

Niveau de tension - gain d'un système

☰ Plan du cours

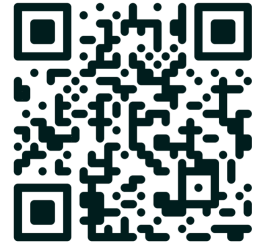
I	Prérequis	1
II	Niveau de tension d'un signal	2
III	Gain d'un système	3
	Amplification et gain en tension d'un système	
	A.1 Amplification en tension	3
	A.2 Gain en tension	4
	Lien entre niveau de tension et gain en décibel	
IV	Cas des systèmes composés - Enchaînement de quadripôles	5
	Cas général et application	
	A.1 Cas général et définition	5
	Application à une chaîne audio	

✎ Exercices

🏠 Voir fiche TD

🌐 Tous les cours en ligne !

PhysicSensei.fr



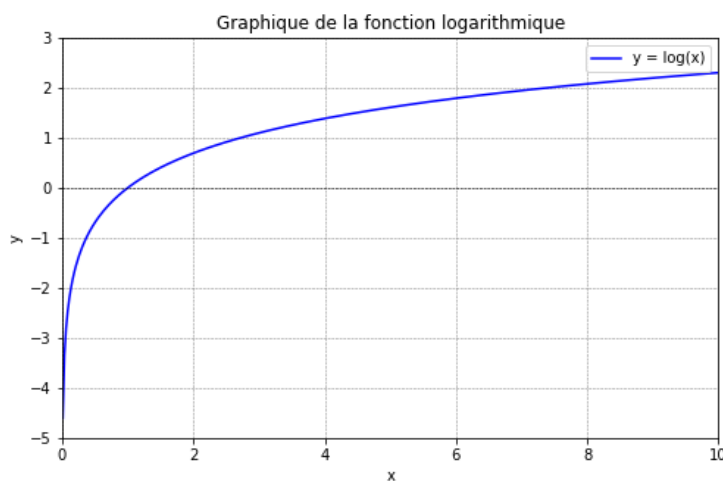
I Prérequis

🕒 Rappel

📖 Définition

La fonction $f(x) = \log(x)$ est la fonction logarithmique.

🔍 Propriété



On remarque que :

- Si $x > 1$ alors $\log(x) > 0$
- Si $x < 1$ alors $\log(x) < 0$
- Si $x = 1$ alors $\log(x) = 0$

La fonction $f(x) = \log(x)$ a pour fonction réciproque, la fonction :

$$f^{-1}(x) = 10^x$$

✖ Formule

$$\log(A \times B) = \log(A) + \log(B)$$

$$\log\left(\frac{A}{B}\right) = \log(A) - \log(B)$$

$$\log(A^n) = n \times \log(A)$$

II Niveau de tension d'un signal

Selon le domaine d'application, les valeurs efficaces des signaux sont souvent proches de 1 V ou 1 μV : le niveau de tension permet de comparer la valeur efficace du signal étudié à une valeur efficace de référence, 1 V ou 1 μV .

Définition

Le niveau de tension d'un signal, noté N , est défini par :

$$N = 20 \times \log \left(\frac{U_{\text{eff}}}{U_{\text{eff, réf}}} \right)$$

où :

- U_{eff} : valeur efficace du signal étudié, en volt.
- $U_{\text{eff, réf}}$: valeur efficace de référence (cette grandeur est un coefficient).
- N : niveau de tension, ayant pour unité le dBV (décibel-volt).

Propriété

Si le niveau de tension N a pour unité le dBV, alors la valeur de référence est $U_{\text{eff, réf}} = 1 \text{ V}$ (cette grandeur est un coefficient).

Si le niveau de tension N a pour unité le dB μV , alors la valeur de référence est $U_{\text{eff, réf}} = 1 \mu\text{V}$ (cette grandeur est un coefficient).

Méthode 1 : Construire la grandeur dBV (resp. dB μV)

Grandeur étudiée	Référence	Grandeur adimensionnée	Grandeur en dBm	Unité
U_{eff}	$U = 1 \text{ V}$	$\log_{10} \left(\frac{U_{\text{eff}}}{U_{\text{eff, réf}}} \right)$	$N = 20 \times \log_{10} \left(\frac{U_{\text{eff}}}{U_{\text{eff, réf}}} \right)$	dBV
U_{eff}	$U = 1 \mu\text{V}$	$\log_{10} \left(\frac{U_{\text{eff}}}{U_{\text{eff, réf}}} \right)$	$N = 20 \times \log_{10} \left(\frac{U_{\text{eff}}}{U_{\text{eff, réf}}} \right)$	dB μV

Attention !

Pour que votre calcul soit juste, il faut que U_{eff} et $U_{\text{eff, réf}}$ soient exprimées dans la même unité.

Application

✍ On cherche la formule littérale de U_{eff} :

$$N = 20 \times \log \left(\frac{U_{\text{eff}}}{U_{\text{eff, réf}}} \right)$$

$$\Leftrightarrow \frac{N}{20} = \log \left(\frac{U_{\text{eff}}}{U_{\text{eff, réf}}} \right)$$

$$\Leftrightarrow 10^{\frac{N}{20}} = \frac{U_{\text{eff}}}{U_{\text{eff, réf}}}$$

$$\Leftrightarrow U_{\text{eff}} = U_{\text{eff, réf}} \times 10^{\frac{N}{20}}$$

III Gain d'un système

Rappel

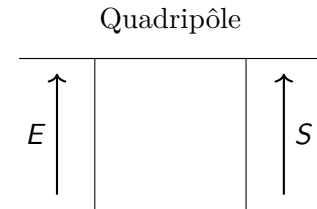
Chap. Loi générales de l'électricité en régime continu

Définition

Un quadripôle

Un quadripôle est un système comportant quatre bornes de liaisons avec l'extérieur.

- deux bornes reliées au signal d'entrée.
- deux bornes fournissant un signal de sortie.



A Amplification et gain en tension d'un système

A.1 Amplification en tension

Formule

On définit l'amplification en tension du quadripôle/système, notée T , ainsi :

$$T = \frac{S_{\text{eff}}}{E_{\text{eff}}}$$

où :

- S_{eff} : valeur efficace du signal en sortie du système étudié, en Volt.
- E_{eff} : valeur efficace du signal en entrée du système étudié, en Volt.
- T : amplification en tension du système, sans unité.

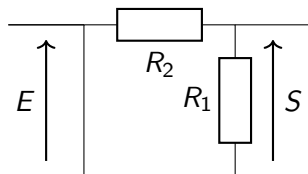
Remarque

- Si $T > 1$ alors la tension de sortie est supérieure à la tension d'entrée.
- Si $T < 1$ alors la tension de sortie est inférieure à la tension d'entrée.

Application

Exercice 1 Quadripôle classique

Soit le quadripôle suivant :



- Q1** Quel est le nom d'un tel quadripôle ?
- Q2** Donner la formule reliant E , S , R_2 et R_1 .
- Q3** Calculer alors T l'amplification du système.
- Q4** Donner un encadrement des valeurs possibles de T (Pour différentes valeurs de R_1 et R_2).

A.2 Gain en tension

X¹ Formule

On définit le gain en tension du quadripôle/système, noté G_{dB} , ainsi :

$$G_{dB} = 20 \times \log(T)$$

où :

- T : amplification en tension du système, sans unité.
- G_{dB} : gain en tension du système, dont l'unité est le décibel, de symbole dB.

≡ Définition

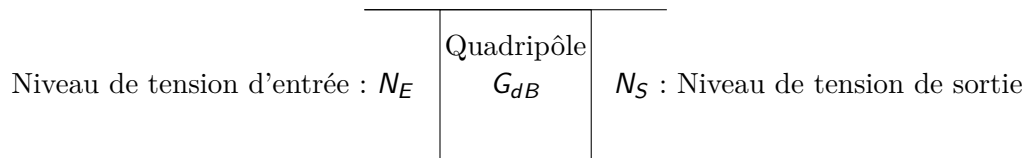
Le gain en dB quantifie ici la variation de la valeur efficace d'un signal lors de sa traversée d'un système.

💡 Remarque

- Si $G_{dB} > 0$, alors le système amplifie la valeur efficace du signal entre son entrée et sa sortie.
- Si $G_{dB} < 0$, alors le système atténue la valeur efficace du signal entre son entrée et sa sortie.
- Si $G_{dB} = 0$ dB, alors le système laisse passer (ne modifie pas) la valeur efficace du signal entre son entrée et sa sortie.

B Lien entre niveau de tension et gain en décibel**🧪** Propriété

Soit le système suivant :



Le niveau de tension du signal de sortie est égal à la somme du niveau de tension du signal d'entrée et du gain en décibel du système :

$$N_E + G_{dB} = N_S$$

- N_E : Niveau de tension en entrée (en dBV ; resp. $dB\mu V$)
- N_S : Niveau de tension en sortie (en dBV ; resp. $dB\mu V$)
- G_{dB} : Gain du système, en dB.

💡 Remarque

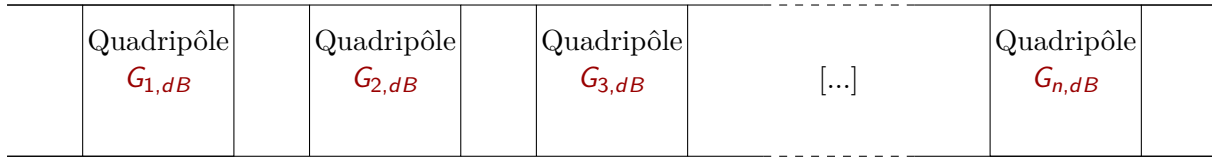
Cela fonctionne de manière parfaitement identique avec les niveaux de puissance. (Voir Chap. Loi générales de l'électricité - Puissance en régime sinusoïdal).

IV Cas des systèmes composés - Enchaînement de quadripôles

A Cas général et application

A.1 Cas général et définition

☰ Définition



Le gain G_{dB} de l'ensemble de la chaîne de quadripôles est alors :

$$G_{tot,dB} = G_{1,dB} + G_{2,dB} + G_{3,dB} + \dots + G_{n,dB} = \sum_{i=1}^n G_{i,dB}$$

où :

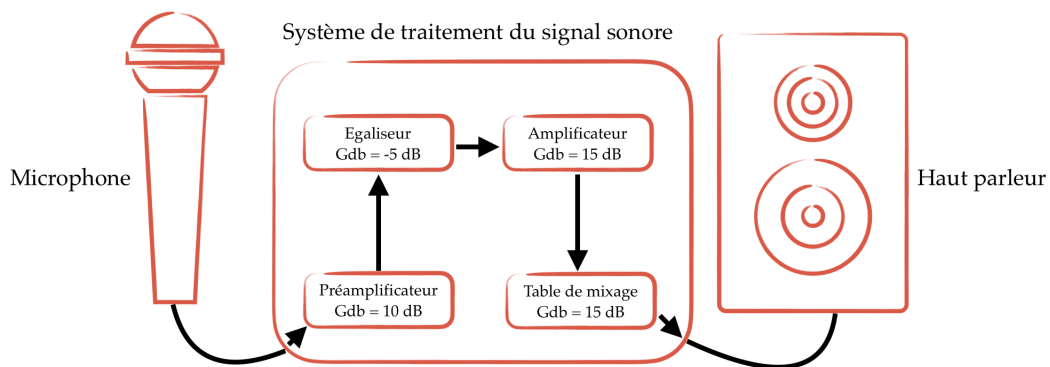
- $G_{tot,dB}$: gain du système comportant l'ensemble des sous-systèmes, dont l'unité est le dB.
- $G_{dB,i}$: gain du sous-système i , dont l'unité est le dB.

B Application à une chaîne audio

✍ Application

Exercice 2 Une chaîne audio

Une chaîne audio est constituée des éléments suivants :



Q1 Calculez le gain total $G_{tot,dB}$ de cette chaîne audio.

$$G_{tot,dB} = G_{1,dB} + G_{2,dB} + G_{3,dB} + G_{4,dB} = 10 - 5 + 15 + 0 = 20 \text{ dB.}$$

Q2 Un limiteur de volume est ajouté à la chaîne avec un gain $G_{5,dB} = -10 \text{ dB}$. Recalculez le nouveau gain total $G_{tot,dB}$ en tenant compte de cet élément. Avec le limiteur ajouté :

$$G_{tot,dB} = 20 - 10 = 10 \text{ dB.}$$