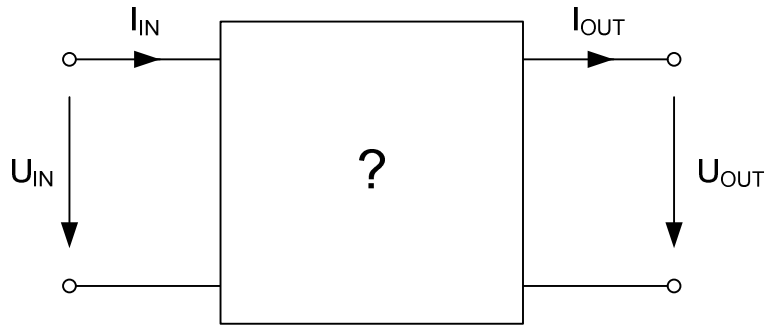


## 1. Calcul décibel

### 1.1 Définition du gain en tension

Soit un quadripôle quelconque:



Le gain en tension  $G_U$  du quadripôle est défini comme suit:

$$G_U = \frac{U_{\text{RMS,OUT}}}{U_{\text{RMS,IN}}} = \frac{\hat{u}_{\text{OUT}}}{\hat{u}_{\text{IN}}} = \frac{u_{\text{PP,OUT}}}{u_{\text{PP,IN}}}$$

$G_U$  est le gain en tension [sans unité]

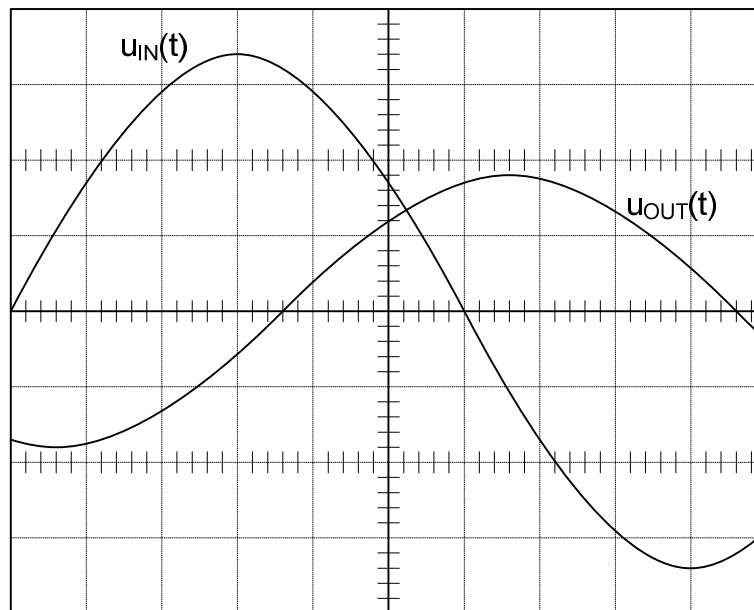
$U_{\text{RMS,OUT}}$ ,  $\hat{u}_{\text{OUT}}$  resp.  $u_{\text{PP,OUT}}$  décrivent la tension à la sortie du circuit en volt [V]

$U_{\text{RMS,IN}}$ ,  $\hat{u}_{\text{IN}}$  resp.  $u_{\text{PP,IN}}$  décrivent la tension à l'entrée du circuit en volt [V]

- Le gain en tension exprime combien de fois la tension de sortie est plus grande que la tension d'entrée, c'est pourquoi on appelle  $G_U$  aussi souvent facteur d'amplification.
- Si  $G_U > 1$ , alors  $U_{\text{OUT}} > U_{\text{IN}}$ .
- Si  $G_U < 1$ , alors  $U_{\text{OUT}} < U_{\text{IN}}$ .
- Si  $G_U = 1$ , alors  $U_{\text{OUT}} = U_{\text{IN}}$ .

**Exercice 1:**

Calculez le gain en tension à l'aide de l'oscillogramme suivant. (0,5V/div; 2ms/div).

**1.2 Gain en courant et gain en puissance**

Par analogie on peut aussi définir un gain en courant  $G_I$  et un gain en puissance  $G_P$ .

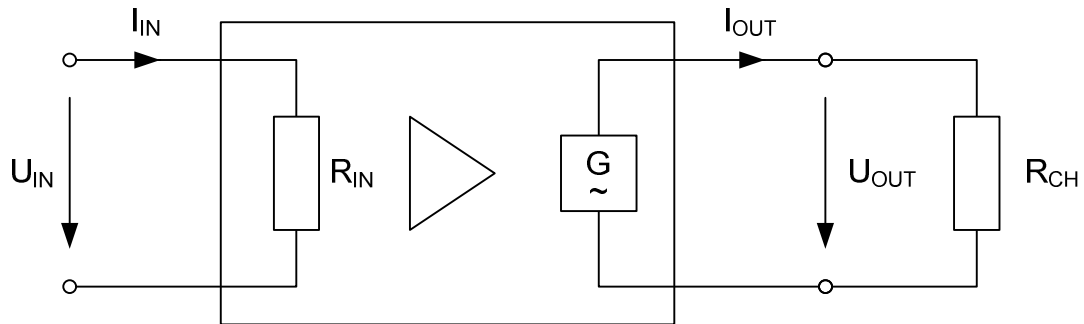
$$G_I = \frac{I_{RMS,OUT}}{I_{RMS,IN}} = \frac{\hat{I}_{OUT}}{\hat{I}_{IN}} = \frac{i_{PP,OUT}}{i_{PP,IN}}$$

$$G_P = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} = \frac{\hat{p}_{OUT}}{\hat{p}_{IN}} = \frac{p_{PP,OUT}}{p_{PP,IN}}$$

**Exercice 2:**

Soit l'amplificateur suivant avec une résistance d'entrée  $R_{IN}$  de  $10k\Omega$  et une résistance de charge  $R_{CH}$  de  $8\Omega$ .  $\hat{u}_{IN}$  soit  $500mV$  et  $\hat{u}_{OUT}=25V$ . Les tensions sont sinusoïdales.

Calculez le gain en tension, le gain en courant et le gain en puissance de l'amplificateur.

**Exercice 3:**

Soit l'amplificateur HF suivant avec une résistance d'entrée  $R_{IN}$  de  $50\Omega$  et une résistance de charge  $R_{CH}$  de  $50\Omega$ .  $\hat{u}_{IN}$  soit  $15mV$  et  $\hat{u}_{OUT}=600mV$ . Les tensions sont sinusoïdales.

Calculez le gain en tension, le gain en courant et le gain en puissance de l'amplificateur.

**observation:**

Si la résistance d'entrée et la résistance de charge ont la même valeur, ce qui est souvent le cas en HF pour éviter des réflexions, alors  $G_U = G_I$  et  $G_p = G_U^2$ .

**1.3 Le niveau du gain "en puissance"**

En communication et surtout en hautes fréquences (HF) on exprime le gain souvent en décibel [dB] pour des raisons qu'on verra plus tard.

Il vaut:

$$G_{dB} = 10 \cdot \log(G_p)$$

$G_{dB}$  est le niveau du gain en décibel [dB]

$G_p$  est le gain en puissance [sans unité]

**Rappel sur le logarithme:**

$$y = \log(x) \Leftrightarrow x = 10^y$$

x	log(x)
10	1
100	2
1000	3
10000	4
0,1	-1
0,01	-2
0	n'existe pas

graphique:  $f(x) = \log(x)$

Les fonctions  $10^x$  et  $\log(x)$  sont inverses. Donc  $10^{\log(x)} = x$ .

$$\log(a \cdot b) = \log(a) + \log(b)$$

$$\log\left(\frac{a}{b}\right) = \log(a) - \log(b)$$

$$\log(a^n) = n \cdot \log(a)$$

**Exercice 4:**

- Déterminez la formule pour calculer  $G_{dB}$  si on connaît  $P_{OUT}$  et  $P_{IN}$ .
- Déterminez la formule pour calculer  $G_p$  si on connaît  $G_{dB}$ .

**Exercice 5:**

Complétez le tableau suivant:

$G_p$	$G_{dB}$ [dB]
0,01	
0,1	
1	
10	
100	
1000	

**conclusion:**

Chaque fois que le niveau du gain  $G_{dB}$  augmente de +10dB, alors le gain en puissance  $G_p$  devient à peu près \_\_\_\_\_ fois plus grand.

**Exercice 6:**

a) Complétez le tableau suivant:

$G_p$	$G_{dB}$ [dB]
	-6
	-3
	0
	3
	6
	9

**conclusion:**

Chaque fois que le niveau du gain  $G_{dB}$  augmente de +3dB, alors le gain en puissance  $G_p$  devient à peu près \_\_\_\_\_ fois plus grand.

- b) Déterminez sans calculatrice  $G_p$  si  $G_{dB}$  est 46dB.
- c) Déterminez  $G_p$  d'un amplificateur si  $G_{dB}$  est 35dB. Quelle est la puissance à la sortie de l'amplificateur si la puissance d'entrée est de 0,5mW.

**Exercice 7:**

Est-ce qu'une augmentation de votre argent de poche de "110dB" à "113dB" est une augmentation importante? Argumentez votre réponse.

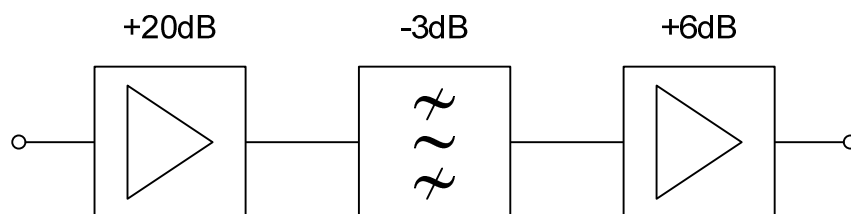
**1.4 Avantage de l'utilisation du décibel****Exercice 8:**

Deux amplificateurs sont cascades. Le premier amplifie seize fois la puissance d'entrée, le deuxième a un gain de puissance de 4.

- Tracez un croquis de la situation.
- Calculez le gain en puissance total  $G_{PT}$  des deux amplificateurs.
- Quelle est la formule pour calculer  $G_{PT}$  si on connaît  $G_{P1}$  et  $G_{P2}$ .
- Calculez le niveau du gain  $G_{1dB}$  du premier amplificateur.
- Calculez le niveau du gain  $G_{2dB}$  du deuxième amplificateur.
- Calculez le gain total  $G_{TdB}$  des deux amplificateurs.
- Quelle est la formule pour calculer  $G_{TdB}$  si on connaît  $G_{1dB}$  et  $G_{2dB}$ .
- Quel est l'avantage d'exprimer le gain en décibel?

**Exercice 9:**

Soit la configuration suivante. Calculez les gains  $G_{TdB}$  et  $G_{PT}$  sans calculatrice.





**Exercice 12:**

Complétez le tableau suivant:

$G_U$	$G_{dB}$ [dB]
0,01	
0,1	
1	
10	
100	
1000	
10000	
100000	

**conclusion:**

Chaque fois que le niveau du gain  $G_{dB}$  augmente de +20dB, alors le gain en tension  $G_U$  devient à peu près \_\_\_\_\_ fois plus grand.

**Exercice 13:**

Complétez le tableau suivant:

$G_U$	$G_{dB}$ [dB]
	-12
	-6
	0
	6
	12
	18

**conclusion:**

Chaque fois que le niveau du gain  $G_{dB}$  augmente de +6dB, alors le gain en tension  $G_U$  devient à peu près \_\_\_\_\_ fois plus grand.



## 1.6 Comparaison gain en puissance et gain en tension

source: <http://en.wikipedia.org/wiki/Decibel>

dB	power ratio	amplitude ratio
100	10 000 000 000	100 000
90	1 000 000 000	31 620
80	100 000 000	10 000
70	10 000 000	3 162
60	1 000 000	1 000
50	100 000	316.2
40	10 000	100
30	1 000	31.62
20	100	10
10	10	3.162
6	3.981	1.955
3	1.995	1.413
1	1.259	1.122
0	1	1
-10	0.1	0.316 2
-20	0.01	0.1
-30	0.001	0.031 62
-40	0.000 1	0.01
-50	0.000 01	0.003 162
-60	0.000 001	0.001
-70	0.000 000 1	0.000 316 2
-80	0.000 000 01	0.000 1
-90	0.000 000 001	0.000 031 62
-100	0.000 000 000 1	0.000 01

## 1.7 Atténuation

Si la tension de sortie est plus petite que la tension d'entrée alors on préfère plutôt de parler d'atténuation que de gain. Il vaut

$$A = \frac{1}{G}$$

$$A_{\text{dB}} = -G_{\text{dB}}$$

A est l'atténuation [sans unité]

$A_{\text{dB}}$  est le niveau d'atténuation en décibel [dB]

### Exercice 14:

Calculez l'atténuation et le niveau d'atténuation si  $G_U = 0,5$ .