

Compte rendu de TP

TP n°6 : Comportement AOP en fréquence

Réalisé par : Ayoub Saoudi
Noam Hache

Encadré par : Brice Colombier

Table des matières

1	PRÉPARATION	3
1.1	Définitions de fréquence de coupure et bande passante	3
1.2	Produit amplification-bande d'un AOP	3
1.3	Montage inverseur	3
1.4	Influence du produit amplification-bande sur le diagramme	3
1.5	Influence sur un montage différent	4
2	APPRENTISSAGE	5
2.1	Montage inverseur	5
2.2	Montage passe-haut	6
2.3	Montage passe-bas	8
2.4	Montage passe-bande	9

1 PRÉPARATION

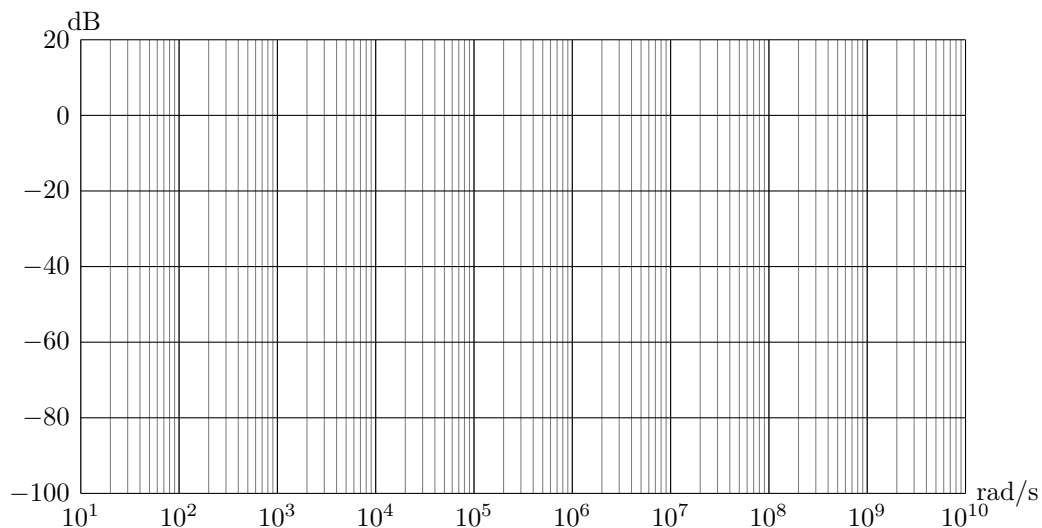
1.1 Définitions de fréquence de coupure et bande passante

La fréquence de coupure est la fréquence à partir de laquelle le gain du circuit diminue ou augmente de 3dB. La bande passante est l'intervalle de fréquences du circuit qui n'est pas atténué, entre les fréquences de coupures.

1.2 Produit amplification-bande d'un AOP

Le produit amplification-bande est une constante de l'AOP qui relie la bande passante et le gain de l'AOP. Le produit du gain par la bande passante à ce gain doit donner le produit amplification-bande. Selon la datasheet du TLP081, le produit amplification-bande est de 3Mhz.

1.3 Montage inverseur



Pour trouver la bande passante d'un montage inverseur avec un AOP TL081, on utilise le calcul du produit amplification-bande :

$$\text{bande-passante} \times 100 = 3 \text{ MHz}$$

$$\frac{3 \times 10^6}{100} = 30000 \text{ Hz}$$

Avec une amplification de 100 sur l'AOP, on a une bande passante théorique de 30 kHz.

1.4 Influence du produit amplification-bande sur le diagramme

On suppose l'AOP parfait et il y a contre réaction donc $e^+ = e^-$ et $i^+ = i^- = 0$

$$Z_1 = R_1$$

$$Z_2 = \frac{Z_{C2} \times Z_{R2}}{Z_{C2} + Z_{R2}} = \frac{R_2}{1 + jR_2C_2\omega}$$

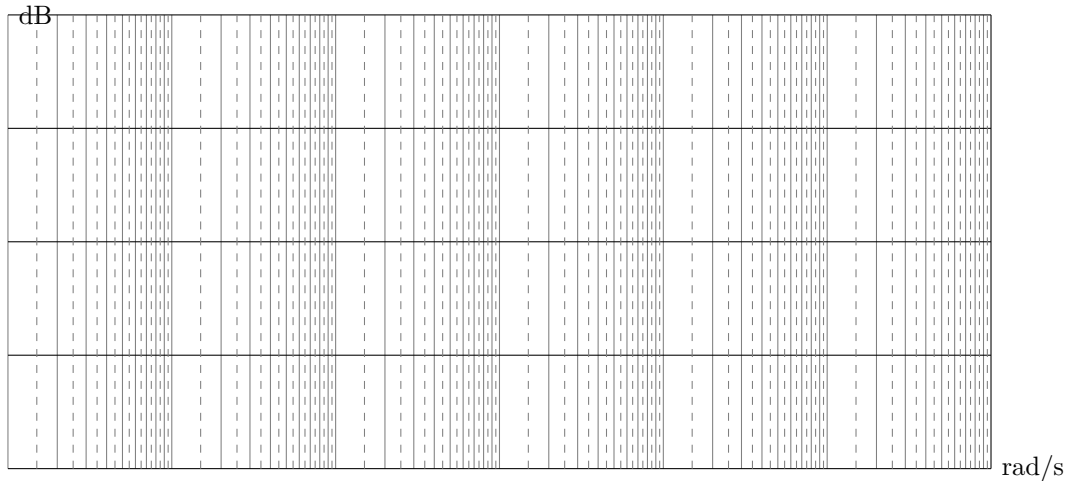
Selon la loi des mailles :

$$V_e - Z_1 = 0 \iff V_e = Z_1 \iff V_e = R_1$$

$$V_s + Z_2 = 0 \iff V_s = -Z_2 \iff V_s = -\frac{R_2}{1 + jR_2C_2\omega}$$

$$\frac{V_s}{V_e} = -\frac{R_2}{R_1} \times \frac{1}{1 + jR_2C_2\omega}$$

$$\tau = R_2C_2, \quad f_c = \frac{1}{2\pi\tau} = \frac{1}{2\pi R_2C_2}$$



Le produit amplification-bande n'aura pas d'effets en basses fréquences, mais à cause de celui-ci, on aura une fréquence de coupure, donc à partir de cette fréquence, le signal sera atténué.

1.5 Influence sur un montage différent

On suppose l'AOP parfait et il y a contre réaction donc $e^+ = e^-$ et $i^+ = i^- = 0$

$$Z_1 = Z_{R1} + Z_{C1} \iff Z_1 = R_1 + \frac{1}{jC_1\omega} \iff Z_1 = \frac{jR_1C_1\omega + 1}{jC_1\omega}$$

$$Z_2 = Z_{R2} = R_2$$

Selon la loi des mailles :

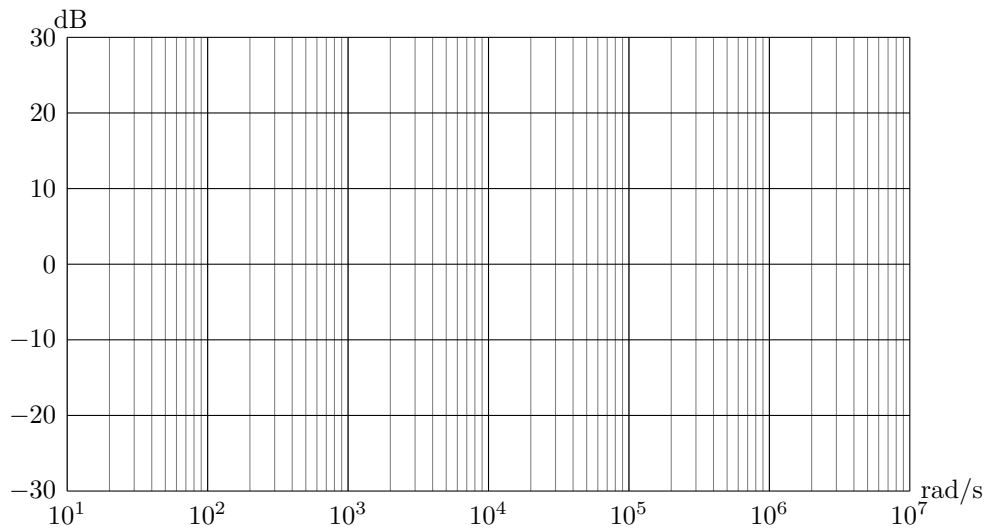
$$V_e = Z_1 \iff V_e = \frac{jR_1C_1\omega + 1}{jC_1\omega}$$

$$V_s = -Z_2 \iff V_s = -R_2$$

$$\frac{V_s}{V_e} = -\frac{R_2}{R_1} \times jR_1C_1\omega \times \frac{1}{1 + jR_1C_1\omega}$$

$$\tau = R_1C_1, \quad f_c = \frac{1}{2\pi\tau} = \frac{1}{2\pi \times 10^4 \times 10^{-8}} = 1591 \text{ Hz}$$

On calcule à f_c , on aura une amplification de $\frac{R_2}{R_1} = \frac{100 \times 10^3}{10 \times 10^3} = 10$. Donc à f_c : $G = 20 \log |10| = 20 \text{ dB}$



2 APPRENTISSAGE

2.1 Montage inverseur

2.1.1

On mesure un gain maximal de 0dB. Ainsi, à la fréquence de coupure on aura un gain de -3dB.

Le rapport $\frac{V_s}{V_e}$ sera de $10^{\frac{-3}{20}} = 0.7$

Ainsi avec $V_e = 1V_{pp}$, à la fréquence de coupure on aura $V_s = 0.7V_{pp}$.

On mesure alors une fréquence de coupure à 1.6 MHz.

2.1.2

On mesure un gain maximal de 20dB environ. Ainsi, à la fréquence de coupure on aura un gain de 17dB.

Le rapport $\frac{V_s}{V_e}$ sera de $10^{\frac{17}{20}} = 7.08$

Ainsi avec $V_e = 1V_{pp}$, à la fréquence de coupure on aura $V_s = 7.08V_{pp}$.

On mesure alors une fréquence de coupure à 220 kHz.

2.1.3

On mesure un gain maximal de 26dB. Ainsi, à la fréquence de coupure on aura un gain de 23dB.

Le rapport $\frac{V_s}{V_e}$ sera de $10^{\frac{23}{20}} = 14.12$

Ainsi avec $V_e = 1V_{pp}$, à la fréquence de coupure on aura $V_s = 14.12V_{pp}$.

On mesure alors une fréquence de coupure à 103 kHz.

2.1.4

	Amplification $\frac{V_s}{V_e}$	Bande Passante	Produit Amplification Bande
Montage 1	0.7	1.6 MHz	$0.7 \times 1.6 \times 10^6 = 1.1MHz$
Montage 2	7.08	220 kHz	$7.08 \times 220 \times 10^3 = 1.5MHz$
Montage 3	14.12	103 kHz	$14.12 \times 103 \times 10^3 = 1.4MHz$

On constate qu'avec un produit amplification-bande de 3 MHz selon le constructeur, on à en pratique un produit amplification-bande plus faible. Cela peut être dû à la qualité de l'AOP.

2.2 Montage passe-haut

2.2.1

F (Hz)	Ve (V)	Vs (V)	Vs/Ve	Gain (dB)
10	1	0.067	0.067	-23.48
50	1	0.33	0.33	-9.63
500	1	3.08	3.08	9.77
800	1	4.6	4.6	13.26
1500	1	6.88	6.88	16.75
3000	1	8.96	8.96	19.05
5000	1	9.68	9.68	19.72
50000	1	9.84	9.84	19.86
210000	1	7.04	7.04	16.95
500000	1	3.32	3.32	10.42
1000000	1	1.22	1.22	1.73
3000000	1	0.172	0.172	-15.29

Voir Figure 1

2.2.2

On observe que sur le tracé réel de la courbe, il y a 2 fréquences de coupures au lieu d'une seule comme sur le diagramme de la question 5.

2.2.3

On peut tirer des mesures, l'existence de 2 fréquences de coupure. Une à 1500 Hz et une autre à 210 kHz. La fréquence de coupure à 1500Hz est attendue car elle est corrélée au condensateur. En revanche la deuxième fréquence de coupure est dure à la bande passante de l'AOP qui ne permet pas d'amplifier au delà. Nous avons un gain max de 20dB et

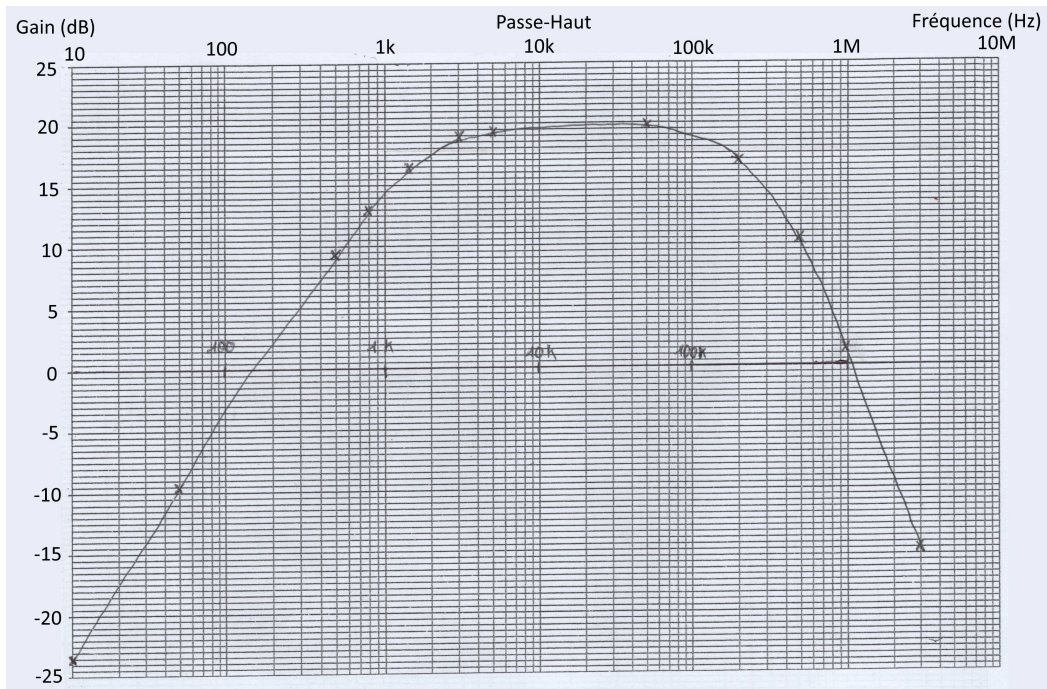
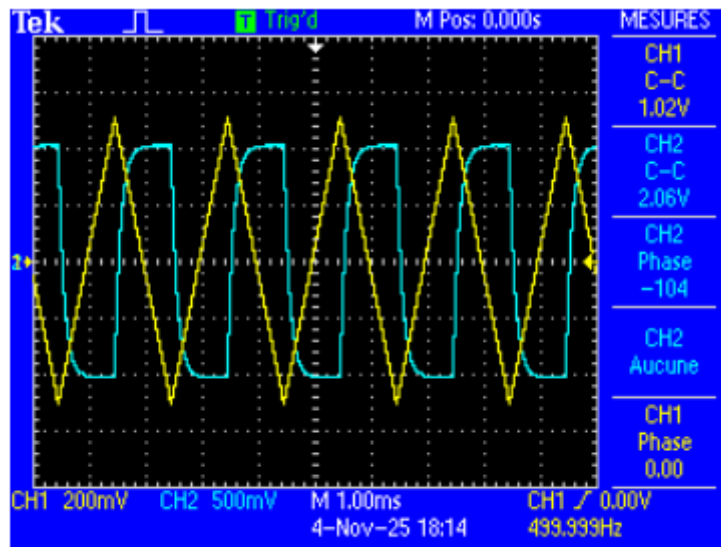


FIGURE 1 – Diagramme de Bode en Gain en montage Passe-Haut.

donc une amplification de 10, ainsi le produit amplification-bande est de 2.1×10^6 Hz, ce qui correspond aux valeurs trouvées plus haut.

2.2.4



On applique au circuit un signal triangle(Channel 1), et en sortie(Channel 2), on voit un signal qui a l'allure d'un signal carré, on peut donc dire que le circuit est un circuit dérivateur.

2.3 Montage passe-bas

2.3.1

F (Hz)	Ve (V)	Vs (V)	Vs/Ve	Gain (dB)
10	1	10	10	20.00
50	1	9.68	9.68	19.72
165	1	7.04	7.04	16.95
500	1	3.08	3.08	9.77
800	1	2.02	2.02	6.11
1500	1	1.06	1.06	0.51
3000	1	0.54	0.54	-5.35
5000	1	0.326	0.326	-9.74
50000	1	0.34	0.34	-9.37
210000	1	0.011	0.011	-39.17
500000	1	0.01	0.01	-40.00
1000000	1	0.01	0.01	-40.00
3000000	1	0.03	0.03	-30.46

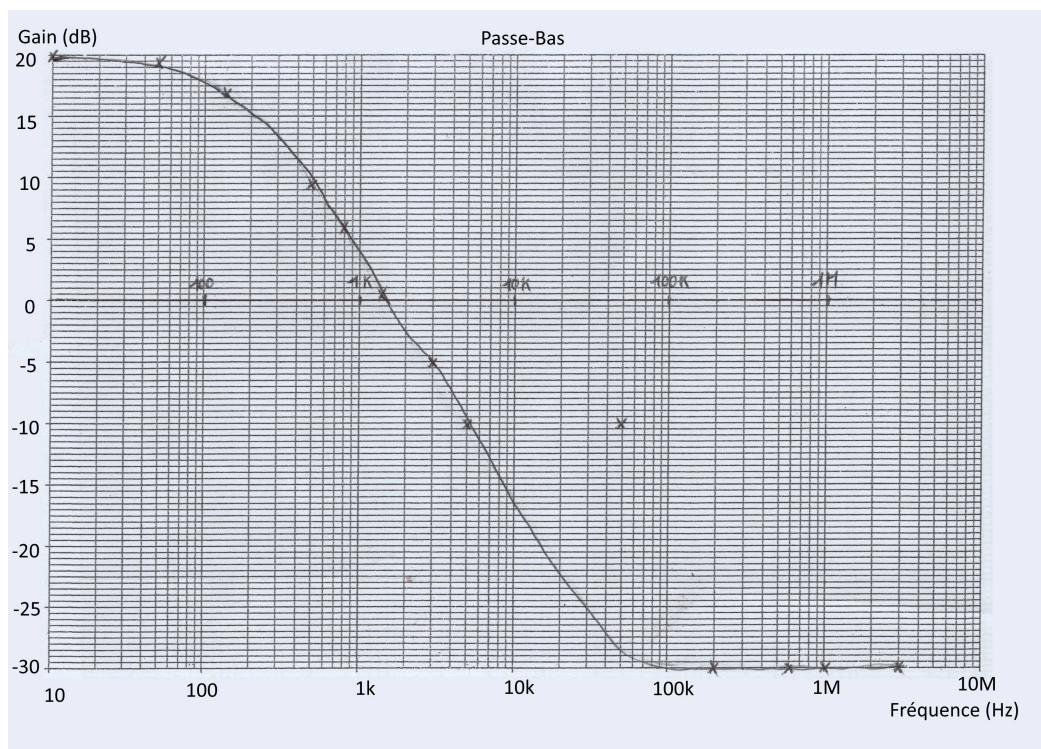


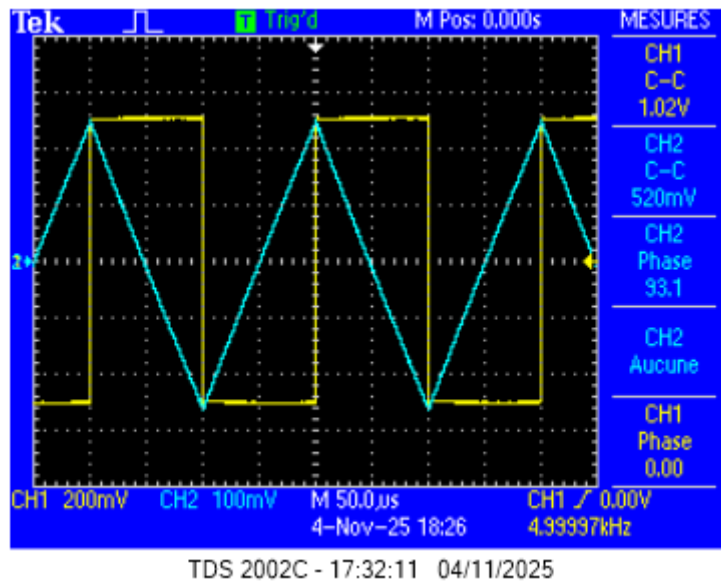
FIGURE 2 – Diagramme de Bode en Gain en montage Passe-Haut.

Voir Figure 2

2.3.2

La courbe obtenu correspond à la courbe trouvée en question 4

2.3.3



On applique au circuit un signal carré(Channel 1), et en sortie(Channel 2), on voit un signal qui a l'allure d'un signal triangle, on peut donc dire que le circuit est un circuit intégrateur.

2.4 Montage passe-bande

2.4.1

Analyse qualitative :

En basses fréquences, et en dessous de f_{c1} , C1 et C2 sont assimilables à des circuits ouverts, ainsi V_e déconnecté de l'AOP et donc $V_s = 0$.

Entre f_{c1} et f_{c2} , C1 s'assimile à un fil et C2 reste assimilé à un circuit ouvert. On a donc $V_s \neq 0$ et le signal n'est pas atténué.

Finalement, en hautes fréquences, et au dessus de f_{c2} , les deux condensateurs sont assimilables à des fils, donc $V_s = 0$.

On a donc bien un circuit passe-bande.

2.4.2

F (Hz)	Ve (V)	Vs (V)	Vs/Ve	Gain (dB)
10	1	0.656	0.656	-3.66
50	1	3.12	3.12	9.88
165	1	7.36	7.36	17.34
500	1	9.12	9.12	19.20
800	1	8.80	8.80	18.89
1500	1	7.20	7.20	17.15
3000	1	4.64	4.64	13.33
5000	1	3.00	3.00	9.54
50000	1	0.32	0.32	-9.90
210000	1	0.08	0.08	-21.94
500000	1	0.037	0.037	-28.64
1000000	1	0.025	0.025	-32.04
3000000	1	0.035	0.035	-29.12

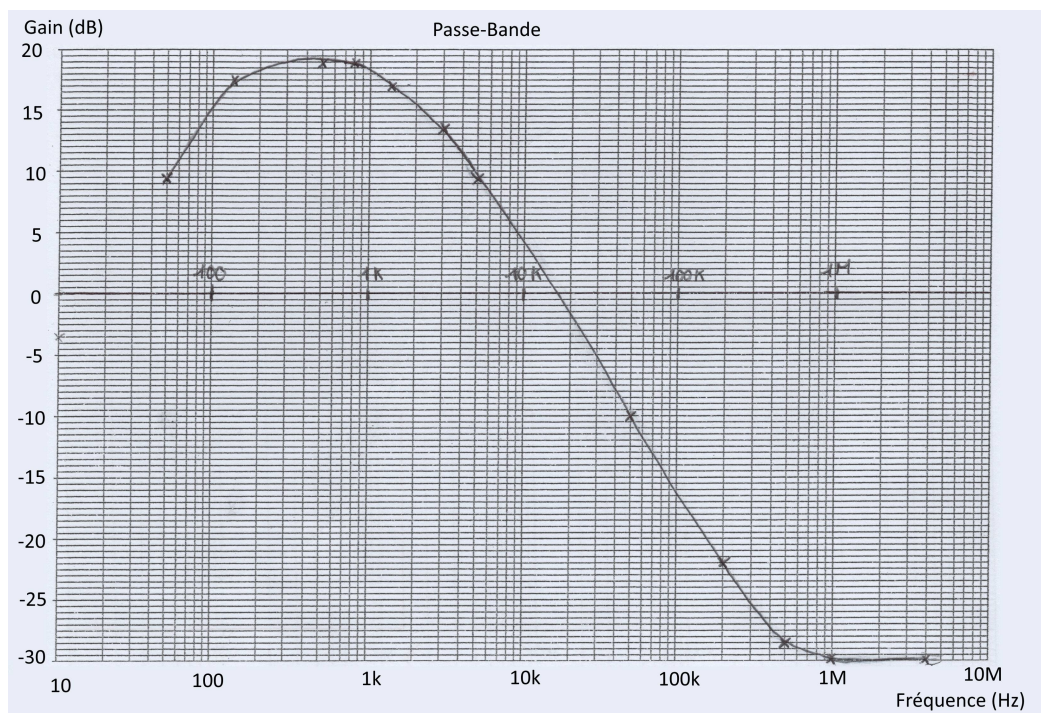


FIGURE 3 – Diagramme de Bode en Gain en montage Passe-Haut.

Voir Figure 3

2.4.3

$$Z_1 = Z_{R1} + Z_{C1}$$

$$Z_2 = \frac{Z_{R2} \times Z_{C2}}{Z_{R2} + Z_{C2}}$$

$$\frac{V_s}{V_e} = -\frac{\frac{Z_{R2} \times Z_{C2}}{Z_{R2} + Z_{C2}}}{Z_{R1} + Z_{C1}} = -\frac{Z_{R2} \times Z_{C2}}{Z_{R2} + Z_{C2}} \times \frac{1}{Z_{R1} + Z_{C1}} = -\frac{R_2 \times \frac{1}{jC_2\omega}}{R_2 + \frac{1}{jC_2\omega}} \times \frac{1}{R_1 + \frac{1}{jC_1\omega}}$$

$$\frac{V_s}{V_e} = -\frac{R_2}{R_1} \times \frac{1}{1 + jR_2C_2\omega} \times \frac{1}{1 + \frac{1}{jR_1C_1\omega}}$$

$$\frac{V_s}{V_e} = -\frac{R_2}{R_1} \times jR_1C_1\omega \times \frac{1}{1 + jR_2C_2\omega} \times \frac{1}{1 + jR_1C_1\omega}$$

On calcule alors le gain maximal de la bande passante :

$$G = 20 \log \left| \frac{R_2}{R_1} \right| = 20 \log \left| \frac{100}{10} \right| = 20dB$$

Le gain maximal sera de 20 dB.

2.4.4

On voit dans le tableau des mesures que ce gain est bel et bien atteint. (Dans une marge de ± 1 dB)

2.4.5

Après mesures, on identifie 2 fréquences de coupure, une première 165Hz et une seconde à 1500Hz. On a donc une bande passante de 1335Hz

2.4.6

On mesure un déphasage de 143° pour f_{c1} et de -142° pour f_{c2} . On peut dire que le déphasage moyen sur le bande passante est nul.