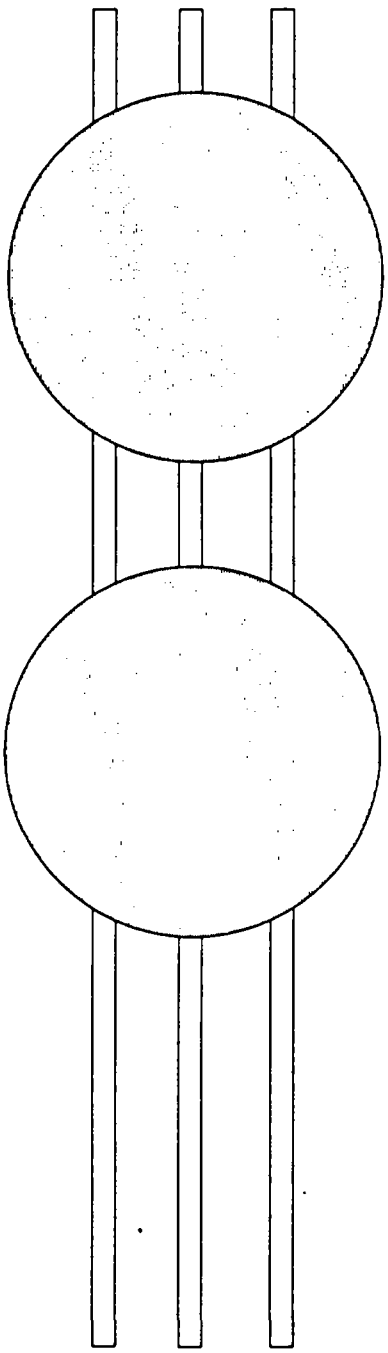
الاتحـــاد الدولـــي للاتصـــالات

1992 - توصيات اللجنة الاستشارية الدولية للراديو CCIR

(الجديـــدة والمراجعـــة بتاريـــخ 8 مارس 1992)



السلسلة RF
الخدمـة الثابتـة

اللجنـــة الاستشاريـــة الدوليـــة للراديـــو CCIR

ISBN 92-61-04576-6

جنيف، 1992

© ITU 1991

جميع حقوق النسخ محفوظة. لا يمكن نسخ أي جزء من هذه المنشورة ولا استعماله تحت أي شكل كان ولا بأي وسيلة إليكترونية أو ميكانيكية، بما فيها تصوير النسخ والأفلام الصغرية، دون الموافقة الخطية من الاتحاد الدولي للاتصالات ITU .

Recommendation 162-3 (1992)

Use of directional transmitting antennas in the fixed service operating in bands below about 30 MHz [Arabic version]

Extract from the publication:
CCIR Recommendations: RF series: Fixed Service
(Geneva: ITU, 1992), pp. 255-266

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) للاتصالات الدولي (ITU) الاتحاد في والمحفوظات المكتبة قسم أجراه الضوئي بالمسح تصوير نتاج
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

A3 b : خصائص الهوائيات

التوصية 3-162•

استعمال هوائيات إرسال اتجاهية في الخدمة الثابتة تشتغل في نطاقات أدنى من حوالي 30 MHz

(المسألة 150/9)

(1992-1970-1966-1956-1953)

إن اللجنة CCIR،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أنه يوجد ازدحام خطير في نطاقات الخدمة الثابتة بين 4 و 28 MHz؛

ب) أن شغل طيف الترددات الراديوية لا يمثل فقط بواسطة الشغل في عرض النطاق والوقت ولكن أيضًا بواسطة التوزيع المكاني للقدرة المشعة؛

ج) أن الإشعاع خارج الاتجاهات الضرورية للخدمة يمكن تقليله بفعالية باستعمال هوائيات اتجاهية؛

د) أن المواد 5 و 18 و 19 من لوائح الراديو يبدو أنها تلبي متطلبات واضحة لاستعمال هوائيات اتجاهية في هذه النطاقات؛

هـ) أن هيئة الخبراء في التوصية رقم 13 تؤيد في تقريرها الختامي، جنيف، 1963، استعمال هوائيات اتجاهية للإرسال والاستقبال في الخدمة الثابتة؛

و) أن الطلب بواسطة هيئة الخبراء في التوصية رقم 38 من تقريرها الختامي، والمسألة العاجلة التي وضعتها اللجنة IFRB، في المسألة 150/9، تطلب مواصفات بمعايير معقولة للاتجاهية لهوائيات في مختلف أنماط الخدمات الراديوية في النطاقات بين 4 و 28 MHz، مع العناية الواجبة للاقتصاد في الكلفة؛

ز) أن تبنى معايير دنيا لهوائيات اتجاهية سيساهم في حل مشاكل تقاسم الترددات؛

ح) أنه يمكن تحقيق أداء مادي أفضل للهوائي من هذه المعايير الدنيا بكلفة اقتصادية باستعمال تقنيات عصرية؛

توصـــي

1. التعريفات التالية ينبغي أن تستعمل في تحديد أداء هوائيات اتجاهية :

1.1 الاتجاهية G_e••

في اتجاه محدد، حاصل ضرب 4π في نسبة شدة الإشعاع (القدرة لكل وحدة زاوية مجسمة (Steradian))، في ذلك الاتجاه، إلى القدرة الإجمالية المشعة بواسطة الهوائي.

2.1 قطاع الخدمة، S

القطاع الأفقي الذي يحتوي على الحزمة الرئيسية لإشعاع الهوائي والذي يشتمل على الاتجاه المطلوب للخدمة. هذه القيمة قريبة جداً من ضعف العرض الزاوي للحزمة الرئيسية مقاساً عند نقاط منتصف القدرة (-3 dB).

• ينبغي أن ترفع هذه التوصية لعناية اللجنة IFRB. هذا النص يختم الدراسات المتعلقة بالمسألة 150/9.

•• انظر رقم 154 من لوائح الراديو لتعريف كسب القدرة.

3.1 ***قطاع التداخل، I***

القطاع الأفقي خارج الحزمة الرئيسية

$$I^\circ = 360^\circ - S^\circ$$

4.1 ***أدنى هوائي نمطي***

هوائي له الخصائص الدنيا المحددة بالنسبة للاتجاهية وقطاع الخدمة عند تردده أو ترددات للتشغيل.

5.1 ***هوائي نمطي اقتصادي***

هوائي له الخصائص المحددة بالنسبة للاتجاهية وقطاع الخدمة عند تردده أو ترددات للتشغيل والتي تبرر على أسس اقتصادية (أي بالاقتصاد في كلفة توفير قدرة خرج محددة للمرسل).

6.1 ***عامل اتجاهية الهوائي، M****

نسبة كثافة تدفق القدرة في الاتجاه المطلوب إلى متوسط قيمة كثافة تدفق القدرة عند ذروات في مخطط اتجاهية الهوائي في قطاع التداخل. وهذا يكافئ متوسط التحسن في نسبة الإشارة إلى التداخل المحققة باستعمال الهوائي الفعلي بدلاً من مشع متناح في فضاء حر؛

2. بأن أدنى هوائي نمطي ينبغي أن يكون له عامل اتجاهي يحدد بالتالي :

$$M = 0{,}1f^2$$

f هي تردد التشغيل بالوحدة MHz؛

3. بأن الهوائي النمطي الاقتصادي ينبغي أن يكون له عامل اتجاهية يحدد بالتالي :

$$M = 0{,}25f^2$$

4. بأنه لقدرة مشعة قدرها 5 kW أو أكبر، فإن عامل الاتجاهية، M، للهوائي المستعمل ينبغي أن يكون مساويًا أو أكبر من ذلك لأدنى هوائي نمطي؛

5. بأنه لقدرة مشعة قدرها 10 kW أو أكبر، ينبغي أن تستعمل هوائيات لها أداء ليس أسوأ من أداء الهوائي النمطي الاقتصادي، كلما أمكن عمليًا؛

6. بأنه، لقدرات مرسل أدنى من 5 kW، فإن كثافة تدفق القدرة في قطاع التداخل ينبغي ألا تتجاوز كثافة تدفق القدرة المشعة في هذا القطاع من أدنى هوائي نمطي بقدرة مشعة إجمالية قدرها 5 kW؛

7. بأنه، لتقليل تأثيرات التداخل، فإن عامل الاتجاهية، M، لهوائي الاستقبال، ينبغي أن يكون مساويًا أو أكبر من عامل اتجاهية أدنى هوائي نمطي وينبغي، كلما أمكن عمليًا، أن يحقق ذلك للهوائي النمطي الاقتصادي.

علاوة على ذلك، عندما تستعمل قيم الكسب المحسوبة، بناء على صيغ التيار الثابت، لتحديد العامل M، يجب إجراء تصحيح للسماح بتناقص التيار على طول الهوائي الفعلي. تشرح في الملحق 1 الطرائق لإجراء هذه التصحيحات.

لا يثبت استقطاب مفضل أو نمط مفضل للهوائي. الاستقطاب الأفقي يقدم خصائص أفضل للانعكاس على الأرض، وللاستقبال يقدم تقليلاً معينًا للتداخل بسبب الضوضاء الاصطناعية. عندما يحدث انعكاس على مياه البحر أو على تربة لها إيصالية نوعية عالية جدًا، فإن استعمال الاستقطاب الرأسي يمكن أن يعزز أداء الزوايا الصغيرة المطلوب لمسيرات طويلة. هذه النقطة الهامة تعكس في حساب قيمة M، التي تشتمل على عامل ترجيح $(10/\Delta)$، حيث Δ هي الزاوية الرأسية للاشعاع الأمثل. ليس هناك ما يستوجب أن تكون لهوائيات الإرسال والاستقبال نفس خصائص الاستقطاب بسبب عشوائية الاستقطاب في عملية الإرسال الأيونوسفيري.

---

* يشرح في الملحق 1 استنتاج قيمة عامل الاتجاهية لأي هوائي محدد.

القيم المختارة للعامل M تبنى كثيراً على الأداء المقاس لهوائيات معينة نموذجية، وصفائف هوائيات بصرية. خصائص الإشعاع لهوائيات معينة في منطقة التداخل، تكون عموماً، أدنى نوعاً ما من أنماط أخرى من الهوائيات (على سبيل المثال، صفائف هوائي نصف موجي)، حقيقة تعكس في العامل M. أداء هوائيات مختلفة الأنماط لها نفس العامل M يكون قابلاً للمقارنة، بشرط الاختيار الصحيح للمعلمات؛

8. بأنه ينبغي الرجوع إلى الملحق 1 لقيم الاتجاهية وقطاع الخدمة؛

9. بأنه ينبغي الرجوع إلى الملحق 2 لشرح تفصيلي لهوائيات اتجاهية؛

10. بأنه ينبغي الرجوع إلى الملحق 3 لوصف صفائف اتجاهية بعاكس لا دوري.

الملحق 1

قيم للاتجاهية ولقطاع الخدمة

توضح في الجدول 1 قيم للاتجاهية ولقطاع الخدمة ملائمة لقيم M المعينة لأدنى هوائي نمطي وللهوائي النمطي الاقتصادي على التوالي :

الجدول 1

تردد التشغيل f(MHz)	أدنى هوائي نمطي			الهوائي النمطي الاقتصادي		
	M	G_0 (dB)	$S°$	M	G_0 (dB)	$S°$
5	2,5	13,8	54	6,25	17,5	35
10	10	16,6	39	25	20,4	25
15	22,5	18,3	32	57	22,1	21
20	40	19,4	28	100	23,3	18

كسب الهوائي بالنسبة لثنائي أقطاب نصف موجي أعلى من الأرض قد يُحصل عليه بطرح 8 dB من قيمة G_0. ينبغي ملاحظة أن القيمة S هي الحد الأدنى عند القيمة المعينة للاتجاهية. وقد استنتجت بافتراض أن 40% على الأقل من القدرة الإجمالية تشع في الحزمة الرئيسية (قيمة مناسبة لكثير من هوائيات معينة). حيث كسب (القدرة) للهوائي (المادة 154 من لوائح الراديو) يكون معروفا (كما هي الحالة عموماً)، ينبغي إجراء ضبط مناسب لإدخال فعالية الهوائي عند استنتاج الاتجاهية.

الملحق 2

استعمال هوائيات اتجاهية في النطاقات من 4 إلى 28 MHz

1. مقدمـــة

يناقش هذا الملحق مشكلة تعيين معايير معقولة لاتجاهية الهوائيات في مختلف أنماط الخدمة الراديوية، ولمختلف المسافات، في النطاقات بين 4 و 28 MHz مع الاعتبار الواجب لتخفيف الكلفة. وهي تعني أساساً بدارات من نقطة إلى نقطة أطول من 4 000 km ولكن، بتعديلات مناسبة، يمكن تطبيقها على دارات أقصر. التقنية التي تناقش تتطلب معرفة كسب الهوائي قيد الدراسة والعرض الزاوي لحزمته الرئيسية للإشعاع في المستوى الأفقي والمستوى الرأسي. بهذه المعلومات يستنتج عامل اتجاهية قد يستعمل مع عوامل أخرى، على سبيل المثال، قدرة المرسل وكلفة التوفير، لتقدير ملاءمة هوائي ما لأي تطبيق معين.

2. اقتـــراح

الهوائي الذي له اتجاهية محددة والذي يشع كل قدرته في حزمة واحدة يمكن اعتبار أن له أفضل أداء يحقق لصنفه. أنظمة الاتصال التي تستعمل مثل تلك الهوائيات للبث والاستقبال يمكن أن تشتغل على تردد مشترك مع توزيع مكاني محدد بدون مخاطرة للتداخل المتبادل، والشرط الوحيد هو أن كل هوائي للاستقبال ينبغي أن «يرى» فقط هوائي الإرسال المطلوب. بمثل هذا الترتيب المثالي سيتزايد عدد الأنظمة التي تتقاسم نفس التردد كدالة في كسب الهوائي بسبب العرض الزاوي الصغير للحزمة.

بعمل افتراضات معينة مبسطة ولكن يمكن تبريرها، يمكن إثبات أنه لدرجة عالية للتقريب توجد علاقة ثابتة بين الاتجاهية (بالنسبة إلى مشع متناح) والعرض الزاوي لهذه الحزمة الواحدة (حتى الحد الأدنى) كما يلي :

$$G = \frac{P_0}{P} = \frac{32\,\pi^2}{(\pi^2 - 4)\,\theta_0\,\varphi_0} = \frac{K}{\theta_0\,\varphi_0} \qquad (1)$$

θ_0 و φ_0 هما العرضان الزاويان الأفقي والرأسي على التوالي، مقاسان بالزاوية نصف القطرية و P و P_0 هما القدرتان الإجماليتان المشعتان من الهوائي المثالي والمشع المتناحي على التوالي لانتاج نفس المجال في الاتجاه المرغوب فيه).

الهوائيات العملية تختلف عن هذه الهوائيات المثالية في أن نسبة من القدرة تشع (أو تستقبل) في اتجاهات غير اتجاه الحزمة الرئيسية.

إذا كانت اتجاهية مثل ذلك الهوائي هي G' وكان عرضا حزمتها الرئيسية هما θ_0' و φ_0'، عندئذ ومن المعادلة (1)، فإن القدرة المشعة في الحزمة الرئيسية :

$$P' = \frac{P_0\,\theta_0'\,\varphi_0'}{K} \qquad (2)$$

إذا كانت هذه تمثل كسراً q من القدرة الإجمالية المشعة،

$$G' = \frac{P_0\,q}{P'} = \frac{Kq}{\theta_0'\,\varphi_0'} \qquad (3)$$

أو

$$q = \frac{G'\,\theta_0'\,\varphi_0'}{K} \qquad (4)$$

عليه، ومن خصائص الهوائي المقاسة أو المحسوبة يمكن تحديد كفاءة إشعاعه، أي كسر القدرة الإجمالية المشعة الموجه إلى الحزمة الرئيسية.

القدرة المشعة خارج الحزمة الرئيسية لهوائي إرسال والقابلة لإحداث إشارات متداخلة هي :

$$\frac{P_0(1-q)}{G'}$$

إذا وزعت هذه بالتساوي على نصف الكرة المتبقي خارج القوس القمري θ_0' سيكون متوسط تدفق القدرة هو :

$$\frac{P_0(1-q)}{(2\pi-\theta_0')\,G'}$$

بما أن أقصى تدفق في الحزمة الرئيسية يكون $P_0/4\pi$. يمكن كتابة :

$$\frac{\text{أقصى تدفق لقدرة الإشارة النافعة}}{\text{متوسط تدفق قدرة الإشارة المتداخلة}} = \frac{G'(2\pi-\theta_0')}{(1-q)\,4\pi} \qquad (5)$$

كما هو معروف جيداً، فإن التوزيع المكاني خارج الحزمة الرئيسية سيتغير كثيراً وسيحصل على قيم أعلى كثيراً من المتوسط. يبدو مناسباً أن يعبر عن هذا كتوزيع احتمال بشكل يظهر تأثيره في تدني نسبة الإشارة إلى التداخل كعنصر في عامل الاتجاهية للهوائي. لعمل هذا، المطلوب معرفة توزيعات تدفق الحزمة الثانوية لعدد كبير من عينات هوائيات عملية ولأنه لا تتيسر معلومات كافية عن هذه النقطة، فيجب تبني طريقة بديلة. الطريقة المستعملة هي استنتاج عامل لاتجاهية الهوائي بناء على افتراض أن كل القدرة الموجهة على نحو سيء تظهر كعدد من الحزم الثانوية متساوية الاتساع وتطبيق تصحيح حين يكون من المحتمل أن تكون اتساعات حزم ثانوية فردية ذات أهمية لمشكلة بعينها، على سبيل المثال، دراسات تقاسم الترددات.

إذا استعمل للحزم الثانوية توزيع القدرة (مربع جيب التمام) كالمفترض للحزمة الرئيسية :

$$\left(\frac{F_{max}}{F_{average}}\right)^2 = \frac{2\pi^2}{\pi^2-4} = 3{,}36\ (5{,}3\ \text{dB})$$

ويمكن عندئذ كتابة :

$$\frac{\text{أقصى تدفق لقدرة الإشارة النافعة}}{\text{أقصى تدفق لقدرة الإشارة المتداخلة}} = \frac{G'(2\pi-\theta_0')}{(1-q)\,4\pi \times 3{,}36} \qquad (6)$$

يلزم تعديل إضافي للصيغة ليدخل في الحساب ما قد سمي «مواءمة الانتشار» للهوائي : لقد أثبتت دراسات مختلف أنه، لمسافات طويلة (< 4 000 km) ، يتحسن أداء الدارة كلما قللت الزاوية الرأسية المناظرة للحد الأقصى للحزمة الرئيسية.

يسمح عامل ترجيح (مناسب لزوايا إطلاق رأسية بين 5° و 25°) بهذا التأثير وتصبح المعادلة لعامل اتجاهية الهوائي :

$$M = \frac{G'(2\pi - \theta_0')}{(1-q)\,4\pi \times 3{,}36} \cdot \frac{10}{\Delta_m}$$

وبالتعبير عن θ_0' و φ_0' بالدرجات :

$$M = \frac{G'(360 - \theta_0')}{(241{,}9 - \Delta_m)(1-q)} \qquad (7)$$

حيث :

$$q = \frac{G'\theta_0'\varphi_0'}{176\,600}$$

G' : اتجاهية الهوائي بالنسبة إلى مشع متناحٍ (معبرًا عنها كنسبة إلا إذا ذكر غير ذلك)

θ_0' : العرض الزاوي الأفقي للحزمة الرئيسية (بالدرجات) (حتى أول نقطتين للحد الأدنى)

φ_0' : العرض الزاوي الرأسي للحزمة الرئيسية (بالدرجات) (حتى أول نقطتين للحد الأدنى)

Δ_m : الزاوية الرأسية (بالدرجات) للحد الأقصى للحزمة الرئيسية.

لمسافات أقل من 4 000 km، قد يهمل هذا العامل وقد يستخدم بدلاً منه ارتفاع الهوائي المختار ليوائم حالات الانتشار على المسير.

3. تحديد الاتجاهية

عندما تكون الخصائص المقاسة للهوائيات متيسرة، وعلى وجه التخصيص كسب (القدرة) والعرض الزاوي للحزم، فإن حساب رقم الجدارة M، يكون مباشرًا بشرط معرفة فعالية قدرة الهوائي. ومع ذلك، سيكون في كثير من الأمثلة ضروريًا تقييم المواصفات على الورق والمطلوب عناية خاصة في حالة الهوائي المعيني. وعلى الرغم من أن الأبعاد الزاوية للحزمة الرئيسية والزاوية الرأسية للحد الأقصى للحزمة الرئيسية يمكن التنبؤ بها بدقة كافية بحساب يفترض تيارًا ثابتًا في أسلاك الهوائي، فإن الكسب المحسوب بهذه الطريقة يكون عمومًا متفائلاً ويجب تصحيحه قبل أن يصبح قابلاً للاستعمال في صيغة العامل M. ويمكن اعتبار هذا التصحيح في جزأين.

1.3 *تصحيح تبديد القدرة في الحمل الانتهائي C_t*

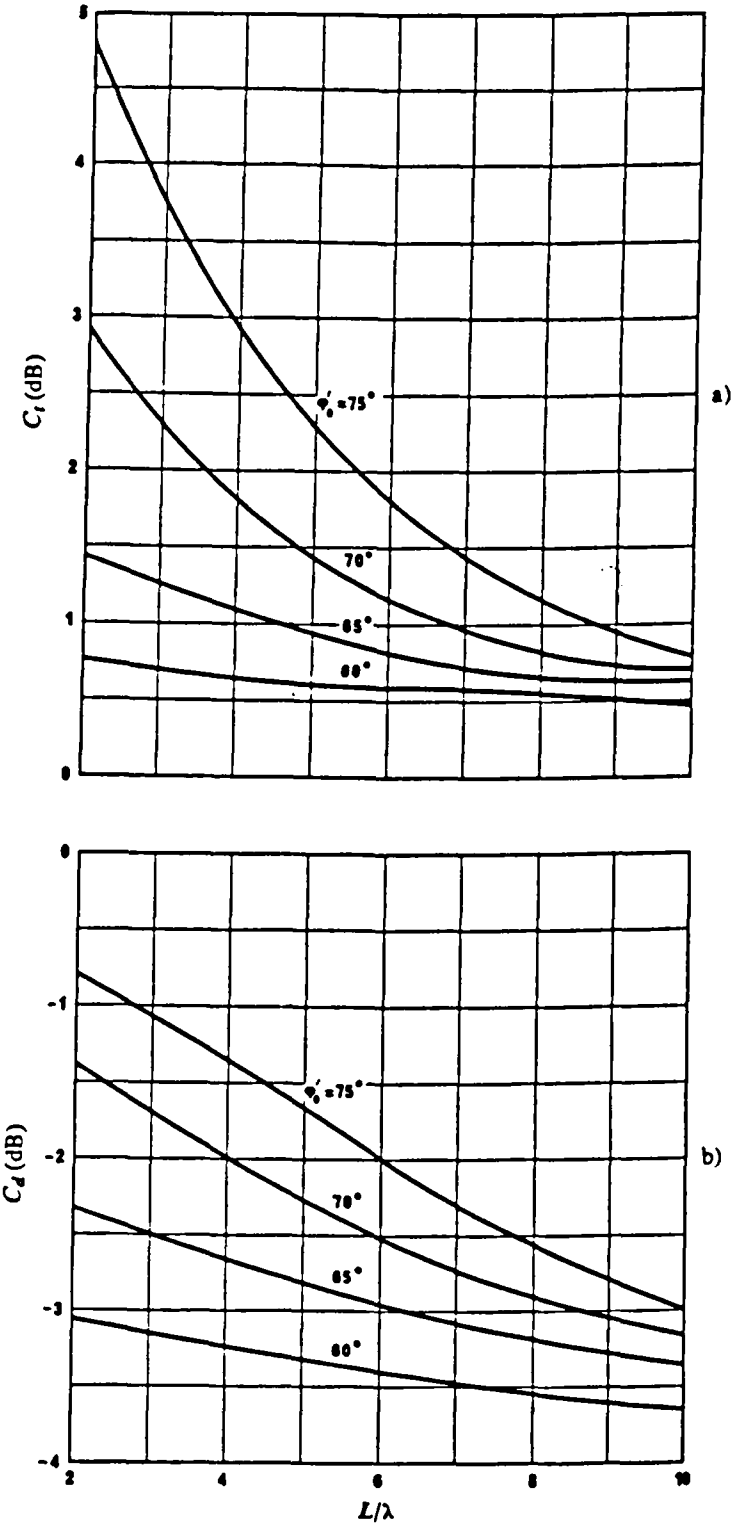
يتعلق الأمر هنا في الواقع بتحويل من كسب (القدرة) المقاس إلى التجاهية ويقدم لمختلف التشكيلات في الشكلين 1a و 3a.

2.3 *تصحيح تناقص التيار على طول الهوائي C_d*

هذا التصحيح ضروري لتحويل كسب (القدرة) المحسوب من صيغ التيار الثابت إلى قيمة تتماشى تقريبًا مع القيم المقاسة على هوائيات فعلية ويقدم، لنفس التشكيلات في الشكلين 1b و 3b. وللسهولة تضم هذه المنحنيات في الشكلين 2 و 4 اللذين يمكنان من تحويل كسب (القدرة) المحسوب إلى اتجاهية بشكل مباشر. الأجزاء بالخطوط الكاملة لهذه المنحنيات تمثل المدى العادي للتصميم.

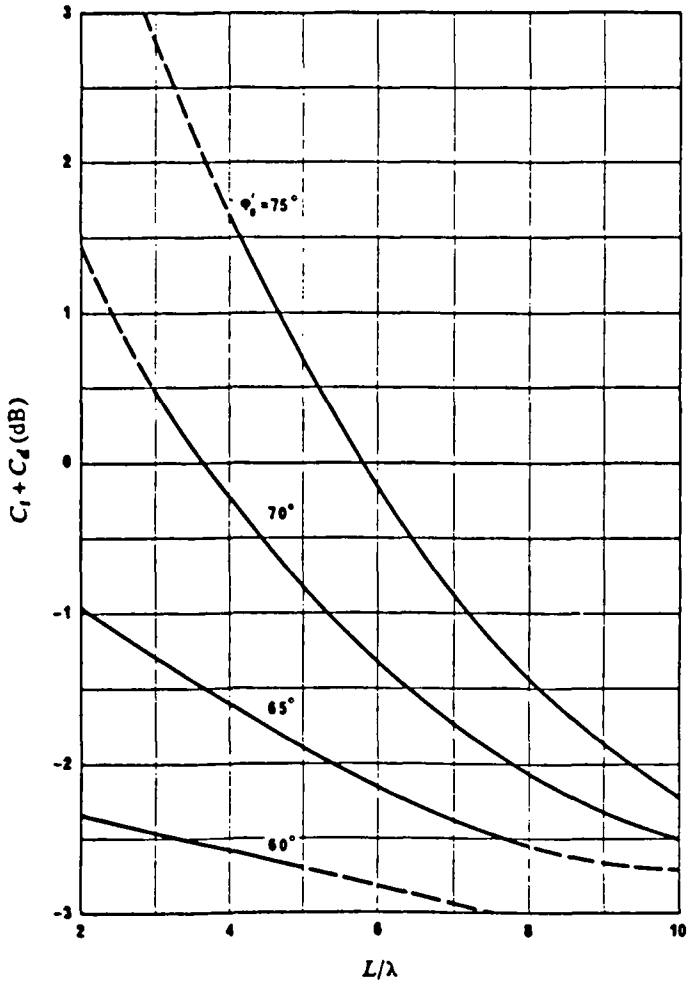
جميع المنحنيات تستنتج من قياسات أجريت على فعاليات القدرة لهوائيات معينة افترض فيها تناقص للتيار مستدق خطيًا على طول الهوائي. كانت الهوائيات ذات ثلاثة أسلاك لها معاوقة تموُّر قدرها 600 Ω. وهناك اعتماد هام لفعالية الإشعاع على معاوقة التموُّر ويرغب في أدنى قيمة مقبولة. ومع ذلك، هناك صعوبات في التركيب للوصول إلى قيمة أدنى كثيرًا من 600 Ω في نطاق الموجات الديكامترية.

الشكل 1
تصميمات الكسب لهوائي مميني (122 m/40 m)



الشكل 2

تصحيح مضموم لكسب لهوائي معيني (122 m/40 m)



4. التطبيق

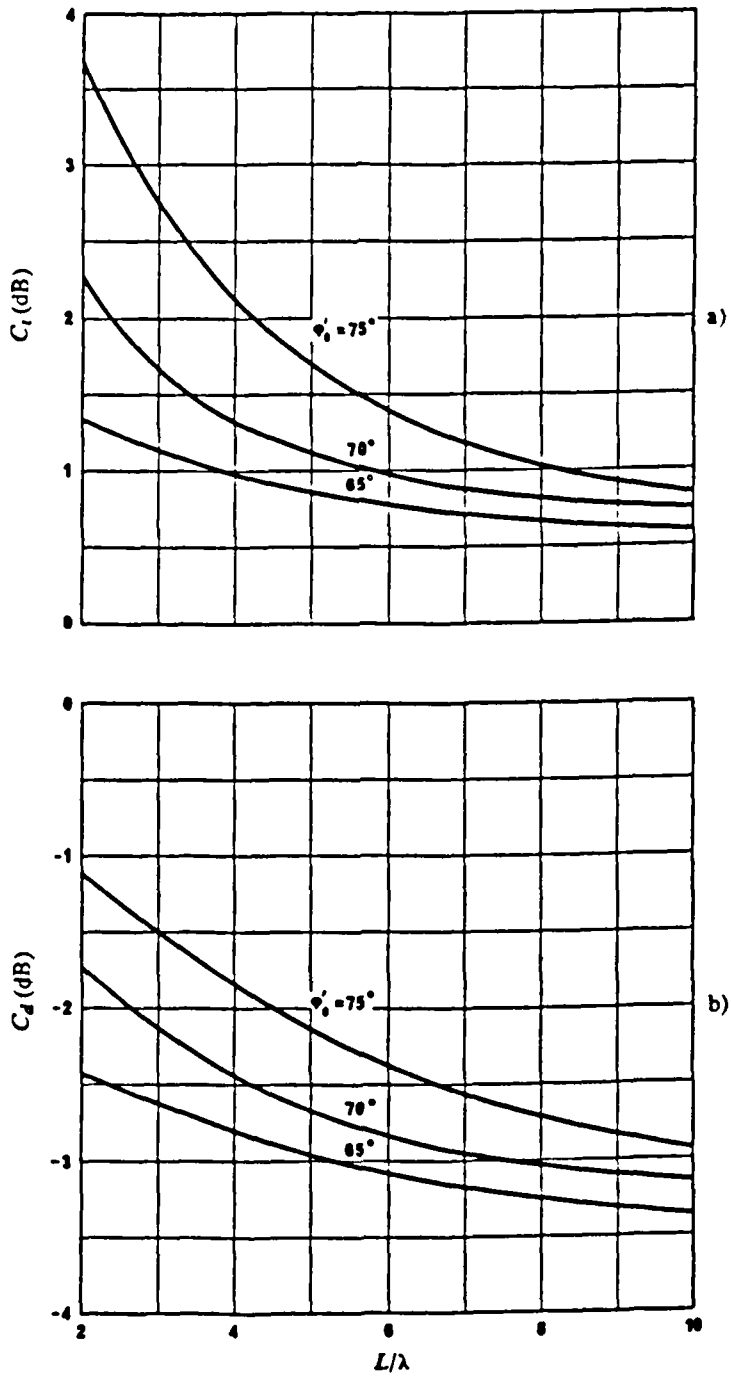
يقدم الشكل 5 قيم M لعدد من الهوائيات من مختلف الأنماط، ويوفر إشارة للتغير مع التردد لأداء هوائيات فردية وصفيف هوائيات، مقدرة من كسب (القدرة) المقاس ومن الاتجاهية المحسوبة باستعمال الطرائق الموصوفة في البند 3. لقد رسمت في المخطط المنحنيات التي تعتبر ممثلة لمعايير معقولة للأداء لهذين الصنفين من الهوائيات. المنحني الأسفل (أدنى هوائي نمطي) هو أفضل ملاءمة للمعطيات التجريبية المتيسرة وقد يعبر عنه كالتالي : ($M = 0{,}1\ f^2$). ويعتبر ذلك ممثلاً للأداء النمطي الواجب توقعه من هوائيات معينية مفردة جيدة التصميم تشغل في نطاق لا تتجاوز فيه النسبة بين أعلى تردد إلى أدنى تردد 2.

المنحني الأعلى للشكل 5 (هوائي نمطي اقتصادي) الذي يمكن التعبير عنه كذلك بالمعادلة ($M = 0{,}25\ f2$) يمثل نمط أداء لن يحقق عادة إلا بأنظمة صفيف هوائيات. هذا النمط الأعلى يتضمن بالضرورة نفقات أكبر بشكل تناسبي على حقل الهوائيات ولكن يمكن اقتصاديًا تبرير بعض الزيادة بالنسبة لمستوى النفقات الحالي.

اقتصاديًا تبرير بعض الزيادة بالنسبة لمستوى النفقات الحالي.

الشكل 3

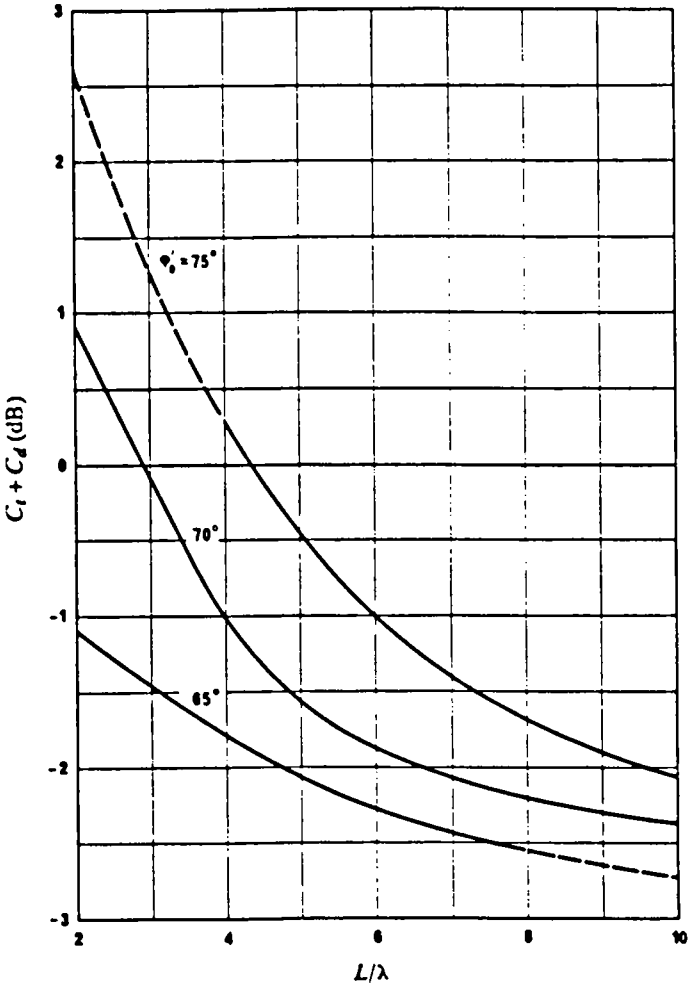
تصحيحات الكسب لهوائي مميني (122 m/23 m)



ترددات الحدوث للحزم الثانوية التي لها اتساعات أكبر من قيمة الذروة المنتظمة قد تكون هامة لتخطيط الترددات ودراسات أخرى مرتبطة به. داخل مدى القيم M المعتبرة، فإن نتائج القياسات التي أجريت على هوائيات عملية تشير إلى أنه لن تتجاوز أكثر من 10% من الحزم الثانوية قيمة الذروة المنتظمة بمقدار 6 dB. وعليه ولهوائي له قيمة M قدرها 40، فإن نسبة سويتي شدة الحزمة الرئيسية وشدة أعلى حزمة ثانوية ستكون 10 dB. هذه الحزم الثانوية ستكون عادة مجاورة للحزمة الرئيسية.

الشكل 4

تصحيح مضموم للكسب لهوائي معيني (122 m/23 m)



5. تأثير الثلج والجليد والمد والجزر على مخططات إشعاع الهوائي

يقدم هذا القسم نتائج الدراسات النظرية التي أجريت لتحديد الثخانات المتغيرة للثلج والجليد على مخططات الإشعاع لهوائي أفقي ثنائي الأقطاب نصف موجي وهوائي رأسي ربع موجي. حسبت أيضاً تأثيرات المد والجزر على مخططات الإشعاع لنفس هذه الهوائيات فوق مياه البحر.

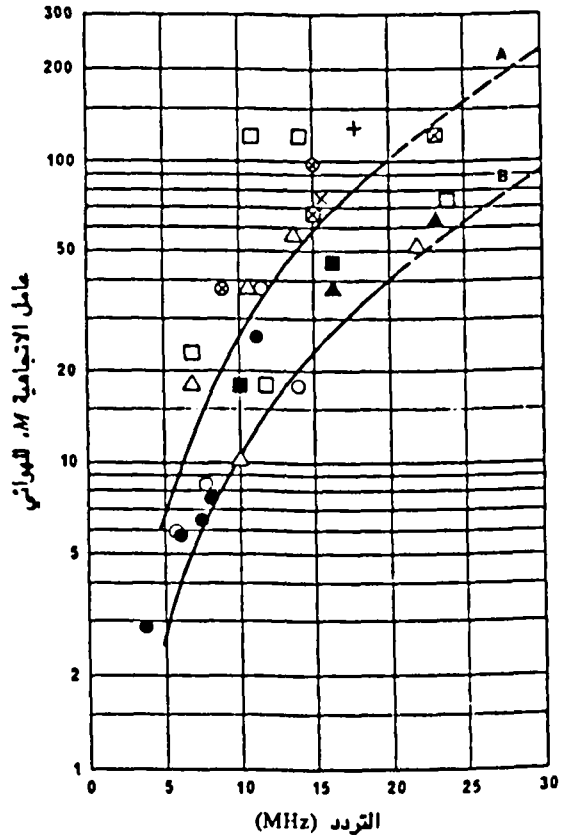
لهذه الدراسات، قد افترضت طبقات مسطحة، ومتجانسة ومنتظمة الثخانة من الثلج والجليد والتربة.

تأثير طبقة ثخانتها متر واحد من الثلج أو الجليد يكون مهملاً لثنائي الأقطاب الأفقي. ومع ذلك، فإن تأثير تغيير في المد والجزر قدره ثلاثة أمتار يمكن أن تنتج عنه زحزحة قدرها حوالي 5° في زاوية الإشعاع القصوى في المستوى الرأسي.

يتأثر هوائي رأسي ربع موجي بالثلج أو الجليد بطريقة ملحوظة، ولا سيما لاتجاهات قريبة من الأفق حيث يحدث تقليل دلالي في الإشارة. والتغييرات المناظرة في القدرة المرسلة أو المستقبلة تقدم في الجدول 2 لثلاث زوايا، عند تردد قدره 10 MHz.

الشكل 5

عامل الاتجاهية، M_a، للهوائي بناءً على الكسب المحسوب



المنحني A : هوائي نمطي اقتصادي

- ○* هوائي معيني m 45/°65/m 125 — هوائيات تكميلية
- □* هوائي معيني m 23/°72,5/m 122 — هوائيات تكميلية
- ⊗ هوائي معيني m 55/°71/m 158 — هوائيات تكميلية
- ⊠ هوائي معيني m 37/°75/m 158 — هوائيات تكميلية

المنحني B : أدنى هوائي نمطي

- ● هوائي معيني m 45/°63/m 98 — هوائيات تكميلية
- ■ هوائي معيني m 32/°67/m 95 — هوائيات تكميلية
- ▲ هوائي معيني m 29/°69/m 90 — هوائيات تكميلية
- Δ* هوائي معيني m 23/°70/m 96 — هوائيات تكميلية

× * صفيف ثنائي الأقطاب HR 4/4/1,0

+ * صفيف ثنائي الأقطاب HR 8/4/0,5

* القيمة المقاسة لكسب القدرة، باستعمال تجهيزات محمولة جواً.

الجدول 2

تغيير نسبي (dB) للقدرة المرسلة أو المستقبلة بسبب الثلج أو الجليد أو تغيير المد والجزر لثلاث زوايا سمتية

(التردد : 10 MHz)

	الزاوية السمتية		
	°45	°75	°85
هوائي رأسي ربع موجي على مستوى الأرض تضاف إليه طبقة ثخانتها متر واحد من الثلج (ثابت العازل = 1,2 والإيصالية قدرها 10^{-3} S/m)	0,5–	0,6–	1,3–
هوائي رأسي ربع موجي فوق مياه البحر مغطاة بطبقة ثخانتها متر واحد من الجليد المالح (ثابت العازل = 0,6 والإيصالية قدرها 10^{-3} S/m)	1,7–	3,4–	8,7–
هوائي رأسي ربع موجي فوق مياه البحر التي تنخفض بمقدار 3,5 متر	2,9–	0,4–	0,1–

الملحق 3

صفيف اتجاهي مع عاكس لا دوري

1. مقدمة

يصعب تحقيق تقاسم الترددات بين الخدمة الثابتة والخدمة الإذاعية عند ترددات أدنى من 30 MHz، بسبب الاختلاف في طرائق التشغيل وشدات المجال التي تستعمل للخدمتين. إن استعمال هوائيات اتجاهية لتقييد الإشعاع في اتجاهات غير ضرورية للخدمة المعينة يمكن أن يساعد في بعض الحالات على تخفيف هذه المشكلة.

2. الهوائيات الاتجاهية

الهوائيات الاتجاهية المستعملة بواسطة الخدمة الإذاعية لاتصالات بعيدة المدى ما زالت عمومًا ذات نمطين رئيسيين : هوائيات معينية وهوائيات ثنائية الأقطاب. في الخدمة الثابتة يكون استعمال هوائيات لوغاريتمية دورية هو الأعم.

يفضل عمومًا صفيف ثنائي الأقطاب بنطاق منفرد ونطاق مزدوج مع عاكسات موالفة لأن لها اتجاهيات مرتفعة، بنسبة الأمامي إلى الخلفي قدرها من 10 إلى 15 dB. بالرغم من أن هذه الهوائيات لها ميزة السماح لاتجاه الفص الرئيسي بأن يعكس بسهولة، إلا أنها تنتج أيضًا سلسلة من الفصوص الثانوية تكون شدتها مهمة جدًا لأنها قد تسبب تدخلاً غير ضروري لمستعملين آخرين.

لقد ركبت حديثًا، ثنائيات الأقطاب بستارة لا دورية كالنظام العاكس. أنظمة الصفيف هذه لها اتجاهيات شبيهة باتجاهيات الأنظمة ذات صفيف بعاكسات موالفة ولها أيضًا مزايا عرض أوسع لنطاق التشغيل، وسوية مقللة للفصوص الثانوية وبساطة التركيب. شريطة أن تكون الستارة العاكسة مصممة جيداً، فإن مخططات الإشعاع الناتجة توفر نسبة الأمامي إلى الخلفي تصل حتى 20 dB وبذلك تقلل القدرة المشعة بواسطة الفصوص الثانوية وبالتالي التداخل الممكن في اتجاهات غير اتجاه الفص الرئيسي.

أحد عيوب هذا النمط من الصفيف هو أن الاتجاهية يمكن أن تقل بدرجة كبيرة عند ترددات أدنى من التردد المركزي لنطاق التشغيل. والمزايا الأكثر أهمية هي :

- كهربائية : نسبة لعدم ضرورة تنظيم أطوار التيارات في عاكسات ثنائي الأقطاب؛
- التردد الراديوي (نطاق عريض) : هذه الهوائيات لا تحتاج إعادة توليف إذا زحزح التردد العامل بالنسبة للتردد المركزي؛
- تخطيط الترددات : لأن تقليل الفصوص الثانوية يسمح باستخدام أفضل للطيف؛
- ميكانيكية : لأن التركيب والضبط مبسطان وبالتالي تكون الصيانة أسهل.

3. الخلاصة

كشفت مقارنة بين مخططات الإشعاع النظرية والمخططات المقاسة بواسطة طائرة عمودية، أن أنظمة الصفيف الثنائي الأقطاب مع ستارات لا دورية لها نسبة الأمامي إلى الخلفي 6 dB أفضل من صفيف ثنائي الأقطاب مكافئ مع عاكسات موالفة.

لذلك فإن استعمال أنظمة صفيف ثنائي الأقطاب مع ستارات لا دورية، وخاصة في الخدمة الإذاعية، قد يسهل تقاسم طيف الترددات مع الخدمة الثابتة.

تلزم دراسة أكثر تفصيلاً للخصائص الكهربائية لأنظمة الصفيف الثنائي الأقطاب مع ستارات لا دورية لتوفير معطيات كافية لتوضح للإدارات مزايا استعمالها.