# Compte-rendu TP 12
# Filtres 2

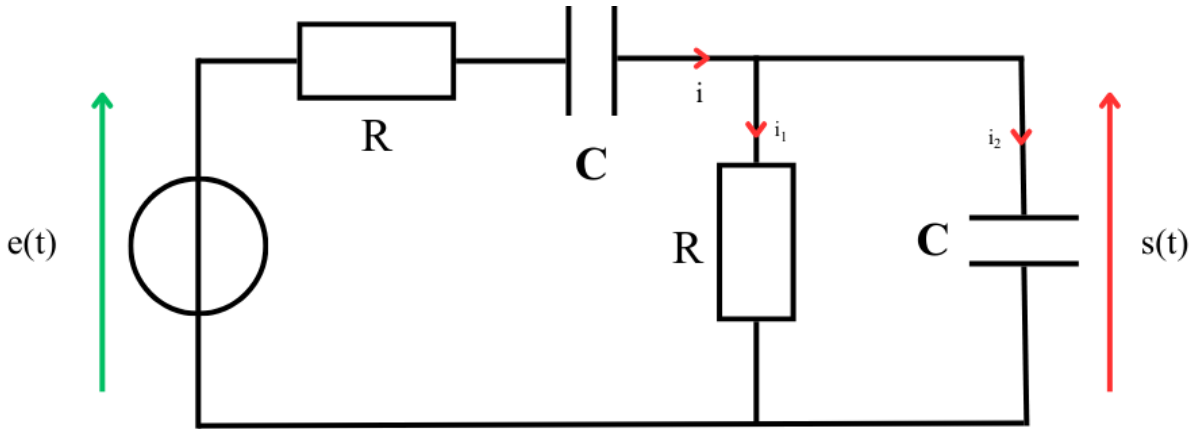
HENNER, OTT, PIRICO, TASTAN.

3 décembre 2025

**Objectif :** étudier des filtres

**Théorique :**

Schéma du filtre de Wien :




*1. Rappeler la forme des complexes $\underline{e}$ et $\underline{s}$ associées aux tensions e(t) et s(t).*

$$\boxed{\underline{e} = Ee^{j\omega t}}$$

$$\boxed{\underline{s} = Se^{j\omega t}}$$

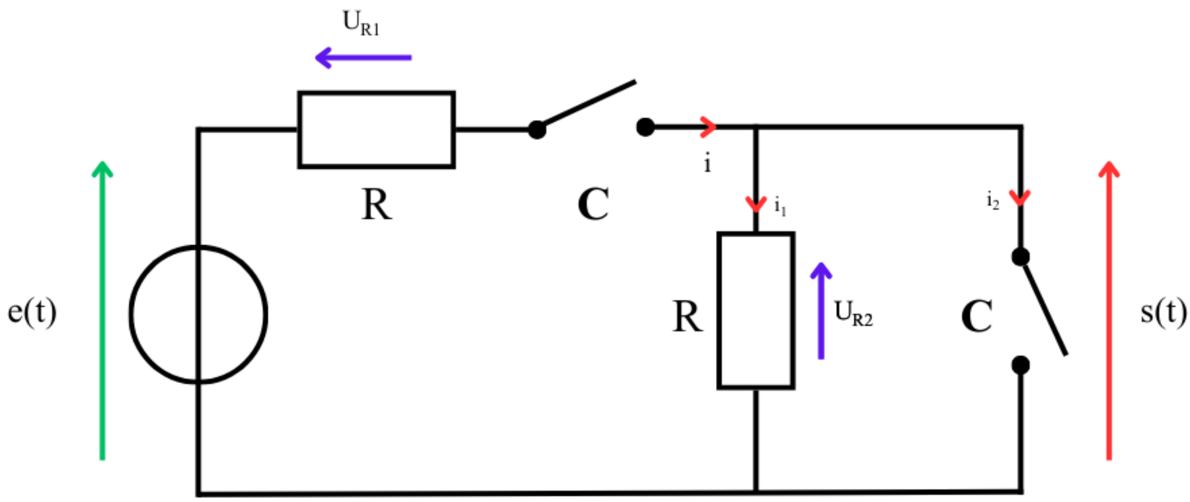
*2. Analyser la nature du filtre par schémas équivalents.*

**En basse fréquence :**

Le condensateur se comporte comme un interrupteur ouvert.

# C

Schéma équivalent :




Par la loi des nœuds :

$$i = i_1 + i_2$$

$$\Leftrightarrow i_1 = i_2 - i$$

On a des interrupteurs ouverts, on a alors :

$$i_1 = 0 - 0 = 0$$

D'où :

$$U_{R2} = 0$$

Et :

$$i = 0$$

Donc

$$U_{R1} = 0$$

Par la loi des mailles on a finalement :

$$U_{R2} = s(t)$$

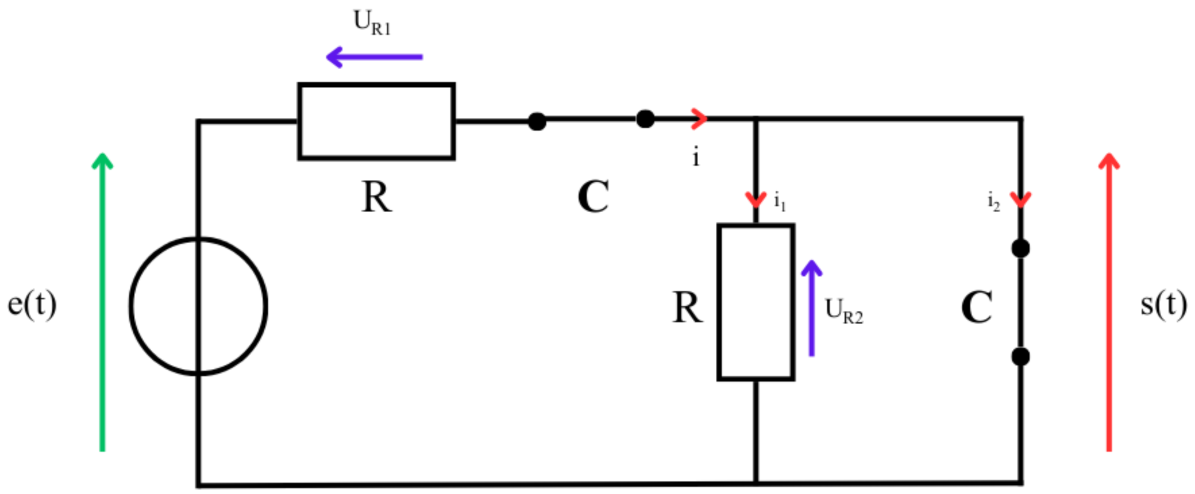
$$\Rightarrow s(t) = 0$$

**En haute fréquence :**

Le condensateur se comporte comme un fil.

C

Schéma équivalent :




Ici, on a directement que

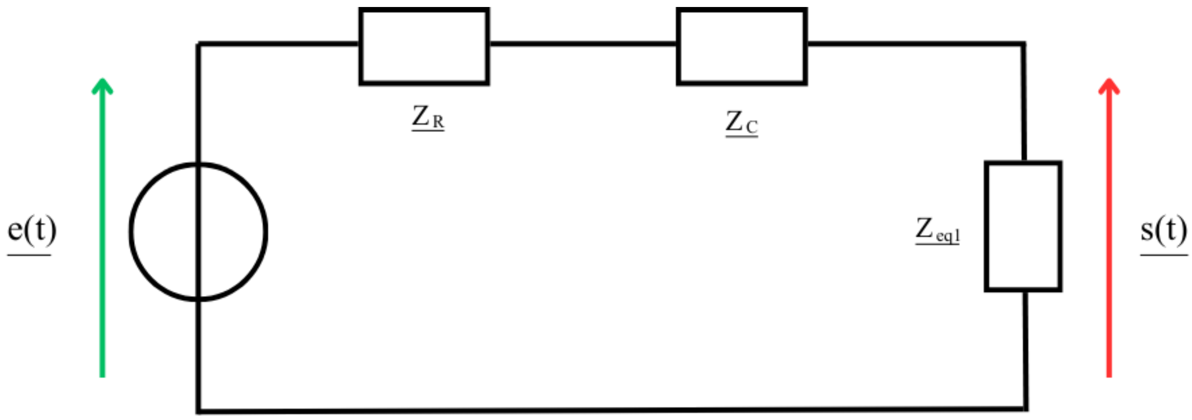
$$s(t) = 0$$

Car les tensions aux bornes d'un fils sont nulles.

On peut donc en conclure que c'est un filtre passe bande.

*3. Exprimer la fonction de transfert.*

Impédance équivalent




Avec ici :

$$\frac{1}{\underline{Z_{eq1}}} = \frac{1}{\underline{Z_C}} + \frac{1}{\underline{Z_R}}$$

$$\Leftrightarrow \underline{Z_{eq1}} = \frac{1}{\frac{1}{\underline{Z_c}} + \frac{1}{\underline{Z_R}}}$$

D’où :

$$\underline{Z_{eq1}} = \frac{1}{jC\omega + \frac{1}{R}}$$

Puis par pont diviseur de tension

$$\underline{s} = \frac{\underline{Z_{eq1}}}{\underline{Z_C} + \underline{Z_R} + \underline{Z_{eq1}}}\underline{e}$$

$$\Leftrightarrow \underline{s} = \frac{\frac{R}{1 + jRC\omega}}{\frac{1}{JC\omega} + R + \frac{R}{1 + jRC\omega}}\underline{e}$$

$$\Leftrightarrow \underline{s} = \frac{\frac{jRC\omega}{1+jRC\omega}}{1+jRC\omega+\frac{jRC\omega}{1+jRC\omega}}\underline{e}$$

$$\Leftrightarrow \underline{s} = \frac{jRC\omega}{1+3jRC\omega-(RC\omega)^2}\underline{e}$$

D'où

$$\underline{H} = \frac{jRC\omega}{1+3jRC\omega-(RC\omega)^2}$$

On peut avoir une autre forme en divisant par jRCω puis par 3

$$\boxed{\underline{H} = \frac{\frac{1}{3}}{1+\frac{1}{3}j\left(RC\omega-\frac{1}{RC\omega}\right)}}$$

*4. En déduire l'équation différentielle vérifiée par s(t).*

$$\underline{H} = \frac{\underline{s}}{\underline{e}} = \frac{jRC\omega}{1+3jRC\omega-(RC\omega)^2}$$

$$\Leftrightarrow \underline{s}(1+3jRC\omega-(RC\omega)^2 = \underline{e}jRC\omega$$

$$\Leftrightarrow \underline{s}+3RCj\omega\underline{s}+(RC)^2(j\omega)^2\underline{s} = RCj\omega\underline{e}$$

Or multiplier par jω revient à dériver dans le temps d'où :

$$s(t)+3RC\frac{ds}{dt}+(RC)^2\frac{d^2s}{dt^2} = RC\frac{de}{dt}$$

$$\boxed{\Leftrightarrow \frac{d^2s}{dt^2}+\frac{3}{RC}\frac{ds}{dt}+\frac{1}{(RC)^2}s = \frac{1}{RC}\frac{de}{dt}}$$

*5. Identifier et exprimer le facteur de qualité Q et la pulsation propre $\omega_0$ du circuit.*

Par identification on a :

$$\omega_0{}^2 = \frac{1}{(RC)^2}$$

$$\boxed{\Leftrightarrow \omega_0 = \frac{1}{RC}}$$

$$\frac{\omega_0}{Q} = \frac{3}{RC}$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{RCQ} = \frac{3}{RC}$$

$$\boxed{\Leftrightarrow Q = \frac{1}{3}}$$

*6. Exprimer les pulsations de coupure en fonction de R et C. En déduire une expression des fréquences de coupure en fonction de R et C.*

Aux pulsations de coupure, on a

$$|\underline{H}| = \frac{H_0}{\sqrt{2}}$$

$$\Leftrightarrow |\underline{H}| = \frac{1}{3\sqrt{2}}$$

$$\Leftrightarrow \frac{\frac{1}{3}}{\sqrt{1+\frac{1}{9}\left(RC\omega_c - \frac{1}{RC\omega_c}\right)^2}} = \frac{1}{3\sqrt{2}}$$

Par identification, on a que :

$$1+\frac{1}{9}\left(RC\omega_c-\frac{1}{RC\omega_c}\right)^2=2$$

$$\Leftrightarrow\left(RC\omega_c-\frac{1}{RC\omega_c}\right)^2=3^2$$

$$\Leftrightarrow RC\omega_c-\frac{1}{RC\omega_c}=3$$ Ou $$\Leftrightarrow RC\omega_c-\frac{1}{RC\omega_c}=-3$$

$$\Leftrightarrow (RC\omega_c)^2-3RC\omega_c-1=0$$ Ou $$\Leftrightarrow (RC\omega_c)^2+3RC\omega_c-1=0$$

$$\Leftrightarrow \omega_c=\frac{3\pm\sqrt{13}}{2RC}$$ Ou $$\Leftrightarrow \omega_c=\frac{-3\pm\sqrt{13}}{2RC}$$

On a $\omega_c > 0$, on alors :

$$\boxed{\omega_{c1}=\frac{-3+\sqrt{13}}{2RC}}$$ Et $$\boxed{\omega_{c2}=\frac{3+\sqrt{13}}{2RC}}$$

D'où

$$\boxed{f_1=\frac{-3+\sqrt{13}}{4\pi RC}}$$ Et $$\boxed{f_2=\frac{3+\sqrt{13}}{4\pi RC}}$$

*7.Exprimer le gain statique $H_0$ et la bande passante $\Delta\omega_c$.*

A l'aide de l'expression trouver en question 3, on a directement que :

$$H_0=\frac{1}{3}$$

De plus

$$\boxed{\Delta\omega_C=\omega_{C2}-\omega_{C1}=\frac{6}{2RC}=3\omega_0}$$

**Mesure :**

Choix des composants pour le circuit :

Deux condensateurs : 4,7 nF

Deux résistances de 300 Ω

Filtre de Wien :

Voltmètre qui mesure la tension aux bornes du générateur (tension d'entrée)

Voltmètre qui mesure la tension aux bornes du condensateur (tension de sortie)

Générateur (GBF)

Deux résistances de 300 Ω

Les deux condensateurs de 4,7 nF

Tableau des tensions pour différentes fréquences :

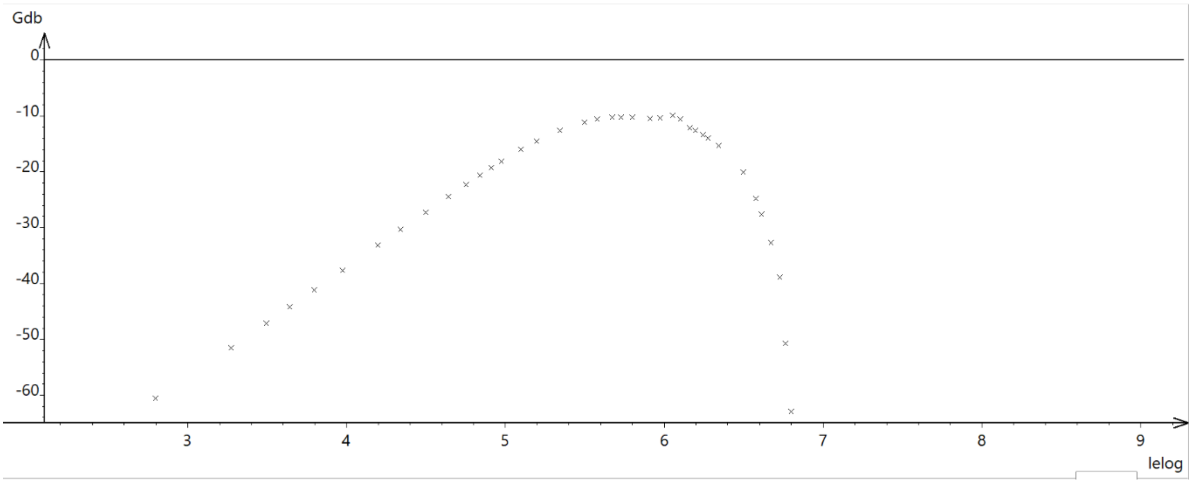
Valeur efficace de la tension d'entrée

Valeur efficace de la tension de sortie

Fréquence du GBF

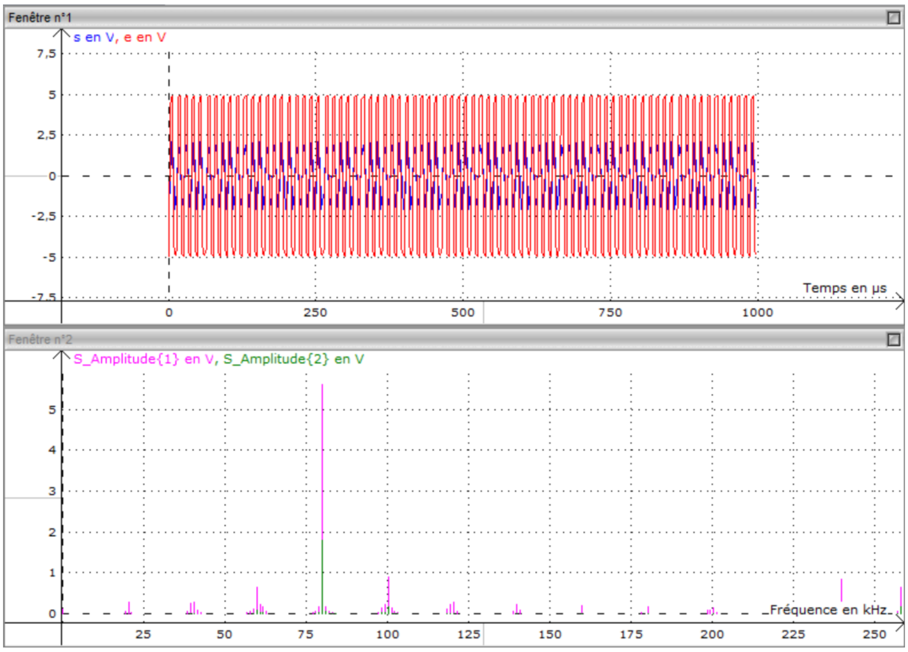
| i | Eeff | Seff | f |
|---|---|---|---|
| | V | V | Hz |
| 0 | 1,410 | 0,0010 | $1{,}000 \cdot 10^{6}$ |
| 1 | 1,480 | 0,0043 | $9{,}200 \cdot 10^{5}$ |
| 2 | 1,630 | 0,0185 | $8{,}500 \cdot 10^{5}$ |
| 3 | 1,993 | 0,0459 | $7{,}500 \cdot 10^{5}$ |
| 4 | 2,230 | 0,0923 | $6{,}500 \cdot 10^{5}$ |
| 5 | 2,320 | 0,1342 | $6{,}000 \cdot 10^{5}$ |
| 6 | 2,510 | 0,2490 | $5{,}000 \cdot 10^{5}$ |
| 7 | 2,800 | 0,4770 | $3{,}500 \cdot 10^{5}$ |
| 8 | 2,820 | 0,9020 | $1{,}800 \cdot 10^{5}$ |
| 9 | 2,840 | 0,8440 | $2{,}000 \cdot 10^{5}$ |
| 10 | 2,920 | 0,5828 | $3{,}000 \cdot 10^{5}$ |
| 11 | 2,970 | 0,6301 | $2{,}800 \cdot 10^{5}$ |
| 12 | 3,040 | 0,7064 | $2{,}500 \cdot 10^{5}$ |
| 13 | 3,080 | 0,7600 | $2{,}300 \cdot 10^{5}$ |
| 14 | 3,230 | 0,9850 | $1{,}500 \cdot 10^{5}$ |
| 15 | 3,450 | 1,059 | $7{,}500 \cdot 10^{4}$ |
| 16 | 3,460 | 1,017 | $6{,}000 \cdot 10^{4}$ |
| 17 | 3,460 | 1,034 | $1{,}300 \cdot 10^{5}$ |
| 18 | 3,460 | 1,069 | $8{,}500 \cdot 10^{4}$ |
| 19 | 3,470 | 0,9630 | $5{,}000 \cdot 10^{4}$ |
| 20 | 3,490 | 1,066 | $1{,}000 \cdot 10^{5}$ |
| 21 | 3,500 | 0,8170 | $3{,}500 \cdot 10^{4}$ |
| 22 | 3,500 | 0,1070 | 3500 |
| 23 | 3,500 | 0,0766 | 2500 |
| 24 | 3,510 | 0,6570 | $2{,}500 \cdot 10^{4}$ |
| 25 | 3,520 | 0,0461 | 1500 |
| 26 | 3,520 | 0,3820 | $1{,}300 \cdot 10^{4}$ |
| 27 | 3,520 | 0,3280 | $1{,}100 \cdot 10^{4}$ |
| 28 | 3,520 | 0,1520 | 5000 |
| 29 | 3,520 | 0,4350 | $1{,}500 \cdot 10^{4}$ |
| 30 | 3,520 | 0,5540 | $2{,}000 \cdot 10^{4}$ |

Tracé du diagramme de Bode, Gdb en fonction de log(ω) (à l'aide de regressi) :



Spectre de chaque signal (à l'aide de Latis Pro) :

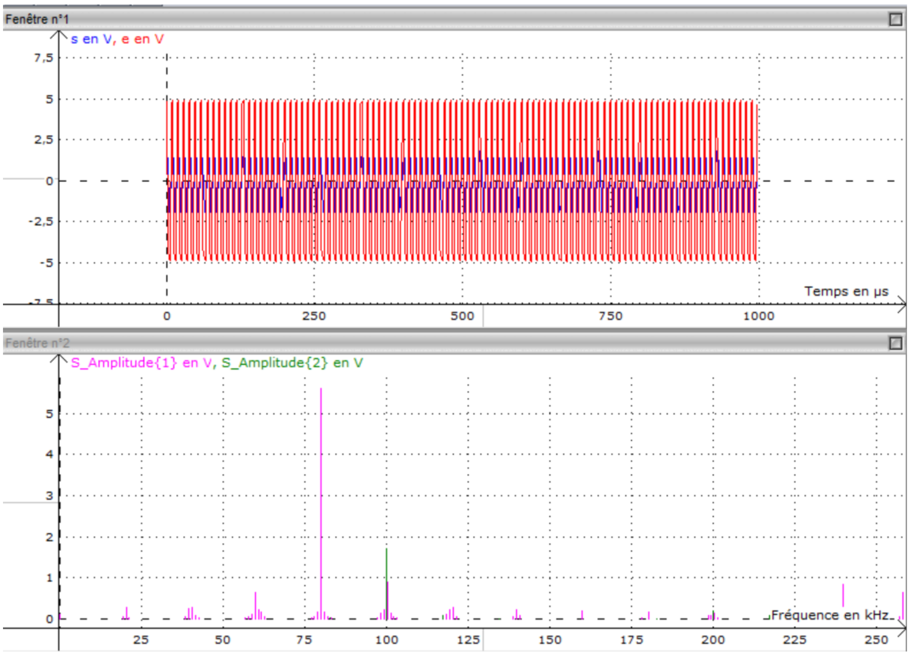
Signal créneau 1 de fréquence 80kHz :




S_Amplitude{1} : tension en sortie

S_Amplitude{2} : Tension en entrée

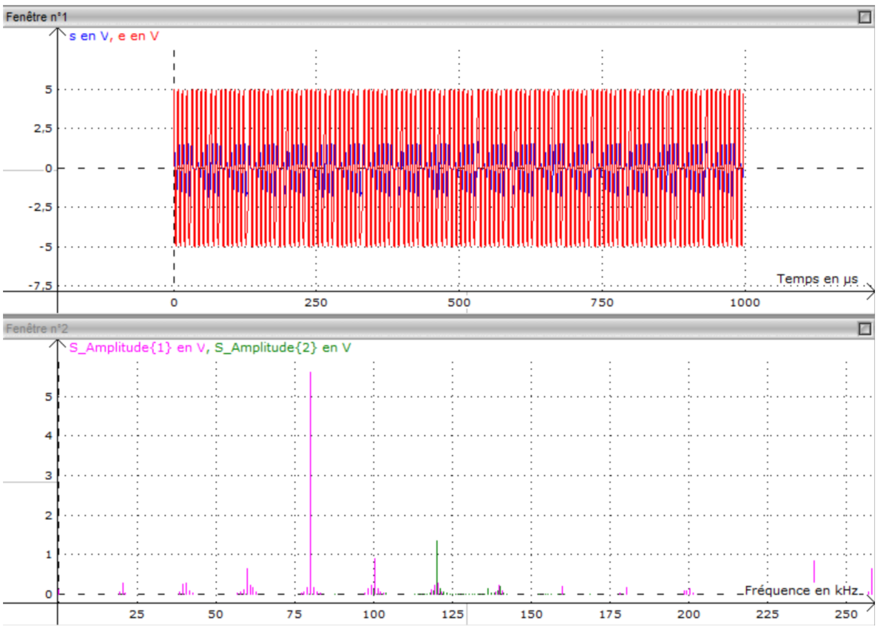
Signal créneau 2 de fréquence 100kHz :




S_Amplitude{1} : tension en sortie

S_Amplitude{2} : Tension en entrée

Signal créneau 3 de fréquence 120kHz:




S_Amplitude{1} : tension en sortie

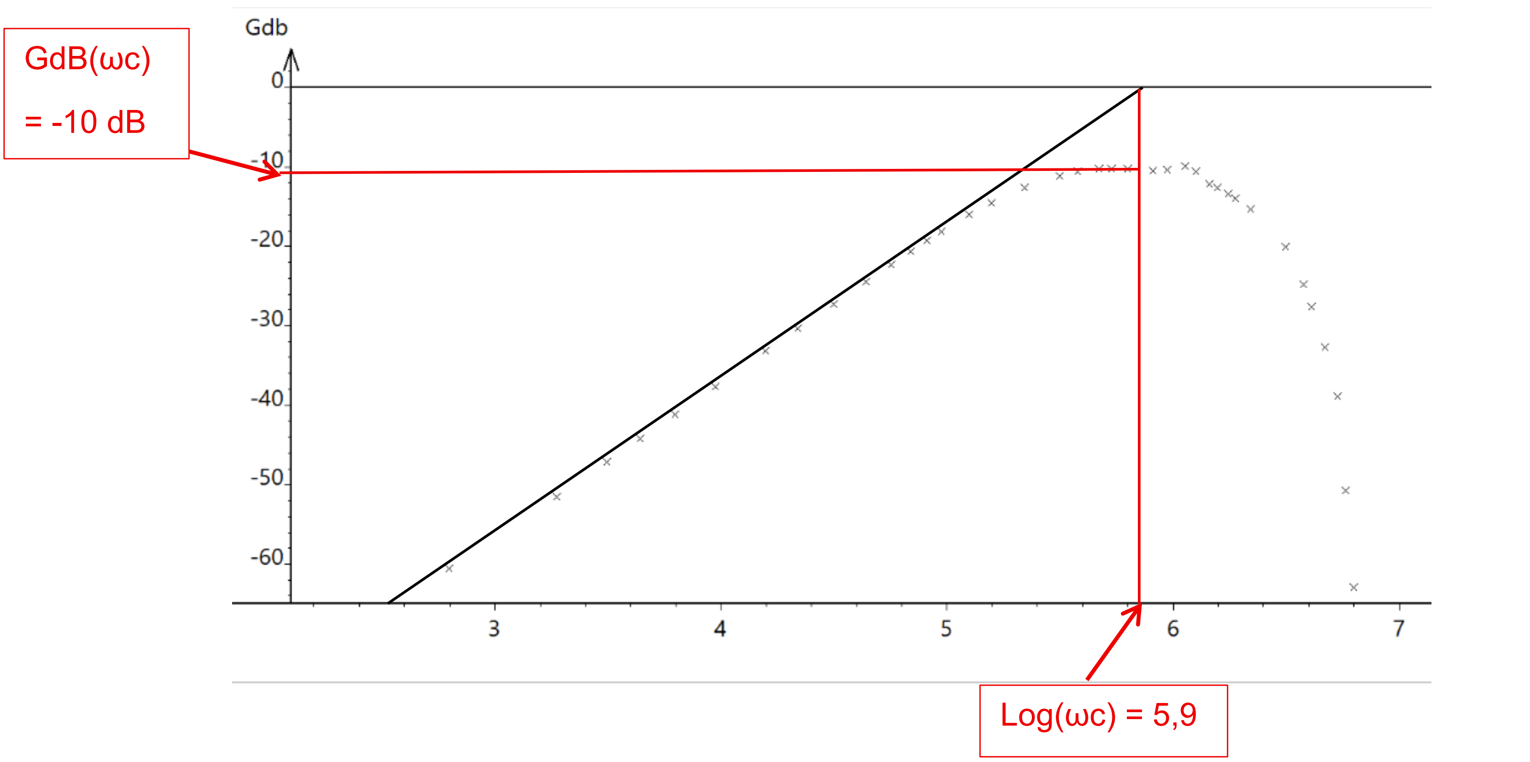
S_Amplitude{2} :

Tension en entrée

**Analyse :**

*8. Tracer les asymptotes sur le diagramme de Bode et retrouver la fréquence de coupure par lecture graphique.*

Analyse du diagramme de Bode :



On a

$$log(\omega_c) = 5{,}9$$

Donc

$$\omega_c = 10^{5{,}9} = 794\ 328$$

Or

$$\omega_c = 2\pi \times f_c$$

Donc

$$f_c = \frac{\omega_c}{2\pi} = \frac{794\ 328}{2\pi} = 126KHz$$

A l'aide du graphique on trouve une fréquence de coupure de 126 kHz.

*9. Quelle est la valeur de GdB sur votre graphe à la fréquence (ou pulsation) de coupure ?*

Par ailleurs à cette fréquence de coupure, on trouve GdB = -10 dB.

*10. Modéliser la courbe GdB = f(ω).*

Tracé de la courbe GdB = f(ω) :