلفت الانتباه إلى أن الهوائيات بفتحات صغيرة للحزمة ستتطلب ضبطاً دقيقاً وتركيباً دقيقاً لتجنب الانحطاط في الاستقبال، وقد تتطلب أيضاً أن تحدد مواصفات حركة قصوى للساتل تكون أكثر صرامة من مواصفات السواتل للخدمات الأخرى.

الجدول 1

فتحات نصف القدرة للحزمة φ_0، لهوائيات الاستقبال الأرضي

(الأقطار النموذجية تقدم بين قوسين)

التـــــردد	الخدمة الإذاعية الساتلية		الخدمة الإذاعية للأرض
	الاستقبال الجماعي	الاستقبال الفردي	
(1) GHz 12	°1,0 (m 1,8) (الإقليمان 1 و 3)	°2,0 (الإقليمان 1 و 3) (m 0,9) °1,7 (الإقليم 2) (m 1)	(2) °3,0 (m 0,6)

(1) هـذه هي قيم φ_0، التي تبناها المؤتـــمر WARC-BS-77 لتخطيـط الخدمـة الإذاعيـة السـاتلية في النطـاق GHz 12 في الإقليمين 1 و 3 والمؤتمر RARC SAT-83 لتخطيط الخدمة الإذاعية الساتلية في النطاق GHz 12 في الإقليم 2.

(2) تقترح بعض الإدارات قيمة مختلفة لهذه المعلمة.