

الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R V.574-5
(2015/08)

استعمال الديسيبل والنير في الاتصالات

السلسلة V

المفردات والمواضيع ذات الصلة



تمهيد

يضطلع قطاع الاتصالات الراديوية بدور يتمثل في تأمين الترشيد والإنصاف والفعالية والاقتصاد في استعمال طيف الترددات الراديوية في جميع خدمات الاتصالات الراديوية، بما فيها الخدمات الساتلية، وإجراء دراسات دون تحديد مدى الترددات، تكون أساساً لإعداد التوصيات واعتمادها. ويؤدي قطاع الاتصالات الراديوية وظائفه التنظيمية والسياساتية من خلال المؤتمرات العالمية والإقليمية للاتصالات الراديوية وجمعيات الاتصالات الراديوية بمساعدة لجان الدراسات.

سياسة قطاع الاتصالات الراديوية بشأن حقوق الملكية الفكرية (IPR)

يرد وصف للسياسة التي يتبعها قطاع الاتصالات الراديوية فيما يتعلق بحقوق الملكية الفكرية في سياسة البراءات المشتركة بين قطاع تقييس الاتصالات وقطاع الاتصالات الراديوية والمظمنة الدولية للتوحيد القياسي واللجنة الكهروتقنية الدولية (ITU-T/ITU-R/ISO/IEC) والمشار إليها في الملحق 1 بالقرار ITU-R 1. وترد الاستثمارات التي ينبغي لحاملي البراءات استعمالها لتقديم بيان عن البراءات أو للتصريح عن منح رخص في الموقع الإلكتروني <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en> حيث يمكن أيضاً الاطلاع على المبادئ التوجيهية الخاصة بتطبيق سياسة البراءات المشتركة وعلى قاعدة بيانات قطاع الاتصالات الراديوية التي تتضمن معلومات عن البراءات.

سلاسل توصيات قطاع الاتصالات الراديوية

(يمكن الاطلاع عليها أيضاً في الموقع الإلكتروني <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>)

العنوان	السلسلة
البث الساتلي	BO
التسجيل من أجل الإنتاج والأرشفة والعرض؛ الأفلام التلفزيونية	BR
الخدمة الإذاعية (الصوتية)	BS
الخدمة الإذاعية (التلفزيونية)	BT
الخدمة الثابتة	F
الخدمة المتنقلة وخدمة الاستدلال الراديوي وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة	M
انتشار الموجات الراديوية	P
علم الفلك الراديوي	RA
أنظمة الاستشعار عن بُعد	RS
الخدمة الثابتة الساتلية	S
التطبيقات الفضائية والأرصاد الجوية	SA
تقاسم الترددات والتنسيق بين أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية والخدمة الثابتة	SF
إدارة الطيف	SM
التجميع الساتلي للأخبار	SNG
إرسالات الترددات المعيارية وإشارات التوقيت	TF
المفردات والمواضيع ذات الصلة	V

ملاحظة: تمت الموافقة على النسخة الإنكليزية لهذه التوصية الصادرة عن قطاع الاتصالات الراديوية بموجب الإجراء الموضح في القرار ITU-R 1.

النشر الإلكتروني

جنيف، 2016

© ITU 2016

جميع حقوق النشر محفوظة. لا يمكن استنساخ أي جزء من هذه المنشورة بأي شكل كان ولا بأي وسيلة إلا بإذن خطي من الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU).

التوصية ITU-R V.574-5

استعمال الديسيبل والنير في الاتصالات**،**

(1978-1982-1986-1990-2000-2015)

مجال التطبيق

تحتوي هذه التوصية على الرموز التي يوصى باستعمالها في التعبير اللوغاريتمي عن الكميات التي تشير إلى القدرة، وتحتوي على أمثلة استعمال وحدتي الديسيبل والنير والعلاقة بينهما.

مصطلحات أساسية

الديسيبل، النير

توصيات الاتحاد ذات الصلة

التوصية ITU-R V.430-4	استعمال النظام الدولي للوحدات (SI)
التوصية ITU-R V.431-8	تسمية نطاقات الترددات وأطوال الموجات المستعملة في الاتصالات
التوصية ITU-R V.573-6	مفردات الاتصالات الراديوية
التوصية ITU-R V.665-3	وحدة كثافة الحركة

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

- أ) كثرة استعمال الاتحاد الدولي للاتصالات لوحدتي الديسيبل والنير للتعبير عن الكميات؛
- ب) المعيار الدولي IEC 60027-3 للجنة الكهروتقنية الدولية (IEC) بشأن "الكميات اللوغاريتمية والكميات الأخرى ذات الصلة ووحداتها"؛
- ج) المعيار الدولي ISO 80000 للمنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO) بشأن الكميات والوحدات؛
- د) مزية استعمال وحدة دون غيرها للتعبير لوغاريتمياً عن القيم الرقمية للمواصفات الدولية ونتائج القياسات في عمليات التبادل على الصعيد الدولي؛
- هـ) الاقتصاد على استعمال وحدة الديسيبل في الاتصالات الراديوية للتعبير لوغاريتمياً عن نتائج القياسات،

توصي

- 1 باستعمال الرموز في التعبير لوغاريتمياً عن الكميات التي تشير بصفة مباشرة أو غير مباشرة إلى القدرة على غرار ما جاء في الملحق 1.

* ينبغي لفت انتباه قطاع تقييس الاتصالات إلى هذه التوصية.

** يستعمل الترميز Ig في هذه التوصية للإشارة إلى اللوغاريتم العشري وفقاً للمعيارين الدوليين ISO 80000-2 و IEC 60027-3. ويستعمل أيضاً الترميز \log_{10} . ويمكن استعمال الترميز log إذا لم يؤد إلى الالتباس.

الملحق 1

استعمال الديسيبل والنيبر

1 تعريف الديسيبل

1.1 تُعبّر وحدة بل (الرمز B) عن النسبة بين قدرتين باللوغاريتم العشري لهذه النسبة. ولا تُستعمل هذه الوحدة إلا نادراً، وقد استبدلت بالديسيبل (الرمز dB) الذي يساوي عُشر بل.

2.1 قد يستعمل الديسيبل أيضاً للتعبير عن النسبة بين كميتين من كميات المجال، مثل التوتر أو التيار أو الضغط الصوتي أو المجال الكهربائي أو سرعة الشحنة أو كثافتها، والتي يكون مربعها في الأنظمة الخطية متناسباً مع القدرة. وللحصول على نفس القيمة الرقمية في شكل نسبة بين قدرتين يُضرب لوغاريتم نسبة كمية المجال بالعامل 20، على افتراض تساوي المعاوقة في المجالين. وتتوقف العلاقة بين نسبة كميتي التيار أو التوتر ونسبة كميتي القدرة المقابلة على مقدار المعاوقة في كل حالة. ولذلك ليس من الملائم استعمال الديسيبل عندما لا تكون المعاوقة متساوية ما لم تتوفر معلومات كافية عن هذه المعاوقة.

فإذا كانت P_1 و P_2 قدرتين، فإن النسبة بينهما معبراً عنها بالديسيبل تكون كالتالي:

$$10 \lg (P_1 / P_2)$$

وإذا كان كل من P_1 و P_2 يمثل على التوالي القدرة التي يبددها التياران I_1 و I_2 في المقاومتين R_1 و R_2 عندئذ:

$$10 \lg \frac{P_1}{P_2} = 10 \lg \frac{I_1^2 R_1}{I_2^2 R_2} = 20 \lg \frac{I_1}{I_2} + 10 \lg \frac{R_1}{R_2}$$

3.1 يمكن استعمال الديسيبل للتعبير عن النسبة بين قيمتين لكمية مرتبطة بالقدرة بعلاقة محددة تحديداً جيداً. وفي هذه الحالة ينبغي ضرب لوغاريتم هذه النسبة بعامل يمثل العلاقة التي تربط الكمية بالقدرة، ويمكن عندئذ أن يضاف إليها حد يمثل عامل المضاعفة. وإذا كانت النسبة بين القدرتين P_1 و P_2 تتوقف على النسبة بين القيمتين X_1 و X_2 لكمية أخرى X بعلاقة تأخذ شكل $(X_1/X_2)^\alpha = P_1/P_2$ ، حيث تكون α أي عدد حقيقي، عندئذ يمكن التعبير عن تلك النسبة بالديسيبل على النحو التالي:

$$10 \lg (P_1/P_2) = 10 \alpha \lg (X_1/X_2) \quad \text{dB}$$

2 تعريف النيبر

تعبر وحدة النيبر (الرمز Np) عن النسبة بين كميتين من كميات المجال، مثل التوتر أو التيار، والتي يكون مربعها متناسباً مع القدرة بمقدار اللوغاريتم الطبيعي لهذه النسبة. وقيمة النسبة بين قدرتين معبراً عنها بالنيبر هي نصف اللوغاريتم الطبيعي لهذه النسبة. ولا تكون قيمة النسبة بين كميتين من كميات المجال وقيمة النسبة بين قدرتين المقابلة لها معبراً عنها بالنيبر متساويتان ما لم تتساو قيمتا المعاوقة أيضاً.

وحدة النيبر تقابل قيمة e من النسبة بين كميتين من كميات المجال وتقابل قيمة e^2 من النسبة بين قدرتين.

وتستعمل أيضاً تقسيمات فرعية مثل الديسينيبر (dNp).

وفي بعض المجالات، يمكن استعمال وحدة النيبر للتعبير عن لوغاريتم نسبة بين قدرتين من دون العامل 1/2. ومن الأمثلة على ذلك العمق البصري أو التوهين في القياس الإشعاعي. ولكن يمنع مثل هذا الاستعمال في الاتصالات تجنباً للالتباس. حيث تصبح قيمة النيبر، بمقتضى هذا التعريف، 4,34 dB بدلاً من 8,68 dB كما هو معهود.

3 استعمال الديسيبل والنيبر

يمكن للبلدان أن تستمر في استعمال كل من النيبر أو الديسيبل لأغراض القياس التي تجريها داخل أراضيها، كما يمكنها، تجنّباً لتحويل القيم، أن تستمر لو شاءت في استعمال النيبر فيما بينها بموجب اتفاق ثنائي.

أما فيما يتعلق بالتبادل الدولي للمعلومات بشأن قياسات الإرسال والقيم ذات الصلة، وكذلك بالنسبة إلى المواصفات الدولية لحدود هذه القيم، فيتعين استعمال الديسيبل كتعبير لوغاريتمي دون سواه. بيد أنه من الممكن استعمال النيبر في إطار الاتفاقات الثنائية. وبالنسبة إلى الحسابات النظرية والعلمية التي يعبر فيها عن النسب في شكل لوغاريتمات نيبرية، يستعمل النيبر بصفة دائمة، ضمناً أو صراحةً. ولدى إجراء بعض الحسابات التي تتناول كميات معقدة، يمكن أن تحتوي العملية على جزء حقيقي بالنيبر وعلى جزء تخيلي بالراديان. ويمكن استخدام عوامل التحويل من أجل الانتقال إلى الديسيبل أو إلى الدرجات.

قيم التحويل بين النيبر والديسيبل هي كالآتي:

$$1 \text{ Np} = (20 \lg e) \text{ dB} \approx 8,686 \quad \text{dB}$$

$$1 \text{ dB} = (0,05 \ln 10) \text{ Np} \approx 0,1151 \quad \text{Np}$$

4 قواعد استعمال الرموز التي تشتمل على الرمز dB

بالنسبة إلى الرموز التي تشتمل على الرمز dB، ينبغي التقيد قدر الإمكان باستعمال القواعد التالية:

1.4 الرمز dB دون إشارة إضافية

ينبغي استعمال الرمز dB دون إشارة إضافية للدلالة على النسبة بين قدرتين أو بين كثافتين للقدرة أو كميتين أخريين على صلة واضحة بالقدرة أو الفرق بين سويتين للقدرة (راجع الفقرة 6).

2.4 الرمز dB متبوعاً بمعلومة إضافية بين قوسين

ينبغي استعمال الرمز dB متبوعاً بمعلومة إضافية بين قوسين للتعبير عن سوية مطلقة للقدرة، أو لكثافة تدفق القدرة أو لأي كمية أخرى على صلة واضحة بالقدرة، بالنسبة إلى قيمة مرجعية بين قوسين. إلا أن الاستعمال السائد قد يؤدي في بعض الحالات إلى تبسيط كتابة الرموز مثل كتابة dBm بدلاً من dB(mW).

3.4 الرمز dB متبوعاً بمعلومة إضافية دون قوسين

ينبغي استعمال الرمز dB متبوعاً بمعلومة إضافية دون قوسين للتعبير عرفاً عن شروط خاصة مثل القياسات من خلال مرآشيع محددة أو عند نقطة محددة في دارة معينة (راجع الفقرة 8).

5 الخسارة والكسب

التوهين أو الخسارة هو نقصان بين نقطتين في قدرة كهربائية أو كهرومغناطيسية أو صوتية. والتوهين أيضاً هو تعبير كمي عن نقصان في القدرة يعبر عنه بالنسبة بين قيمتين عند نقطتين من قدرة أو من كمية ذات صلة بالقدرة محددة تحديداً جيداً. ويعبر عن هذه النسبة عادة بالديسيبل.

الكسب هو زيادة بين نقطتين في قدرة كهربائية أو كهرومغناطيسية أو صوتية. وهو أيضاً تعبير كمي عن زيادة في القدرة يعبر عنها بالنسبة بين قيمتين عند نقطتين من قدرة أو من كمية ذات صلة بالقدرة محددة تحديداً جيداً. ويعبر عن هذه النسبة عادة بالديسيبل.

ولا بد من تحديد نوع الخسارة أو الكسب قيد النظر على وجه الدقة (مثال ذلك معامل التوهين إزاء الصورة، خسارة الإدراج، كسب الهوائي) والذي يشير بالفعل إلى تعاريف دقيقة للنسبة قيد النظر (معاوقات مطرافية، أحوال مرجعية، وغيرها).

1.5 خسارة الإرسال

نسبة القدرة المرسلَة (P_t) إلى القدرة المستقبلَة (P_r) معبراً عنها بالديسيبل:

$$L = 10 \lg (P_t/P_r) \quad \text{dB}$$

2.5 كسب الهوائي

هو النسبة، المعبر عنها عادة بالديسيبل، بين القدرة المطلوبة عند دخل هوائي مرجعي بدون خسارة (P_0) والقدرة المتاحة عند دخل هوائي معين (P_a) لإنتاج نفس شدة المجال أو نفس كثافة تدفق القدرة عند نفس المسافة في اتجاه معين (وإلا في اتجاه الإشعاع الأقصى).

$$G = 10 \lg (P_0/P_a) \quad \text{dB}$$

يكون الهوائي المرجعي عادة هوائياً متناحياً أو ثنائي القطب نصف موجي أو، في بعض الحالات، هوائياً عمودياً قصيراً.

6 السويات

يعبر في حالات عديدة عن مقارنة كمية تدعى x مع كمية مرجعية محددة من نفس النوع (والأبعاد) تدعى x_{ref} بلوغاريتم النسبة x/x_{ref} . ويُطلق غالباً على هذه العبارة اللوغاريتمية "سوية x (بالنسبة إلى x_{ref})" أو "السوية x (بالنسبة إلى x_{ref})". وباستعمال الحرف اللاتيني "L" الذي يستعمل عادة في الإشارة إلى السوية تكتب سوية الكمية في شكل L_x .

وهناك أسماء ورموز أخرى يمكن استعمالها. فقد تكون x كمية مفردة مثل القدرة P أو نسبة مثل P/A ، حيث تعبر A عن مساحة، ويفترض أن تكون قيمة x_{ref} ثابتة، ومن أمثلة ذلك: 1 mW ، 1 W ، $1 \text{ } \mu\text{W/m}^2$ ، $20 \text{ } \mu\text{Pa}$ ، $1 \text{ } \mu\text{V/m}$.

يمكن الإشارة إلى السوية التي تمثل الكمية x بإزاء كمية مرجعية x_{ref} برمز الكمية: L_x (بالنسبة إلى x_{ref})، ويمكن أن يعبر عنها بالديسيبل، عندما تكون الكمية المرجعية قدرة أو كمية مرتبطة بقدرة، وذلك على نحو محدد تحديداً جيداً.

مثال:

يمكن التعبير عن أن سوية قدرة معينة P تزيد بمقدار 15 dB عن السوية المقابلة للقيمة W على نحو ما يلي:

$$L_p = 15 \text{ dB} = (W \text{ إلى } 1) \text{ dB} = 15 \text{ dB} = 10 \lg (P/P_0) \text{ dB} = 15 \text{ dB} \text{ على أساس } P_0 = W$$

$$\text{أو } 15 = 10 \lg P (W)$$

وكثيراً ما يكون من الأسر استعمال ترميز مكثف على أساس الوحدة فحسب وذلك على النحو التالي:

$$L_p = 15 \text{ dB}(1 \text{ W})$$

ويمكن حذف الرقم "1" في التعبير عن الكمية المرجعية، ولكن لا يوصى بذلك في الحالات التي يمكن أن يحدث فيها التباس. وبعبارة أخرى، عندما لا يُذكر أي رقم فإن الرقم المقصود هو 1.

ومن الممكن اختصار الترميز في بعض الحالات الخاصة، مثل dBW إشارة إلى dB(1 W)، (راجع الفقرة 8 أدناه).

1.6 السوية المطلقة للقدرة

السوية المطلقة للقدرة هي النسبة، التي يعبر عنها عادة بالديسيبل، بين قدرة الإشارة عند نقطة في قناة الإرسال وقدرة مرجعية محددة. وينبغي في كل حالة تحديد ما إذا كانت القدرة حقيقية أم ظاهرية.

ومن الضروري تحديد الرمز عن الإشارة إلى القدرة المرجعية:

- عندما تكون القدرة المرجعية 1 واط (watt)، يُعبر عن السوية المطلقة للقدرة بوحدة "الديسيبل بالنسبة إلى 1 واط" ويستعمل الرمز "dBW"؛
- عندما تكون القدرة المرجعية 1 ميلي واط (milliwatt)، يعبر عن السوية المطلقة للقدرة بوحدة "الديسيبل بالنسبة إلى 1 ميلي واط" ويُستعمل الرمز "dBm".

2.6 السوية النسبية للقدرة والمفاهيم ذات الصلة

1.2.6 التعريف

السوية النسبية للقدرة هي النسبة، التي يعبر عنها عادة بالديسيبل، بين قدرة الإشارة عند نقطة في قناة الإرسال ونفس القدرة عند نقطة أخرى في القناة المختارة كنقطة مرجعية، عند منشأ القناة عموماً. وينبغي في كل حالة تحديد ما إذا كانت القدرة حقيقية أم ظاهرية. وما لم يحدد خلاف ذلك، فإن السوية النسبية للقدرة هي نسبة قدرة إشارة اختبار جيبية (عند تردد 800 أو 1 000 Hz) عند نقطة في القناة إلى قدرة هذه الإشارة المرجعية عند النقطة المرجعية للإرسال.

2.2.6 النقطة المرجعية للإرسال (راجع التوصية ITU-T G.101)

حدد قطاع تقييس الاتصالات (ITU-T) في الخطة القديمة للإرسال "نقطة السوية النسبية الصفرية" بوصفها نقطة مصدر السلكين في دائرة طويلة المسافة (النقطة O في الشكل 1).

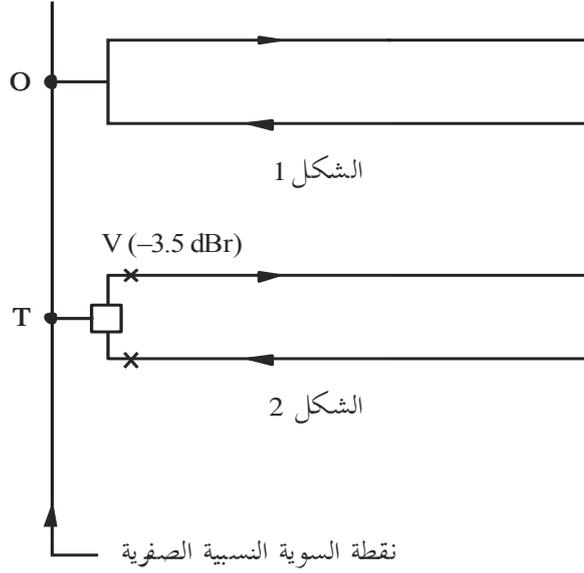
وفي خطة الإرسال الموصى بها حالياً ينبغي أن تكون السوية النسبية -3,5 dBr عند نقطة التبديل التقديرية من ناحية الإرسال في دائرة دولية رباعية الأسلاك (النقطة V في الشكل 2). و"النقطة المرجعية للإرسال" أو "نقطة السوية النسبية الصفرية" (النقطة T في الشكل 2) هي نقطة تقديرية بسلكين موصلة بالنقطة V عبر محوّل هجين تبلغ خسارته 3,5 dB. وتساوي الحمولة التقليدية المستعملة في حساب الضوضاء في الأنظمة ذات الموجات الحاملة متعددة القنوات سوية مطلقة للقدرة المتوسطة قدرها -15 dBm عند النقطة T.

3.2.6 دلالة "dBm0"

إذا أطلقت إشارة قياس لها سوية مطلقة للقدرة L_M (dBm) عند النقطة T، فإن السوية المطلقة لقدرة الإشارة التي تظهر عند النقطة X، حيث السوية النسبية L_{XR} (dBr)، تكون $L_{XR} + L_M$ (dBm). وبالعكس، إذا كانت للإشارة عند النقطة X سوية مطلقة للقدرة L_{XA} (dBm)، فمن الملائم في غالب الأحيان أن تنسب إلى نقطة السوية النسبية الصفرية "بحساب L_0 (dBm0) بواسطة الصيغة التالية:

$$L_0 = L_{XA} - L_{XR}$$

ولا يقتصر استعمال هذه الصيغة على الإشارة فحسب وإنما يتناول الضوضاء أيضاً (سواء كانت مرجحة أم لا)، وهو ما يساعد على حساب نسبة الإشارة إلى الضوضاء.



V.0574-01

3.6 كثافة القدرة

التعريف: مقسوم القدرة على كمية أخرى من مساحة أو عرض نطاق أو حرارة.

الملاحظة 1 - يطلق على مقسوم القدرة على المساحة اسم "كثافة تدفق القدرة" ويعبر عنها عادة بوحدة "الواط في المتر المربع" (الرمز: W/m^2 أو $W \cdot m^{-2}$).

ويطلق على مقسوم القدرة على عرض نطاق الترددات اسم "الكثافة الطيفية للقدرة" ويمكن أن يعبر عنها بوحدة "الواط في الهرتز" (الرمز: W/Hz أو $W \cdot Hz^{-1}$). ويمكن أن يعبر عنها أيضاً بوحدة تتناول أحد خصائص عرض النطاق في التقنية المعنية، كأن تكون 1 kHz أو 4 kHz في المهاتف التماثلية و 1 MHz في الإرسال الرقمي أو في التلفزيون؛ ويعبر بالتالي عن الكثافة الطيفية للقدرة بوحدة "الواط في الكيلوهرتز" (W/kHz) أو "الواط في كل 4 كيلوهرتز" ($W/4 kHz$) أو حتى "واط في الميغاهرتز" (W/MHz).

وليس لمقسوم القدرة على الحرارة، المستعمل بصفة خاصة في حالة قدرات الضوضاء، اسماً خاصاً. ويعبر عنه عادة بوحدة "واط لكل كلفين" (الرمز: W/K أو $W \cdot K^{-1}$).

الملاحظة 2 - يمكن في بعض الحالات استعمال تركيبة مؤلفة من عدة أنماط من كثافة القدرة، على سبيل المثال "الكثافة الطيفية لتدفق القدرة" التي يعبر عنها بوحدة "الواط في المتر المربع وفي الهرتز" (الرمز: $W/(m^2 \cdot Hz)$ أو $W \cdot m^{-2} \cdot Hz^{-1}$).

4.6 السوية المطلقة لكثافة القدرة

التعريف: تعبير في شكل لوغاريتمي، يقدر عادة بالديسيبل، عن النسبة بين كثافة القدرة عند نقطة معينة وكثافة القدرة المرجعية.

الملاحظة 1 - إذا كانت كثافة تدفق القدرة المرجعية مقدرة بالواط في المتر المربع مثلاً فإن السويات المطلقة لكثافة تدفق القدرة يعبر عنها بوحدة الديسيبل بالنسبة إلى الواط في المتر المربع" (الرمز: $dB(W/m^2)$).

وبالمثل، إذا كانت الكثافة الطيفية المرجعية للقدرة مقدرة بالواط في الهرتز فإن السويات المطلقة للكثافة الطيفية للقدرة يعبر عنها بوحدة "الديسيبل بالنسبة إلى الواط في الهرتز" (الرمز: $dB(W/Hz)$).

وإذا كانت كثافة القدرة المرجعية في وحدة الحرارة مقدرة بالواط في كل كلفين فإن السويات المطلقة لكثافة القدرة في كل وحدة حرارة يعبر عنها بوحدة "الديسيبل بالنسبة إلى الواط في الكلفين" (الرمز: $dB(W/K)$).

ويمكن بسهولة توسيع استعمال هذا الترميز ليشمل مجموعة من الكثافات، حيث يعبر مثلاً عن السويات المطلقة للكثافة الطيفية لتدفق القدرة بوحدة "الديسبل بالنسبة إلى الواط في المتر المربع وفي الهرتز" ويشار إليها بالرمز $(\text{dB(W/(m}^2 \cdot \text{MHz))})$. ومن الأمثلة على ذلك: $(\text{dB(W/(m}^2 \cdot \text{MHz))})$ و $(\text{dB(W/(m}^2 \cdot 4 \text{ kHz))})$.

5.6 السوية المطلقة للتوتر

السوية المطلقة للتوتر هي النسبة، التي يعبر عنها عادة بواسطة الديسبل، بين توتر الإشارة عند نقطة في قناة الإرسال والتوتر المرجعي المحدد. ويجب في كل حالة تحديد طبيعة التوتر، كالقيمة الفعالة، أي جذر متوسط التربيع (r.m.s.)، مثلاً.

وبصفة عامة، يعتمد توتر مرجعي قيمته الفعالة $0,775$ (r.m.s.) فلت (volt) ، ويساوي قدرة 1 ميلي واط متبددة في مقاومة قدرها 600 ohms، لأن 600 ohms تمثل تقريباً إجمالياً للمعاوقة التي تختص بها بعض الخطوط الهاتفية المتناظرة. ومن ثم يعبر عن السوية المطلقة للتوتر بالرمز dBu.

وإذا كانت المعاوقة في المطاريف التي يُقاس عندها التوتر U_1 مساوية بالفعل لمقدار 600 ohms، فإن السوية المطلقة للتوتر المحددة على هذا النحو تقابل السوية المطلقة للقدرة بالنسبة إلى 1 ميلي واط، وبالتالي فإن العدد N يمثل تماماً السوية معبراً عنها بالديسبل بالنسبة إلى 1 ميلي واط (dBm).

$$L_u = 20 \lg (U_1/U_2) \quad \text{dBu}$$

$$L_p = 10 \lg (P_1/P_2) \quad \text{dBm}$$

وإذا كانت المعاوقة في المطاريف التي يُقاس عندها التوتر U_1 تساوي R ohms، فإن العدد N يساوي عدد dBm مضافاً إليه الكمية $10 \lg (R/600)$.

$$L_u = L_p + 10 \lg (R/600)$$

6.6 الترددات الصوتية

1.6.6 السوية المطلقة لضوضاء التردد الصوتي

يجري قياس ضوضاء التردد الصوتي في الإذاعة أو تسجيل الصوت أو إرسال البرامج الصوتية عادة باستعمال شبكة مراجعة، واتباع طريقة قيمة شبه الذروة الموصوفة في التوصية ITU-R BS.468 باستعمال توتر مرجعي قدره $0,775$ فلت عند تردد 1 kHz ومعاوقة اسمية قدرها 600 ohms، ويعبر عادة عن النتيجة بوحدة dBqp (dBqps في حالة استعمال شبكة مراجعة).

الملاحظة 1 - ينبغي عدم استعمال "dBq" بدلاً من "dBm" أو العكس. إذ يقتصر استعمال "dBq" في إرسال البرامج الصوتية على قياسات سوية الضوضاء لدى إرسال رشقة أو عدة رشقات نغمية في حين لا يستخدم "dBm" إلا في قياس الإشارات الجيبية المستعملة لضبط الدارة.

2.6.6 السويات النسبية للتوتر

السوية النسبية للتوتر عند نقطة ما في سلسلة إرسال البرامج الصوتية هي النسبة، المعبر عنها بوحدة dB، بين سوية توتر إشارة عند تلك النقطة وسوية توتر نفس الإشارة عند النقطة المرجعية. ويعبر عن هذه النسبة بوحدة "dBrs"، حيث تشير "r" إلى "السوية النسبية" بينما تشير "s" إلى أن النسبة تتناول السويات في نظام "برامج صوتية" (إشارات صوتية). وعند النقطة المرجعية (نقطة السوية النسبية الصفرية، 0 dBrs)، تكون سوية إشارة اختبار عند سوية التراصف 0 dBu. ولا بد من الإشارة إلى أن بعض سلاسل الإذاعة قد لا تحتوي على نقطة السوية النسبية الصفرية. ومع ذلك، من الممكن أن تُعزى إلى نقاط القياسات والتوصيل البيئي سوية (تقدّر بوحدة dBrs) بالنسبة إلى نقطة مرجعية افتراضية.

3.6.6 استعمال وحدة الديسيبل قياساً في نسب الكميات غير المرتبطة بالقدرة

1.3.6.6 نسب التوتر

في مجال الترددات الصوتية قد يغلب مفهوم التوتر في بعض الأحيان على مفهوم القدرة. وهي الحالة مثلاً عندما تتربط بالترادف شبكات ثنائية المنفذ ضعيفة المعاوقة عند الخرج وقوية المعاوقة عند الدخول. وعلى هذا النحو يكون الابتعاد عن شروط تكييف المعاوقة متعمداً لتسهيل ترابط هذه الشبكات. وعندئذ يكفي أن تؤخذ في الاعتبار نسب التوتر عند نقاط مختلفة في الوصلة. ويكون من السهل التعبير عن نسب التوتر هذه في سلم لوغاريتمي، إلى الأساس 10 مثلاً، بتحديد العدد N للوحدات المقابلة بواسطة المعادلة التالية:

$$N = K \lg (U_1/U_2)$$

وفي هذه المعادلة يكون المعامل K اعتباطياً في بادئ الأمر. ولكن قياساً على العلاقة:

$$N = 20 \lg (U_1/U_2)$$

التي تعبر بالديسيبل عن نسبة خسارة القدرة، كما هو الحال في مقاومتين متساويتين يكون التوتر في طرفيهما U_1 و U_2 على التوالي، يبدو منطقياً اعتماد القيمة 20 للمعامل K . ومن ثمَّ يعبر العدد N بالديسيبل عن نسب القدرة التي تقابل نسب التوتر إذا طبقت هذه الأخيرة على مقاومات متساوية، رغم أن هذه الحالة غير مألوفة عملياً.

2.3.6.6 السوية المطلقة للتوتر

إذا لم تحدد المعاوقة التي يقاس التوتر عند طرفيها عندئذ لا يمكن حساب سوية القدرة المقابلة. ومع ذلك، يمكن تحديد العدد N اصطلاحاً على غرار ما جاء في الفقرة 1.3.6.6 بالنسبة إلى توتر مرجعي والتعبير عنه بالديسيبل. وحتى لا يلبس الأمر، لا بد من الإشارة إلى أن سوية التوتر المطلقة كما لا بد من استعمال الرمز dBu. ويبدو أن الرمز dBu لا يحدث أي التباس مع الاستعمال المحدد في الفقرة 7.6 بما أن السوية المطلقة للمجال الكهرمغناطيسي تشير إلى 1 ميكروفلط في المتر. ولكن إذا خشي حدوث أي التباس فلا بد من كتابة العبارة dB(775 mV) على الأقل في المرة الأولى.

7.6 السوية المطلقة للمجال الكهرمغناطيسي

يمكن التعبير عن شدة المجال الكهرمغناطيسي في شكل كثافة تدفق القدرة (P/A) أو شدة المجال الكهربائي E أو شدة المجال المغناطيسي H . والسوية المطلقة لشدة المجال L_E هي لوغاريتم نسبة E إلى شدة مجال مرجعية تكون عادة $1 \mu\text{V/m}$. ويعبر عنها عادة بالديسيبل.

$$L_E = 20 \lg (E/E_0) \quad \text{dB}(\mu\text{V/m})$$

8.6 سوية الضغط الصوتي

سوية الضغط الصوتي، التي يعبر عنها عادة بالديسيبل، هي لوغاريتم نسبة الضغط الصوتي إلى الضغط المرجعي الذي يكون في غالب الأحيان $20 \mu\text{Pa}$.

$$L_p = 20 \lg (p/p_0) \quad \text{dB}(20 \mu\text{Pa})$$

7 النسب التي تعبر عن نوعية الإرسال

1.7 نسبة الإشارة إلى الضوضاء

هي إما نسبة قدرة الإشارة (P_s) إلى قدرة الضوضاء (P_n)، أو نسبة توتر الإشارة (U_s) إلى توتر الضوضاء (U_n) مقيسة عند نقطة معينة في حالات محددة. ويعبر عنها بواسطة الديسيبل:

$$R = 20 \lg (U_s/U_n) \quad \text{dB} \quad \text{أو} \quad R = 10 \lg (P_s/P_n) \quad \text{dB}$$

ويعبر بنفس الطريقة عن نسبة الإشارة المطلوبة إلى إشارة غير مطلوبة.

2.7 نسبة الحماية

هي إما نسبة قدرة الإشارة المطلوبة (P_w) إلى الحد الأقصى المسموح به من قدرة إشارة التداخل (P_i)، أو نسبة شدة مجال الإشارة المطلوبة (E_w) إلى الحد الأقصى المسموح به من مجال إشارة التداخل (E_i). ويعبر عنها بالديسيبل:

$$A = 20 \lg (E_w/E_i) \quad \text{dB} \quad \text{أو} \quad A = 10 \lg (P_w/P_i) \quad \text{dB}$$

3.7 نسبة الموجة الحاملة إلى كثافة الضوضاء الطيفية (C/N_0)

هي النسبة $P_c/(P_n/\Delta f)$ حيث P_c هي قدرة الموجة الحاملة و P_n قدرة الضوضاء و Δf عرض نطاق التردد المقابل. ولهذه النسبة بعد ترددي، ولذلك لا يمكن التعبير عنها بالديسيبل دون الاحتراس لأن القدرة ليست مرتبطة بالتردد على أساس محدد جيداً.

ويمكن التعبير عن هذه النسبة بالاقتران مع كمية مرجعية مثل 1 W/(W/Hz) تشير بوضوح إلى مصدر النتيجة.

وعلى سبيل المثال إذا كانت $P_c = 2 \text{ W}$ و $P_n = 20 \text{ mW}$ و $\Delta f = 1 \text{ MHz}$ فيما يتعلق بالتعبير اللوغاريتمي المقابل للنسبة C/N_0 ، عندئذ:

$$10 \lg \frac{P_c}{P_n/\Delta f} = 50 \quad \text{dB(W/(W/kHz))}$$

ويمكن اختزال هذه العبارة لتصبح 50 dB(kHz)، إذا لم يترتب عنها أي التباس.

4.7 نسبة الطاقة إلى الكثافة الطيفية للضوضاء

في حالة نسبة "الطاقة في كل بته إلى الكثافة الطيفية للضوضاء" E_b/N_0 التي تستعمل في الإرسالات الرقمية، تكون النسبة بين كميتين متجانستين مع الكثافة الطيفية للقدرة، ويمكن التعبير عن هذه النسبة بالديسيبل، على غرار نسب القدرة (راجع الفقرة 1.7). إلا أنه من الضروري الحرص على تماثل الوحدات المستعملة للتعبير عن كلا حدي النسبة أي جول (J) مثلاً بالنسبة إلى الطاقة وواط في الهرتز (W/Hz) بالنسبة إلى الكثافة الطيفية للضوضاء.

5.7 رقم الجدارة (M)

رقم الجدارة (M) الذي ينسب إلى محطة استقبال راديوية هو تعبير لوغاريتمي يرتبط بكسب الهوائي G (مقدراً بالديسيبل) وحرارة الضوضاء الإجمالية T (مقدرة بوحدة كلفين) على نحو ما يلي:

$$M = [G - 10 \lg (T/1 \text{ K})] \quad \text{dB(W/(W \cdot K))}$$

ويمكن اختزال ترميز الديسيبل بحيث يصبح dB(K⁻¹) ولكن يتعين تجنب ذلك إذا كان يؤدي إلى الالتباس.

8 ترميزات خاصة

فيما يلي أمثلة على ترميزات خاصة يمكن الإبقاء على استعمالها. وهي كثيراً ما تُستخدم إلى جانب الترميزات الأخرى.

بالنسبة إلى السوية المطلقة للقُدرة (راجع الفقرات 1.6 و 2.6 و 6.6)

السوية المطلقة للقُدرة بالنسبة إلى 1 واط معبراً عنها بالديسيبل؛	:dBW
السوية المطلقة للقُدرة بالنسبة إلى 1 ميللي واط معبراً عنها بالديسيبل؛	:dBm
السوية المطلقة للقُدرة بالنسبة إلى 1 ميللي واط، معبراً عنها بالديسيبل، وتشير إلى نقطة السوية النسبية الصفرية؛	:dBm0
السوية المطلقة للقُدرة العيادية (مرجّحة بالنسبة إلى المهاتفة) بالنسبة إلى 1 ميللي واط، معبراً عنها بالديسيبل، وتشير إلى نقطة السوية النسبية الصفرية؛	:dBm0p
السوية المطلقة للقُدرة بالنسبة إلى 1 ميللي واط، معبراً عنها بالديسيبل، وتشير إلى نقطة السوية النسبية الصفرية في إرسال البرامج الصوتية؛	:dBm0s
السوية المطلقة للقُدرة العيادية (مرجّحة بالنسبة إلى إرسال البرامج الصوتية) بالنسبة إلى 1 ميللي واط، معبراً عنها بالديسيبل، وتشير إلى نقطة السوية النسبية الصفرية في إرسال البرامج الصوتية.	:dBm0ps

بالنسبة إلى السوية المطلقة للمجال الكهرومغناطيسي (راجع الفقرة 7.6)

السوية المطلقة للمجال الكهرومغناطيسي بالنسبة إلى 1 $\mu\text{V/m}$ ، معبراً عنها بالديسيبل؛	:dB μ أو dBu
بالنسبة إلى السوية المطلقة للتوتر، بما في ذلك سوية ضوضاء التردد الصوتي (راجع الفقرة 6.6)	
السوية المطلقة للتوتر بالنسبة إلى 0,775 فلط؛	:dBu
السوية المطلقة للتوتر بالنسبة إلى 0,775 فلط، وتشير إلى نقطة السوية النسبية الصفرية؛	:dBu0
السوية المطلقة للتوتر بالنسبة إلى 0,775 فلط، وتشير إلى نقطة السوية النسبية الصفرية، في إرسال البرامج الصوتية؛	:dBu0s
السوية المطلقة للتوتر بالنسبة إلى 0,775 فلط؛	:dBq
السوية المطلقة للتوتر المرّجح في إرسال البرامج الصوتية؛	:dBqps
السوية المطلقة للتوتر المرّجح بالنسبة إلى 0,775 فلط، وتشير إلى نقطة السوية النسبية الصفرية في إرسال البرامج الصوتية؛	:dBq0ps
السوية المطلقة للتوتر غير المرّجح في إرسال البرامج الصوتية بالنسبة إلى 0,775 فلط، وتشير إلى نقطة السوية النسبية الصفرية.	:dBq0s

بالنسبة إلى السوية النسبية للقُدرة (راجع الفقرة 2.6)

:dBr

بالنسبة إلى السوية النسبية لتوتر التردد الصوتي (راجع الفقرة 6.6)

:dBrs السوية النسبية للتوتر المعبر عنها بالديسيبل وتشير إلى نقطة أخرى في إرسال البرامج الصوتية.

بالنسبة إلى السوية المطلقة للضغط الصوتي (راجع الفقرة 8.6)

dBA أو dBB أو dBC: سوية الضغط الصوتي المرجح بالنسبة إلى السوية 20 μPa مع الإشارة إلى منحني الترجيح المستعمل (المنحني A أو B أو C، انظر المعيار الدولي IEC 61672).

بالنسبة إلى كسب الهوائي (راجع الفقرة 2.5)

dBi: في علاقة مع هوائي متناح؛

dBd: في علاقة مع ثنائي قطب نصف موجي.

يحتوي المرفق 1 على مبدأ الترميز الذي أوصت به اللجنة الكهترقنية الدولية (IEC) للتعبير عن سوية كمية ما بالنسبة إلى سوية مرجعية محددة. وتمثل الترميزات المستعملة في هذه التوصية تطبيقات لهذا المبدأ.

المرفق 1

ترميز للتعبير عن مرجعية السوية

(الجزء 5 من المعيار الدولي IEC 60027-3)

يمكن الإشارة إلى سوية تمثل الكمية x مع الكمية المرجعية x_{ref} كما يلي:

$$L_x \text{ (بالنسبة إلى } x_{ref}) \text{ أو } L_x/x_{ref}$$

أمثلة:

بيان أن سوية ضغط صوتي معينة تزيد بمقدار 15 dB عن السوية المقابلة لضغط مرجعي قدره 20 μPa يمكن أن يكتب على النحو التالي:

$$L_p/20 \mu\text{Pa} = 15 \text{ dB} \quad \text{أو} \quad L_p \text{ (re } 20 \mu\text{Pa)} = 15 \text{ dB}$$

بيان أن سوية تيار يقل بمقدار 10 Np عن 1 أمبير (ampere) يمكن أن يكتب على النحو التالي:

$$L_I \text{ (بالنسبة إلى } 1 \text{ A)} = 10 - \text{Np}$$

بيان أن سوية قدرة معينة تزيد بمقدار 7 dB عن 1 ميلي واط يمكن أن يكتب على النحو التالي:

$$L_p \text{ (بالنسبة إلى } 1 \text{ mW)} = 7 \text{ dB}$$

بيان أن شدة مجال كهربائي معينة تزيد بمقدار 50 dB عن 1 ميكروفولت في المتر يمكن أن يكتب على النحو التالي:

$$L_E \text{ (بالنسبة إلى } 1 \mu\text{V/m)} = 50 \text{ dB}$$

لدى عرض المعطيات، لا سيما في شكل جداول أو في شكل رموز بيانية، كثيراً ما يحتاج الأمر إلى استعمال ترميز مكثف لبيان القيمة المرجعية. ومن ثم يمكن استعمال الشكل المكثف التالي الذي يوضحه تطبيق الأمثلة الواردة أعلاه:

dB(μ Pa 20) 15

Np(A 1) 10-

dB(mW 1) 7

dB(μ V/m 1) 50

ويحذف أحياناً الرقم 1 في تعبير الكمية المرجعية. ولا يوصى بذلك في الحالات التي قد يحدث فيها التباس.

عندما يتكرر استعمال سوية مرجعية ثابتة مراراً في سياق معين، وتفسر هذه السوية في السياق، يمكن حذف هذه السوية المرجعية¹.

¹ إن حذف السوية المرجعية الذي سمحت به اللجنة الكهروتقنية الدولية (IEC) لا يسمح به في نصوص قطاع الاتصالات الراديوية وقطاع تقييس الاتصالات التابعين للاتحاد الدولي للاتصالات.