NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
27-3

Deuxième édition
Second edition
1989-11

Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique

Troisième partie:
Grandeurs et unités logarithmiques

Letter symbols to be used in electrical technology

Part 3:
Logarithmic quantities and units

Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 27-3: 1989

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- **«Site web» de la CEI***
- **Catalogue des publications de la CEI**
  Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
  Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas.*

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
  Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
  Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams.*

* See web site address on title page.

NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
27-3

Deuxième édition
Second edition
1989-11

Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique

Troisième partie:
Grandeurs et unités logarithmiques

Letter symbols to be used in electrical technology

Part 3:
Logarithmic quantities and units

International Electrotechnical Commission 3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
Telefax: +41 22 919 0300 e-mail: inmail@iec.ch IEC web site http: //www.iec.ch

Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE L

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

CONTENTS

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SYMBOLES LITTÉRAUX À UTILISER EN ÉLECTROTECHNIQUE
Troisième partie: Grandeurs et unités logarithmiques

PRÉAMBULE

1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.

2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.

3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 25 de la CEI: Grandeurs et unités, et leurs symboles littéraux.

Cette norme constitue la deuxième édition de la Publication 27-3 de la CEI. Elle remplace la première édition parue en 1974.

Le texte de cette norme est issu de la première édition et des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapports de vote
25(BC)93	25(BC)95 et 95A

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La publication suivante de la CEI est citée dans la présente norme:

Publication n° 50 (702): Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), chapitre 702: Oscillations, signaux et dispositifs associés (en préparation).

Autres publications citées:

ISO 31-11 (1978): Signes et symboles mathématiques à employer dans les sciences physiques et dans la technique.

ISO 2382-16 (1978): Traitement de l'information — Vocabulaire — Chapitre 16: Théorie de l'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LETTER SYMBOLS TO BE USED IN ELECTRICAL TECHNOLOGY
Part 3: Logarithmic quantities and units

FOREWORD

1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.

2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.

3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 25: Quantities and units, and their letter symbols.

This standard forms the second edition of IEC Publication 27-3 and supersedes the first edition issued in 1974.

The text of this standard is based on the first edition and the following documents:

Six Months' Rule	Reports on Voting
25(CO)93	25(CO)95 and 95A

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the Voting Reports indicated in the above table.

The following IEC publication is quoted in this standard:

Publication No. 50 (702): International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 702: Oscillations, signals and related devices (in preparation).

Other publications quoted:

ISO 31-11 (1978): Mathematical signs and symbols for use in the physical sciences and technology.

ISO 2382-16 (1978): Data processing — Vocabulary — Section 16: Information theory.

SYMBOLES LITTÉRAUX À UTILISER EN ÉLECTROTECHNIQUE

Troisième partie: Grandeurs et unités logarithmiques

DOMAINE D'APPLICATION ET INTRODUCTION

La présente norme s'applique aux grandeurs et unités logarithmiques.

Les grandeurs exprimables au moyen du logarithme d'une grandeur sans dimension, qui peut être, par exemple, un rapport de deux grandeurs physiques de même nature, peuvent être interprétées et traitées de différentes manières. Mais, dans beaucoup de cas, ces différences dans les principes n'affectent pas l'utilisation pratique.

Les grandeurs logarithmiques sont considérées ici dans le sens où, par exemple, elles permettent d'exprimer l'affaiblissement d'un certain réseau linéaire à deux accès par les expressions de validité équivalente A = 4,6 népers = 4,0 bels = 40 décibels, dans lesquelles 4,6, 4,0 et 40 représentent les valeurs numériques, et «néper», «bel» et «décibel» les unités qui sont entre elles dans des rapports déterminés.

Le fait que la présente norme soit basée sur certains principes et postulats n'implique aucune opinion supposant que d'autres principes ou postulats soient «vrais» ou «faux». Le propos de cette norme est le traitement des grandeurs logarithmiques, indépendamment de leur interprétation ou de leur application spécifique.

Le fait que seulement certaines grandeurs logarithmiques soient traitées ici en particulier n'implique pas que d'autres grandeurs logarithmiques ne puissent exister. Il est possible que de telles autres grandeurs soient traitées ultérieurement dans une nouvelle édition ou dans une publication séparée.

1. Grandeurs logarithmiques

1.1 *Généralités*

grandeur logarithmique

Grandeur exprimée par le logarithme du rapport de deux grandeurs de même nature (par exemple deux tensions, deux puissances, deux fréquences) ou par le logarithme d'une grandeur sans dimension. Pour une définition complète d'une grandeur logarithmique, la base des logarithmes doit être spécifiée.

Dans l'ensemble des grandeurs logarithmiques peuvent aussi être introduites des grandeurs qui sont les dérivées d'une grandeur logarithmique ou les quotients d'une grandeur logarithmique par une autre grandeur. Un exemple de dérivée est le coefficient d'affaiblissement (voir paragraphe 4.3).

Les grandeurs logarithmiques traitées ici en particulier sont celles concernant les circuits de transmission, les niveaux, les intervalles de fréquence et les quantités de décision.

Pour les circuits de transmission et les niveaux, nous avons à considérer deux ensembles de grandeurs aux rapports desquelles correspondent des grandeurs logarithmiques, à savoir les grandeurs de champ et les grandeurs de puissance.

Une *grandeur de champ* est une grandeur telle que tension, courant, pression acoustique, intensité de champ électrique, vitesse et densité de charge, dont le carré est proportionnel à une puissance dans les systèmes linéaires.

Une *grandeur de puissance* est soit une puissance, soit une grandeur directement proportionnelle à une puissance, par exemple densité d'énergie, intensité acoustique et intensité lumineuse.

LETTER SYMBOLS TO BE USED IN ELECTRICAL TECHNOLOGY

Part 3: Logarithmic quantities and units

SCOPE AND INTRODUCTION

This standard applies to logarithmic quantities and units.

Quantities that can be expressed as the logarithm of a dimensionless quantity, such as the ratio of two physical quantities of the same kind, can be regarded and treated in different ways. In many cases, differences in principle do not affect the practical treatment.

Logarithmic quantities are here treated in a way that makes it possible, for example, to express the attenuation of a certain linear two-terminal network by the equally valid expressions A = 4,6 nepers = 4,0 bels = 40 decibels, where 4,6, 4,0 and 40 are regarded as numerical values and "neper", "bel" and "decibel" as units with specified relationships.

The fact that this standard is based on certain principles and assumptions implies no opinion whether any other principle or assumption is "right" or "wrong". This standard relates to the handling of logarithmic quantities, without regard to their interpretation or specific application.

The fact that only some logarithmic quantities are particularly dealt with here does not imply that other logarithmic quantities do not exist. It is possible that other logarithmic quantities will be particularly dealt with in a later edition or separately.

1. Logarithmic quantities

1.1 *General*

logarithmic quantity

A quantity expressed as the logarithm of the ratio of two quantities of the same kind (two voltages, two powers, two frequencies) or as the logarithm of any dimensionless quantity. For a complete definition of a logarithmic quantity, the base of the logarithm shall be specified.

In the set of logarithmic quantities can also be included quantities which are derivatives of a logarithmic quantity, or quotients of a logarithmic quantity and another quantity. An example of such a derivative is the attenuation coefficient (see Sub-clause 4.3).

The logarithmic quantities particularly dealt with here are transmission path quantities, levels, frequency intervals and decision content.

For transmission path quantities and levels, one must deal with two sets of the quantities to whose ratios the logarithmic quantities correspond, namely field quantities and power quantities.

Field quantity is a quantity such as voltage, current, sound pressure, electric field strength, velocity and charge density, the square of which in linear systems is proportional to power.

Power quantity is power or a quantity directly proportional to power, e.g. energy density, acoustic intensity and luminous intensity.

Une grandeur de champ peut être représentée par un nombre complexe. Dans ce cas, le concept de grandeur logarithmique s'applique au logarithme du module, donc toujours à un nombre réel.

Les grandeurs logarithmiques traitées dans la présente norme sont données dans une acception générale, sauf spécification contraire. Dans un domaine déterminé, des grandeurs logarithmiques à définition plus étroite peuvent être proposées. De telles grandeurs peuvent porter des noms en conséquence, par exemple niveau de puissance, niveau absolu de tension, niveau de bruit, perte d'insertion, affaiblissement d'équilibrage. Leurs symboles littéraux peuvent aussi correspondre à ces domaines, par exemple L_E pour «niveau d'intensité de champ» et A_{ins} pour «perte d'insertion».

Il doit, par ailleurs, être observé que la valeur de certaines grandeurs logarithmiques peut dépendre d'une impédance de transmission et que, par conséquent, cette valeur peut être dénuée de signification, ou faussée, en l'absence d'information adéquate sur cette impédance.

Les définitions de différentes grandeurs sont suivies de définitions simplifiées, précédées de «En abrégé». Ces définitions simplifiées sont naturellement moins rigoureuses que les précédentes et, à certains égards, incomplètes.

Dans les définitions, le terme «log» représente un logarithme généralisé, sans base spécifiée (voir ISO 31-11). Les conventions suivantes (aussi ISO 31-11) sont utilisées pour désigner les logarithmes avec différentes bases:

$\log_2 x = \mathrm{lb}\, x$
$\log_{10} x = \lg x$
$\log_e x = \ln x$

1.2 *Grandeurs concernant les circuits de transmission*

Un circuit de transmission peut être intentionnel ou parasite et il peut inclure des réflexions, des discontinuités de parcours, etc.

1.2.1 *Grandeurs totales*

affaiblissement; perte (d'un circuit de transmission donné)

Grandeur décrivant la propriété que possède un circuit de transmission de faire décroître l'intensité d'une onde le traversant, et exprimée par le logarithme du rapport d'une valeur appropriée d'une grandeur d'entrée de l'onde à la valeur de sortie correspondante.

En abrégé: log (entrée/sortie)

Cette grandeur est utilisable pour les lignes de transmission, atténuateurs, cellules, filtres, points de réflexion, circuits avec diaphonie, plaques de verre absorbantes, etc.

amplification; gain (d'un circuit de transmission donné)

Grandeur décrivant la propriété que possède un circuit de transmission de faire croître l'intensité d'une onde le traversant, et exprimée par le logarithme du rapport d'une valeur appropriée d'une grandeur de sortie de l'onde à la valeur d'entrée correspondante.

En abrégé: log (sortie/entrée)

Cette grandeur est utilisable pour les amplificateurs, circuits d'amplification, etc.

gain (relatif à un circuit de transmission de référence)

Grandeur décrivant la propriété que possède un circuit de transmission considéré d'amplifier davantage une onde le traversant que ne le ferait un certain circuit de référence soumis à la même grandeur d'entrée. Le gain est exprimé par le logarithme du rapport d'une valeur appropriée d'une grandeur de sortie liée à l'onde traversant le circuit de transmission considéré, à la valeur de la grandeur de sortie correspondante liée à l'onde traversant le circuit de référence.

A field quantity may be expressed by a complex number. In this case, the concept of a logarithmic quantity applies to the logarithm of the modulus and therefore always to a real number.

The logarithmic quantities in this standard are given in a general way, unless specified otherwise. In a given field, logarithmic quantities with narrower definitions can be given. Such quantities can have names corresponding to this, e.g. power level, absolute voltage level, noise level, insertion loss, balance-return loss. Their letter symbols can also correspond to this, e.g. L_E for "field-strength level" and A_{ins} for "insertion loss".

It should further be observed that the value of some logarithmic quantities may be impedance-dependent and that therefore the value of such quantities without adequate information about impedance can be meaningless or misleading.

The definitions for different quantities are followed by simplified definitions after "In short". These simplified definitions are obviously less rigorous than the preceding definitions and in some respects incomplete.

In the definitions, the expression "log" represents a logarithm without a specified base (see ISO 31-11). The following conventions (also ISO 31-11) are used to denote logarithms with different bases:

$\log_2 x = \mathrm{lb}\, x$
$\log_{10} x = \lg x$
$\log_e x = \ln x$

1.2 *Transmission path quantities*

A transmission path may be intentional or parasitic and may include reflections, line-discontinuities, etc.

1.2.1 *Total quantities*

attenuation; loss (of a given transmission path)

A quantity for the property of a transmission path to decrease the strength of a wave passing along it, expressing the property as the logarithm of the ratio of an appropriate value of an input quantity of the wave and the corresponding output quantity value.

In short: log (input/output)

This quantity is applicable to transmission lines, attenuators, pads, filters, reflection points, crosstalk paths, absorbing glass plates, etc.

amplification; gain (of a given transmission path)

A quantity for the property of a transmission path to increase the strength of a wave passing along it, expressing the property as the logarithm of the ratio of an appropriate value of an output quantity of the wave and the corresponding input quantity value.

In short: log (output/input)

This quantity is applicable to amplifiers, amplifying circuits, etc.

gain (relative to a reference transmission path)

A quantity for the property of a transmission path under consideration to make a wave passing along it stronger than it would be if passing along a reference transmission path with the same input, expressing the property as the logarithm of the ratio of an appropriate value of an output quantity of the wave passing along the path under consideration and the corresponding output quantity value of the wave passing along the reference path.

En abrégé: log (sortie du circuit considéré/sortie du circuit de référence)

Cette grandeur est utilisable pour les antennes, haut-parleurs, microphones, etc. Des exemples de grandeurs liées aux ondes sont la puissance, l'intensité de champ électrique, la pression.

1.2.2 *Grandeur locale*

coefficient d'affaiblissement

Grandeur décrivant la propriété que possède une portion infinitésimale d'un circuit de transmission continu de faire décroître l'intensité d'une onde passante, et exprimée par la dérivée de l'atténuation par rapport à la longueur du circuit.

En abrégé: (atténuation dans ds)/ds pour une portion infiniment petite ds du circuit de transmission.

1.3 *Niveaux*

niveau; niveau absolu

Grandeur correspondant à une grandeur de champ ou de puissance considérée, exprimée par le logarithme du rapport de ladite grandeur à une valeur de référence spécifiée de cette grandeur.

La valeur de référence pour un cas donné, par exemple 1 mW, doit être connue ou indiquée.

En abrégé: log (valeur considérée d'une grandeur/valeur de référence spécifiée de la grandeur)

différence de niveau; niveau

Différence entre deux niveaux absolus, c'est-à-dire «niveau» par rapport à une valeur de référence non spécifiée.

En abrégé: log (valeur considérée d'une grandeur/autre valeur considérée de la même grandeur)

niveau relatif

Différence entre le niveau de la grandeur considérée et le niveau correspondant de la grandeur en un point de référence

En abrégé: log (valeur considérée d'une grandeur/valeur correspondante de la grandeur au point de référence)

Le point de référence, qui peut être réel ou virtuel, doit être connu ou indiqué.

1.4 *Intervalle de fréquence*

intervalle de fréquence

Grandeur exprimant la relation de deux fréquences par le logarithme du rapport de la fréquence la plus haute à la fréquence la plus basse.

En abrégé: log (plus haute fréquence/plus basse fréquence)

1.5 *Grandeurs relatives à l'information*

quantité de décision (VEI 702-04-17*)

Logarithme du nombre de décisions élémentaires distinctes qui doivent être prises pour choisir un événement donné parmi un nombre fini d'événements s'excluant mutuellement.

En abrégé: log (nombre d'événements)

---

* Vocabulaire Electrotechnique International (VEI). Publication 50(702) de la CEI (en préparation).

In short: log (output of considered path/output of reference path)

This quantity is applicable to aerials, loudspeakers, microphones, etc. Examples of wave quantities are power intensity, electric field strength, pressure.

1.2.2 *Local quantity*

attenuation coefficient

A quantity for the property of an infinitesimal part of a continuous transmission path to decrease the strength of a passing wave, expressing the property as the derivative of the attenuation with respect to path length.

In short: (attenuation over d*s*)/d*s*, where d*s* is an infinitesimal part of the transmission path.

1.3 *Levels*

level; absolute level

A quantity corresponding to a field quantity or a power quantity under consideration, expressed as the logarithm of the ratio of the quantity under consideration and a specified reference value of that quantity.

The reference value in a given case, e.g. 1 mW shall be known or indicated.

In short: log (considered value of a quantity/specified reference value of the quantity)

level difference; level

The difference between two absolute levels, i.e. a "level" with respect to an unspecified reference value.

In short: log (considered value of a quantity/other considered value of the same quantity)

relative level

The difference between the level of the quantity under consideration and the corresponding level of that quantity at a reference point

In short: log (considered value of a quantity/corresponding value of that quantity at a reference point)

The reference point, which may be real or virtual, shall be known or indicated.

1.4 *Frequency interval*

frequency interval

A quantity expressing the relationship of two frequencies as the logarithm of the ratio of the higher frequency and the lower frequency.

In short: log (higher frequency/lower frequency)

1.5 *Quantities related to information content*

decision content (IEV 702-04-17*)

The logarithm of the number of decisions needed to select a given event among a finite number of mutually exclusive events.

In short: log (number of events)

---

* International Electrotechnical Vocabulary (IEV). IEC Publication 50(702) (in preparation).

2. Unités pour les grandeurs logarithmiques

Il convient de rappeler qu'une unité pour une catégorie de grandeurs est une grandeur de cette catégorie choisie comme référence. Ainsi, l'unité d'affaiblissement est le logarithme d'un rapport déterminé entre grandeur d'entrée et grandeur de sortie, rapport qui constitue la base de l'échelle logarithmique correspondante.

2.1 *Néper et bel*

2.1.1 Le néper et le bel sont des unités pour des grandeurs logarithmiques exprimées par le logarithme du rapport des valeurs absolues de deux grandeurs de champ ou de deux grandeurs de puissance.

L'usage du néper est habituellement réservé aux calculs théoriques, où cette unité est plus commode, tandis que dans les autres cas le bel, ou plus souvent le sous-multiple décibel, est habituellement employé.

2.1.2 Le bel (B) est la grandeur logarithmique de référence qui correspond à la valeur 10 du rapport de deux grandeurs de puissance, et à la valeur $\sqrt{10}$ du rapport de deux grandeurs de champ.

2.1.3 Le néper (Np) est la grandeur logarithmique de référence qui correspond à la valeur e du rapport de deux grandeurs de champ et à la valeur e^2 du rapport de deux grandeurs de puissance.

2.1.4 Les relations suivantes sont utilisables:

1 néper = 2 lg e bel ≈ 0,8686 bel
1 bel = 0,5 ln 10 népers ≈ 1,151 néper

Le néper et le bel peuvent être représentés par des étalons constitués par exemple par des cellules étalons pour l'affaiblissement d'une ligne de transmission et par des plaques de verre absorbantes pour la lumière. L'étalon de 1 bel pour l'affaiblissement d'une ligne de transmission restitue une puissance de sortie égale au 1/10 de la puissance d'entrée et restitue une tension et un courant de sortie égaux à $\sqrt{1/10}$ fois leur valeur d'entrée. L'étalon de 1 néper, pour l'affaiblissement d'une ligne de transmission, restitue une tension et un courant de sortie égaux à 1/e fois leur valeur d'entrée et restitue une puissance de sortie égale à $1/e^2$ fois la puissance d'entrée.

2.1.5 Lorsqu'il faut assurer la cohérence avec le SI, on doit utiliser les logarithmes naturels. Les unités cohérentes pour le rapport complexe de grandeurs de champ sont le néper (logarithme du module) pour la partie réelle et le radian pour la partie imaginaire.

2.2 *Octave et décade*

L'octave et la décade sont des unités pour les intervalles de fréquence.

L'octave est l'intervalle de fréquence qui correspond à un rapport de fréquences égal à 2.

La décade est l'intervalle de fréquence qui correspond à un rapport de fréquences égal à 10.

1 octave = lg 2 décades ≈ 0,3010 décade
1 décade = lb 10 octaves ≈ 3,322 octaves

2.3 *Shannon, hartley et unité naturelle d'information*

Ce sont des unités pour la mesure logarithmique de grandeurs d'information exprimant la quantité de décision, désignée par H_0. (ISO 2382-16 [16.03.01].)

Le shannon, correspondant à deux événements, s'applique à des valeurs numériques exprimées en logarithmes binaires. Symbole: Sh.

2. Units for logarithmic quantities

It should be observed that a unit for a category of quantities is a quantity of this category chosen for reference. Thus, the unit for attenuation is the logarithm of a particular ratio between the input quantity and the output quantity; this ratio forms the base of the corresponding logarithmic scale.

2.1 *Neper and bel*

2.1.1 The neper and the bel are units for such logarithmic quantities as are expressed as the logarithm of the ratio of the absolute values of two field quantities or of two power quantities.

The use of the neper is usually restricted to theoretical calculations, when this unit is most convenient, whereas in other cases the bel, or more often the submultiple decibel, is usually used.

2.1.2 The bel (B) is the logarithmic reference quantity which for a ratio of two power quantities corresponds to the ratio 10, and for a ratio of two field quantities corresponds to the ratio $\sqrt{10}$.

2.1.3 The neper (Np) is the logarithmic reference quantity which for a ratio of two field quantities corresponds to the ratio e and for a ratio of two power quantities corresponds to the ratio e^2.

2.1.4 The following relations are applicable:

$1 \text{ neper} = 2 \lg \mathrm{e} \text{ bel} \approx 0{,}8686 \text{ bel}$
$1 \text{ bel} = 0{,}5 \ln 10 \text{ nepers} \approx 1{,}151 \text{ neper}$

The neper and the bel can be embodied in standards, e.g. for the attenuation of a transmission line, in the form of pads; for light, in the form of absorbing glass plates. A 1-bel standard for attenuation in a transmission line makes the output power 1/10 of the input power and makes the output voltage and current $\sqrt{1/10}$ of the input voltage and current. A 1-neper standard for attenuation in a transmission line makes the output voltage and current 1/e of the input voltage and current and makes the output power $1/e^2$ of the input power.

2.1.5 When coherence with the SI is required, natural logarithms shall be used. Coherent units for the complex ratio of field quantities are the neper (logarithm of the modulus) for the real part and the radian for the imaginary part.

2.2 *Octave and decade*

The octave and the decade are units for frequency intervals.

The octave is the frequency interval which corresponds to the frequency ratio 2.

The decade is the frequency interval which corresponds to the frequency ratio 10.

$1 \text{ octave} = \lg 2 \text{ decades} \approx 0{,}3010 \text{ decade}$
$1 \text{ decade} = \mathrm{lb}\ 10 \text{ octaves} \approx 3{,}322 \text{ octaves}$

2.3 *Shannon, hartley and natural unit of information*

These are units of logarithmic measure of information quantities expressing the decision content, denoted H_0. (ISO 2382-16 [16.03.01].)

The shannon, corresponding to two events, applies to numerical values expressed as binary logarithms. Symbol: Sh.

Le hartley, correspondant à 10 événements, s'applique à des valeurs numériques exprimées en logarithmes décimaux.

L'unité naturelle d'information s'applique à des valeurs numériques exprimées en logarithmes naturels. Abréviation: NAT.

Exemple:

Pour un nombre d'événements s'excluant mutuellement égal à 3, on a:

H_0 = lb 3 shannon = $\log_2 3$ shannon ≈ 1,585 shannon = 1,585 Sh
H_0 = lg 3 hartley = $\log_{10} 3$ hartley ≈ 0,477 hartley
H_0 = ln 3 unité naturelle = $\log_e 3$ unité naturelle ≈ 1,098 unité naturelle

Ainsi:

1 hartley = lb 10 shannon ≈ 3,322 Sh
1 unité naturelle d'information = lb e shannon ≈ 1,443 Sh

2.4 *Multiples des unités*

Les multiples et sous-multiples décimaux des unités ci-dessus peuvent être désignés par addition des préfixes usuels, par exemple:

1 décibel = 0,1 bel; 1 dB = 0,1 B
Le décibel est plus fréquemment utilisé que le bel.
1 millinéper = 0,001 néper; 1 mNp = 0,001 Np

3. **Valeurs numériques des grandeurs logarithmiques**

Les grandeurs physiques peuvent être représentées par des produits de valeurs numériques et d'unités appropriées.

Pour une grandeur A, avec une unité choisie symbolisée par $[A]$ et la valeur numérique correspondante symbolisée par $\{A\}$, nous avons:

$$A = \{A\}\,[A] \quad \text{ou} \quad \{A\} = A/[A]$$

En pratique, le choix des unités est très restreint et pour les grandeurs logarithmiques traitées ici, peu d'unités autres que celles mentionnées dans l'article 2 sont employées.

Si nous faisons usage, pour une grandeur logarithmique, de cette relation entre grandeur, valeur numérique et unité, la valeur numérique peut être obtenue comme indiqué dans l'exemple ci-après se rapportant à un affaiblissement A. L'affaiblissement est supposé concerner un circuit de transmission non transformant avec le rapport r_f entre une grandeur de champ d'entrée et la grandeur de sortie correspondante et peut être représenté par:

$$A = \ln r_f \ \mathrm{Np}$$

de sorte que la valeur numérique de A est ln r_f, si A est mesuré en népers. Cela peut être exprimé par $\{A\}_{\mathrm{Np}} = \ln r_f$. Si nous désirons obtenir la valeur numérique de A, lorsque A est mesuré en bels, c'est-à-dire $\{A\}_{\mathrm{B}}$, nous devons noter que le bel, employé avec des rapports de grandeurs de champ, r_f, correspond au rapport $\sqrt{10}$.

Donc:

$$\{A\}_{\mathrm{B}} = \frac{A}{[A]} = \frac{A}{1\ \mathrm{B}} = \frac{\lg r_f}{\lg \sqrt{10}} = \frac{\lg r_f}{0{,}5 \lg 10} = \frac{2 \lg r_f}{\lg 10} =$$
$$2 \lg r_f = 2 \lg \mathrm{e} \ln r_f \approx 2 \times 0{,}4343 \ln r_f = 0{,}8686 \ln r_f$$

The hartley, corresponding to 10 events, applies to numerical values expressed as decimal logarithms.

The natural unit of information applies to numerical values expressed as natural logarithms. Abbreviation: NAT.

Example:

For the number of mutually exclusive events equal to 3, then:

H_0 = lb 3 shannon = $\log_2 3$ shannon ≈ 1,585 shannon = 1,585 Sh
H_0 = lg 3 hartley = $\log_{10} 3$ hartley ≈ 0,477 hartley
H_0 = ln 3 natural unit = $\log_e 3$ natural unit ≈ 1,098 natural unit

Hence:

1 hartley = lb 10 shannon ≈ 3,322 Sh
1 natural unit of information = lb e shannon ≈ 1,443 Sh

2.4 *Multiples of units*

Decimal multiples and submultiples of the above units can be designated by adding the usual prefixes, e.g.:

1 decibel = 0,1 bel; 1 dB = 0,1 B
The decibel is more frequently used than the bel.
1 millineper = 0,001 neper; 1 mNp = 0,001 Np

3. Numerical values of logarithmic quantities

Physical quantities can be represented as products of numerical values and appropriate units.

For a quantity A with a chosen unit symbolized by $[A]$ and the corresponding numerical value symbolized by $\{A\}$, we have:

$$A = \{A\}[A] \quad \text{or} \quad \{A\} = A/[A]$$

In practice, the choice of units is very restricted and for the logarithmic quantities dealt with here few units beyond those mentioned in Clause 2 are in use.

If for a logarithmic quantity we use this relationship between quantity, numerical value and unit, the numerical value can be obtained as shown in the following example for an attenuation A. The attenuation is assumed to refer to a non-transforming transmission path with the ratio r_f between an input field quantity and the corresponding output quantity and may be represented as:

$$A = \ln r_f \text{ Np}$$

so that the numerical value of A is $\ln r_f$, when A is measured in nepers. This can be expressed as $\{A\}_{Np} = \ln r_f$. If we wish to obtain the numerical value of A, when A is measured in bels, i.e. $\{A\}_B$, we shall note that the bel, used with ratios of field quantities, r_f, corresponds to the ratio $\sqrt{10}$.

Thus:

$$\{A\}_B = \frac{A}{[A]} = \frac{A}{1\text{ B}} = \frac{\lg r_f}{\lg\sqrt{10}} = \frac{\lg r_f}{0{,}5\lg 10} = \frac{2\lg r_f}{\lg 10} =$$

$$2\lg r_f = 2\lg e \ln r_f \approx 2 \times 0{,}4343 \ln r_f = 0{,}8686 \ln r_f$$

Observons que la valeur numérique correspondant à une unité peut être aisément convertie en celle correspondant à une autre unité. La transformation s'effectue de manière usuelle au moyen des relations entre unités (voir article 2).

4. Grandeurs logarithmiques avec des unités

Il convient d'observer que, lorsqu'il y a un changement d'impédance, il est nécessaire de distinguer parmi les grandeurs logarithmiques différentes mais liées entre elles, une grandeur correspondant au rapport entre grandeurs de puissance et au moins deux autres grandeurs correspondant aux rapports entre les grandeurs de champ concernées.

Dans ce qui suit, F désigne une grandeur de champ et P une grandeur de puissance; les indices inférieurs correspondants sont (F) et (P). (L'indice P sans parenthèses servira à indiquer la puissance active.) Dans les applications pratiques, la grandeur de champ F sera à remplacer par la grandeur de champ considérée, par exemple U pour une tension, I pour un courant, E pour une intensité de champ électrique, p pour une pression; la grandeur de puissance P sera à remplacer par la grandeur de puissance considérée, par exemple S pour une puissance apparente et Φ pour un flux rayonnant.

Dans le paragraphe 4.1, on donne les équations valables dans le cas général où il peut y avoir transformation d'impédance et dans le cas où il n'y a pas transformation d'impédance. Quoique de nombreuses sortes d'affaiblissement soient présentées dans le paragraphe 4.1, d'autres existent (par exemple l'affaiblissement de puissance disponible, l'affaiblissement de puissance apparente) qui peuvent être dérivées plus ou moins directement de celles citées.

Dans les paragraphes 4.2 à 4.5, on ne donne que les équations valables dans le cas où il n'y a pas transformation d'impédance, mais des équations pour le cas général avec transformation d'impédance peuvent se déduire de la même façon qu'au paragraphe 4.1.

Les équations des paragraphes 4.1 et 4.2 se réfèrent au transfert de 1 vers 2 ou à la comparaison entre 2 et 1 avec 1 comme base.

4.1 *Affaiblissement A*

Affaiblissement de grandeur de puissance: $A_{(P)}$.
Affaiblissement de grandeur de champ: $A_{(F)}$.
Pour le transfert de 1 à 2, ces grandeurs peuvent être exprimées par:

$$A_{(P)} = \lg \left|\frac{P_1}{P_2}\right| \text{B} = 10 \lg \left|\frac{P_1}{P_2}\right| \text{dB} = 0{,}5 \ln \left|\frac{P_1}{P_2}\right| \text{Np}$$

$$A_{(F)} = 2 \lg \left|\frac{F_1}{F_2}\right| \text{B} = \ln \left|\frac{F_1}{F_2}\right| \text{Np}$$

Dans certains cas, nous n'avons pas seulement une grandeur de puissance et une grandeur de champ. Ainsi, pour un circuit de transmission électrique, nous pouvons avoir deux grandeurs de champ d'affaiblissement, l'une correspondant à la tension U et l'autre correspondant au courant I. Nous pouvons de plus avoir une grandeur de puissance d'affaiblissement qui correspond à la puissance apparente S et une autre qui correspond à la puissance active P. Ces affaiblissements sont notés ici par:

affaiblissement de tension: A_U;
affaiblissement de courant: A_I;
affaiblissement de puissance apparente: A_S;
affaiblissement de puissance active: A_P.

Observe that the numerical value relative to one unit is easily converted to the value appropriate to another unit. This is usually done by means of the relations between units (see Clause 2).

4. Logarithmic quantities with units

It should be observed that, when there is an impedance transformation, it is necessary to distinguish between different but related logarithmic quantities, one referring to the ratio between the power quantities and at least two others to the ratios between the two corresponding field quantities.

In the equations, F denotes a field quantity and P denotes a power quantity, with the corresponding subscripts (F) and (P). (The subscript P without parentheses will be used to indicate active power.) In practical cases, the field quantity F should be replaced by the field quantity of interest, e.g. U for voltage, I for current, E for field strength, p for pressure; the power quantity P should be replaced by the power quantity of interest, e.g. S for apparent power and Φ for radiant flux.

In Sub-clause 4.1, equations are given both for the general case where there may be an impedance transformation and for the case without impedance transformation. Although many different attenuations are given in Sub-clause 4.1, others also exist (e.g. available power attenuation, apparent power attenuation) which can be more or less directly derived from those mentioned.

In Sub-clauses 4.2 to 4.5, equations are given only for the case without impedance transformation, but equations for the general case with impedance transformation can be obtained in the same way as in Sub-clause 4.1.

The equations in Sub-clauses 4.1 and 4.2 refer to transfer from 1 to 2 or to comparison between 2 and 1, with 1 as the basis.

4.1 *Attenuation A*

Power quantity attenuation: $A_{(P)}$.
Field quantity attenuation: $A_{(F)}$.
For transfer from 1 to 2, they can be expressed as:

$$A_{(P)} = \lg \left|\frac{P_1}{P_2}\right| \text{ B} = 10 \lg \left|\frac{P_1}{P_2}\right| \text{ dB} = 0{,}5 \ln \left|\frac{P_1}{P_2}\right| \text{ Np}$$

$$A_{(F)} = 2 \lg \left|\frac{F_1}{F_2}\right| \text{ B} = \ln \left|\frac{F_1}{F_2}\right| \text{ Np}$$

In certain cases, we do not have only one power quantity and one field quantity. For an electric transmission path, we can have two field quantity attenuations, one corresponding to the voltage U and one corresponding to the current I. We can further have one power quantity attenuation corresponding to the apparent power S and one corresponding to the active power P. These attenuations are here denoted:

voltage attenuation: A_U;
current attenuation: A_I;
attenuation of apparent power: A_S;
attenuation of active power: A_P.

Nous obtenons:

$$A_U = 2\lg\left|\frac{U_1}{U_2}\right| \text{B} = 20\lg\left|\frac{U_1}{U_2}\right| \text{dB} = \ln\left|\frac{U_1}{U_2}\right| \text{Np}$$

$$A_I = 2\lg\left|\frac{I_1}{I_2}\right| \text{B} = \ln\left|\frac{I_1}{I_2}\right| \text{Np}$$

$$A_S = \lg\left|\frac{S_1}{S_2}\right| \text{B} = 10\lg\left|\frac{S_1}{S_2}\right| \text{dB} = 0{,}5\ln\left|\frac{S_1}{S_2}\right| \text{Np}$$

$$A_P = \lg\left|\frac{P_1}{P_2}\right| \text{B} = 0{,}5\ln\left|\frac{P_1}{P_2}\right| \text{Np}$$

Si $\frac{U_1}{I_1} = \frac{U_2}{I_2}$, c'est-à-dire s'il n'y a pas de changement d'impédance de 1 à 2, nous avons un seul affaiblissement

$$A = A_{(P)} = A_{(F)} = A_U = A_I = A_S = A_P$$

Dans le cas général avec $\frac{U_1}{I_1} = Z_1$, $\frac{U_2}{I_2} = Z_2$, $|U_1 I_1| = |S_1|$ et $|U_2 I_2| = |S_2|$

nous obtenons:

$$A_S = 0{,}5\,(A_U + A_I)$$

$$A_S - A_U = \lg\left|\frac{Z_2}{Z_1}\right| \text{B} = 0{,}5\ln\left|\frac{Z_2}{Z_1}\right| \text{Np}$$

$$A_S - A_I = \lg\left|\frac{Z_1}{Z_2}\right| \text{B} = 0{,}5\ln\left|\frac{Z_1}{Z_2}\right| \text{Np}$$

$$A_U - A_I = 2\lg\left|\frac{Z_1}{Z_2}\right| \text{B} = \ln\left|\frac{Z_1}{Z_2}\right| \text{Np}$$

4.2 *Gain G*

Gain de grandeur de puissance: $G_{(P)}$.
Gain de grandeur de champ: $G_{(F)}$.

Pour le transfert de 1 à 2 ou pour la comparaison entre 2 et 1 avec 1 pour base, ces gains peuvent être exprimés par:

$$G_{(P)} = \lg\left|\frac{P_2}{P_1}\right| \text{B} = 10\lg\left|\frac{P_2}{P_1}\right| \text{dB} = 0{,}5\ln\left|\frac{P_2}{P_1}\right| \text{Np}$$

$$G_{(F)} = 2\lg\left|\frac{F_2}{F_1}\right| \text{B} = \ln\left|\frac{F_2}{F_1}\right| \text{Np}$$

S'il n'y a pas de changement d'impédance

$$G = G_{(P)} = G_{(F)}$$

We obtain:

$$A_U = 2\lg\left|\frac{U_1}{U_2}\right| \text{ B} = 20\lg\left|\frac{U_1}{U_2}\right| \text{ dB} = \ln\left|\frac{U_1}{U_2}\right| \text{ Np}$$

$$A_I = 2\lg\left|\frac{I_1}{I_2}\right| \text{ B} = \ln\left|\frac{I_1}{I_2}\right| \text{ Np}$$

$$A_S = \lg\left|\frac{S_1}{S_2}\right| \text{ B} = 10\lg\left|\frac{S_1}{S_2}\right| \text{ dB} = 0{,}5\ln\left|\frac{S_1}{S_2}\right| \text{ Np}$$

$$A_P = \lg\left|\frac{P_1}{P_2}\right| \text{ B} = 0{,}5\ln\left|\frac{P_1}{P_2}\right| \text{ Np}$$

When $\frac{U_1}{I_1} = \frac{U_2}{I_2}$, i.e. when there is no impedance-transformation from 1 to 2, we have only one attenuation

$$A = A_{(P)} = A_{(F)} = A_U = A_I = A_S = A_P$$

In the general case with $\frac{U_1}{I_1} = Z_1$, $\frac{U_2}{I_2} = Z_2$, $|U_1 I_1| = |S_1|$ and $|U_2 I_2| = |S_2|$

we obtain:

$$A_S = 0{,}5\,(A_U + A_I)$$

$$A_S - A_U = \lg\left|\frac{Z_2}{Z_1}\right| \text{ B} = 0{,}5\ln\left|\frac{Z_2}{Z_1}\right| \text{ Np}$$

$$A_S - A_I = \lg\left|\frac{Z_1}{Z_2}\right| \text{ B} = 0{,}5\ln\left|\frac{Z_1}{Z_2}\right| \text{ Np}$$

$$A_U - A_I = 2\lg\left|\frac{Z_1}{Z_2}\right| \text{ B} = \ln\left|\frac{Z_1}{Z_2}\right| \text{ Np}$$

4.2 *Gain G*

Power quantity gain: $G_{(P)}$.
Field quantity gain: $G_{(F)}$.

For transfer from 1 to 2 or for comparison between 2 and 1, with 1 as base, they can be expressed as:

$$G_{(P)} = \lg\left|\frac{P_2}{P_1}\right| \text{ B} = 10\lg\left|\frac{P_2}{P_1}\right| \text{ dB} = 0{,}5\ln\left|\frac{P_2}{P_1}\right| \text{ Np}$$

$$G_{(F)} = 2\lg\left|\frac{F_2}{F_1}\right| \text{ B} = \ln\left|\frac{F_2}{F_1}\right| \text{ Np}$$

When there is no impedance transformation

$$G = G_{(P)} = G_{(F)}$$

4.3 *Coefficient d'affaiblissement α*

Pour un circuit de transmission continu, $\alpha = \frac{\mathrm{d}A}{\mathrm{d}s}$, où s désigne ici la longueur de circuit dans la direction de la propagation, ds la longueur d'une portion infinitésimale de ce circuit et dA l'affaiblissement correspondant. Si A concerne un certain affaiblissement, par exemple de tension, α exprime alors le coefficient d'affaiblissement correspondant, c'est-à-dire ici un coefficient de tension. Dans la plupart des cas, si la ligne de transmission ne change pas d'impédance, les divers coefficients d'affaiblissement se confondent.

Exemples d'unités: Np/m et B/m.

4.4 *Niveau, niveau absolu L*

Niveau de grandeur de puissance: $L_{(P)}$.
Niveau de grandeur de champ: $L_{(F)}$.
Si P_{ref} et F_{ref} sont les valeurs de référence, les niveaux peuvent être exprimés par:

$$L_{(P)} = \lg \left| \frac{P}{P_{\text{ref}}} \right| \text{ B} = 10 \lg \left| \frac{P}{P_{\text{ref}}} \right| \text{ dB} = 0{,}5 \ln \left| \frac{P}{P_{\text{ref}}} \right| \text{ Np}$$

$$L_{(F)} = 2 \lg \left| \frac{F}{F_{\text{ref}}} \right| \text{ B} = \ln \left| \frac{F}{F_{\text{ref}}} \right| \text{ Np}$$

S'il n'y a pas de changement d'impédance

$$L = L_{(P)} = L_{(F)}$$

Pour un niveau d'intensité de champ L_E, où E désigne une intensité de champ électrique, donc une «grandeur de champ», avec E_{ref} pour valeur de référence, nous obtenons avec les unités bel et décibel:

$$L_E = 2 \lg \left(\frac{E}{E_{\text{ref}}} \right) \text{ B} = 20 \lg \left(\frac{E}{E_{\text{ref}}} \right) \text{ dB}$$

Si E = 1 pV/m et E_{ref} = 1 nV/m

$$L_E = 2 \lg \left(\frac{1 \text{ pV/m}}{1 \text{ nV/m}} \right) \text{ B} = 2 \lg 10^{-3} \text{ B} = 2(-3) \text{ B} = -6 \text{ B} = -60 \text{ dB}$$

4.5 *Niveau relatif L_r*

Sans changement d'impédance, nous obtenons:

$$L_r = \ln \left| \frac{F}{F_0} \right| \text{ Np} = 0{,}5 \ln \left| \frac{P}{P_0} \right| \text{ Np} = \lg \left| \frac{P}{P_0} \right| \text{ B} = 2 \lg \left| \frac{F}{F_0} \right| \text{ B}$$

où F_0 et P_0 sont les valeurs en un point de référence. Le point de référence, qui peut être réel ou virtuel, doit être connu ou indiqué.

Pour les cas avec changement d'impédance, comparer les paragraphes 4.1, 4.2 et 4.4.

4.6 *Intervalle de fréquence*

L'intervalle de fréquence est désigné ici par x