

## ITU-R S.731-1 التوصية

مخطط مرجعي للإشعاع المتقاطع الاستقطاب لمخطة أرضية  
لاستخدامه في تنسيق الترددات وفي تقدير التداخلات  
في نطاق الترددات من 2 إلى 30 GHz تقريباً

(2005-1992)

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذتضع في اعتبارها

أ ( أن استعمال مخطط للإشعاع المتقاطع الاستقطاب لهوائي المخطة الأرضية قد يكون مفيداً من أجل دراسات التنسيق، ومن أجل تقدير التداخلات المتبادلة فيما بين الأنظمة الساتلية للاتصالات الراديوية وبين المحطات الأرضية لهذه الأنظمة ومحطات الخدمات الأخرى التي تتقاسم نفس النطاق؛

ب) أن استعمال مخطط للإشعاع المتقاطع الاستقطاب مبني على المستوى الذي تم تجاوزه بنسبة مئوية صغيرة من ذروات الفصوص الجانبية قد يكون مناسباً لتحديد مسافة التنسيق ولتقدير التداخلات بين المحطات الأرضية ومحطات الأرض؛

ج) أن التوصية ITU-R S.465 تتضمن مخططاً مرجعياً للإشعاع المتقاطع الاستقطاب للمخطة الأرضية لاستخدامه في تنسيق الترددات وفي تقدير التداخلات؛

د) أنه قد أجريت قياسات لأداء الكسب المتقاطع الاستقطاب الخارج عن المحور للمحطات الأرضية ووضعت أنماط إشعاع متشابهة من الناحية الكمية؛

هـ) أنه من الممكن استعمال مخطط مرجعي واحد للإشعاع المتقاطع الاستقطاب الخارج عن المحور يتضمن المخططات الواردة في الملحق 1؛

و) أن استعمال الهوائيات التي لها أفضل مخططات إشعاع يمكن تحقيقها قد يؤدي إلى استخدام طيف الترددات الراديوية ومدار السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض على أكفأ وجه،

وإذ تدرك

1 أنه من المستصوب الحصول على معلومات أخرى تتعلق بقياس أداء الإشعاع المتقاطع الاستقطاب؛

2 أن أداء الكسب المقيس الخارج عن المحور لهوائيات المحطات الأرضية يتضمن الإرسال المتقاطع الاستقطاب من الهوائي المصدر؛

3 أن مخططات الإشعاع المتقاطع الاستقطاب تقاس في الحزمة الرئيسية للهوائي المصدر،

توصي

1 باستعمال مخطط إشعاع مرجعي وحيد في حالة عدم وجود معلومات دقيقة عن نمط الإشعاع المتقاطع الاستقطاب لهوائي المخطة الأرضية المعنية من أجل ما يلي:

1.1 إجراء دراسات عن تنسيق الترددات وتقدير التداخلات بين المحطات الأرضية في الخدمات الثابتة الساتلية ومحطات الخدمات الأخرى التي تتقاسم نفس النطاق الترددي؛

2.1 إجراء دراسات التنسيق وتقدير التداخلات بين شبكات الخدمة الثابتة الساتلية؛

2 استعمال المخطط التالي للإشعاع المتقاطع الاستقطاب، بصفة مؤقتة، وبالنسبة إلى الزوايا التي تقع بين الاتجاهات المعنية ومحور الحزمة الرئيسية في نطاق الترددات من 2 إلى 30 GHz:

$$G_x(\varphi) = 23 - 20 \log \varphi \quad \text{dBi} \quad \varphi_r \leq \varphi \leq 7^\circ \text{ من أجل}$$

$$G_x(\varphi) = 20,2 - 16,7 \log \varphi \quad \text{dBi} \quad 7^\circ < \varphi \leq 26,3^\circ \text{ من أجل}$$

$$G_x(\varphi) = 32 - 25 \log \varphi \quad \text{dBi} \quad 26,3^\circ < \varphi \leq 48^\circ \text{ من أجل}$$

$$G_x(\varphi) = -10 \quad \text{dBi} \quad 48^\circ < \varphi \leq 180^\circ \text{ من أجل}$$

و  $\varphi_r$  يساوي  $1^\circ$  أو  $100 \lambda/D$  أيهما أكبر.

3 اعتبار الملاحظات التالية جزءاً من هذه التوصية.

الملاحظة 1 - افتراض أن المخطط المرجعي للإشعاع المتقاطع الاستقطاب متماثل دورانياً.

الملاحظة 2 - ينبغي استعمال المخطط المرجعي للإشعاع المتقاطع الاستقطاب في حالات الاستقطابات المتقابلة.

الملاحظة 3 - يمكن استعمال مخططات الإشعاع المتقاطع الاستقطاب للمحطات الأرضية بالاتفاق بين الإدارات المعنية.

الملاحظة 4 - ينبغي استعمال مخطط الإشعاع المرجعي بحذر في نطاق الزوايا الذي قد يحدث فيه نظام التغذية الخاص المشغل مستويات عالية نسبياً من الفيض، وللهوائيات التي تقل فيها قيمة النسبة  $D/\lambda$  عن 50.

الملاحظة 5 - يكمل هذا المخطط للإشعاع المتقاطع الاستقطاب مخطط الإشعاع المتحد الاستقطاب الوارد في التوصية ITU-R S.465.

الملاحظة 6 - يتضمن الملحق 1 عدة مخططات للإشعاع المتقاطع الاستقطاب الخارج عن المحور تتعلق بأغلفة ذروات لخصائص الكسب المقيسة لهوائيات مختلفة دعماً للفقرة 2 من توصي.

## الملحق 1

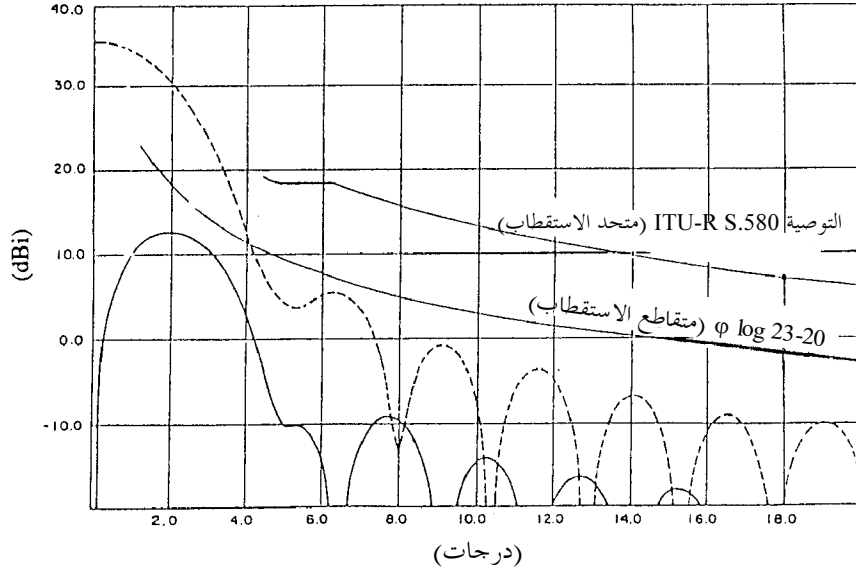
### نمذجة خصائص الإشعاع المتقاطع الاستقطاب لهوائي المحطة الأرضية

يقدم هذا الملحق معلومات أساسية تستعمل لوضع مخططات الإشعاع المتقاطع الاستقطاب مستمدة من مخططات نظرية ومقيسة. وقد أخذت القياسات الواردة في المخططات لأقطار هوائيات مختلفة (1,2 m و 1,8 m و 2,4 m و 3,5 m عند النطاق GHz 12,625 و 3,7 عند النطاق 10,7 GHz). وقدم لكل قطر هوائي وصف لمخططات الأغلفة والمخططات المقيسة ذات الصلة. ثم اشتقت المعادلات التي تصف أغلفة الإشعاع المتقاطع الاستقطاب لهوائيات تبلغ فيها النسبة  $100 \leq D/\lambda$  و  $D/\lambda > 100$ . ووضعت دالة واحدة يمكن أن تستعمل لوصف مخطط المتقاطع الاستقطاب الخارج عن المحور لجميع الهوائيات.

ويبين الشكلان 1 و 2 مخططات للإشعاع المتحد الاستقطاب والمتقاطع الاستقطاب محسوبة لهوائيات بتغذية وحيدة متخالفة ودوال الأغلفة ذات الصلة. أما الشكل 3 فيبين آثار وسائط التغذية في حالة ترتيبات متماثلة المحور.

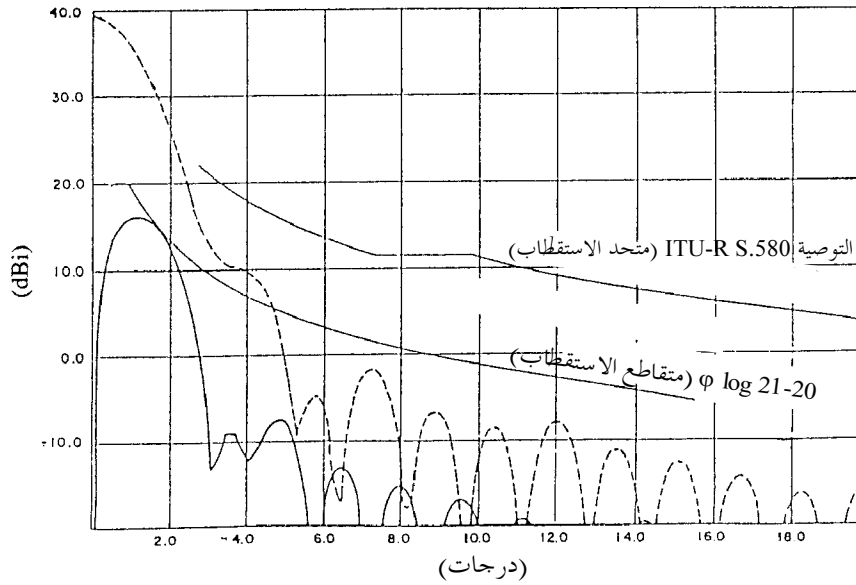
الشكل 1

مخطط الإشعاع المتحد الاستقطاب والمتقاطع الاستقطاب لهوائي مفرد قطره 1,8 m  
بإضاءة متخالفة محسوب عند النطاق GHz 3,95 - مستوي السمات



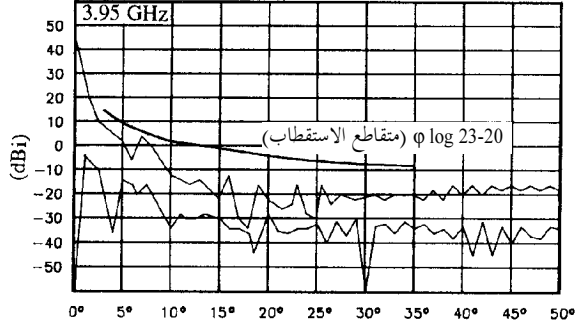
الشكل 2

مخطط الإشعاع المتحد الاستقطاب والمتقاطع الاستقطاب لهوائي مفرد قطره 1,8 m  
بإضاءة متخالفة محسوب عند النطاق GHz 6,175 - مستوي السمات

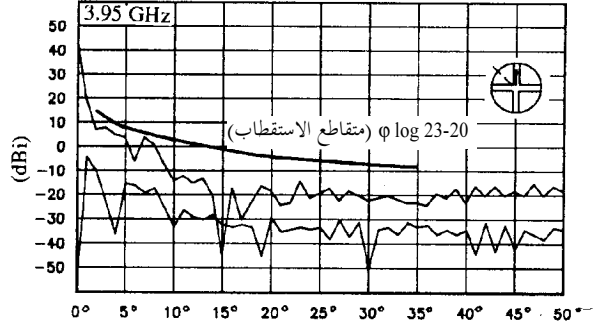


الشكل 3

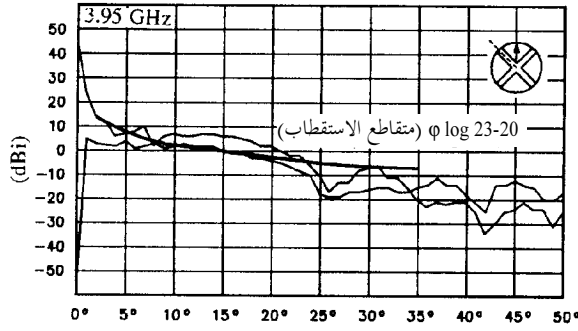
التحليل النظري لآثار الدعامات في هوائي قطره 6 أمتار  
مستقطب خطياً متمائل المحور وذو عاكس مزدوج  
عند النطاق GHz 3,95 (أ-ج) و GHz 6,175 (د-هـ)



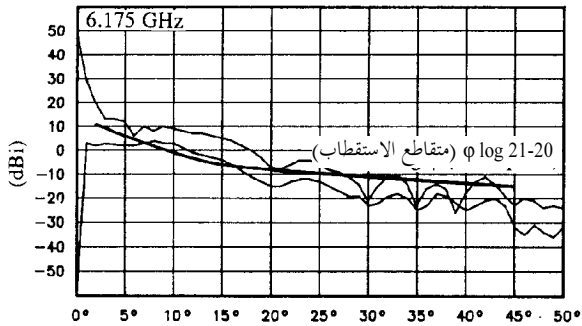
أ) مخطط الإشعاع المتحد الاستقطاب والمتقاطع الاستقطاب في مستوي 45° بدون دعامات



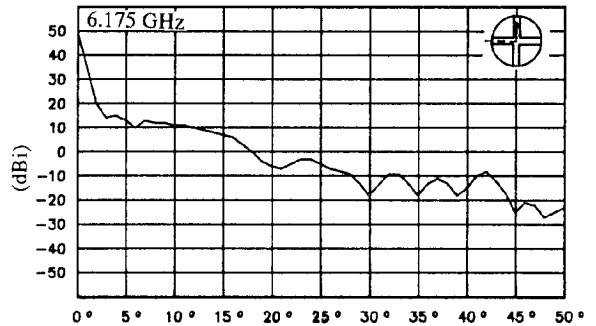
ب) مماثل للمبين في أ) مع دعامتين في المستويين الرأسي والأفقي



ج) مماثل للمبين في أ) مع دعامتين في المستويين 45° و 135°



د) مماثل للمبين في ج) على نطاق الإرسال



هـ) مخطط الإشعاع المتحد الاستقطاب والمتقاطع الاستقطاب في المستوي الأفقي مع دعامتين في المستويين الرأسي والأفقي - نطاق الإرسال

تم الحصول على الغلافين المتحد الاستقطاب  $G_{//}(\varphi)$  والمتقاطع الاستقطاب  $G_{+}(\varphi)$  ذوي الصلة من أجل تقدير أسوأ حالة لتمييز الاستقطاب (عامل عزل الاستقطاب).

(أ) افترض الغلاف المتحد الاستقطاب المستخدم في هذا الملحق على النحو التالي:

للأنظمة ذات النسبة  $D/\lambda \leq 100$ :

$$\begin{aligned} G_{//}(\varphi) &= 52 - 10 \log(D/\lambda) - 25 \log \varphi - G_0 & \text{dBi} & \quad 100 \lambda/D \leq \varphi \leq 48^\circ \text{ من أجل} \\ &= 10 - 10 \log(D/\lambda) - G_0 & \text{dBi} & \quad < \varphi \leq 180^\circ \text{ من أجل } 48^\circ \end{aligned}$$

للأنظمة ذات النسبة  $D/\lambda > 100$ :

$$\begin{aligned} G_{//}(\varphi) &= 32 - 25 \log \varphi - G_0 & \text{dBi} & \quad 1^\circ \leq \varphi \leq 48^\circ \text{ من أجل} \\ &= 10 - G_0 & \text{dBi} & \quad < \varphi \leq 180^\circ \text{ من أجل } 48^\circ \end{aligned}$$

(ب) يجعل مستوى الاستقطاب المتقاطع  $G_{+}(\varphi) = G_{//}(\varphi_1)$  (مع  $\varphi_1 = 2,2 \varphi$  للهوائيات الصغيرة، و  $\varphi_1 = 1,8 \varphi$  للهوائيات الكبيرة) من أجل  $0^\circ < \varphi < \varphi_1$ .

وأخيراً، قد يكون لأنماط الاستقطاب المتقاطع ذات الصلة الأغلفة التالية:

### 1 الهوائيات الصغيرة ( $D < 100\lambda$ )

$$G_0 = \text{الكسب الأقصى المتحد الاستقطاب للهوائي (dBi)}$$

$$G(\varphi) = 10 - 52 - \log \varphi - \log(D/\lambda) \text{ (dBi)}$$

$$\varphi_1 = 100 \lambda/D \text{ (درجات)}$$

$$\varphi_1' = 2,2 \varphi_1 \text{ (درجات)}$$

$$\varphi_2 = 25,1^\circ$$

$$\varphi_{ISO} \text{ (درجات)} = 10^{\frac{52 - 10 \log(D/\lambda)}{25}}$$

من أجل  $0 < \varphi < \varphi_1$ :

$$(1) \quad G_{+}(\varphi) = G(\varphi_1')$$

من أجل  $\varphi_1 < \varphi < \varphi_2$ :

$$(2) \quad G_{+}(\varphi) = G(\varphi) - (G(\varphi_1) - G(\varphi_1')) \frac{\varphi_{ISO} - \varphi}{\varphi_{ISO} - \varphi_1}$$

من أجل  $\varphi > \varphi_{ISO}$ :

$$(3) \quad G_{+}(\varphi) = 52 - 10 \log(D/\lambda) - 25 \log \varphi - G_0$$

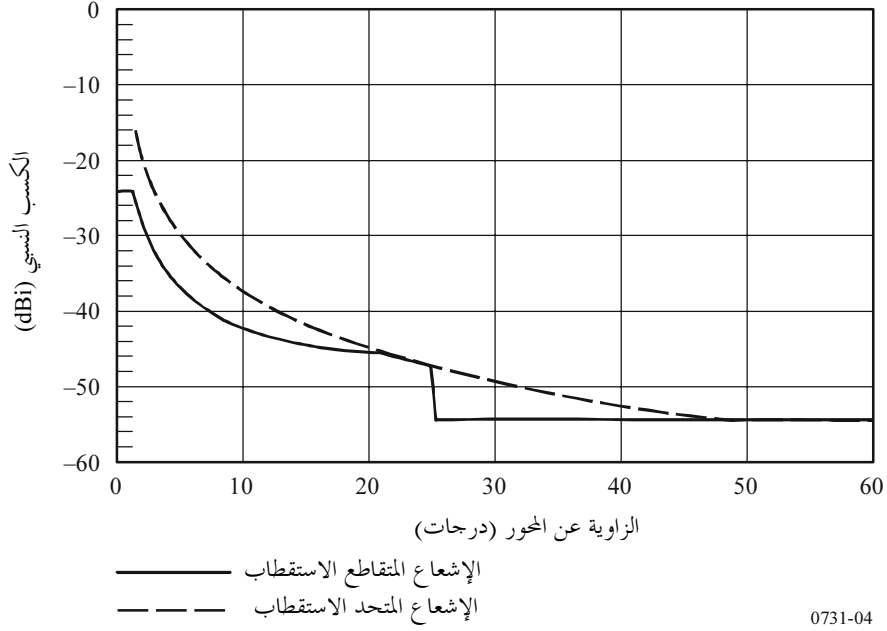
من أجل  $\varphi < 180^\circ$ :

$$(4) \quad G_{+}(\varphi) = 10 - 10 \log(D/\lambda) - G_0$$

والمخططان المبيان في الشكلين 4 و 6 من أجل محطتين لهما هوائيان قطر أحدهما 1,2 m والآخر 1,8 m يعملان على تردد مركزي هو 12,625 GHz. والمخططان المقيسان لهذين النوعين من الهوائيات مبيان في الأشكال 5 و 7 و 8. ويعطى في كل حالة مثال للمخططين المقيسين للإشعاع المتحد الاستقطاب والمتقاطع الاستقطاب لكن الغلافين المبيينين يمثلان متوسطات لقياسات على عدة هوائيات من نوع واحد.

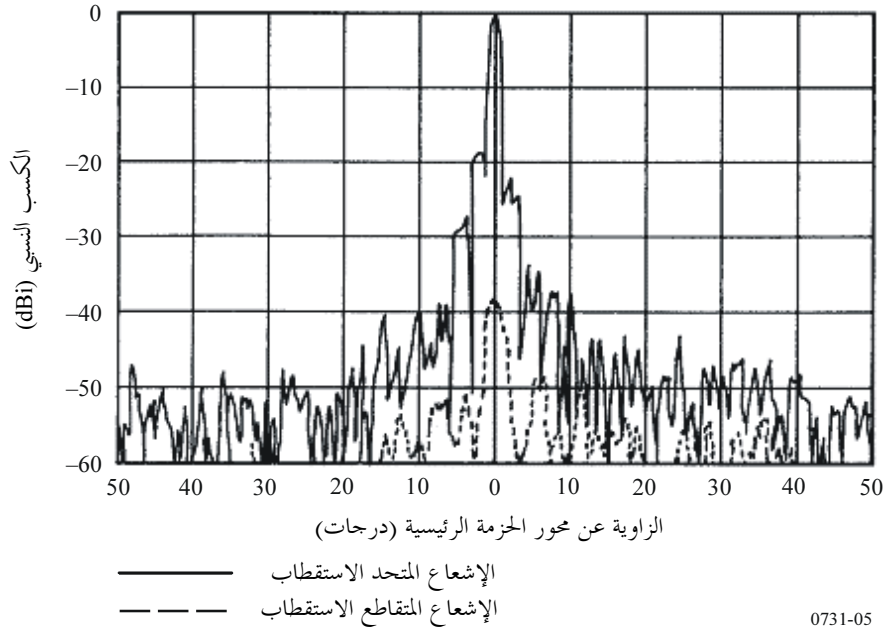
الشكل 4

هوائي قطره 1,2 m، التردد = 12,625 GHz، المخططان المقيسان ذوا الصلة للإشعاع المتحد الاستقطاب والمتقاطع الاستقطاب



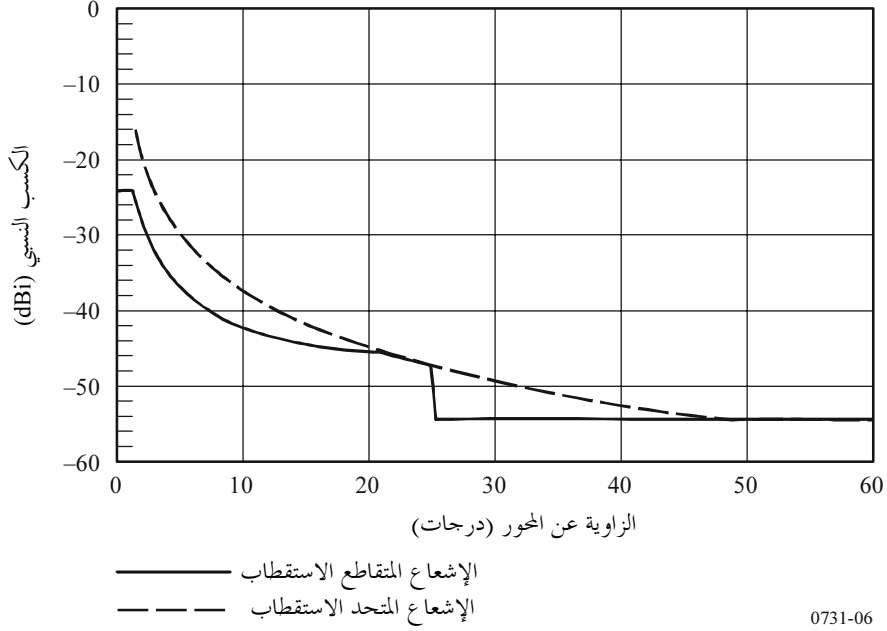
الشكل 5

هوائي قطره 1,2 m، التردد = 12,625 GHz، المخططان المقيسان ذوا الصلة للإشعاع المتحد الاستقطاب والمتقاطع الاستقطاب



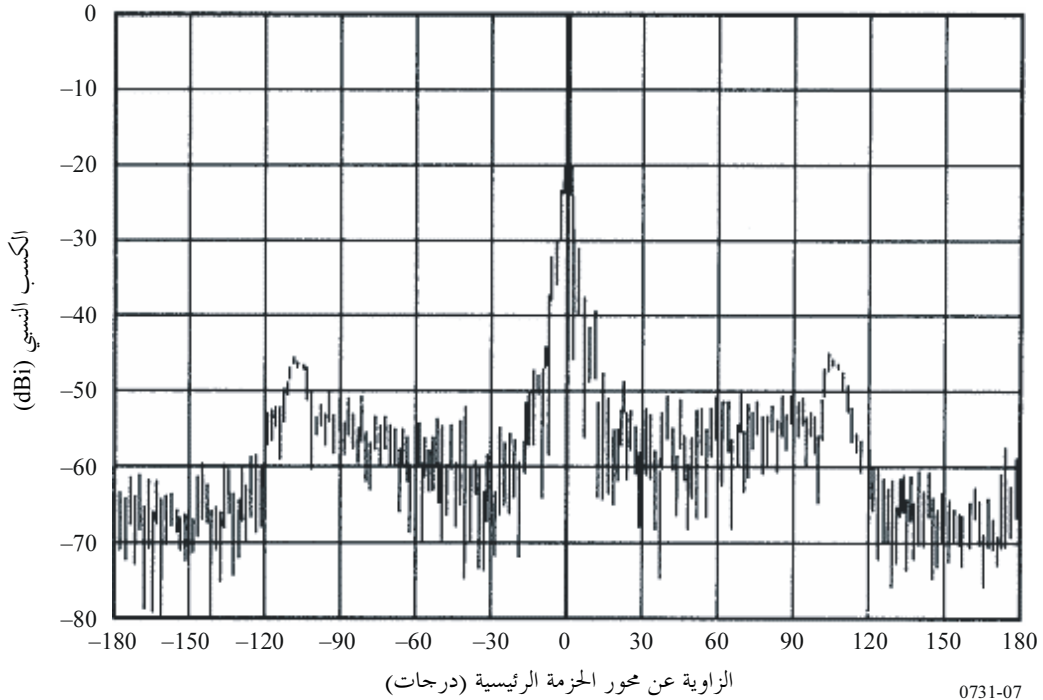
الشكل 6

هوائي قطره 1,8 m، التردد = 12,625 GHz، المخططان المقيسان ذوا الصلة للإشعاع  
المتحد الاستقطاب والمتقاطع الاستقطاب



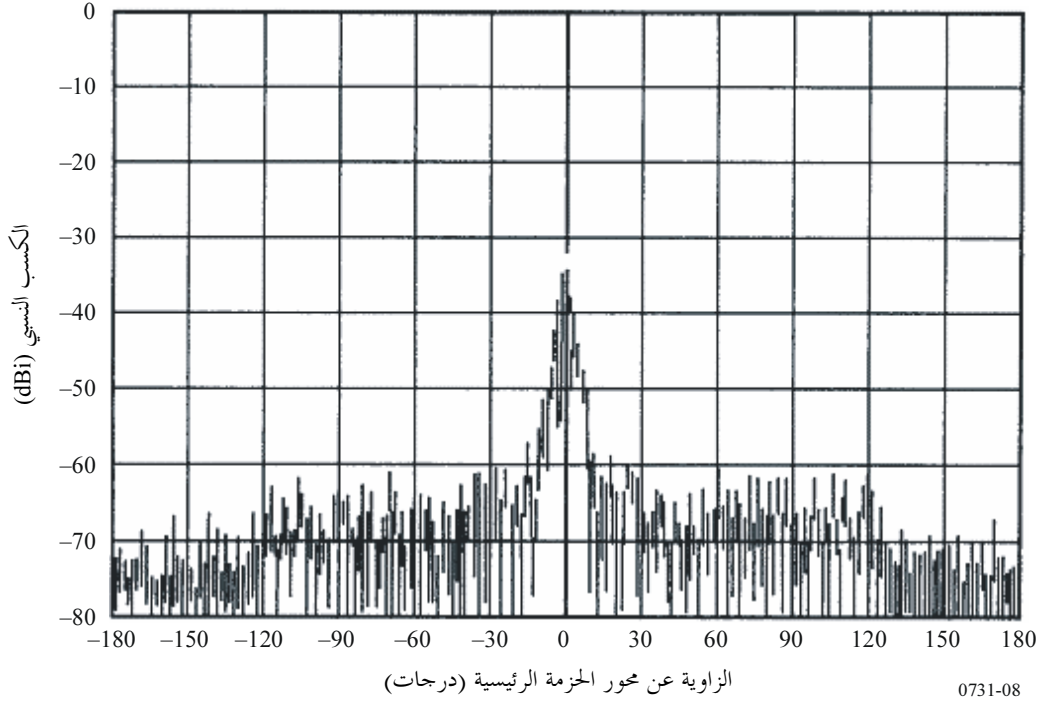
الشكل 7

هوائي قطره 1,8 m، التردد = 12,625 GHz، المخططان المقيسان ذوا الصلة للإشعاع  
المتحد الاستقطاب والمتقاطع الاستقطاب



الشكل 8

هوائي قطره 1,8 m، التردد = 12,625 GHz، المخطط المقيس ذو الصلة للإشعاع المتقاطع الاستقطاب



2 الهوائيات الكبيرة ( $D \geq 100\lambda$ )

$G_0$  = الكسب الأقصى المتحد الاستقطاب (dBi) للهوائي

$$G(\varphi) = 29 - 25 \log \varphi - G_0 \text{ (dBi)}$$

$$\varphi_1 = 1^\circ$$

$$\varphi'_1 = 1,8 \varphi_1 \text{ (درجات)}$$

$$\varphi_2 = 20^\circ$$

$$\varphi_3 = 33,1^\circ$$

$$\varphi_{ISO} = 10^{\frac{29}{25}} \cong 14,45^\circ$$

من أجل  $0 < \varphi \leq \varphi_1$ :

$$(5) \quad G_+(\varphi) = G(\varphi'_1)$$

من أجل  $\varphi_1 < \varphi \leq \varphi_2$ :

$$(6) \quad G_+(\varphi) = G(\varphi) - (G(\varphi_1) - G(\varphi'_1)) \frac{\varphi_{ISO} - \varphi}{\varphi_{ISO} - \varphi_1}$$

من أجل  $\varphi_2 < \varphi \leq \varphi_3$ :

$$(7) \quad G_+(\varphi) = 32 - 25 \log \varphi - G_0$$

من أجل  $\varphi_3 < \varphi \leq 180^\circ$ :

$$(8) \quad G_+(\varphi) = -10 - G_0$$



المخططات المبينة في الأشكال الواردة أدناه محسوبة لمحطات ذات هوائيات تبلغ أقطارها  $m 2,4$  و  $m 3,5$  على التردد  $12,625$  GHz و  $m 3,7$  على التردد  $10,7$  GHz. وتبين الأشكال 10 و 11 و 13 و 14 و 16 و 17 المخططات المقيسة لهذه الأنواع من الهوائيات. ويبين في كل حالة مثال لقياسات لإشعاع متحد الاستقطاب ومتقاطع الاستقطاب لكن الأغلفة المدرجة مستمدة من القيم المتوسطة لعدة هوائيات من نوع واحد.

ويمكن التعبير عن الدوال المدرجة أعلاه لـ  $D \geq 100\lambda$  و  $D \geq 100\lambda$  بالنسبة إلى الكسب المطلق. ويمكن تقييس الدوال المقدمة من أجل  $D \geq 100\lambda$  في دالة متحدة الاستقطاب  $(32 - 25 \log \varphi)$  بافتراض  $(52 - 10 \log \varphi)$  يساوي 32. ويرد فيما يلي تقدير هذه الدوال باعتبارها كسباً مطلقاً لقيم مختلفة لـ  $D/\lambda$ :

$$(9) \quad D/\lambda = 25 \quad \text{من أجل} \quad G_x(\varphi) = 22,70 + 0,29 \varphi - 25 \log \varphi \quad \text{dBi}$$

$$(10) \quad D/\lambda = 50 \quad \text{من أجل} \quad = 22,69 + 0,37 \varphi - 25 \log \varphi \quad \text{dBi}$$

$$(11) \quad D/\lambda = 75 \quad \text{من أجل} \quad = 22,87 + 0,42 \varphi - 25 \log \varphi \quad \text{dBi}$$

$$(12) \quad D/\lambda = 100 \quad \text{من أجل} \quad = 22,15 + 0,47 \varphi - 25 \log \varphi \quad \text{dBi}$$

وترد فيما يلي الزوايا التي تساوي عندها دوال الكسب هذه كسب غلاف الإشعاع المتحد الاستقطاب البالغ  $(32 - 25 \log \varphi)$ :  $31,7^\circ$  و  $25,2^\circ$  و  $21,4^\circ$  و  $20,8^\circ$  على التوالي. أما الدوال الإضافية التي حددت فهي كما يلي:

$$(13) \quad G_x(\varphi) = 20 - 21 \log \varphi \quad \text{dBi}$$

$$(14) \quad G_x(\varphi) = 23,6 - 20 \log \varphi \quad \text{dBi}$$

$$(15) \quad G_x(\varphi) = 22 - 25 \log \varphi \quad \text{dBi}$$

والمعادلة (15) مبينة على فرضية أن الكسب المتقاطع الاستقطاب أقل من الكسب المتحد الاستقطاب بمقدار 10 dB بالنسبة إلى زاوية لا تتجاوز  $7^\circ$ .

وهذه الدوال مبينة في الشكل 18. ووفقاً لهذا الشكل فإن الدالة الوحيدة التي تغطي بشكل مناسب كل الدوال المبينة أعلاه هي التالية:

$$\varphi_r \leq \varphi < 7^\circ \quad \text{من أجل} \quad G_\lambda(\varphi) = 23 - 20 \log \varphi \quad \text{dBi}$$

$$7^\circ < \varphi \leq 26,3^\circ \quad \text{من أجل} \quad = 20,2 - 16,7 \log \varphi \quad \text{dBi}$$

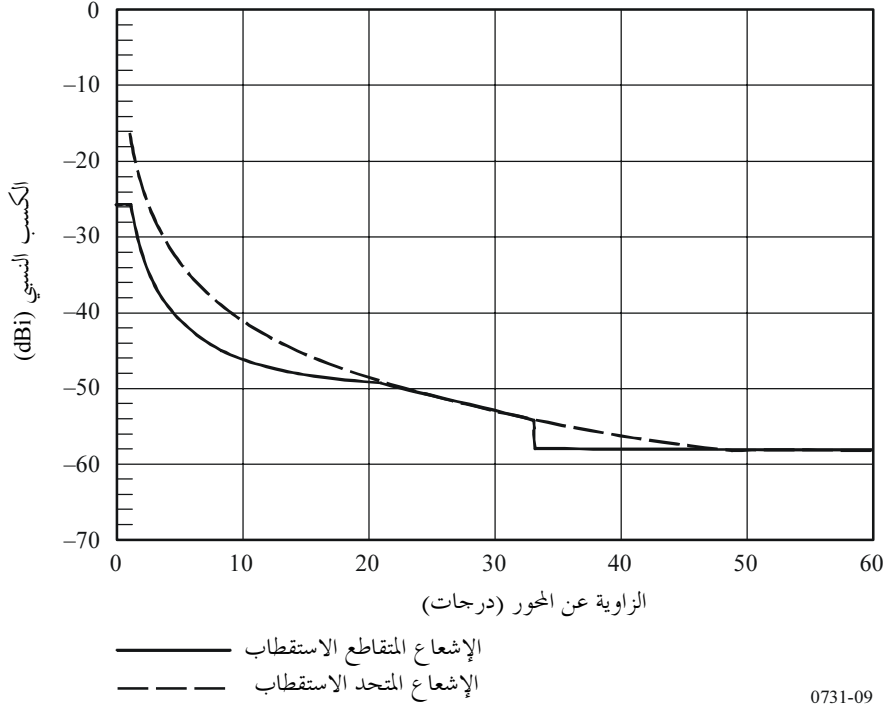
$$26,3^\circ < \varphi \leq 48^\circ \quad \text{من أجل} \quad = 32 - 25 \log \varphi \quad \text{dBi}$$

$$48^\circ < \varphi \leq 180^\circ \quad \text{من أجل} \quad = -10 \quad \text{dBi}$$

وتساوي  $\varphi_r$   $1^\circ$  أو  $D \geq 100\lambda$  أيهما أكبر.

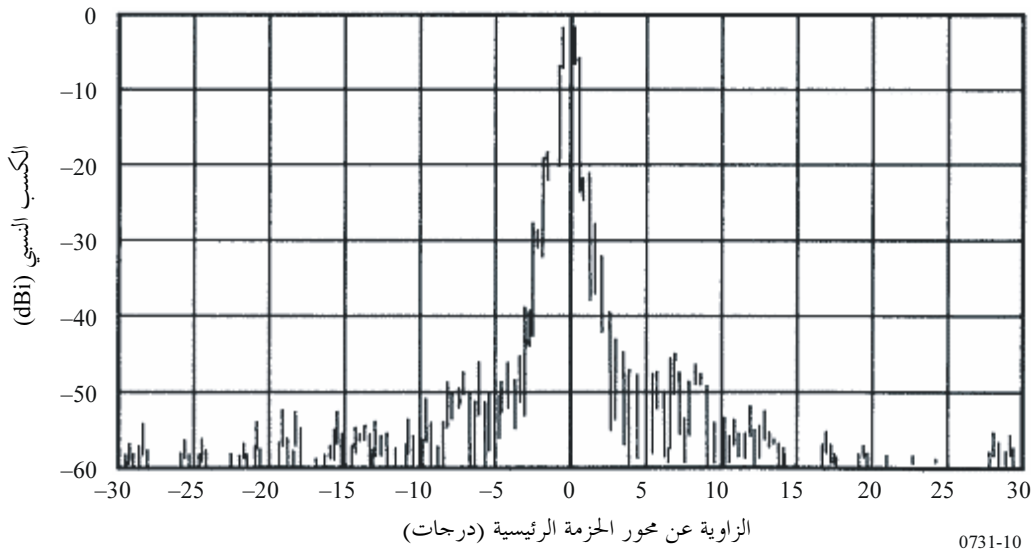
الشكل 9

هوائي قطره 2,4 m، التردد = 12,625 GHz، المخططان المقيسان ذوا الصلة للإشعاع المتحد الاستقطاب والمتقاطع الاستقطاب



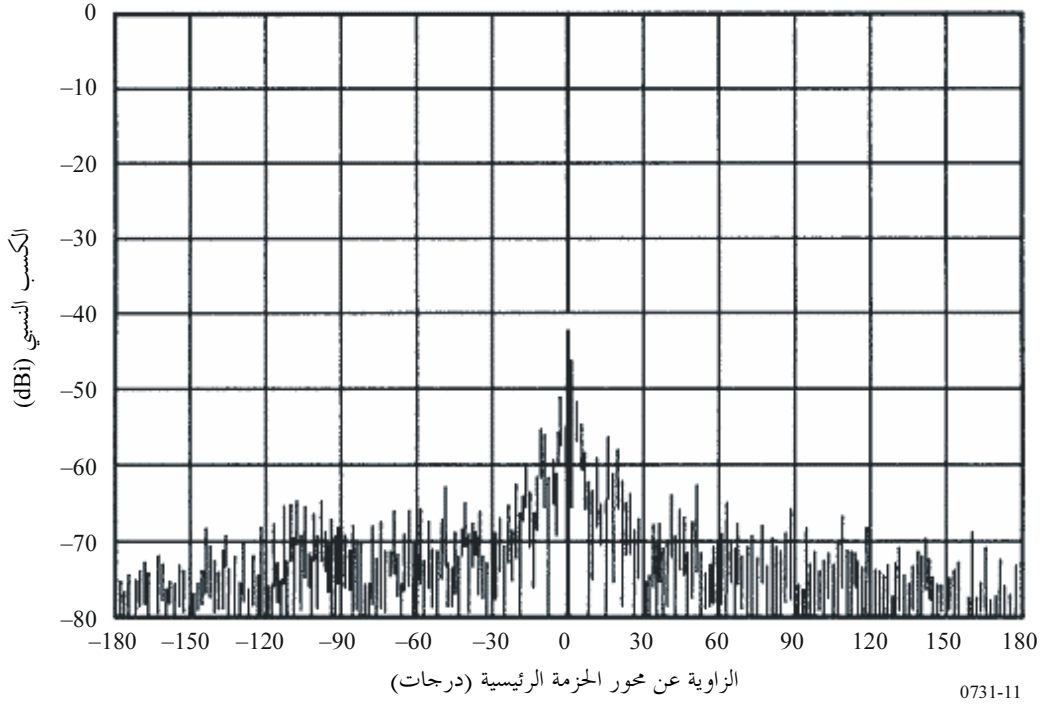
الشكل 10

هوائي قطره 2,4 m، التردد = 12,625 GHz، المخطط المقيس ذو الصلة للإشعاع المتحد الاستقطاب



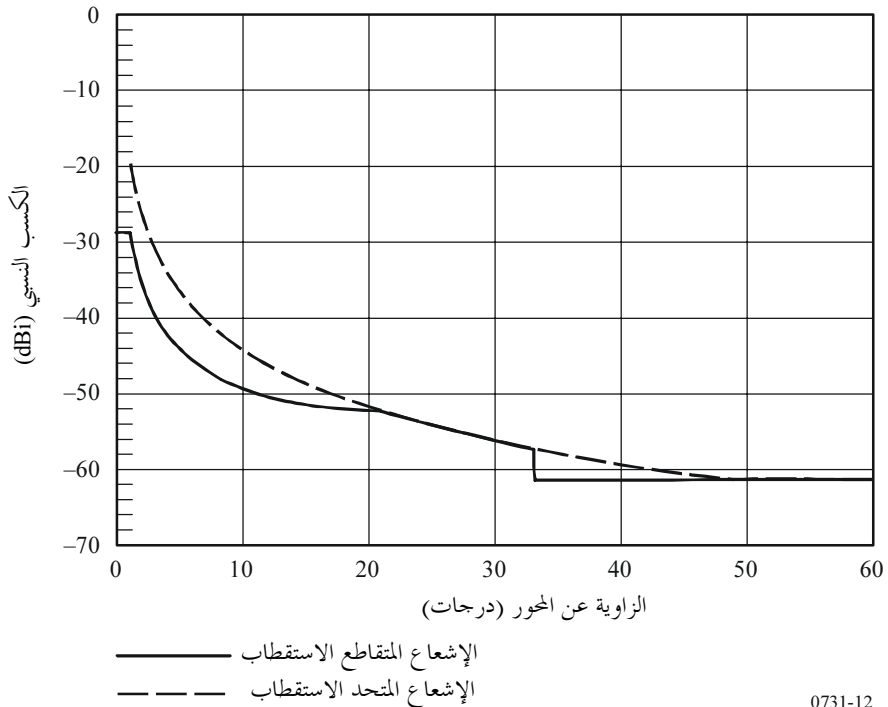
الشكل 11

هوائي قطره 2,4 m، التردد = 12,625 GHz، المخطط المقيس ذو الصلة للإشعاع  
المتقاطع الاستقطاب



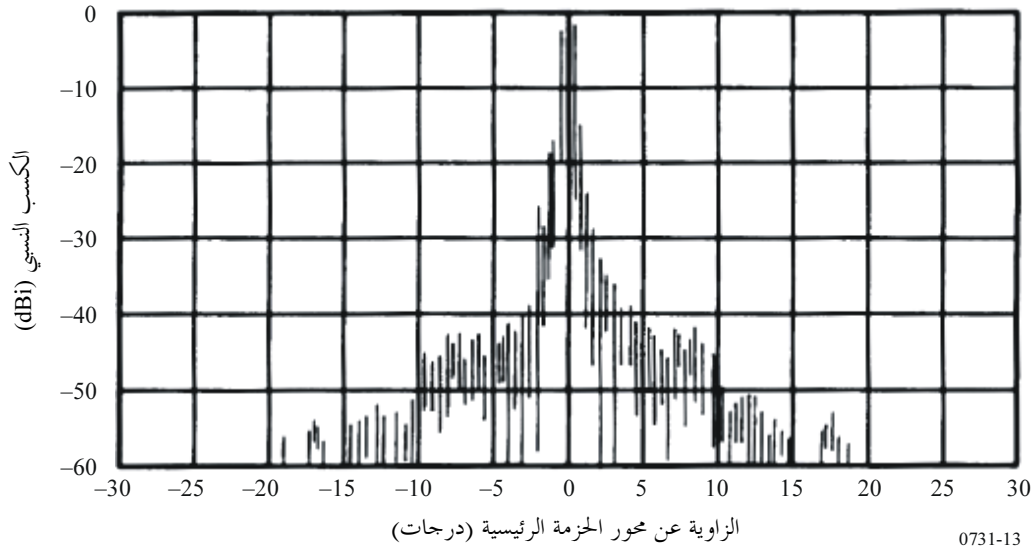
الشكل 12

هوائي قطره 3,5 m، التردد = 12,625 GHz، المخططان المقيسان ذو الصلة للإشعاع  
المتحد الاستقطاب والمتقاطع الاستقطاب



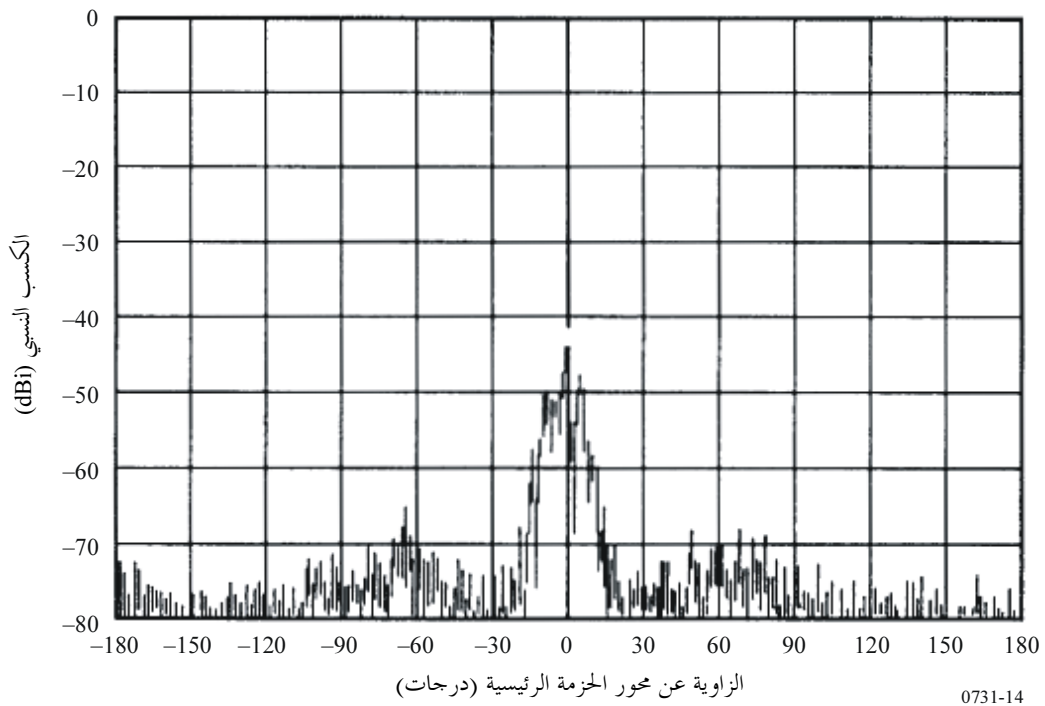
الشكل 13

هوائي قطره 3,5 m، التردد = 12,625 GHz، المخطط المقيس ذو الصلة للإشعاع المتحد الاستقطاب



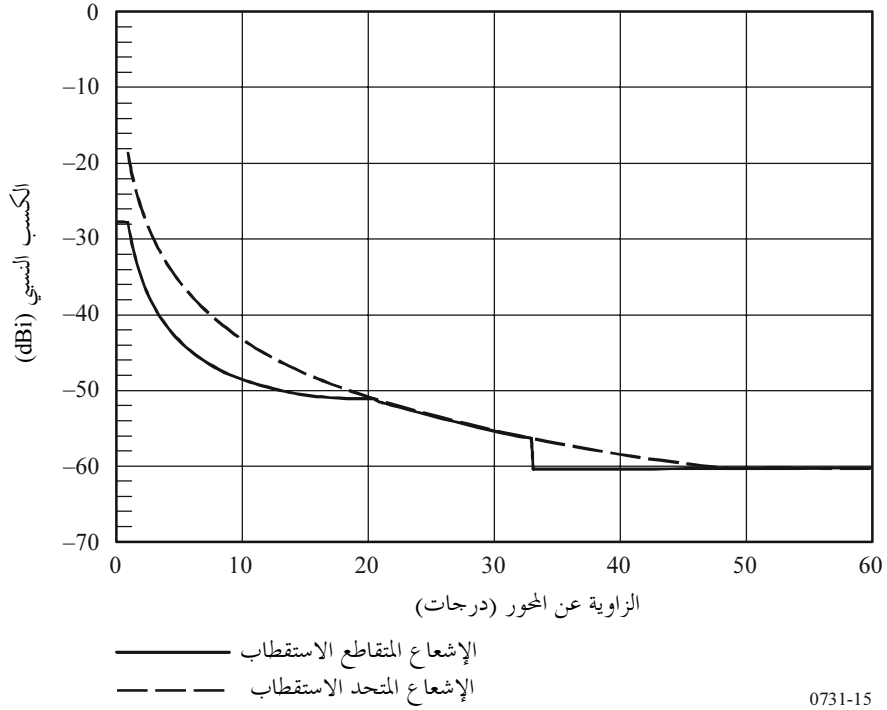
الشكل 14

هوائي قطره 3,5 m، التردد = 12,625 GHz، المخطط المقيس للإشعاع المتقاطع الاستقطاب



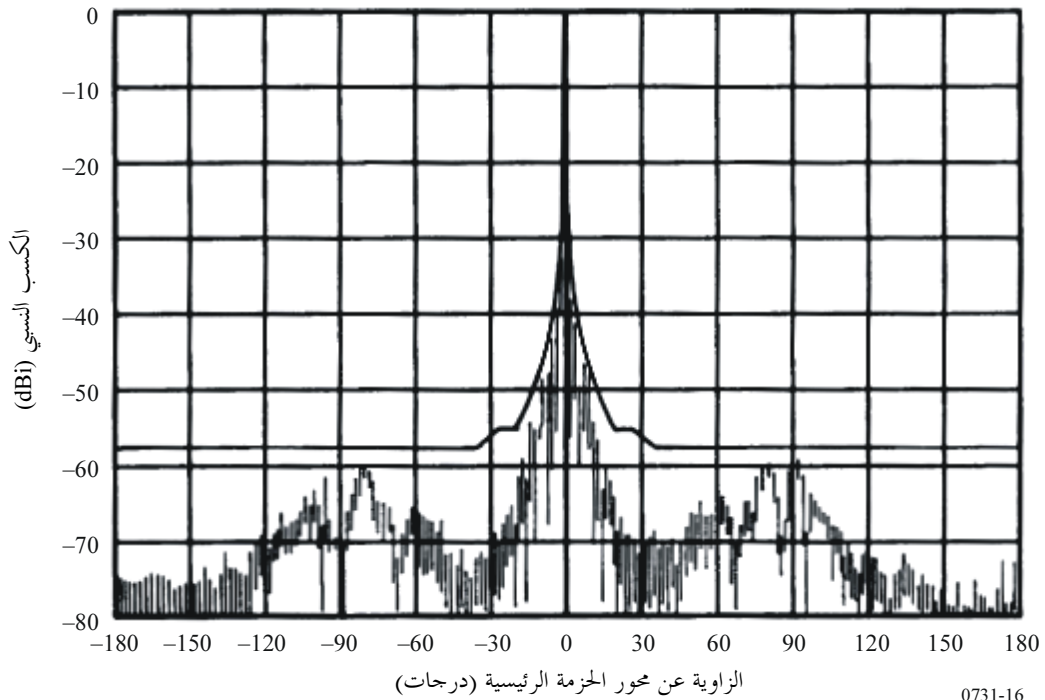
الشكل 15

هوائي قطره 3,7 m، التردد = 10,7 GHz، المخططان المقيسان ذوا الصلة للإشعاع  
المتحد الاستقطاب والمتقاطع الاستقطاب



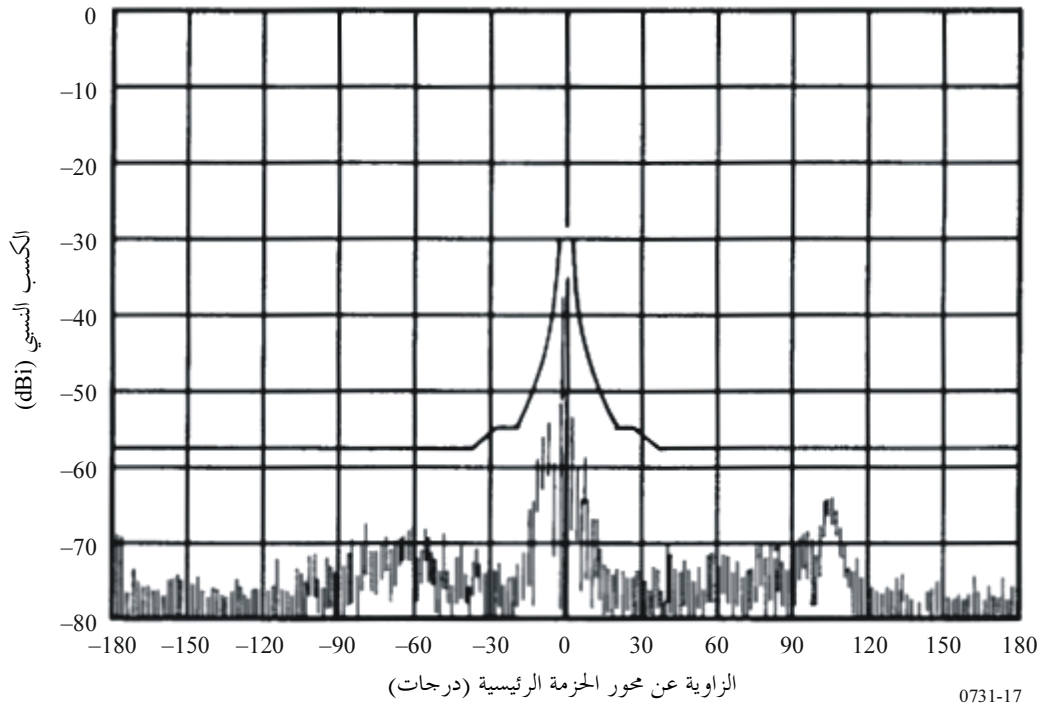
الشكل 16

هوائي قطره 3,7 m، التردد = 10,7 GHz، المخطط المقيس ذو الصلة للإشعاع  
المتحد الاستقطاب



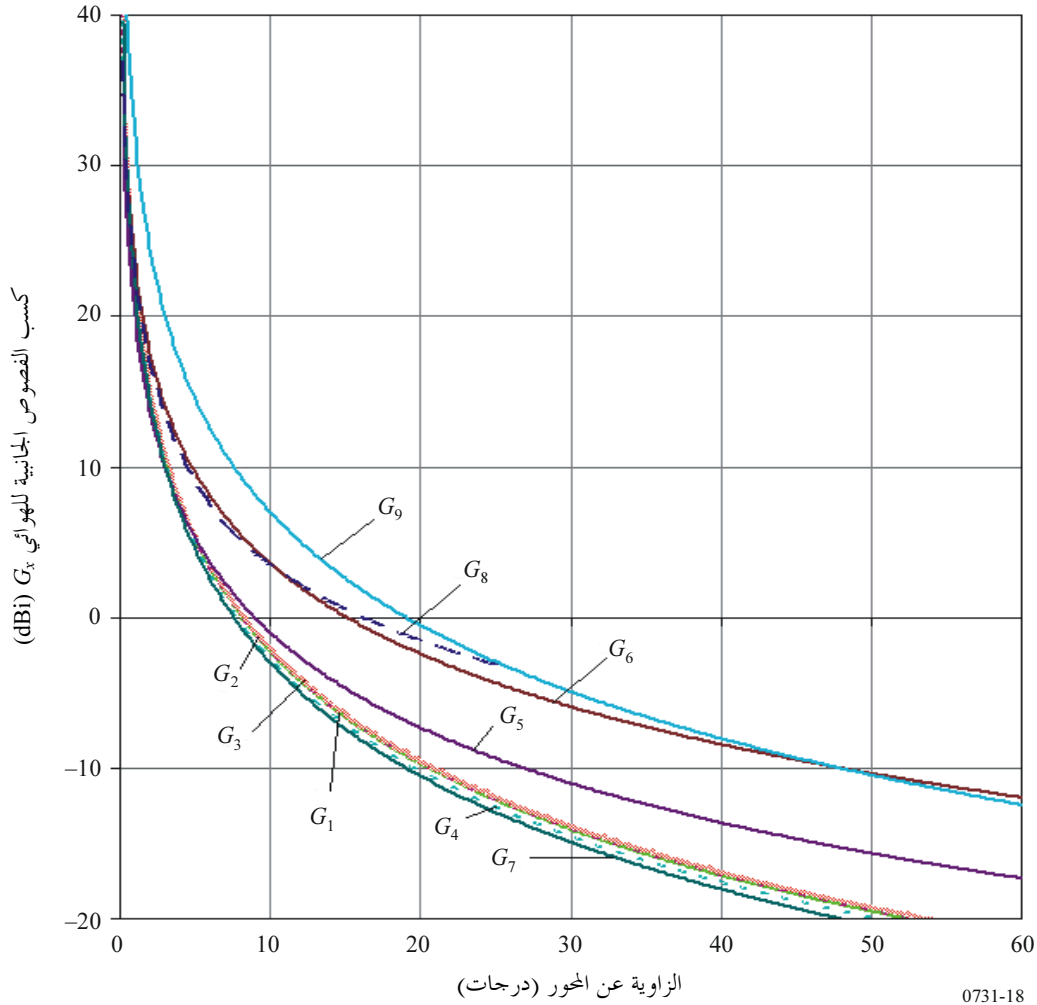
الشكل 17

هوائي قطره 3,7 m، التردد = 10,7 GHz، المخطط المقيس ذو الصلة للإشعاع المتقاطع الاستقطاب



الشكل 18

## مخطط الكسب المطلق للفصوص الجانبية للهوائي المتقاطع الاستقطاب



$$D/\lambda = 25 \text{ من أجل}$$

$$G_1(\varphi) = 22,70 + 0,29\varphi - 25 \log \varphi$$

$$D/\lambda = 25 \text{ من أجل}$$

$$G_2(\varphi) = 22,69 + 0,37\varphi - 25 \log \varphi$$

$$D/\lambda = 75 \text{ من أجل}$$

$$G_3(\varphi) = 22,87 + 0,42\varphi - 25 \log \varphi$$

$$D/\lambda = 100 \text{ من أجل}$$

$$G_4(\varphi) = 22,15 + 0,47\varphi - 25 \log \varphi$$

$$G_5(\varphi) = 20,0 - 21 \log \varphi$$

$$G_6(\varphi) = 23,6 - 20 \log \varphi$$

$$G_7(\varphi) = 22,0 - 25 \log \varphi$$

$$G_8(\varphi) = 23,0 - 20 \log \varphi$$

$$\varphi_r \leq \varphi \leq 7^\circ \text{ من أجل}$$

$$= 20,2 - 16,7 \log \varphi$$

$$7^\circ < \varphi \leq 26,3^\circ \text{ من أجل}$$

$$= 32,0 - 25 \log \varphi$$

$$26,3^\circ < \varphi \leq 48^\circ \text{ من أجل}$$

$$G_9(\varphi) = 32 - 25 \log \varphi$$