



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

B.12

MOYENS D'EXPRESSION

**EMPLOI DU DÉCIBEL ET DU NÉPER
DANS LES TÉLÉCOMMUNICATIONS**

Recommandation UIT-T B.12

(Extrait du *Livre Bleu*)

NOTES

1 La Recommandation B.12 de l'UIT-T a été publiée dans le fascicule I.3 du Livre Bleu. Ce fichier est un extrait du Livre Bleu. La présentation peut en être légèrement différente, mais le contenu est identique à celui du Livre Bleu et les conditions en matière de droits d'auteur restent inchangées (voir plus loin).

2 Dans la présente Recommandation, le terme «Administration» désigne indifféremment une administration de télécommunication ou une exploitation reconnue.

© UIT 1988, 1993

Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'UIT.

Recommandation B.12¹⁾

EMPLOI DU DÉCIBEL ET DU NÉPER DANS LES TÉLÉCOMMUNICATIONS²⁾

Le CCITT,

considérant

- (a) l'utilisation fréquente par le CCIR et le CCITT du décibel et du néper pour exprimer les grandeurs;
- (b) la Publication 27-3 (1974) de la CEI sur les "grandeurs et unités logarithmiques";
- (c) la collaboration de la CMV avec le Comité d'études n° 25 de la CEI, qui pourrait permettre une coordination afin de mettre au point de nouvelles Recommandations;
- (d) la norme internationale ISO 31;
- (e) la commodité d'utiliser une seule unité pour exprimer sous forme logarithmique les valeurs numériques des spécifications internationales et les résultats de mesures dans les échanges au niveau international;
- (f) l'emploi, dans les radiocommunications, du seul décibel pour exprimer des résultats de mesures sous forme logarithmique;
- (g) le besoin de publier un guide en la matière au sein de l'UIT,

recommande

que les symboles utilisés pour l'expression logarithmique de grandeurs en relation directe ou indirecte avec une puissance soient choisis selon les directives contenues dans l'annexe A.

ANNEXE A

(à la Recommandation B.12)

Emploi du décibel et du néper

A.1 Définition du décibel

A.1.1 Le *bel*, de symbole B, sert à exprimer le *rapport de deux puissances* par le logarithme décimal de ce rapport. Cette unité est désuète et, en pratique, on emploie le *décibel*, de symbole dB, qui est le dixième du bel.

A.1.2 Le décibel permet d'exprimer le rapport de deux *grandeurs de champ*, telles qu'une tension, un courant, une pression acoustique, un champ électrique, une vitesse ou une densité de charge, dont le carré est proportionnel à une puissance dans les systèmes linéaires. Pour obtenir la même valeur numérique qu'avec un rapport de puissances, le logarithme du rapport des grandeurs de champ est multiplié par le facteur 20, en supposant que les impédances sont égales.

La relation entre un rapport de courants ou de tensions et le rapport des puissances correspondantes dépend des impédances. Par conséquent, si les impédances sont inégales, il ne convient d'utiliser le décibel que si des précisions sont fournies sur ces impédances.

1) Un texte analogue sera soumis au CCIR comme révision de la Recommandation 574-2.

2) Dans la présente Recommandation, la notation lg est utilisée pour le logarithme décimal conformément à la norme ISO 31 (partie XI) et selon l'usage en vigueur à la CEI (Publication 27-3). La notation log₁₀ est également utilisée à l'ISO et à la CEI.

Par exemple, si P_1 et P_2 sont deux puissances, leur rapport exprimé en décibels est:

$$10 \lg \frac{P_1}{P_2}$$

Si P_1 et P_2 représentent les puissances dissipées par les courants I_1 et I_2 dans les résistances R_1 et R_2 :

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

A.1.3 Le décibel permet aussi d'exprimer le rapport de deux valeurs d'une grandeur liée à la puissance par une relation bien déterminée. Dans ce cas, le logarithme de ce rapport doit être multiplié par un facteur représentant la relation qui lie la grandeur à une puissance et un terme représentant un facteur multiplicatif peut lui être ajouté.

Les formules correspondantes et un exemple sont donnés au §1.2 de l'appendice I.

A.2 Définition du néper

Le *néper*, de symbole Np, sert à exprimer le rapport de deux grandeurs de champ telles que tension ou courant, dont le carré est proportionnel à une puissance, par le logarithme népérien de ce rapport. La valeur en népers d'un rapport de puissances est la moitié du logarithme népérien du rapport des puissances. Les valeurs en népers du rapport de deux grandeurs de champ et des puissances correspondantes ne sont égales que si les impédances sont égales.

Un néper correspond à la valeur de e d'un rapport de grandeur de champ et à la valeur de e^2 d'un rapport de grandeur de puissance.

On emploie aussi des sous-multiples tels que le décinéper (dNp).

Dans certains domaines, on exprime parfois en népers le logarithme d'un rapport de puissances sans le facteur 1/2. C'est, par exemple, le cas de la profondeur optique ou affaiblissement en radiométrie. Un tel usage est déconseillé dans les télécommunications pour éviter toute ambiguïté. Le néper défini ainsi vaudrait en effet 4,34 dB et non 8,68 dB comme dans l'usage courant.

A.3 Emplois respectifs du décibel et du néper

Les pays conservent la latitude d'utiliser soit le néper, soit le décibel aux fins des mesures faites dans les limites de leur territoire et pour éviter d'inutiles conversions, les pays qui le préfèrent peuvent continuer à utiliser entre eux le néper par accord bilatéral.

Pour l'échange international de renseignements sur les mesures de transmission et les valeurs connexes, ainsi que pour les valeurs numériques des spécifications internationales, la seule expression logarithmique à utiliser est le décibel.

Pour les calculs théorique et scientifiques, dans lesquels des rapports sont exprimés sous forme de logarithmes népériens, le néper est toujours utilisé, implicitement ou explicitement.

A la suite de certains calculs sur des grandeurs complexes, on obtient une partie réelle en népers et une partie imaginaire en radians. Des facteurs de conversion permettent de passer aux décibels ou aux degrés.

Les facteurs de conversion entre le néper et le décibel sont les suivants:

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

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

A.4 Règles d'emploi des symboles comportant le symbole dB

En ce qui concerne les symboles comportant le symbole dB, il convient d'appliquer autant que possible les règles suivantes:

A.4.1 Symbole dB sans indication supplémentaire

Le symbole dB sans indication supplémentaire devrait servir à désigner une différence entre deux niveaux de puissance ou un rapport de deux puissances, de deux densités de puissance, ou de deux autres grandeurs clairement liées à la puissance.

A.4.2 Symbole dB suivi d'indications supplémentaires entre parenthèses

Le symbole dB suivi d'indications supplémentaires entre parenthèses devrait servir à désigner un niveau absolu de puissance, de puissance surfacique ou de toute autre grandeur clairement liée à la puissance, en relation avec une valeur de référence placée entre parenthèses. Dans certains cas cependant, l'utilisation courante peut donner lieu à des symboles simplifiés, tels que dBm au lieu de dB(mW).

A.4.3 Symbole dB suivi d'indications supplémentaires sans parenthèses

Le symbole dB suivi d'indications supplémentaires sans parenthèses devrait servir à désigner, par convention, des conditions spéciales, telles que des mesures faites au moyen de filtres spécifiés ou en un point spécifié d'un circuit.

A.5 Affaiblissement et gain

L'*affaiblissement*, ou *perte*, est une diminution entre deux points d'une puissance électrique, électromagnétique ou acoustique. L'affaiblissement est aussi l'expression quantitative d'une diminution de puissance, généralement en décibels; cette diminution est exprimée par le rapport des valeurs en deux points d'une puissance ou d'une grandeur liée à la puissance d'une manière bien définie.

Le *gain* est l'augmentation entre deux points d'une puissance électrique, électromagnétique ou acoustique. Le gain est aussi l'expression quantitative d'une augmentation de puissance, généralement en décibels; cette augmentation est exprimée par le rapport entre les valeurs en deux points d'une puissance ou d'une quantité liée à la puissance d'une manière bien définie.

On doit donner la désignation exacte de l'affaiblissement ou du gain considéré (par exemple, affaiblissement sur images, affaiblissement d'insertion, gain d'antenne), ce qui revient en fait à préciser la définition du rapport considéré (impédance terminale, conditions de référence, etc.).

A.5.1 Affaiblissement de transmission (références: Recommandation 341, Vol. V du CCIR et Recommandation 573, terme A43, Vol. XIII du CCIR)

C'est le rapport, exprimé en décibels, de la puissance émise (P_t) à la puissance reçue (P_r):

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

A.5.2 Gain d'une antenne (références: Règlement des radiocommunications, article 1, numéro 154 et Recommandation 573, terme E04, Vol. XIII du CCIR)

C'est le "rapport généralement exprimé en décibels, entre la puissance nécessaire à l'entrée d'une antenne de référence sans pertes (P_0) et la puissance fournie à l'entrée de l'antenne donnée (P_a) pour que les deux antennes produisent dans le même champ ou la même puissance surfacique, à la même distance":

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

A.6 Niveaux

Dans de nombreux cas, pour comparer une grandeur, soit x , avec une grandeur de référence spécifiée de la même espèce (et ayant les mêmes dimensions), $x_{\text{réf}}$, on utilise le logarithme du rapport $x/x_{\text{réf}}$. Cette expression logarithmique est souvent appelée "niveau de x (par rapport à $x_{\text{réf}}$)" ou "niveau x (par rapport à $x_{\text{réf}}$)". En utilisant le symbole littéral généralement adopté pour le niveau, L , le niveau de la grandeur x peut s'écrire L_x .

D'autres désignations et d'autres symboles existent et peuvent être utilisés. x peut représenter une grandeur "simple", par exemple une puissance P , ou un rapport, par exemple P/A où A représente une aire. On suppose ici que $x_{\text{réf}}$ a une valeur fixe, par exemple 1 mW, 1 W, 1 $\mu\text{W}/\text{m}^2$, 20 μPa , 1 $\mu\text{V}/\text{m}$.

Le niveau qui représente la grandeur x avec la grandeur de référence $x_{\text{réf}}$ peut s'exprimer par le symbole: L_x (par rapport à $x_{\text{réf}}$), et peut s'exprimer en décibels quand la grandeur de référence est une puissance, ou une grandeur liée de façon bien définie à la puissance.

Exemple:

Le fait que le niveau d'une certaine puissance, P , est supérieur de 15 dB au niveau correspondant à 1 W peut s'exprimer par:

$$L_p \text{ (par rapport à 1 W)} = 15 \text{ dB, ce qui signifie } 10 \lg (P/1 \text{ W}) = 15^3)$$

$$\text{ou } 10 \lg P \text{ (en watts)} = 15$$

Dans de nombreux cas, il est commode d'utiliser une notation condensée se rapportant uniquement à l'unité, en l'occurrence ici:

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

On peut supprimer le nombre 1 dans l'expression de la grandeur de référence, mais cela n'est pas recommandé dans les cas où il y a un risque de confusion. (Cette suppression a été faite dans certains des exemples donnés plus loin.) Autrement dit, lorsqu'aucun autre nombre n'est indiqué, c'est le nombre 1 qui est sous-entendu.

Il existe un système de notations abrégées pour des cas particuliers, par exemple dBW, dBm, dBm0. Voir plus loin au § A.8.

On trouvera ci-après un certain nombre d'exemples dans lesquels le niveau de référence est exprimé après l'unité, sous une forme condensée. Il faut signaler que la notation condensée est souvent insuffisante pour caractériser une certaine grandeur, auquel cas il faut donner une définition claire ou toute autre description appropriée de la grandeur en question.

A.6.1 Puissance

Le "niveau absolu de puissance" correspond au rapport de P et d'une puissance de référence, par exemple 1 W.

Si $P = 100 \text{ W}$ et si la puissance de référence est 1 W, on obtient:

$$\begin{aligned} L_p &= 10 \lg (P/1 \text{ W}) \text{ dB} \\ &= 10 \lg (100 \text{ W}/1 \text{ W}) \text{ dB} \\ &= 20 \text{ dB} \end{aligned}$$

la notation condensée étant 20 dB(1 W) ou 20 dBW, dBW étant l'abréviation de dB(1 W). Si la puissance de référence est 1 mW et si $P = 100 \text{ W}$, on obtient 50 dB(1 mW), la notation spéciale mentionnée précédemment étant ici 50 dBm, dBm étant l'abréviation de dB(1 mW). Les notations dBW et dBm sont couramment utilisées au CCIR et au CCITT. Voir plus loin au § A.8.

A.6.2 Densité spectrale de puissance (puissance spectrique)

L'expression logarithmique correspond au rapport de $P/\Delta f$ (où Δf désigne une largeur de bande) et d'une grandeur de référence, par exemple 1 mW/kHz. P peut être une puissance de bruit. Dans ce cas, comme dans tous les autres cas, on prend le logarithme d'un nombre sans dimensions.

On a ici comme exemple de notation condensée: 7 dB(mW/kHz) ou, ce qui revient au même: 7 dB(W/MHz) ou encore: 7 dB(μ W/Hz).

A.6.3 Puissance surfacique

L'expression logarithmique correspond au rapport de P/A (où A désigne une aire) et d'une puissance surfacique de référence, par exemple 1 W/m². On peut, par exemple, avoir la notation suivante:

$$\begin{aligned} &-40 \text{ dB(W/m}^2\text{)} \\ \text{ou} &-10 \text{ dB(mW/m}^2\text{)}. \end{aligned}$$

A.6.4 Densité de puissance rapportée à une température

L'expression logarithmique correspond au rapport de P/T (où T désigne une température) et d'une densité de puissance de référence, par exemple 1 mW/K où K est le symbole de l'unité kelvin.

³⁾ Dans le rapport ($P/1 \text{ W}$), il convient, bien entendu, d'exprimer P en watts.

Exemple: 45 dB(mW/K)

ou 15 dB(W/K).

A.6.5 Densité spectrale de puissance surfacique

L'expression logarithmique correspond au rapport de $P/(A \cdot \Delta f)$ et d'une densité de référence, par exemple $1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{Hz})$.

Exemple: -18 dB(W/(m² · Hz))

ou -18 dB(W · m⁻² · Hz⁻¹).

On utilise parfois la variante dB(W/(m² · 4 kHz)).

A.6.6 Niveau absolu de champ électromagnétique

Le champ électromagnétique peut s'exprimer par une puissance surfacique (P/A), par un champ électrique, E , ou par un champ magnétique, H . Le niveau du champ L_E est le logarithme du rapport de E et d'un champ de référence, le plus souvent $1 \mu\text{V}/\text{m}$.

Exemple de notation condensée:

$L_E = 5 \text{ dB}(\mu\text{V}/\text{m})$.

Comme la puissance transportée par le champ électromagnétique est liée au carré du champ électrique, cette notation signifie:

$$20 \lg E(\mu\text{V}/\text{m}) = 5$$

A.6.7 Niveau de pression acoustique

Ce niveau correspond au rapport d'une pression acoustique et d'une pression de référence, le plus souvent $20 \mu\text{Pa}$.

Exemple: 15 dB(20 μPa).

Comme la puissance acoustique est liée au carré de la pression acoustique, cette notation signifie:

$$20 \lg (p/20 \mu\text{Pa}) = 15^4$$

A.7 Rapports exprimant une qualité de transmission

A.7.1 Rapport signal à bruit

Il s'agit soit du rapport de la puissance du signal (P_s) à la puissance de bruit (P_n), soit du rapport de la tension du signal (U_s) à la tension efficace du bruit (U_n), mesurés en un même point dans des conditions spécifiées. Il s'exprime en décibels:

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

On exprime de la même façon le rapport du signal utile au signal perturbateur. Des définitions précises sont données dans la Recommandation 573-1 du CCIR, termes F21 et F23.

A.7.2 Rapport de protection

Il s'agit, soit du rapport de la puissance du signal utile (P_w) à la puissance du signal brouilleur maximal admissible (P_i), soit du rapport du champ du signal utile (E_w) au champ du signal brouilleur maximal admissible (E_i). Il s'exprime en décibels:

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

Des définitions plus précises des rapports de protection sont données dans la Recommandation 573-1 du CCIR, termes F22 et F24.

4) Dans le rapport ($p/20 \mu\text{Pa}$), il convient, bien entendu, d'exprimer ces deux pressions acoustiques dans la même unité.

A.7.3 Rapport "porteuse à densité spectrale de bruit" (C/N_0)

Il s'agit du rapport $P_c / (P_n / \Delta f)$ dans lequel P_c désigne la puissance d'une porteuse, P_n , la puissance d'un bruit et Δf la largeur de bande correspondante. Ce rapport étant homogène à une fréquence, il ne peut pas s'exprimer sans précaution à l'aide d'un décibel, car la puissance n'est pas liée à la fréquence de façon bien définie.

Il est proposé d'exprimer ce rapport au moyen d'une grandeur de référence, telle que 1 W/(W/Hz) qui indique bien l'origine du résultat obtenu.

Par exemple, si $P_c = 2\text{W}$, $P_n = 20\text{mW}$ et $\Delta f = 1\text{ MHz}$, on obtient, pour l'expression logarithmique correspondant à C/N_0 :

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

On abrège cette expression en 50 dB(kHz), qui est d'ailleurs à éviter si elle entraîne une confusion.

A.7.4 Facteur de qualité (M)

Le facteur de qualité (M) caractérise une station de réception radioélectrique et est une expression logarithmique tenant compte du gain G de l'antenne (exprimé en décibels) et de la température de bruit globale T (exprimée en kelvins) de la façon suivante:

$$M = \left[G - 10 \lg \frac{T}{1\text{K}} \right] \text{dB (W / (W.K))}$$

On peut abréger cette notation en dB(K⁻¹) qui est d'ailleurs à éviter si elle entraîne une confusion.

A.8 Notations particulières

On donne ici des exemples de notations particulières, dont l'utilisation peut être maintenue. Elles coexistent souvent avec d'autres notations.

Pour le niveau absolu de puissance (voir l'appendice I, § I.1.1):

- dBW: niveau absolu de puissance par rapport à 1 watt, exprimé en décibels;
- dBm: niveau absolu de puissance par rapport à 1 milliwatt, exprimé en décibels;
- dBm0: niveau absolu de puissance par rapport à 1 milliwatt, exprimé en décibels, rapporté en un point de niveau relatif zéro;
- dBm0p: niveau absolu de puissance psophométrique (pondération pour la téléphonie) par rapport à 1 milliwatt, exprimé en décibels, rapporté en un point de niveau relatif zéro;
- dBm0s: niveau absolu de puissance par rapport à 1 milliwatt, exprimé en décibels, rapporté en un point de niveau relatif zéro pour une transmission radiophonique;
- dBm0ps: niveau absolu de puissance psophométrique (pondération pour une transmission radiophonique) par rapport à 1 milliwatt, exprimé en décibels, rapporté en un point de niveau relatif zéro pour une transmission radiophonique.

Pour le niveau absolu de champ électromagnétique (voir l'appendice I, § I.2.1):

dB μ ou dBu: niveau absolu de champ électromagnétique par rapport à 1 $\mu\text{V/m}$, exprimé en décibels.

Pour le niveau absolu de tension y compris le niveau de bruit en audiofréquence (voir l'appendice I, § I.2.2 et I.2.3):

- dBu: niveau absolu de tension par rapport à 0,775 V, exprimé en décibels.
- dBu0: niveau absolu de tension par rapport à 0,775 V, rapporté en un point de niveau relatif zéro.
- dBu0s: niveau absolu de tension par rapport à 0,775 V rapporté en un point de niveau zéro, dans une transmission radiophonique.
- dBqps: niveau absolu de tension pondérée mesuré conformément aux dispositions de la Recommandation 468 Volume X-1 du CCIR, dans une transmission radiophonique.

dBq0ps: niveau absolu de tension pondérée mesuré conformément aux dispositions de la Recommandation 468 Volume X-1 du CCIR et rapporté en un point de niveau relatif zéro, dans une transmission radiophonique.

dBq0s: niveau absolu de tension non pondérée mesuré conformément aux dispositions de la Recommandation 468 Volume X-1 du CCIR par rapport à 0,775 V et rapporté en un point de niveau relatif zéro dans une transmission radiophonique.

Pour le niveau relatif de puissance (voir l'appendice I, § I.1.2):

dB_r: décibel (relatif);

Pour le niveau relatif de tension dans une transmission radiophonique (voir l'appendice I, § I.2.4):

dB_rs: niveau relatif de tension exprimé en décibels rapporté en un autre point pour une transmission radiophonique.

Pour le niveau absolu de pression acoustique:

dBA, dBB, ou dBC: niveau de pression acoustique pondérée, par référence au niveau 20 µPa, avec indication de la courbe de pondération utilisée (courbe A, B ou C – voir la Publication 123 de la CEI).

Pour le gain d'antenne par rapport à l'antenne isotrope:

dB_i.

Pour le gain d'antenne par rapport à un doublet demi-onde:

dB_d.

Remarque 1 – Dans le cas du rapport “énergie par élément binaire à densité spectrale de bruit” (E/N_0) qui intervient dans les transmissions numériques, on fait le rapport de deux grandeurs qui sont homogènes, à des densités spectrales de puissance, et ce rapport peut normalement être exprimé en décibels, comme les rapports de puissances (voir le § A.1 ci-dessus). Il convient toutefois de s'assurer que les unités utilisées pour exprimer chacun des termes du rapport sont bien équivalentes, par exemple, le joule (J) pour l'énergie et le watt par hertz (W/Hz) pour la densité spectrale de puissance de bruit.

Remarque 2 – On trouvera à l'appendice I des précisions sur l'emploi du terme décibel en télécommunication.

Les exemples donnés dans la présente Recommandation constituent une illustration de ces principes.

Remarque 3 – On trouvera à l'appendice II le principe de la notation recommandée par la CEI pour exprimer le niveau d'une grandeur par rapport à une référence spécifiée. Les notations utilisées dans la présente Recommandation constituent une application de ce principe.

APPENDICE I

(à la Recommandation B.12)

Emploi du terme décibel en télécommunication

I.1 *Emploi du décibel pour des rapports de grandeurs liées directement à une puissance*

I.1.1 *Niveau absolu de puissance*

Le niveau absolu de puissance est le rapport, généralement exprimé en décibels, de la puissance d'un signal en un point d'une voie de transmission, à une puissance de référence spécifiée.

Dans chaque cas, il y a lieu de spécifier si la puissance est active ou apparente.

Il est nécessaire de préciser par un symbole la puissance de référence:

- lorsque la puissance de référence est égale à un watt, le niveau absolu de puissance s'exprime en “décibel par rapport au watt” et on utilise le symbole “dBW”;

- lorsque la puissance de référence est égale à un milliwatt, le niveau absolu de puissance s'exprime en “décibel par rapport au milliwatt” et on utilise le symbole “dBm”.

I.1.2 Niveau relatif de puissance et notions connexes

I.1.2.1 Définition

Le niveau relatif de puissance est le rapport, généralement exprimé en décibels, de la puissance d'un signal en un point d'une voie de transmission, à cette même puissance en un autre point de la voie choisi comme référence, en général l'origine de la voie.

Dans chaque cas, il y a lieu de spécifier si la puissance est active ou apparente.

Sauf spécification contraire, le niveau relatif de puissance est le rapport de la puissance d'un signal sinusoïdal de mesure, à 800 ou 1000 Hz, en un point de la voie à la puissance de ce signal au point de référence pour la transmission.

I.1.2.2 Point de référence pour la transmission

Dans l'ancien plan de transmission, le CCITT avait défini “le point de niveau relatif zéro” comme étant l'origine à deux fils d'un circuit à grande distance (point 0 de la figure I-1/B.12).

Dans le plan de transmission recommandé actuellement, le niveau relatif doit être $-3,5$ dBr à l'extrémité virtuelle, du côté émission, d'un circuit international à quatre fils (point V de la figure I-2/B.12). Le “point de référence pour la transmission” ou “point de niveau relatif zéro” (point T de la figure I-2/B.12) est un point virtuel à deux fils qui serait relié à V par l'intermédiaire d'un transformateur différentiel ayant un affaiblissement de $3,5$ dB. La charge conventionnelle utilisée pour le calcul du bruit sur les systèmes à courants porteurs multivoies correspond à un niveau absolu de puissance moyenne de -15 dBm au point T.

I.1.2.3 Signification de “dBm0”

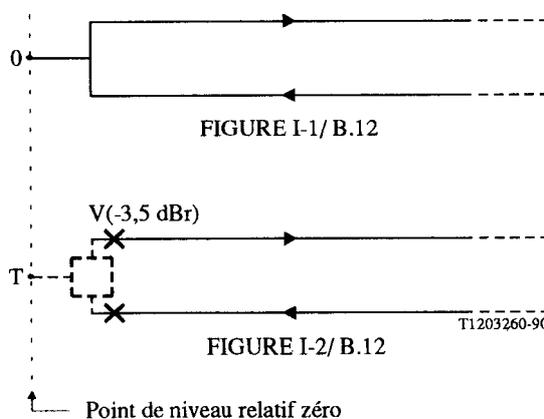
Si un signal de mesure, ayant un niveau absolu de puissance L_M (en dBm), est appliqué au point T, le niveau absolu de puissance du signal qui apparaît au point X, où le niveau relatif est L_{XR} (en dBr), sera $L_M + L_{XR}$ (en dBm).

Inversement, si un signal en X a un niveau absolu de puissance L_{XA} (en dBm), il est souvent commode de le “rapporter en un point de niveau relatif zéro” en calculant L_0 (en dBm0) par la formule:

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

On peut utiliser cette formule, non seulement pour des signaux, mais aussi pour un bruit (pondéré ou non), ce qui aide à calculer le rapport signal sur bruit.

Remarque – Des explications plus détaillées pour les § I.1.2.1 et I.1.2.2 ci-dessus figurent dans les Recommandations G.101, § 5 et G.223, publiées dans le tome III.



I.1.3 Densité de puissance

Définition: Quotient d'une puissance par une autre grandeur, par exemple une aire, une largeur de bande, une température.

Remarque 1 – Le quotient d'une puissance par une aire est appelé “puissance surfacique” et est habituellement exprimé en “watts par mètre carré” (symbole: $W \cdot m^{-2}$ ou W/m^2).

Le quotient d'une puissance par une largeur de bande de fréquences est appelé “densité spectrale de puissance” ou “puissance spectrique” et peut être exprimé en “watts par hertz” (symbole: $W \cdot Hz^{-1}$ ou W/Hz). Il peut aussi être exprimé en une unité faisant intervenir une largeur de bande caractéristique de la technique concernée, par exemple 1 kHz ou 4 kHz en téléphonie analogique, 1 MHz en transmission numérique ou en télévision; la densité spectrale de puissance s'exprime alors en “watts par kilohertz” (W/kHz) ou en “watts par 4 kHz” ($W/4 kHz$) ou encore en “watts par mégahertz” (W/MHz).

Le quotient d'une puissance par une température, utilisé en particulier dans le cas des puissances de bruit, n'a pas reçu de nom spécifique. On l'exprime habituellement en “watts par kelvin” (symbole: $W \cdot K^{-1}$ ou W/K).

Remarque 2 – On peut dans certains cas utiliser une combinaison de plusieurs types de densités de puissance, par exemple, une “densité spectrale de puissance surfacique”, qui s'exprime en “watts par mètre carré et par hertz” [symbole: $W \cdot m^{-2} \cdot Hz^{-1}$ ou $W/(m^2 \cdot Hz)$].

I.1.4 Niveau absolu de densité de puissance

Définition: Expression sous forme logarithmique, le plus souvent en décibel, du rapport entre la densité de puissance en un point considéré et une densité de puissance de référence.

Remarque – Par exemple, si on choisit comme puissance surfacique de référence le watt par mètre carré, les niveaux absolus de puissance surfacique sont exprimés en “décibels par rapport au watt par mètre carré” [symbole: $dB(W/m^2)$].

De même, si on choisit comme densité spectrale de puissance de référence le watt par hertz, les niveaux absolus de densité spectrale de puissance sont exprimés en “décibels par rapport au watt par hertz” [symbole: $dB(W/Hz)$].

Si on choisit comme référence de densité de puissance par unité de température le watt par kelvin, les niveaux absolus de densité de puissance par unité de température sont exprimés en “décibels par rapport au watt par kelvin” [symbole: $dB(W/K)$].

On peut facilement étendre cette notation à des densités combinées. Par exemple, les niveaux absolus de densité spectrale de puissance surfacique sont exprimés en “décibels par rapport au watt par mètre carré et par hertz” dont le symbole est: $dB(W/(m^2 \cdot Hz))$.

I.2 Emploi du décibel pour des rapports de grandeurs liées indirectement à une puissance

La pratique courante a conduit à étendre l'utilisation du terme décibel à des rapports de grandeurs qui ne sont qu'indirectement liées à la puissance ou qui y sont liées par l'intermédiaire d'une troisième grandeur. Dans ces divers cas, l'utilisation du décibel doit être faite avec beaucoup de précautions et en indiquant chaque fois les conventions faites et le domaine de validité de cette utilisation.

Un cas pratique extrêmement courant est celui où le rapport de deux puissances P_1 et P_2 dépend seulement du rapport des valeurs X_1 et X_2 d'une grandeur X par une relation de la forme:

$$P_1 / P_2 = (X_1 / X_2)^\alpha$$

α étant un nombre réel quelconque. Le nombre de décibels correspondant peut alors être calculé à partir du rapport

$$X_1/X_2 \text{ par la relation:} \\ N = 10 \lg(P_1 / P_2) = 10 \alpha \lg(X_1 / X_2) \quad \text{dB}$$

On doit noter qu'une grandeur X n'est pas toujours associée avec la même valeur du nombre α , et il n'est donc pas possible, sans autre indication, d'exprimer en décibel le rapport de deux valeurs de la grandeur X .

Le plus souvent, α est égal à 2, et on peut alors exprimer en décibel des rapports de courants, de tensions ou d'autres grandeurs analogues dans d'autres domaines, par:

$$N = 20 \lg(X_1 / X_2) \quad \text{dB}$$

Un exemple avec α différent de 2 est la relation entre le découplage de polarisation (XPD) et l'affaiblissement copolaire (CPA), qui est donnée par la relation empirique (voir le Rapport 722, Volume V du CCIR):

$$\text{XPD} = U - V \lg(\text{CPA}) \quad \text{dB}$$

I.2.1 Niveau absolu de champ électromagnétique

Dans certains services, on est amené à considérer le champ électromagnétique créé par un ensemble émetteur. Aux distances éloignées de l'antenne, ce champ est généralement défini par sa composante électrique E , pour laquelle il est souvent commode d'utiliser une échelle logarithmique.

Or, pour une onde non guidée se propageant dans le vide, ou en pratique dans l'air, on a une relation bien définie entre le champ électrique E et la puissance surfacique p :

$$E^2 = Z_0 p$$

Z_0 , qui est l'impédance intrinsèque du vide, ayant une valeur numérique fixe égale à 120π ohms. En particulier, un champ de 1 microvolt par mètre correspond à un niveau absolu de puissance surfacique de $-145,8$ dB(W/m²).

On peut alors définir un niveau absolu de champ électrique par la relation:

$$N = 20 \lg \left(\frac{E}{E_0} \right)$$

E_0 étant un champ de référence, généralement égal à 1 microvolt par mètre. Dans ce cas, N représente le niveau absolu de champ en "décibel par rapport à 1 microvolt par mètre", dont le symbole est "dB(μ V/m)".

Conformément à la norme internationale ISO 2955, le symbole "dB(uV/m)" peut être employé lorsque le jeu de caractères utilisé ne comprend pas les lettres grecques. Ce symbole est parfois lui-même abrégé en "dBu". Toutefois, ce dernier symbole a un autre emploi défini au § I.3.2.

I.2.2 Niveau absolu de tension

Le niveau absolu de tension est le rapport, généralement exprimé en décibels, de la tension d'un signal en un point d'une voie de transmission, à une tension de référence spécifiée.

Dans chaque cas, il y a lieu de spécifier la nature de la tension considérée, par exemple, une valeur efficace.

On adopte, en général, une tension de référence de valeur efficace 0,775 volt qui correspond à une puissance de 1 milliwatt dissipée dans une résistance de 600 ohms, car 600 ohms représentent une valeur grossièrement approchée de l'impédance caractéristique de certaines lignes téléphoniques symétriques.

I.2.2.1 Si l'impédance aux bornes de laquelle on mesure la tension U_1 est effectivement égale à 600 ohms, le niveau absolu de tension ainsi défini correspond au niveau absolu de puissance par rapport à 1 milliwatt, et par suite le nombre N représente exactement le niveau en décibel par rapport à 1 milliwatt (dBm).

I.2.2.2 Si l'impédance aux bornes de laquelle on mesure la tension U_1 est égale à R ohm, N est égal au nombre de dBm augmenté de la quantité $10 \log(R/600)$.

I.2.3 Niveau absolu de bruit audiofréquence en radiodiffusion dans l'enregistrement du son ou dans les transmissions radiophoniques

Pour mesurer le bruit audiofréquence en radiodiffusion, dans l'enregistrement du son ou dans les transmissions radiophoniques, on applique, en se servant normalement d'un réseau de pondération, la méthode décrite dans la Recommandation 468 pour la valeur de quasi-crête, en prenant une tension de référence de 0,775 V à 1 kHz et une impédance nominale de 600 ohms. On exprime normalement le résultat de la mesure en dBqp.

Remarque – Les notations “dBq” et “dBm” ne doivent pas être employées indifféremment. Dans les transmissions radiophoniques, la notation “dBq” est uniquement valable pour les mesures du niveau de bruit avec une ou plusieurs salves de signal sinusoïdal, tandis que la notation “dBm” ne s'applique qu'aux signaux sinusoïdaux utilisés pour le réglage du circuit.

I.2.4 Niveaux relatifs de tension de transmissions radiophoniques

Le niveau relatif de tension en un point d'une chaîne de transmission radiophonique est le rapport, exprimé en dB, du niveau de tension d'un signal en ce point par rapport au niveau de tension du même signal au point de référence. Ce rapport est exprimé en “dBrs”, “r” indiquant le “niveau relatif” et “s” que le rapport se réfère à des niveaux d'un système de “transmissions radiophoniques”. Au point de référence (point de niveau relatif zéro, 0 dBrs), un signal d'essai au niveau d'alignement (voir la Recommandation 645, Volume X-1 du CCIR) a un niveau de 0 dBu. Il convient de noter qu'il peut ne pas y avoir de point de niveau relatif 0 dans certaines chaînes de radiodiffusion. Cependant, il est encore possible de donner à des points de mesure et d'interconnexion un niveau (en dBrs) par rapport à un point fictif de référence.

I.3 Emploi du décibel, par extension, pour des rapports de grandeurs non liées à une puissance

I.3.1 Rapport de tensions

Dans certains domaines tels que celui des audiofréquences, la notion de puissance perd parfois de son intérêt au profit de la notion de tension. C'est, par exemple, le cas lorsqu'on associe en cascade des réseaux de dipôles à faible impédance de sortie et à forte impédance d'entrée: on s'éloigne ainsi volontairement des conditions d'adaptation d'impédance, pour simplifier la mise en œuvre de ces réseaux. Dans ces conditions, seuls les rapports de tensions, aux différents points de la chaîne, sont à prendre en considération.

Il est alors commode d'exprimer ces rapports de tension dans une échelle logarithmique, par exemple de base 10, en définissant le nombre N d'unités correspondantes à l'aide de la relation:

$$N = K \lg \left(\frac{U_1}{U_2} \right)$$

Dans cette relation, le coefficient K est *a priori* arbitraire. Cependant, par analogie avec la relation:

$$N = 20 \lg \left(\frac{U_1}{U_2} \right)$$

qui exprime en décibels le rapport des puissances dissipées dans deux résistances égales aux bornes desquelles sont appliquées respectivement les tensions U_1 et U_2 , on est conduit à adopter la valeur 20 pour le coefficient K . Le nombre N exprime alors en décibels le rapport des puissances qui correspondrait au rapport des tensions, si celles-ci étaient appliquées à des résistances égales, bien que cela ne soit généralement pas le cas en pratique.

I.3.2 Niveau absolu de tension

Si l'impédance aux bornes de laquelle on mesure la tension n'est pas précisée, on ne peut pas calculer le niveau de puissance correspondant. Cependant, on peut définir un nombre N selon la convention du § I.3.1 par rapport à une tension de référence, et l'exprimer en décibels. Pour éviter toute confusion, il faut impérativement préciser qu'il s'agit d'un niveau absolu de tension et il convient d'utiliser le symbole dBu. Il ne semble pas qu'une confusion est à craindre avec l'emploi défini au § I.2.1 comme niveau absolu de champ électromagnétique par rapport au microvolt par mètre. Si toutefois il y a risque de confusion, on doit écrire, au moins la première fois, dB(775 mV).

APPENDICE II

(à la Recommandation B.12)

Notation pour exprimer la référence d'un niveau

(5^e partie de la Publication 27-3 de la CEI)

Un niveau représentant la grandeur x avec la grandeur de référence $x_{réf}$ peut être indiqué par:

$$L_x \text{ (par rapport à } x_{réf}) \text{ ou par } L_x / x_{réf}$$

Exemples

Pour exprimer qu'un certain niveau de pression acoustique est de 15 dB au-dessus du niveau correspondant à la pression de référence de 20 μPa , on peut écrire:

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

Pour exprimer qu'un niveau de courant est de 10 Np au-dessous d'un ampère, on peut écrire :

$$L_I \text{ (par rapport à } 1 \text{ A)} = -10 \text{ Np}$$

Pour exprimer qu'un certain niveau de puissance est de 7 dB au-dessus d'un milliwatt, on peut écrire:

$$L_p \text{ (par rapport à } 1 \text{ mW)} = 7 \text{ dB}$$

Pour exprimer qu'un certain champ électrique est de 50 dB au-dessus d'un microvolt par mètre, on peut écrire:

$$L_E \text{ (par rapport à } 1 \mu\text{V/m)} = 50 \text{ dB}$$

Dans les présentations de données, particulièrement sous la forme de tableaux, ou dans les symboles graphiques, une notation condensée est souvent nécessaire pour identifier la valeur de référence. La forme condensée suivante, illustrée par son application aux exemples ci-dessus, peut alors être employée:

15 dB(20 μPa)

-10 Np(1 A)

7 dB(1 mW)

50 dB(1 $\mu\text{V/m}$)

Le nombre 1 est parfois omis dans l'expression de la grandeur de référence. Cette pratique n'est pas recommandée dans les cas où il y a un risque de confusion.

Quand on utilise de façon répétée un niveau de référence constant dans un contexte donné, où ce niveau est explicité, on peut l'omettre⁵⁾.

⁵⁾ L'omission du niveau de référence, permise par la CEI, n'est pas permise dans les textes du CCIR et du CCITT.