

FORMULAIRE

COURS DE BASE
ELECTRONIQUE

Dans la première partie de ce formulaire se trouvent les formules relatives aux appareils de mesures. Dans la seconde partie la plus importante, après un bref rappel sur les différents systèmes de mesure, nous avons rassemblé les définitions des principales unités de mesure appartenant au SYSTEME INTERNATIONAL (S.I.).

APPAREILS DE MESURE

FORMULE 178 - Calcul de la *RESISTANCE SHUNT* nécessaire pour augmenter le calibre d'un appareil de mesure de courant, dont on connaît la résistance interne.

Enoncé : Quand on désire mesurer un courant dont la valeur dépasse le calibre de l'instrument, on utilise une résistance spéciale appelée "*SHUNT*".

Cette résistance est branchée en parallèle sur l'instrument de manière à ce que le courant à mesurer se divise en deux parties égales, si la résistance du *shunt* égale celle de la bobine mobile ("*R_i*"), ou en deux parties inversement proportionnelles à la valeur des deux résistances, si celles-ci sont différentes.

Quand la résistance de *shunt* est égale à la valeur de la résistance interne, le calibre de l'appareil est doublé, car lorsqu'un courant de 1 mA traverse la bobine, un courant de même valeur passe dans le *shunt*.

$$R_s = \frac{R_i}{n - 1}$$

R_s = résistance shunt en Ω (ohm)

R_i = résistance interne de l'instrument en Ω (ohm)

n = coefficient de multiplication (nombre de fois dont on désire augmenter le calibre de l'instrument)

Exemple :

Données : $R_i = 10 \Omega$, $n = 5$ (soit si l'on veut augmenter de 5 fois le calibre de l'appareil)

$$\text{Résistance shunt : } R_s = \frac{10}{5 - 1} = \frac{10}{4} = 2,5 \Omega$$

FORMULE 179 - Calcul pour la vérification de la *RESISTANCE INTERNE* d'un appareil de mesure de courant, connaissant la valeur de la *résistance shunt* et le *coefficient de multiplication*.

R_i = résistance interne de l'appareil en Ω
(ohm)

R_s = résistance shunt en Ω (ohm)

n = coefficient de multiplication (nombre de fois dont est augmenté le calibre de l'appareil au moyen du shunt)

$$R_i = (n - 1) R_s$$

(Cette formule a été tirée de la *formule 178*, en appliquant les règles du calcul littéral exposées dans le fascicule *Mathématique 1*).

Exemple :

Données : $R_s = 111,1 \Omega$, $n = 10$ (le calibre de l'appareil avec l'adjonction de la résistance shunt de $111,1 \Omega$ est multiplié par 10)

Résistance interne : $R_i = (10 - 1) \times 111,1 = 999,9$ soit $\approx 1000 \Omega$ (valeur approximative).

FORMULE 180 - Calcul du *COEFFICIENT DE MULTIPLICATION* (nombre de fois dont est augmenté le calibre d'un appareil), connaissant la *résistance interne* de l'appareil et la *résistance de shunt*.

n = coefficient de multiplication

R_i = résistance interne de l'appareil en Ω
(ohm)

R_s = résistance de shunt en Ω (ohm)

$$n = \frac{R_i + R_s}{R_s}$$

(Cette formule a été tirée de la *formule 178*, en appliquant les règles du calcul littéral exposées dans le fascicule *Mathématique 1*).

Exemple :

Données : $R_i = 600 \Omega$, $R_s = 300 \Omega$

Coefficient de multiplication :

$$n = \frac{600 + 300}{300} = \frac{900}{300} = 3$$

FORMULE 181 - Calcul de la *RESISTANCE ADDITIONNELLE* à appliquer à un voltmètre de tension, connaissant la *résistance interne*, le *courant en fin d'échelle* de l'appareil et la *tension maximale* que l'on veut mesurer après l'insertion de la résistance additionnelle.

Enoncé : la valeur à donner à la résistance additionnelle, exprimée en *ohm*, s'obtient en divisant la tension maximale que l'on veut mesurer, exprimée en *volt*, par le courant en fin d'échelle de l'appareil, exprimée en *ampère*, et en soustrayant du résultat obtenu la résistance interne de cet instrument, exprimée en *ohm* (*théorie 12 - paragraphe 2*).

$$R_a = \frac{V_{\max}}{I_{\max}} - R_i$$

R_a = résistance additionnelle en Ω (ohm)

$V_{\max}$ = tension maximum que l'on veut mesurer en V (volt)

$I_{\max}$ = courant en fin d'échelle de l'appareil en A (ampère)

R_i = résistance interne de l'appareil en Ω (ohm)

Exemple :

Données : $V_{\max} = 1.000 \text{ V}$; $I_{\max} = 100 \mu\text{A}$ (microampère) = 0,000 1 A ;
 $R_i = 1.000 \Omega$.

Résistance additionnelle pour le calibre de 1.000 V :

$$R_a = \frac{1.000}{0,000 1} - 1.000 = 10.000.000 - 1.000 = 9.999.000 \Omega$$

En pratique on pourra utiliser une résistance de $10\text{ M}\Omega$ ($1\text{ M}\Omega = 1.000.000\ \Omega$) avec la tolérance de 2% en plus ou en moins.

FORMULE 182 - Calcul de la *TENSION MAXIMALE* qu'un appareil peut mesurer avec une *résistance additionnelle*, connaissant la *résistance interne* et le *courant en fin d'échelle* de l'appareil.

$$V_{\max} = (R_a + R_i) I_{\max}$$

$V_{\max}$ = tension maximum en V (volt)
 R_a = résistance additionnelle en Ω (ohm)
 R_i = résistance interne en Ω (ohm)
 $I_{\max}$ = courant en fin d'échelle en A (ampère)

(Cette formule a été tirée de la *formule 181* en suivant les règles du calcul littéral exposées dans le fascicule *Mathématique 1*).

Exemple :

Données : $R_a = 249.000\ \Omega$, $R_i = 1.000\ \Omega$, $I_{\max} = 800\ \mu\text{A}$ (microampère) = $0,0008\text{ A}$.

Tension maximale que l'instrument pourra mesurer avec la résistance additionnelle de $249.000\ \Omega$: $V_{\max} = (249.000 + 1.000) \times 0,0008$
 $= 250.000 \times 0,0008 = 200\text{ V}$.

FORMULE 183 - Calcul de la *SENSIBILITE* d'un voltmètre, connaissant la *résistance interne* et la *tension* indiquée sur la fin de l'échelle (calibre).

Enoncé : La sensibilité d'un voltmètre, exprimée en *ohm au volt* (unité appelée aussi, d'une façon impropre "ohm par volt"), s'obtient en

divisant la résistance interne, exprimée en *ohm*, par la tension en fin d'échelle (calibre) exprimée en *volt* (*théorie 12 - paragraphe 2*).

$$S = \frac{R_i}{V_{\max}}$$

S = sensibilité du voltmètre en Ω/V (ohm au volt)

R_i = résistance interne en Ω (ohm)

$V_{\max}$ = tension en fin d'échelle (calibre) en V (volt)

Exemple :

Données : $R_i = 500.000 \Omega$ (résistance interne d'un voltmètre, calibre 500 V), $V_{\max} = 500$ V.

Sensibilité du voltmètre : $S = \frac{500.000}{500} = 1.000 \Omega/V$

FORMULE 184 - Calcul de la *RESISTANCE INTERNE* d'un voltmètre, connaissant la valeur de sa *sensibilité* et la *tension* indiquée en fin d'échelle.

$$R_i = S V_{\max}$$

R_i = résistance interne du voltmètre en Ω (ohm)

S = sensibilité du voltmètre en Ω/V (ohm au volt)

$V_{\max}$ = valeur de la tension en fin d'échelle (calibre) en V (volt)

(Cette formule a été tirée de la *formule 183* en suivant les règles du calcul littéral exposées dans le fascicule *Mathématique 1*).

Exemple :

Données : $S = 10.000 \Omega/V$, $V_{\max} = 250$ V (calibre)

Résistance interne du voltmètre : $R_i = 10.000 \times 250 = 2.500.000 \Omega$.

SYSTEMES DE MESURE

Mesurer une grandeur, signifie déterminer son rapport avec un échantillon de la même espèce, pris comme *unité de mesure*.

En général, à chaque grandeur correspond son unité de mesure. Par exemple, pour la *longueur*, il y a le *mètre* ; pour la *masse*, le *kilogramme* ; pour le *temps*, la *seconde* ; pour le *courant électrique*, l'*ampère* ; pour la *vitesse*, le *mètre à la seconde* ; pour le *travail*, le *joule* ; etc ...

Il aurait été possible de choisir arbitrairement pour chaque unité de mesure un étalon indépendant des autres. Mais en pratique, cette solution n'est pas applicable car généralement les grandeurs sont définies par rapport aux autres. Il était donc nécessaire que leurs unités de mesure respectives puissent se définir facilement à l'aide des étalons des autres.

Les unités de mesure définies directement au moyen d'un étalon choisi arbitrairement, ou d'une façon indépendante parmi tous les étalons des autres grandeurs, sont appelées *UNITES FONDAMENTALES* ; tandis que les unités dérivées des fondamentales sont appelées *UNITES DERIVEES*.

Par exemple, le *mètre* et la *seconde* sont considérés généralement comme unités fondamentales ; le *mètre par seconde*, unité de vitesse, et le *mètre par seconde par seconde*, unité de l'accélération, sont au contraire des unités dérivées.

Partant de la distinction entre unités fondamentales et unités dérivées il a été possible de tenter de mettre un peu d'ordre dans la grande confusion des unités de mesure, confusion qui s'était notablement aggravée vers la moitié du siècle dernier, quand pour la première fois furent définies en même temps dans des endroits différents, les unités de grandeurs électrotechniques.

Théoriquement le nombre minimum des unités fondamentales, que l'on peut établir arbitrairement pour les grandeurs mécaniques, électriques et magnétiques, est de quatre. De ces quatre unités, l'une doit être mécanique et une autre doit être électrique ou magnétique.

Selon les unités choisies comme fondamentales, on avait pourtant divers systèmes de mesure et diverses unités de mesure dérivées. De cette façon, on a défini le *système CGS électrostatique*, dont le nom dérive des initiales des unités fondamentales mécaniques Centimètre-Gramme-Seconde et du choix de la constante diélectrique absolue comme 4ème grandeur électrotechnique fondamentale. D'une façon analogue, on a défini le *système CGS électromagnétique*, qui a les mêmes unités fondamentales mécaniques que le précédent système et qui a comme quatrième fondamentale électrotechnique, la perméabilité magnétique absolue.

Avec les unités de mesure des nouveaux systèmes, on conserva pourtant d'une façon pratique les vieilles unités de mesure, qui selon les diverses exigences techniques furent remises en ordre selon des critères divers. On obtint ainsi un *système pratique*, un *système technique* ou *système des ingénieurs*, divers *systèmes internationaux*, et d'autres encore.

A partir de 1881 furent convoqués de nombreux congrès internationaux, afin de choisir un système unique qui satisfasse en même temps les multiples exigences des physiciens et des techniciens. En 1954, la dixième Conférence générale des poids et mesures adopta, comme système pratique d'unités de mesure pour les relations internationales, un système comprenant six unités de base : le *mètre* (longueur), le *kilogramme* (masse), la *seconde* (temps), l'*ampère* (intensité de courant électrique), le *degré Kelvin* (température thermodynamique) et la *candéla* (intensité lumineuse). La onzième Conférence générale des poids et mesures, en 1960, donna à ce système le nom de *SYSTEME INTERNATIONAL D'UNITES* ou *SYSTEME SI* et le compléta par une série d'unités dérivées. Le système SI est légal en France depuis le 1er Janvier 1962.

Le système SI présente les avantages suivants :

- il est constitué par des unités pratiques d'usage courant,
- il adopte le nombre minimum des unités fondamentales, qui pour les grandeurs mécaniques, électriques et magnétiques sont : le *mètre*, le *kilogramme*, la *seconde* et l'*ampère* ;
- il laisse sans changement le système CGS des unités mécaniques et tous les systèmes utilisés par les physiciens. En fait, les unités de ces systèmes peuvent être converties facilement en *unités SI*, au moyen de formules très simples.

— il utilise le *système numérique décimal pour la formation des multiples et sous-multiples*, sauf quelques exceptions (par exemple celle de la *seconde*, à laquelle correspondent comme multiples la *minute* et l'*heure*).

Les multiples et sous-multiples des unités s'expriment en ajoutant au nom de l'unité un préfixe déterminé et au symbole de l'unité, le symbole du préfixe.

Chaque préfixe, et donc chaque symbole lui appartenant, a une valeur bien définie, que vous pourrez établir en consultant le *tableau XI (figure 1)*. A l'aide des valeurs indiquées sur ce tableau, il est possible de convertir n'importe quelle mesure exprimée en multiples et sous multiples d'une unité donnée.

Quelques exemples éclaireront parfaitement le procédé à suivre.

Exemples :

a) 130 k Ω (kiloohm) ; au préfixe kilo (k) correspond la valeur 1.000 ; cela veut dire que l'équivalence suivante est valable :

$$130 \text{ k}\Omega = 130 \times 1.000 = 130.000 \Omega \text{ (ohm)}.$$

b) 16 μ F (microfarad) ; au préfixe micro (μ) correspond la valeur de 0,000 001, pour cette raison l'équivalence suivante est valable :

$$16 \mu\text{F} = 16 \times 0,000 \text{ 001} = 0,000 \text{ 016 F (farad)}.$$

c) 2,5 mH (millihenry) ; au préfixe milli (m) correspond la valeur 0,001 ; pour cette raison l'équivalence suivante est valable :

$$2,5 \text{ mH} = 2,5 \times 0,001 = 0,002 \text{ 5 H (henry)}.$$

d) 1.200.000 $\mu\mu$ F (micromicrofarad) ; au préfixe micromicro ($\mu\mu$) correspond la valeur 0,000 000 000 001 ; pour cette raison l'équivalence suivante est valable :

$$1.200.000 \mu\mu\text{F} = 1.200.000 \times 0,000 \text{ 000 000 001} = 0,000 \text{ 001 2 F}.$$

(normalement au lieu de micromicro on utilise le préfixe pico).

Dans la suite du formulaire sont exposées les principales unités de mesure du système SI. Les six premières unités sont les unités fondamentales ; celles qui suivent, classées dans l'ordre alphabétique, sont les unités dérivées.

TABLEAU XI			
PREFIXE		SYMBOLE	VALEUR
MULTIPLES	deca	da	10
	hecto	h	100
	kilo	k	1.000
	myria	ma	10.000
	mega	M	1.000.000
	giga	G	1.000.000.000
	tera	T	1.000.000.000.000
SOUS-MULTIPLES	deci	d	0,1
	centi	c	0,01
	milli	m	0,001
	micro	μ	0,000.001
	nano	n	0,000.000.001
	pico	p	0,000.000.000.001
SOUS-MULTIPLES	decimilli	dm	0,0001
	centimilli	cm	0,000.01
	millimicro	m μ	0,000.000.001
	kilopico	kp	0,000.000.001
	micromicro	$\mu\mu$	0,000.000.000.001
PREFIXES, SYMBOLES ET VALEURS DES MULTIPLES ET SOUS-MULTIPLES DES UNITES DE MESURE			

Figure 1

SYSTEME INTERNATIONAL (S.I.)

1 - UNITES FONDAMENTALES

METRE (symbole m)*Unité de mesure de la longueur*

Le mètre légal était représenté par la distance entre les centres de deux lignes très fines gravées dans un étalon de platine iridié déposé aux Archives Internationales du pavillon de Breteuil à Sèvres (Paris). L'étalon est maintenu à la température de fusion de la glace (0° C) et à la pression atmosphérique normale. Depuis 1960, pour rendre la valeur du mètre indépendante de tout étalon reproduit de façon matérielle, le mètre a été défini comme étant la longueur égale à 1.650.753,73 longueurs d'onde, dans le vide, de la radiation correspondant à la transition entre les niveaux $2p_{10}$ et $5d_5$ de l'atome de Krypton 86.

*Multiples***damètre (dam)**

$$1 \text{ dam} = 10 \text{ m}$$

$$1 \text{ m} = 0,1 \text{ dam}$$

hectomètre (hm)

$$1 \text{ hm} = 100 \text{ m}$$

$$1 \text{ m} = 0,01 \text{ hm}$$

kilomètre (km)

$$1 \text{ km} = 1.000 \text{ m}$$

$$1 \text{ m} = 0,001 \text{ km}$$

myriamètre (mam)

$$1 \text{ mam} = 10.000 \text{ m}$$

$$1 \text{ m} = 0,000 1 \text{ mam}$$

*Sous-multiples***décimètre (dm)**

$$1 \text{ dm} = 0,1 \text{ m}$$

$$1 \text{ m} = 10 \text{ dm}$$

centimètre (cm)

$$1 \text{ cm} = 0,01 \text{ m}$$

$$1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$$

millimètre (mm)

$$1 \text{ mm} = 0,001 \text{ m}$$

$$1 \text{ m} = 1.000 \text{ mm}$$

micron (μ)

$$1 \mu = 0,000\,001 \text{ m}$$

$$1 \text{ m} = 1.000.000 \mu$$

millimicron ($\text{m}\mu$)

$$1 \text{ m}\mu = 0,000\,000\,001 \text{ m}$$

$$1 \text{ m} = 1.000.000.000 \text{ m}\mu$$

angström ($\text{\AA}$)

$$1 \text{\AA} = 0,000\,000\,000\,1 \text{ m}$$

$$1 \text{ m} = 10.000.000.000 \text{\AA}$$

unité X (UX)

$$1 \text{ UX} = 0,000\,000\,000\,000\,1 \text{ m}$$

$$1 \text{ m} = 10.000.000.000.000 \text{ UX}$$

KILOGRAMME MASSE (symbole kg)*Unité de mesure de la masse*

C'est la masse d'un étalon de platine iridié conservé aux Archives Internationales du pavillon Breteuil à Sèvres (Paris).

*Multiples***myriagramme (mag)**

$$1 \text{ mag} = 10 \text{ kg}$$

$$1 \text{ kg} = 0,1 \text{ mag}$$

quintal (q)

$$1 \text{ q} = 100 \text{ kg}$$

$$1 \text{ kg} = 0,01 \text{ q}$$

tonne (t)

$$1 \text{ t} = 1.000 \text{ kg}$$

$$1 \text{ kg} = 0,001 \text{ t}$$

*Sous-multiples***hectogramme (hg)**

$$1 \text{ hg} = 0,1 \text{ kg}$$

$$1 \text{ kg} = 10 \text{ hg}$$

décagramme (dag)

$$1 \text{ dag} = 0,01 \text{ kg}$$

$$1 \text{ kg} = 100 \text{ dag}$$

gramme (g)

$$1 \text{ g} = 0,001 \text{ kg}$$

$$1 \text{ kg} = 1.000 \text{ g}$$

décigramme (dg)

$$1 \text{ dg} = 0,000 1 \text{ kg}$$

$$1 \text{ kg} = 10.000 \text{ dg}$$

centigramme (cg)

$$1 \text{ cg} = 0,000 01 \text{ kg}$$

$$1 \text{ kg} = 100.000 \text{ cg}$$

milligramme (mg)

$$1 \text{ mg} = 0,000 001 \text{ kg}$$

$$1 \text{ kg} = 1.000.000 \text{ mg}$$

SECONDE (symbole sec)

Unité de la durée, c'est-à-dire du temps

La seconde est l'unité de temps définie par $\frac{1}{31\,556\,925,974\,7}$ partie de l'année tropique pour 1900 Janvier Zéro, à 12 heures de temps des éphémérides.

Multiples

minute (min)

$$1 \text{ min} = 60 \text{ sec}$$

$$1 \text{ sec} = \frac{1}{60} = 0,0166 \dots \text{ min}$$

heure (h)

$$1 \text{ h} = 3.600 \text{ sec}$$

$$1 \text{ sec} = \frac{1}{3.600} = 0,000\,277 \dots \text{ h}$$

jour (j)

$$1 \text{ j} = 86.400 \text{ sec}$$

$$1 \text{ sec} = \frac{1}{86.400} \approx 0,000\,011\,574\,074 \text{ j}$$

*Sous-multiples***dixième de seconde (dsec)**

$$1 \text{ dsec} = 0,1 \text{ sec}$$

$$1 \text{ sec} = 10 \text{ dsec}$$

centième de seconde (csec)

$$1 \text{ csec} = 0,01 \text{ sec}$$

$$1 \text{ sec} = 100 \text{ csec}$$

millième de seconde (msec)

$$1 \text{ msec} = 0,001 \text{ sec}$$

$$1 \text{ sec} = 1.000 \text{ msec}$$

microseconde (μ sec)

$$1 \mu\text{sec} = 0,000\,001 \text{ sec}$$

$$1 \text{ sec} = 1.000.000 \mu\text{sec}$$

nanoseconde (nsec)

$$1 \text{ nsec} = 0,000\,000\,001 \text{ sec}$$

$$1 \text{ sec} = 1.000.000.000 \text{ nsec}$$

AMPERE (symbole A)*Unité de mesure de l'intensité de courant électrique*

C'est l'intensité d'un courant constant qui, maintenu dans deux conducteurs parallèles, rectilignes, de longueur infinie, de section circulaire négligeable et placés à une distance de 1 mètre l'un de l'autre, dans le vide, produit $2 \cdot 10^{-7}$ newton par mètre de longueur.

*Sous-multiples***milliampère (mA)**

$$1 \text{ mA} = 0,001 \text{ A}$$

$$1 \text{ A} = 1.000 \text{ mA}$$

microampère (μA)

$$1 \mu\text{A} = 0,000\ 001 \text{ A}$$

$$1 \text{ A} = 1.000.000 \mu\text{A}$$

CANDELA (symbole cd)

Unité de mesure de l'intensité lumineuse

C'est l'intensité lumineuse, dans une direction déterminée d'une ouverture perpendiculaire à cette direction, ayant une aire de $1/60$ de centimètre carré et rayonnant comme un radiateur intégral (corps noir) à la température de solidification du platine.

DEGRE KELVIN (symbole $^{\circ}\text{K}$)

DEGRE CELSIUS (symbole $^{\circ}\text{C}$)

Unités calorifiques

Degré de l'échelle thermodynamique des températures absolues dans laquelle la température du point triple de l'eau est $273,16$ degrés. Le degré Celsius est égal au degré Kelvin. Le zéro de l'échelle Celsius correspond à $273,15$ degrés de l'échelle thermodynamique Kelvin ci-dessus définie.

2 - UNITES DERIVEES

Pour les unités dérivées on a indiqué seulement les multiples et sous-multiples d'usage fréquent.

AMPERE PAR METRE CARRE (symbole A/m^2)

Unité de mesure de la densité de courant

C'est l'intensité de courant dans un conducteur ayant une section constante de 1 *mètre carré*, parcouru un courant d'intensité égale à 1 *ampère*

Multiple

ampere par millimètre carré (A/mm^2)

$$1 A/mm^2 = 1.000.000 A/m^2$$

$$1 A/m^2 = 0,000\ 001 A/mm^2$$

AMPERE PAR VOLT (symbole A/V)

Synonyme de Siemens (et de mho), unité de mesure de la conductance (admittance) électrique (voir SIEMENS).

AMPERE-HEURE (symbole Ah)

Unité de mesure de quantité d'électricité

C'est la quantité d'électricité transportée en 1 *heure* par un courant de 1 *ampère*. (1 ampère heure vaut 3.600 coulombs).

Sous-multiples

ampère-minute (Amin)

$$1 \text{ Amin} = \frac{1}{60} = 0,0166 \dots \text{ Ah}$$

$$1 \text{ Ah} = 60 \text{ Amin}$$

ampère-seconde (Asec)

$$1 \text{ Asec} = \frac{1}{3.600} = 0,000\,277 \dots \text{ Ah} \qquad 1 \text{ Ah} = 3.600 \text{ Asec}$$

AMPERE-TOUR (symbole At)

Unité de mesure de la force magnétomotrice ou tension magnétique

C'est la force magnétomotrice produite par un courant de 1 A circulant dans un circuit constitué par une seule spire.

AMPERE-TOUR AU METRE (symbole At/m)

Unité de mesure de l'intensité du champ magnétique

C'est l'intensité de la force exercée sur une masse magnétique unitaire par une spire disposée à un *mètre* de distance et parcourue par un courant de 1 *ampère*.

Multiple

ampère-tour au centimètre (At/cm)

$$1 \text{ At/cm} = 100 \text{ At/m} \qquad 1 \text{ At/m} = 0,01 \text{ At/cm}$$

AMPERE-TOUR PAR WEBER (Symbole At/Wb)

Unité de mesure de la réluctance magnétique

AMPERE-TOUR PAR METRE (symbole At/m)

Unité de mesure du flux de force du champ magnétique

C'est le flux du champ magnétique traversant la superficie de 1 *mètre carré* (perpendiculaire aux lignes de force), produit par une spire parcourue par le courant de 1 *ampère*.

BEL (symbole B)

Unité relative d'intensité sonore

Le bel n'est pas utilisé en ELECTRONIQUE, étant substitué par son sous-multiple (voir DECIBEL).

BIT (symbole bit)

Unité de mesure de l'information

Unité d'information utilisée en psychologie pour mesurer la quantité d'information contenue dans un signal, et correspondant au logarithme de base 2.

CALORIE (symbole Cal)

Unité de mesure de la quantité de chaleur

La calorie est la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1 degré Celsius la température de 1 gramme d'un corps, dont la chaleur massique est égale à celle de l'eau à 15 degrés Celsius, sous la pression atmosphérique normale (101 325 pascals). Elle équivaut, expérimentalement, à 4,1855 Joules.

CALORIE AU DEGRE CENTIGRADE (symbole Cal/°C)

Unité de mesure de la capacité thermique

C'est la capacité thermique d'un corps qui, recevant une quantité de chaleur égale à 1 *calorie*, subit une augmentation de température égale à 1 *degré centigrade*.

CYCLE PAR SECONDE (symbole C/sec)

Synonyme de hertz, unité de mesure de la fréquence (voir HERTZ)

*Multiples***kilocycles par seconde (kc/sec)**

$$1 \text{ kc/sec} = 1.000 \text{ c/sec}$$

$$1 \text{ c/sec} = 0,001 \text{ kc/sec}$$

mégacycles par seconde (Mc/sec)

$$1 \text{ Mc/sec} = 1.000.000 \text{ c/sec}$$

$$1 \text{ c/sec} = 0,000\ 001 \text{ Mc/sec}$$

COULOMB (symbole C)

Unité de mesure de la quantité d'électricité

C'est la quantité d'électricité transportée en une *seconde* par un courant de 1 *ampère*.

DECIBEL (symbole dB)

Dixième partie du bel, unité de mesure de l'atténuation et du gain

Pour indiquer les mesures de l'atténuation et du gain en électronique, on utilise le décibel à la place du bel ; en téléphonie, on utilise le neper.

Le bel, et par conséquent le décibel, sont sous-multiples, et le neper, sont des unités de type particulier, **UNITES LOGARITHMIQUES** (logarithmique décimal pour le bel et logarithmique naturel pour le neper).

Jusqu'à présent, dans les leçons du Cours de Base, nous n'avons pas rencontré des unités de ce type, et pour cette raison, nous vous donnons, maintenant, quelques explications, qui seront d'ailleurs détaillées dans la leçon théorique 17.

Le décibel sert en général comme unité logarithmique de rapports, et en particulier est utilisé pour exprimer des rapports de puissance.

Il convient de distinguer deux cas. Quand on considère un rapport entre la puissance de sortie et la puissance d'entrée d'un même circuit, et si la valeur de ce rapport est plus petite que 1, on obtient une *ATTENUATION* ; quand, au contraire, le rapport entre la puissance de sortie et la puissance d'entrée est supérieur à 1 ; on obtient un *GAIN*. Dans le premier cas, le décibel pris comme unité logarithmique du rapport devient une unité de mesure de l'atténuation. Dans le second cas, il devient au contraire une unité de mesure du gain.

Connaissant la valeur du rapport de puissance ou de tension (ou de courant), on peut établir le nombre correspondant des décibels au moyen des *tableaux XII* se trouvant à la fin de ce formulaire.

Voyons avec deux exemples comment utiliser ces tableaux.

Exemples

a) *Décibel comme unité d'atténuation.* Etablir qu'elle est l'atténuation, exprimée en décibel, du signal dans un creux de transmission, connaissant la valeur du rapport entre la puissance de sortie (P_s) et la puissance d'entrée (P_e) : $\frac{P_s}{P_e} = 0,5$.

On cherche la valeur du rapport dans la colonne de l'atténuation, sous l'inscription *"RAPPORTS DE PUISSANCE"*. Si la valeur n'est pas reportée, on cherche la valeur la plus proche. Pour cela, dans notre exemple, ne trouvant pas 0,5, on devra prendre la valeur 0,501 (second *tableau XII*) qui est la valeur la plus proche de 0,5 que l'on trouve dans le tableau.

Dans la première colonne à gauche (sous l'inscription dB) et sur la même ligne que la valeur trouvée, on lit la mesure de l'atténuation en décibel, soit 3 dB.

Cette valeur, correspondant à 0,501, peut être considérée avec une proche approximation, équivalente à la valeur correspondant au rapport de puissance 0,5 donné initialement.

b) Décibel comme unité de gain. Etablir quel est le gain, exprimé en décibel, du signal d'un amplificateur de puissance, connaissant la valeur du rapport entre la puissance de sortie (P_s) et la puissance d'entrée (P_e) :

$$\frac{P_s}{P_e} = 100.$$

On cherche la valeur du rapport dans la colonne du gain, sous l'inscription *RAPPORTS DE PUISSANCE* et on trouve qu'à la valeur 100 correspond 20 dB (dernier tableau XII).

FARAD (symbole F)

Unité de mesure de la capacité électrique (électrostatique)

C'est la capacité d'un condensateur entre les armatures duquel apparaît une différence de potentiel de 1 *volt* quand il est chargé avec une quantité d'électricité égale à 1 *coulomb*.

Sous-multiples

microfarad (μF)

$$1 \mu F = 0,000\ 001\ F$$

$$1\ F = 1.000.000\ \mu F$$

nanofarad (nF)

$$1\ nF = 0,000\ 000\ 001\ F$$

$$1\ F = 1.000.000.000\ nF$$

kilopicofarad (kpF)

(c'est l'équivalent de nanofarad)

$$1\ kpF = 0,000\ 000\ 001\ F$$

$$1\ F = 1.000.000.000\ kpF$$

picofarad (pF)

$$1\ pF = 0,000\ 000\ 000\ 001\ F$$

$$1\ F = 1.000.000.000.000\ pF$$

FARAD AU METRE (symbole F/m)

Unité de mesure de la constante diélectrique absolue

C'est la constante diélectrique d'un isolant disposé entre les armatures d'un condensateur idéal, plan, lequel aurait la capacité de 1 *farad*, la superficie de 1 *mètre carré* et la distance de 1 *mètre* entre les armatures.

*Sous-multiples***picoFarad au centimètre (pF/cm)**

$$1 \text{ pF/cm} = 0,000\ 000\ 000\ 1 \text{ F/m}$$

$$1 \text{ F/m} = 10.000.000.000 \text{ pF/cm}$$

picoFarad au mètre (pF/m)

$$1 \text{ pF/m} = 0,000\ 000\ 000\ 001 \text{ F/m}$$

$$1 \text{ F/m} = 1.000.000.000.000 \text{ pF/m}$$

FONE (symbole ph)

Transcription phonétique de *phone*, unité de mesure du niveau acoustique et, en particulier, de la sensation sonore (voir *PHONE*).

DEGRE CENTIGRADE ou DEGRE CELSIUS (symbole °C)*Unité de mesure de la température relative*

C'est la centième partie du saut de température entre celle de la glace fondante et la température de l'eau distillée en ébullition sous une pression atmosphérique normale et au niveau de la mer.

Sur l'échelle des degrés centigrades, on fait correspondre le zéro à la température de la glace fondante à la pression atmosphérique normale.

DEGRE CENTIGRADE AU WATT (symbole °C/W)*Unité de mesure de la résistance thermique*

C'est la résistance thermique d'un corps dans lequel une augmentation de température de 1 *degré centigrade* correspond à l'absorption d'une énergie thermique d'une puissance de 1 *watt*.

HENRY (symbole H)*Unité de mesure de l'inductance électrique*

C'est l'inductance électrique d'un circuit fermé dans lequel une force électromotrice de 1 *volt* est produite lorsque le courant électrique qui parcourt le circuit varie uniformément à raison de 1 *ampère* par *seconde*.

*Sous-multiples***millihenry (mH)**

$$1 \text{ mH} = 0,001 \text{ H}$$

$$1 \text{ H} = 1.000 \text{ mH}$$

microhenry (μH)

$$1 \mu\text{H} = 0,000\,001 \text{ H}$$

$$1 \text{ H} = 1.000.000 \mu\text{H}$$

HENRY PAR METRE (symbole H/m)*Unité de mesure de la perméabilité magnétique absolue (ou constante magnétique absolue).**Sous-multiple***microhenry par mètre ($\mu\text{H/m}$)**

$$1 \mu\text{H/m} = 0,000\,001 \text{ H/m}$$

$$1 \text{ H/m} = 1.000.000 \mu\text{H/m}$$

HERTZ (symbole Hz)*Unité de mesure de la fréquence*

Le hertz est la fréquence d'un phénomène périodique dont la période est 1 *seconde*.

*Multiples***kilohertz (kHz)**

$$1 \text{ kHz} = 1.000 \text{ Hz}$$

$$1 \text{ Hz} = 0,001 \text{ kHz}$$

mégahertz (MHz)

$$1 \text{ MHz} = 1.000.000 \text{ Hz}$$

$$1 \text{ Hz} = 0,000\,001 \text{ MHz}$$

gigahertz (GHz)

$$1 \text{ GHz} = 1.000.000.000 \text{ Hz}$$

$$1 \text{ Hz} = 0,000\,000\,001 \text{ GHz}$$

JOULE (Symbole J)*Unité de mesure de travail et d'énergie*

Le *joule* est le travail produit par 1 *newton* dont le point d'application se déplace de 1 *mètre* dans la direction de la force.

Unité de quantité de chaleur

La calorie est égale à 4,1855 *joules*.

JOULE PAR METRE (Symbole J/m)

Synonyme peu usité de *newton*, unité de mesure de la force (voir *NEWTON*).

JOULE PAR CALORIE (Symbole J/cal)*Unité de mesure qui exprime l'équivalent mécanique de la chaleur*

C'est le travail qui correspond à la quantité de chaleur de 1 *calorie*.

JOULE PAR SECONDE (Symbole J sec)*Unité de mesure de l'action (quantité d'action mécanique)*

C'est la quantité d'action associée à une force qui produit le travail de 1 *joule* dans le temps de 1 *seconde*.

METRE PAR SECONDE (symbole m/sec)*Unité de mesure de la vitesse*

C'est la vitesse d'un mobile qui, animé d'un mouvement uniforme, parcourt une distance d'un *mètre* en une *seconde*.

*Multiple***kilomètre par seconde (km/sec)**

$$1 \text{ km/sec} = 1.000 \text{ m/sec}$$

$$1 \text{ m/sec} = 0,001 \text{ km/sec}$$

*Sous-multiple***kilomètre à l'heure (km/h)**

$$1 \text{ km/h} = \frac{5}{18} \text{ m/sec} = 0,277 \dots \text{ m/sec} \quad 1 \text{ m/sec} = 3,6 \text{ km/h}$$

METRE PAR SECONDE PAR SECONDE (symbole m/s²)*Unité de mesure de l'accélération*

C'est l'accélération d'un mobile, animé d'un mouvement uniformément varié, dont la vitesse varie, en une *seconde*, d'un *mètre par seconde*.

METRE CUBE (symbole m³)*Unité de mesure du volume**Sous-multiple***décimètre cube (dm³)**

$$1 \text{ dm}^3 = 0,001 \text{ m}^3$$

$$1 \text{ m}^3 = 1.000 \text{ dm}^3$$

centimètre cube (cm³)

$$1 \text{ cm}^3 = 0,000\,001 \text{ m}^3$$

$$1 \text{ m}^3 = 1.000.000 \text{ cm}^3$$

METRE CARRE (symbole m²)

Unité de mesure de la surface

Sous-multiples

décimètre carré (dm²)

$$1 \text{ dm}^2 = 0,01 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ m}^2 = 100 \text{ dm}^2$$

centimètre carré (cm²)

$$1 \text{ cm}^2 = 0,000\,1 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ m}^2 = 10.000 \text{ cm}^2$$

millimètre carré (mm²)

$$1 \text{ mm}^2 = 0,000\,001 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ m}^2 = 1.000.000 \text{ mm}^2$$

NEPER (symbole N_p)

Unité de mesure de l'atténuation et du gain, utilisée en téléphonie (voir DECIBEL)

$$1 \text{ N}_p \approx 8,686 \text{ dB}$$

$$1 \text{ dB} \approx 0,115\,1 \text{ N}_p$$

NEWTON (symbole N)

Unité de mesure de la force mécanique

Force qui communique à un corps ayant une masse de 1 *kilogramme*, une accélération de 1 *mètre par seconde, par seconde*.

Le kilogramme-force (ou kilogramme-poids) est une ancienne unité de force équivalant à la force avec laquelle une masse de 1 kilogramme est attirée par la terre.

$$1 \text{ kg}_f \approx 9,806\,6 \text{ N}$$

$$1 \text{ N} \approx 0,101\,97 \text{ kg}_f$$

OHM (symbole Ω)*Unité de mesure de résistance électrique*

C'est la différence entre deux points d'un fil conducteur lorsqu'une différence de potentiel de 1 *volt* appliquée entre ces deux points, produit dans ce conducteur un courant de 1 *ampère*, ledit conducteur n'étant le siège d'aucune force électromotrice.

Unité de mesure également de l'impédance électrique de la réactance inductive et capacitive :

*Multiples***kiloohm ($k\Omega$)**

$$1\ k\Omega = 1.000\ \Omega$$

$$1\ \Omega = 0,001\ k\Omega$$

mégohm ($M\Omega$)

$$1\ M\Omega = 1.000.000\ \Omega$$

$$1\ \Omega = 0,000\ 001\ M\Omega$$

*Sous-Multiples***milliohm ($m\Omega$)**

$$1\ m\Omega = 0,001\ \Omega$$

$$1\ \Omega = 1.000\ m\Omega$$

microhm ($\mu\Omega$)

$$1\ \mu\Omega = 0,000\ 001\ \Omega$$

$$1\ \Omega = 1.000\ 000\ \mu\Omega$$

OHM PAR METRE (symbole Ωm)*Unité de mesure de la résistivité électrique*

C'est la résistivité d'un cylindre de 1 *m de long*, d'une section constante de 1 *mètre carré* et dont la résistance est de 1 *ohm*.

*Sous-multiple***microohm par mètre ($\mu\Omega m$)**

$$1\ \mu\Omega m = 0,000\ 001\ \Omega m$$

$$1\ \Omega m = 1.000\ 000\ \mu\Omega m$$

Observation - Dans le système pratique, on utilise comme unité de mesure de la résistivité l'ohm par millimètre carré au mètre (symbole $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$) ; cette unité pratique est équivalente au sous-multiple microohm par mètre.

$$1 \mu\Omega\text{m} = 1 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}.$$

PASCAL (symbole Pa)

Unité de contrainte et de pression

Le pascal est la contrainte qui, agissant sur une surface plane de 1 mètre carré, exerce sur cette aire une force totale de 1 newton.

Le pascal est également la pression uniforme qui, agissant sur une surface plane de 1 mètre carré, exerce perpendiculairement à cette surface une force totale de 1 newton.

L'ancienne unité de mesure de pression était la *Barye* (symbole Dyn/cm²) qui correspond à 10⁻¹ pascal.

PERIODE PAR SECONDE (symbole P/s)

Synonyme du cycle par seconde ou hertz, unité de mesure de la fréquence (voir HERTZ)

Cette appellation est surtout utilisée dans le langage technique courant lorsqu'on parle des fréquences industrielles de distribution de l'énergie électrique.

PHONE (symbole ph)

Unité de mesure de puissance sonore

C'est une unité logarithmique décimale analogue au décibel (voir DECIBEL).

Le zéro des phones a été fixé conventionnellement au niveau de la puissance acoustique spécifique de 0,000 000 000 001 watt au mètre carré, correspondant au seuil d'audibilité moyen pour la fréquence de 1.000 hertz.

A cette valeur de puissance au mètre carré correspond la pression acoustique de 0,000 02 *newton au mètre carré*.

Le niveau maximum de puissance acoustique spécifique que l'ouïe humaine peut supporter en moyenne sans sensation douloureuse est de 130 *phones*,

RADIAN (symbole rd)

Unité de mesure d'un angle

C'est l'angle décrit par un arc de circonférence ayant la longueur du rayon respectif.

Les angles s'expriment aussi en *degré sexagésimal* (symbole °).

Le degré sexagésimal se définit comme la quatre vingt dixième partie de l'angle droit.

Relations fondamentales

$$1 \text{ angle droit} = \frac{\pi}{2} \text{ rd} \approx 1,5708 \text{ rd}$$

$$1 \text{ angle plat} = \pi \text{ rd} \approx 3,1416 \text{ rd}$$

$$1 \text{ angle plein} = 2 \pi \text{ rd} \approx 6,2832 \text{ rd}$$

1 rd $\approx 57^{\circ} 17' 44''$ et 8,06 *dixième de seconde* (le symbole ' indique la minute qui est la soixantième partie du *degré sexagésimal* ; le symbole '' indique la seconde qui est la trois mille six centième partie du *degré sexagésimal*).

$$1^{\circ} \approx 0.017 453 \text{ rd}$$

SIEMENS (symbole S)

Unité de mesure de l'admittance électrique et en particulier de la conductance

C'est l'inverse de l'*ohm* ($S = \frac{1}{\Omega}$) ; pour cette raison le *siemens* est aussi appelé *mho*, nom qui s'obtient en inversant l'ordre des lettres du mot ohm.

SIEMENS AU METRE (symbole S/m)*Unité de mesure de la conductivité électrique**C'est l'inverse de l'ohm par mètre.*

$$\text{S/m} = 1/\Omega \text{ m}$$

TESLA (Symbole T)*Unité de mesure de l'induction magnétique*

Le *Telsa* est l'induction magnétique uniforme qui, répartie normalement sur une surface de 1 *mètre carré*, produit à travers cette surface un flux magnétique total de 1 weber.

VOLT (Symbole V)*Unité de mesure de la force électromotrice et différence de potentiel (ou Tension)*

Différence de potentiel qui existe entre deux points d'un fil conducteur parcouru par un courant constant de 1 *ampère* lorsque la puissance dissipée entre ces points est égale à 1 watt.

*Multiple***kilovolt (kV)**

$$1 \text{ kV} = 1.000 \text{ V}$$

$$1 \text{ V} = 0,001 \text{ kV}$$

*Sous-Multiples***millivolt (mV)**

$$1 \text{ mV} = 0,001 \text{ V}$$

$$1 \text{ V} = 1.000 \text{ mV}$$

microvolt (μV)

$$1 \mu\text{V} = 0,000 \ 001 \text{ V}$$

$$1 \text{ V} = 1.000 \ 000 \mu\text{V}$$

VOLT PAR METRE (Symbole V/M)*Unité de mesure de l'intensité du champ électrique**Sous-Multiples***millivolt par mètre (mV/m)**

$$1 \text{ mV/m} = 0,001 \text{ V/m}$$

$$1 \text{ V/m} = 1.000 \text{ V/m}$$

microvolt par mètre (μ V/m)

$$1 \mu\text{V/m} = 0,000\,001 \text{ V/m}$$

$$1 \text{ V/m} = 1.000\,000 \mu\text{V/m}$$

VOLT-AMPERE (Symbole VA)*Unité de mesure de la puissance apparente*

C'est la puissance que l'on obtient en multipliant les valeurs efficaces de la tension et du courant alternatif, en ne tenant pas compte de l'éventuel déphasage entre la tension et le courant.

WATT (Symbole W)*Unité de mesure de la puissance*

C'est la puissance correspondante au travail de 1 *joule* accompli pendant la durée de 1 *seconde*.

*Multiple***kilowatt (kW)**

$$1 \text{ kW} = 1.000 \text{ W}$$

$$1 \text{ W} = 0,001 \text{ kW}$$

*Sous-Multiple***milliwatt (mW)**

$$1 \text{ mW} = 0,001 \text{ W}$$

$$1 \text{ W} = 1.000 \text{ mW}$$

Observation - La puissance des moteurs s'exprime communément en **CHEVAL VAPEUR** (symbole ch) ou bien en **CHEVAL VAPEUR ELECTRIQUE CONTINENTAL** (symbole che) ou bien en **HORSE POWER** (symbole HP, unité du système anglais).

$$1 \text{ ch} \approx 735,5 \text{ W}$$

$$1 \text{ che} \approx 736 \text{ W}$$

$$1 \text{ HP} \approx 745,7 \text{ W}$$

$$1 \text{ W} \approx 0,001 \, 359 \, 6 \text{ ch}$$

$$1 \text{ W} \approx 0,001 \, 358 \text{ che}$$

$$1 \text{ W} \approx 0,001 \, 341 \text{ HP}$$

Le cheval vapeur appartenant au système technique et le cheval vapeur électrique continental sont indiqués souvent avec un symbole unique: **CV**.

WATT AU METRE CARRE (symbole W/m²)

C'est l'unité de mesure de la puissance spécifique relative à l'unité de superficie (par exemple, c'est la puissance d'une onde acoustique et électromagnétique qui investit d'une façon frontale la superficie de 1 mètre carré).

WATT PAR SECONDE (symbole W sec)

Synonyme de joule, unité de mesure du travail et de l'énergie (voir JOULE).

Multiples

watt-heure (W h)

$$1 \text{ W h} = 3.600 \text{ W sec}$$

$$1 \text{ W sec} = \frac{1}{3.600} \text{ W h} \approx 0,000 \, 277 \, \dots \text{ W h}$$

kilowatt-heure (kW h)

$$1 \text{ kW h} = 3.600.000 \text{ W sec}$$

$$1 \text{ W sec} = \frac{1}{3.600.000} \text{ kW h} \approx 0,000 \, 000 \, 277 \, \dots \text{ kW h}$$

WEBER (Symbole Wb)*Unité de mesure du flux magnétique*

C'est le flux magnétique qui, traversant un circuit d'une seule spire, y produit une force électromotrice de 1 *volt*, si on l'amène à zéro en 1 *seconde* par décroissance uniforme.

WEBER PAR METRE CARRE (Symbole Wb/m²)*Unité de mesure de l'induction magnétique (B)*

C'est l'induction correspondante au flux de 1 *weber* qui traverse perpendiculairement la section de 1 *mètre carré*.



TABLEAU XII

dB	RAPPORTS DE PUISSANCE		RAPPORTS DE TENSION (ou de courant)		dB
	GAIN	ATTENUATION	GAIN	ATTENUATION	
0,1	1,023	0,977	1,012	0,988	0,1
0,2	1,047	0,955	1,023	0,977	0,2
0,3	1,072	0,933	1,035	0,966	0,3
0,4	1,096	0,912	1,047	0,955	0,4
0,5	1,122	0,891	1,059	0,944	0,5
0,6	1,148	0,871	1,072	0,933	0,6
0,7	1,175	0,851	1,084	0,922	0,7
0,8	1,202	0,831	1,096	0,912	0,8
0,9	1,230	0,812	1,109	0,901	0,9
1,0	1,259	0,794	1,122	0,891	1,0
1,1	1,288	0,776	1,135	0,881	1,1
1,2	1,318	0,758	1,148	0,871	1,2
1,3	1,349	0,741	1,162	0,861	1,3
1,4	1,380	0,724	1,175	0,851	1,4
1,5	1,413	0,708	1,189	0,841	1,5
1,6	1,445	0,692	1,202	0,832	1,6
1,7	1,479	0,676	1,216	0,822	1,7
1,8	1,514	0,660	1,230	0,813	1,8
1,9	1,549	0,645	1,245	0,803	1,9
2,0	1,585	0,631	1,259	0,794	2,0
2,1	1,622	0,616	1,274	0,785	2,1
2,2	1,660	0,602	1,288	0,776	2,2
2,3	1,698	0,589	1,303	0,767	2,3
2,4	1,738	0,575	1,318	0,758	2,4
2,5	1,778	0,562	1,334	0,750	2,5

VALEURS DES DECIBELS ET VALEURS CORRESPONDANTES DES
RAPPORTS DE PUISSANCE ET DE TENSION (ou de courant)

TABLEAU XII					
dB	RAPPORTS DE PUISSANCE		RAPPORTS DE TENSION (ou de courant)		dB
	GAIN	ATTENUATION	GAIN	ATTENUATION	
2,6	1,820	0,549	1,349	0,741	2,6
2,7	1,862	0,537	1,365	0,733	2,7
2,8	1,905	0,525	1,380	0,724	2,8
2,9	1,950	0,513	1,396	0,716	2,9
3,0	1,995	0,501	1,413	0,708	3,0
3,1	2,042	0,490	1,429	0,700	3,1
3,2	2,089	0,478	1,445	0,692	3,2
3,3	2,138	0,467	1,462	0,684	3,3
3,4	2,188	0,457	1,479	0,676	3,4
3,5	2,239	0,446	1,496	0,668	3,5
3,6	2,291	0,436	1,514	0,660	3,6
3,7	2,344	0,426	1,531	0,653	3,7
3,8	2,399	0,417	1,549	0,645	3,8
3,9	2,455	0,407	1,567	0,638	3,9
4,0	2,512	0,398	1,585	0,631	4,0
4,1	2,570	0,389	1,603	0,623	4,1
4,2	2,630	0,380	1,622	0,616	4,2
4,3	2,692	0,371	1,641	0,609	4,3
4,4	2,754	0,363	1,660	0,602	4,4
4,5	2,818	0,355	1,679	0,595	4,5
4,6	2,884	0,346	1,698	0,589	4,6
4,7	2,951	0,339	1,718	0,584	4,7
4,8	3,020	0,331	1,738	0,575	4,8
4,9	3,090	0,323	1,758	0,569	4,9
5,0	3,162	0,316	1,778	0,562	5,0
VALEURS DES DECIBELS ET VALEURS CORRESPONDANTES DES RAPPORTS DE PUISSANCE ET DE TENSION (ou de courant)					

TABLEAU XII

dB	RAPPORTS DE PUISSANCE		RAPPORTS DE TENSION (ou de courant)		dB
	GAIN	ATTENUATION	GAIN	ATTENUATION	
5,1	3,236	0,309	1,799	0,556	5,1
5,2	3,311	0,302	1,820	0,549	5,2
5,3	3,388	0,295	1,841	0,543	5,3
5,4	3,467	0,288	1,862	0,537	5,4
5,5	3,548	0,282	1,884	0,531	5,5
5,6	3,631	0,275	1,905	0,525	5,6
5,7	3,715	0,269	1,928	0,519	5,7
5,8	3,802	0,263	1,950	0,513	5,8
5,9	3,891	0,257	1,972	0,507	5,9
6,0	3,981	0,251	1,995	0,501	6,0
6,1	4,074	0,245	2,018	0,495	6,1
6,2	4,169	0,240	2,042	0,490	6,2
6,3	4,266	0,234	2,065	0,484	6,3
6,4	4,365	0,229	2,089	0,478	6,4
6,5	4,467	0,224	2,114	0,473	6,5
6,6	4,571	0,219	2,138	0,467	6,6
6,7	4,677	0,214	2,163	0,462	6,7
6,8	4,786	0,209	2,188	0,457	6,8
6,9	4,898	0,204	2,213	0,452	6,9
7,0	5,012	0,199	2,239	0,446	7,0
7,1	5,128	0,195	2,265	0,441	7,1
7,2	5,248	0,190	2,291	0,436	7,2
7,3	5,370	0,186	2,317	0,431	7,3
7,4	5,495	0,182	2,344	0,426	7,4
7,5	5,623	0,178	2,371	0,421	7,5
VALEURS DES DECIBELS ET VALEURS CORRESPONDANTES DES RAPPORTS DE PUISSANCE ET DE TENSION (ou de courant)					

TABLEAU XII

dB	RAPPORTS DE PUISSANCE		RAPPORTS DE TENSION (ou de courant)		dB
	GAIN	ATTENUATION	GAIN	ATTENUATION	
7,6	5,754	0,174	2,399	0,417	7,6
7,7	5,888	0,170	2,427	0,412	7,7
7,8	6,026	0,166	2,455	0,407	7,8
7,9	6,166	0,162	2,483	0,402	7,9
8,0	6,310	0,158	2,512	0,398	8,0
8,1	6,457	0,155	2,541	0,393	8,1
8,2	6,607	0,151	2,570	0,389	8,2
8,3	6,761	0,148	2,600	0,384	8,3
8,4	6,918	0,144	2,630	0,380	8,4
8,5	7,080	0,141	2,661	0,376	8,5
8,6	7,244	0,138	2,692	0,371	8,6
8,7	7,413	0,135	2,723	0,367	8,7
8,8	7,586	0,132	2,754	0,363	8,8
8,9	7,763	0,129	2,786	0,358	8,9
9,0	7,943	0,125	2,818	0,355	9,0
9,1	8,128	0,123	2,851	0,351	9,1
9,2	8,318	0,120	2,884	0,346	9,2
9,3	8,511	0,117	2,917	0,343	9,3
9,4	8,710	0,115	2,951	0,339	9,4
9,5	8,913	0,112	2,985	0,335	9,5
9,6	9,120	0,109	3,020	0,331	9,6
9,7	9,333	0,107	3,055	0,327	9,7
9,8	9,550	0,104	3,090	0,323	9,8
9,9	9,772	0,102	3,126	0,320	9,9
10,0	10,00	0,100	3,162	0,316	10,0
VALEURS DES DECIBELS ET VALEURS CORRESPONDANTES DES RAPPORTS DE PUISSANCE ET DE TENSION (ou de courant)					

TABLEAU XII

dB	RAPPORTS DE PUISSANCE		RAPPORTS DE TENSION (ou de courant)		dB
	GAIN	ATTENUATION	GAIN	ATTENUATION	
10,1	10,23	0,0977	3,199	0,312	10,1
10,2	10,47	0,0955	3,236	0,309	10,2
10,3	10,72	0,0933	3,273	0,305	10,3
10,4	10,96	0,0912	3,311	0,302	10,4
10,5	11,22	0,0891	3,350	0,298	10,5
10,6	11,48	0,0871	3,388	0,295	10,6
10,7	11,75	0,0851	3,428	0,291	10,7
10,8	12,02	0,0832	3,467	0,288	10,8
10,9	12,30	0,0813	3,508	0,285	10,9
11,0	12,59	0,0794	3,548	0,282	11,0
11,1	12,88	0,0776	3,589	0,278	11,1
11,2	13,18	0,0758	3,631	0,275	11,2
11,3	13,49	0,0741	3,673	0,272	11,3
11,4	13,80	0,0724	3,715	0,269	11,4
11,5	14,13	0,0708	3,758	0,266	11,5
11,6	14,45	0,0699	3,802	0,263	11,6
11,7	14,79	0,0676	3,846	0,260	11,7
11,8	15,14	0,0660	3,891	0,257	11,8
11,9	15,49	0,0645	3,936	0,254	11,9
12,0	15,85	0,0631	3,981	0,251	12,0
12,1	16,22	0,0616	4,027	0,248	12,1
12,2	16,60	0,0602	4,074	0,245	12,2
12,3	16,98	0,0589	4,121	0,242	12,3
12,4	17,38	0,0575	4,169	0,240	12,4
12,5	17,78	0,0562	4,217	0,237	12,5
VALEURS DES DECIBELS ET VALEURS CORRESPONDANTES DES RAPPORTS DE PUISSANCE ET DE TENSION (ou de courant)					

TABLEAU XII

dB	RAPPORTS DE PUISSANCE		RAPPORTS DE TENSION (ou de courant)		dB
	GAIN	ATTENUATION	GAIN	ATTENUATION	
12,6	18,20	0,0549	4,266	0,234	12,6
12,7	18,62	0,0537	4,315	0,231	12,7
12,8	19,05	0,0525	4,365	0,229	12,8
12,9	19,50	0,0513	4,416	0,226	12,9
13,0	19,95	0,0501	4,467	0,224	13,0
13,1	20,42	0,0490	4,519	0,221	13,1
13,2	20,89	0,0478	4,571	0,219	13,2
13,3	21,38	0,0467	4,624	0,216	13,3
13,4	21,88	0,0457	4,677	0,214	13,4
13,5	22,39	0,0446	4,732	0,211	13,5
13,6	22,91	0,0436	4,786	0,209	13,6
13,7	23,44	0,0426	4,842	0,206	13,7
13,8	23,99	0,0417	4,898	0,204	13,8
13,9	24,55	0,0407	4,955	0,202	13,9
14,0	25,12	0,0398	5,012	0,199	14,0
14,1	25,70	0,0389	5,070	0,197	14,1
14,2	26,30	0,0380	5,128	0,195	14,2
14,3	26,92	0,0371	5,188	0,193	14,3
14,4	27,54	0,0363	5,248	0,190	14,4
14,5	28,18	0,0355	5,309	0,188	14,5
14,6	28,84	0,0346	5,370	0,186	14,6
14,7	29,51	0,0339	5,433	0,184	14,7
14,8	30,20	0,0331	5,495	0,182	14,8
14,9	30,90	0,0323	5,559	0,180	14,9
15,0	31,62	0,0316	5,623	0,178	15,0

VALEURS DES DECIBELS ET VALEURS CORRESPONDANTES DES
RAPPORTS DE PUISSANCE ET DE TENSION (ou de courant)

TABLEAU XII

dB	RAPPORTS DE PUISSANCE		RAPPORTS DE TENSION (ou de courant)		dB
	GAIN	ATTENUATION	GAIN	ATTENUATION	
15,1	32,36	0,0309	5,689	0,176	15,1
15,2	33,11	0,0302	5,754	0,174	15,2
15,3	33,88	0,0295	5,821	0,172	15,3
15,4	34,67	0,0288	5,888	0,170	15,4
15,5	35,48	0,0282	5,957	0,168	15,5
15,6	36,31	0,0275	6,026	0,166	15,6
15,7	37,15	0,0269	6,095	0,164	15,7
15,8	38,02	0,0263	6,166	0,162	15,8
15,9	38,90	0,0257	6,237	0,160	15,9
16,0	39,81	0,0251	6,310	0,158	16,0
16,1	40,74	0,0245	6,383	0,156	16,1
16,2	41,69	0,0240	6,457	0,155	16,2
16,3	42,66	0,0234	6,531	0,153	16,3
16,4	43,65	0,0229	6,607	0,151	16,4
16,5	44,67	0,0224	6,683	0,149	16,5
16,6	45,71	0,0219	6,761	0,148	16,6
16,7	46,77	0,0214	6,839	0,146	16,7
16,8	47,86	0,0209	6,918	0,144	16,8
16,9	48,98	0,0204	6,998	0,143	16,9
17,0	50,12	0,0199	7,080	0,141	17,0
17,1	51,29	0,0195	7,161	0,139	17,1
17,2	52,48	0,0190	7,244	0,138	17,2
17,3	53,70	0,0186	7,328	0,136	17,3
17,4	54,95	0,0182	7,413	0,135	17,4
17,5	56,23	0,0178	7,499	0,133	17,5

VALEURS DES DECIBELS ET VALEURS CORRESPONDANTES DES
RAPPORTS DE PUISSANCE ET DE TENSION (ou de courant)

TABLEAU XII

dB	RAPPORTS DE PUISSANCE		RAPPORTS DE TENSION (ou de courant)		dB
	GAIN	ATTENUATION	GAIN	ATTENUATION	
17,6	57,54	0,0174	7,586	0,132	17,6
17,7	58,88	0,0170	7,674	0,130	17,7
17,8	60,26	0,0166	7,763	0,129	17,8
17,9	61,66	0,0162	7,852	0,127	17,9
18,0	63,10	0,0158	7,943	0,126	18,0
18,1	64,57	0,0155	8,035	0,124	18,1
18,2	66,07	0,0151	8,128	0,133	18,2
18,3	67,61	0,0148	8,222	0,121	18,3
18,4	69,18	0,0144	8,318	0,120	18,4
18,5	70,79	0,0141	8,414	0,119	18,5
18,6	72,44	0,0138	8,511	0,117	18,6
18,7	74,13	0,0135	8,610	0,116	18,7
18,8	75,86	0,0132	8,710	0,115	18,8
18,9	77,62	0,0129	8,811	0,113	18,9
19,0	79,43	0,0126	8,913	0,112	19,0
19,1	81,28	0,0123	9,016	0,111	19,1
19,2	83,18	0,0120	9,120	0,109	19,2
19,3	85,11	0,0117	9,226	0,108	19,3
19,4	87,10	0,0115	9,333	0,107	19,4
19,5	89,13	0,0112	9,441	0,106	19,5
19,6	91,20	0,0109	9,550	0,104	19,6
19,7	93,33	0,0107	9,661	0,103	19,7
19,8	95,50	0,0104	9,772	0,102	19,8
19,9	97,72	0,0102	9,886	0,101	19,9
20,0	100,00	0,0100	10,000	0,100	20,0
VALEURS DES DECIBELS ET VALEURS CORRESPONDANTES DES RAPPORTS DE PUISSANCE ET DE TENSION (ou de courant)					