

Électricité

TP n°1 Filtrage – Corrigé

Mardi 8 septembre 2026

I Travail préparatoire

R4. $\underline{H}(j\omega) = \frac{1}{1 + j\frac{\omega}{\omega_c}}$

$$S_0 = |\underline{H}(\omega = 0)| \times A_0 = 1 \times A_0 = A_0$$

$$S_1 = |\underline{H}(\omega = 10\omega_c)| \times A_1 = \frac{1}{\sqrt{1 + 10^2}} \times A_1 \approx 0,1A_1$$

$$\phi = 0 + \arg \underline{H}(\omega = 10\omega_c) = -\arctan \frac{\omega}{\omega_c} = -\arctan(10) \approx -\frac{\pi}{2}$$

II Filtre du premier ordre

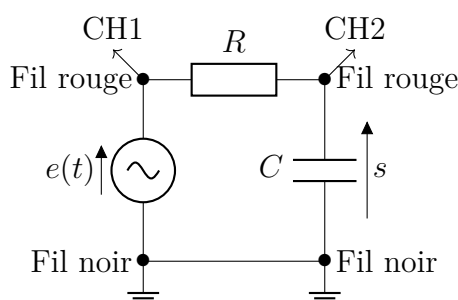
R5. En entrée, on a le signal $U(t) = U_0 + U_1 \cos(\omega_1 t)$ dont on souhaite **conserver la composante continue** et **supprimer (atténuer) la composante variable** à $f_1 = 1,6 \text{ kHz}$. Pour cela on peut utiliser un **filtre passe-bas dont la fréquence de coupure est petite devant f_1** . Plus f_c sera faible devant f_1 , mieux le signal à f_1 sera atténué.

R6. On veut $f_c \ll f_1$, on peut prendre un facteur 10 : $f_c \approx \frac{f_1}{10}$, soit $f_1 = 10f_c$, le signal variable est une décade après la coupure. Avec un filtre du premier ordre dont l'asymptote à haute fréquence est de pente -20 dB/dec , cela permet d'atténuer environ d'un facteur 10 le signal variable.

On propose un filtre RC aux bornes de C (cf circuit 1 de l'étude préparatoire).

$$\text{Soit } RC = \frac{10}{2\pi} \approx 10^{-3} \text{ s}$$

On peut donc prendre $R = 10 \text{ k}\Omega$ et $C = 100 \text{ nF}$.



Observations : le signal de sortie présente la même valeur moyenne que la tension d'entrée, mais les oscillations autour sont d'amplitude beaucoup plus faibles.

Mesurer les amplitudes crête-à-crête des oscillations en entrée et en sortie avec les curseurs.

$2E_m \approx 1 \text{ V}$; $S_m \approx 0,1 \text{ V}$ (ces valeurs ne sont pas des mesures que j'ai faites mais seulement l'ordre de grandeur de ce que vous auriez pu/du mesurer).

Incertitudes :

- les curseurs ne peuvent être mis qu'en certaines positions sur l'écran, la mesure ne peut pas être plus précise que l'écart qui sépare deux positions successives du curseur (l'évaluer),
- la trace a une certaine épaisseur. Pour évaluer l'incertitude due à cette épaisseur, déplacer les curseurs sur l'épaisseur de la trace et évaluer de combien varie la mesure,

— le signal peut de plus être bruité (principe de l'évaluation précédente).

Pour diminuer les incertitudes : obtenir le signal le plus beau possible **qui occupe TOUTE la place verticale de l'écran**.

R7. Le diagramme de Bode comporte deux graphiques :

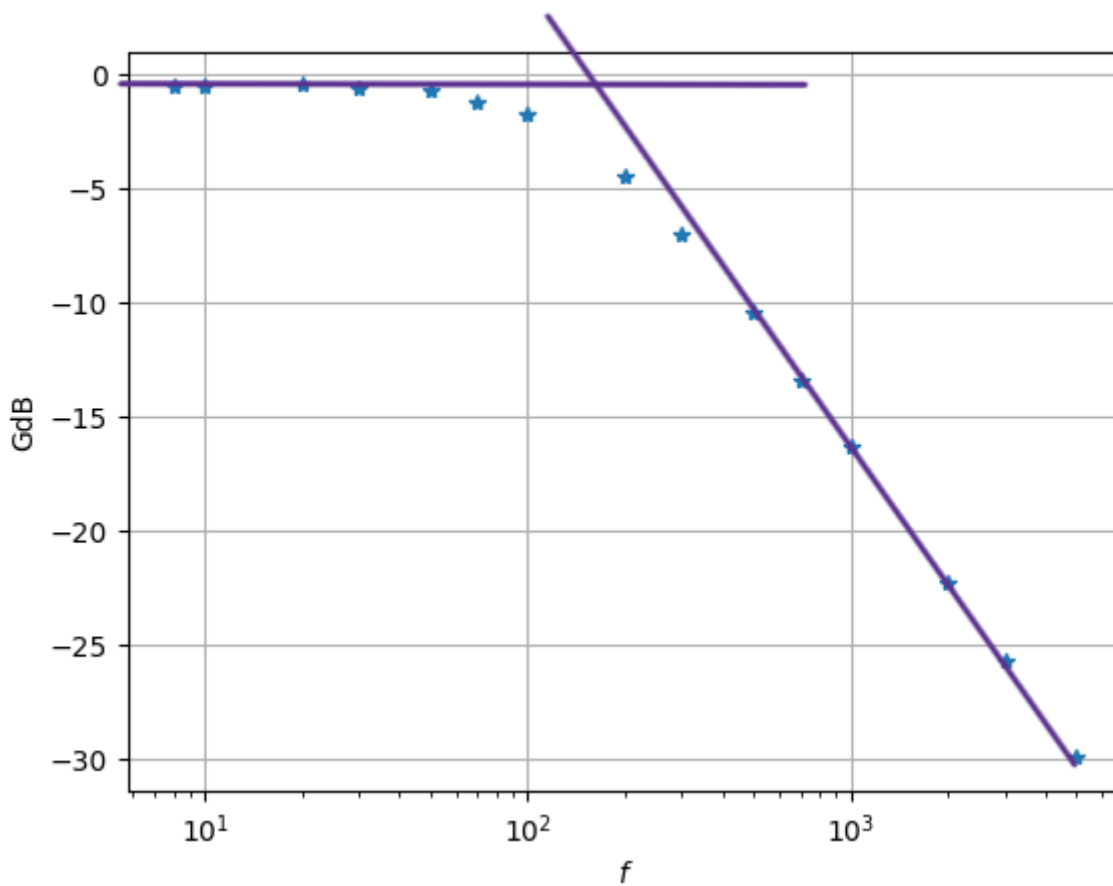
- le diagramme de Bode en gain : $G_{dB} = 20 \log(|\underline{H}|) = 20 \log \frac{S_m}{E_m}$ en fonction de la fréquence f en échelle logarithmique.
- le diagramme de Bode en phase : $\phi = \varphi_s - \varphi_e$ (déphasage de s par rapport à e) en fonction de la fréquence f en échelle logarithmique.

Pour le tracer il faut donc effectuer les mesures suivantes sur l'intervalle [8 Hz, 3200 Hz] (8, 10, 20, 30, 50, 100, 200, 300, 500, 1kHz, 2 kHz, 3 kHz) : l'amplitude crête-à-crête de la tension d'entrée, l'amplitude crête-à-crête de la tension de sortie, le déphasage de la tension de sortie par rapport à la tension d'entrée.

```

1 import numpy as np
2 import matplotlib.pyplot as plt
3
4 f=np.array( [8,10,20,30,50,70,100,200,300,500,700,1000,2000,3000,5000])
5 Sm = np.array([7.88,7.88,7.93,7.79,7.70,7.13,6.66,4.96,3.73,2.50,
6     1.78,1.27,0.6406,0.4231,0.2641])
7 Em = np.array([8.34,8.34,8.34,8.34,8.30,8.15,8.15,8.30,8.30,
8     8.30,8.30,8.30,8.30,8.15,8.30])
9 phi = -np.array([2,3,7.3,11,17,23,32,51,61,72,75,79,81,85,86.87])
10
11 GdB = 20*np.log10(Sm/Em)
12 plt.semilogx(f,GdB,'*')
13 plt.xlabel('$f$')
14 plt.ylabel('GdB')
15 plt.grid()
16 plt.semilogx(f,phi,'*')
17 plt.xlabel('$f$')
18 plt.ylabel('phase (°)')
19 plt.grid()
20 plt.show()

```



Pente à haute fréquence : $\frac{-30 - (-10)}{\log(5000) - \log(500)} = -20 \text{ dB/dec.}$ Sur l'asymptote : -10 dB à 500 Hz, et -30 dB à 5000 Hz.

Fréquence de coupure à -3 dB : environ 140 Hz.

