

1. Mesure d'une tension à l'aide de l'oscilloscope

OBJECTIF : Apprendre à utiliser un oscilloscope.

1.1. Mesure de tensions continues et fixes

Objectif : A l'aide de l'oscilloscope, mesure des tensions d'alimentation nécessaires au fonctionnement de l'ensemble des composants présents sur la carte.

La carte est alimentée par un générateur de tension (figure 10) fournissant une tension fixe de 5V.

Ne débranchez pas la carte du générateur de tension continue.

MANIPULATION

1.1.1. Avant d'effectuer des mesures avec l'oscilloscope, quelques réglages sont nécessaires :

- a) Positionner l'oscilloscope en couplage GND (*masse*) *si en masse: 0V*
- b) Positionner la référence 0V au milieu de l'écran.
- c) Positionner l'oscilloscope en DC (menu couplage : DC)
- d) Positionner le calibre d'amplitude de l'oscilloscope sur 5 V/div
- e) Positionner le calibre de la base de temps sur 1 ms/div.

1.1.2. Brancher la carte à l'alimentation (fil noir = 0V et fil rouge = 5V)

1.1.3. Mesurer la tension 5V générée par l'alimentation.

→ 5V sur l'oscille (1 div)

1.1.4. Modifier le calibre de l'oscilloscope Volts/div : 500mV, 1V, 2V et 5V.

Qu'observez-vous ?

→ tension non observable à 1V et 500 mV
→ trop peu de divisions,
échelle trop petite.

Est-ce que cela change vos mesures à l'oscilloscope ? Pourquoi ?

non c'est seulement un changement d'échelle

1.1.5. Indiquer le calibre permettant la mesure la plus précise

2V

1.1.6. Modifier calibre de la base de temps (échelle de temps) sur 100 μ s/div.

Pourquoi, vos mesures à l'oscilloscope ne sont pas modifiées ?

→ courant continu donc toujours la même tension
indépendamment du temps.

1.2. Mesure d'une tension variable

OBJECTIF : Mesure d'une tension de type sinusoïdal, variable en amplitude et en fonction du temps à l'aide de l'oscilloscope.

$$V_e = V_{me} \cdot \sin(2\pi \cdot F_e \cdot t)$$

Avec : F_e représente la fréquence de la tension. Son unité est le Hertz (Hz)

$T_e = 1/F_e$ représente la période de la tension. Son unité est la seconde (sec)

V_{me} représente la tension maximale. Son unité est le Volt (V)

t représente le temps. Son unité est la seconde

MANIPULATION

1.2.1. Configurer le générateur basse fréquence (GBF) (figure 11)

- Sélectionner la forme d'onde (tension) sinusoïdale.
- Régler la fréquence à 1kHz
- Régler l'amplitude à 2V (la tension varie entre -2V et +2V)

1.2.2. Régler l'oscilloscope

- Positionner le calibre d'amplitude sur 500mV/div
- Positionner la base de temps à 500 μ s/div

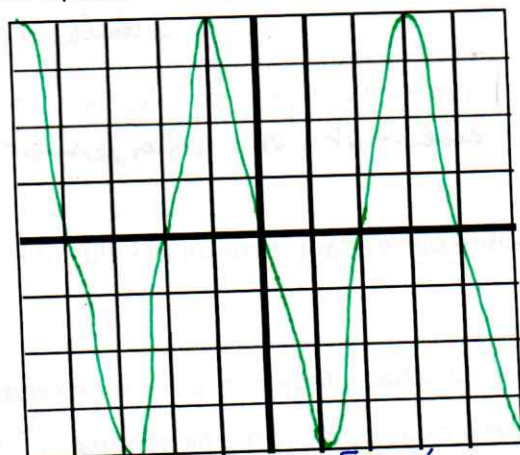
1.2.3. Connecter le générateur basse fréquence (GBF) à l'oscilloscope à l'aide de 2 fils.

- Un fil noir pour relier les références de tension (la masse ou le 0V).
- Un fil vert pour relier la sortie du GBF (borne rouge) à l'entrée CH1 (borne rouge) de l'oscilloscope.
- La sortie du GBF correspond à la zone 4 (figure 11) nommée « output 50 Ω ».

Remarque : la mesure d'une tension est toujours effectuée entre 2 points : la référence et le point « chaud »

1.2.4. Relever le signal observé sur l'oscilloscope.

- Mesurer la tension maximale du signal observé : V_{me}
- Mesurer la période du signal : T_e
- Calculer la fréquence du signal : F_e



Calibre Axe horizontal : 500 mV /div

Calibre Axe vertical : 250 μ s /div

Tensions maximale V_{me} : 2V

Période T_e : 1 ms

Fréquence F_e : $\frac{1}{1 \cdot 10^{-3}}$
 $= 1000 \text{ Hz}$

1.2.5. Modifier l'amplitude de la tension V_e sur le GBF

- Pour les amplitudes 500 mV, 1V, 2V et 5V compléter le tableau ci-dessous en indiquant le calibre (V/div) permettant d'observer le plus précisément possible la tension et la valeur de la fréquence F_e .

V_{me} (V)	0.5	1	2	5
Calibre (V/div)	0,2	0,5	0,5	2
F_e (Hz)	1000	1000	1000	1000

Tableau 1 : Mesure d'une tension sinusoïdale en fonction de l'amplitude

Modifier la fréquence de la tension V_e sur le GBF avec $V_{me} = 2V$

- Pour les fréquences 500 Hz, 1kHz, 5kHz, 10kHz, 15kHz et 20kHz, compléter le tableau ci-dessous en indiquant le calibre permettant d'observer le plus précisément possible la tension et la valeur de V_{me} .

F_e (Hz)	500	1k	5k	10k	15k	20k
Calibre (sec/div)	$5 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-5}$	$2,5 \cdot 10^{-5}$	$2,5 \cdot 10^{-5}$	$10 \cdot 10^{-6}$
V_{me} (V)	2	2	2	2	2	2

Tableau 2 : Mesure d'une tension sinusoïdale en fonction de la fréquence

laisse passer des tensions à certaines fréquences
 $\uparrow \neq$ "laisse passer des fréquences"

2. Etude d'un filtre passe-bas

OBJECTIF : Caractérisation d'un filtre passe-bas à l'aide de l'oscilloscope et du GBF.

Un filtre passe-bas laisse passer les tensions à basses fréquences et atténue (coupe) les tensions à hautes fréquences. Le montage du filtre passe-bas est indiqué sur la figure 13.

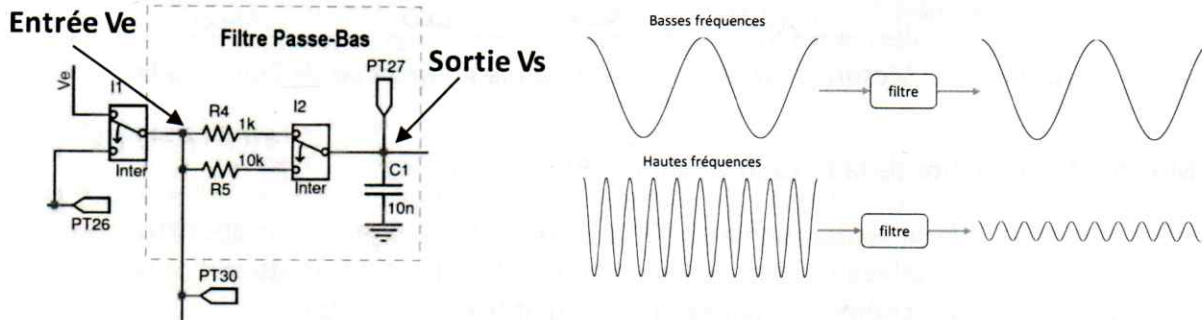


Figure 13 : Schéma du filtre passe-bas (carte)

Ce circuit passe-bas est constitué d'une résistance et d'un condensateur. Dans ce montage, l'interrupteur I2 permet de sélectionner la résistance R4 ou R5.

La fréquence de coupure (F_c) est un paramètre qui caractérise le fonctionnement du filtre.

Elle est définie pour le montage de la carte capteur par $F_c = \frac{1}{2\pi \cdot R \cdot C1}$

Avec $R = R4$ ou $R = R5$ selon I2.

Elle définit ainsi la bande passante du filtre (entre 0 et F_c) correspondant à la gamme de fréquences dans laquelle, le filtre n'atténue pas le signal.

PREPARATION

- Identifier le filtre passe-bas sur le schéma de la carte capteur
- Relever les points de tests pour l'entrée et la sortie

Entrée : PT 30

Sortie : PT 27

- Calculer à l'aide de la formule les fréquences de coupure :

$F_{c4} = 15915 \text{ Hz}$ pour $R = R4$

$$\frac{1}{2\pi \times 10^3 \times 10 \cdot 10^{-9}}$$

$F_{c5} = 1591 \text{ Hz}$ pour $R = R5$

$$\frac{1}{2\pi \times 10 \cdot 10^{-3} \times 10 \cdot 10^{-9}}$$

MANIPULATION

2.1. Caractérisation du filtre passe-bas à fréquence fixe

2.1.1. Régler le GBF

Amplitude : 1 V
Fréquence = 100 Hz
Forme : sinusoïdale

2,5 ms (div)

2.1.2. Positionner l'interrupteur I2 pour utiliser la résistance R4.

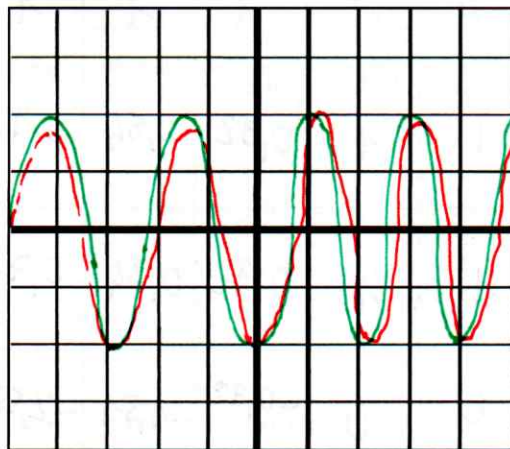
2.1.3. Connecter la sortie « Output 50 Ω » du GBF à l'entrée Ve de la carte (ne pas oublier la masse).

2.1.4. Positionner l'interrupteur I1 pour que ce signal soit transmis en entrée du filtre.

2.1.5. Observer la tension d'entrée du filtre à l'aide de la voie CH1 de l'oscilloscope.

2.1.6. Observer la tension de sortie du filtre à l'aide de la voie CH2.

2.1.7. Tracer sur la figure suivante les tensions à l'entrée (Ve) et à la sortie (Vs) du filtre avec deux couleurs distinctes.



Calibre Axe horizontal : 500 ns/div

Calibre Axe vertical : 5 mV/div

Forme de la tension Ve : sinusoïdale

Amplitude de Ve : 1 V

Fréquence de Ve : 100 Hz

Forme de la tension Vs : sinusoïdale

Amplitude de Vs : 1 V

Fréquence de Vs : 100 Hz

- Calculer le gain G du filtre. Le Gain G du filtre correspond au rapport d'amplitudes entre les tensions de sortie et d'entrée

$$G = V_s/V_e = 1$$

- Quel est le comportement de ce filtre à la fréquence 100 Hz ?

A 100 Hz le filtre ne change pas la tension de sortie donc il ne filtre pas.
→ fréquence trop basse.

2.2. Caractérisation du filtre passe-bas à fréquences variables

Pour les fréquences de V_e suivantes (100Hz, 500Hz, 1kHz, 2kHz, 5kHz, 10kHz, 15kHz, 20kHz, 50kHz, 100kHz) et pour la fréquence F_c calculée précédemment :

2.2.1. Mesurer l'amplitude de la tension d'entrée du filtre sur la voie CH1 de l'oscilloscope.

2.2.2. Mesurer l'amplitude de la tension de sortie du filtre sur la voie CH2 de l'oscilloscope.

2.2.3. Calculer le Gain du filtre $G = V_s/V_e$ et en dB (décibel) $G_{dB} = 20 \times \log (V_s/v_e)$

2.2.4. Remplir le tableau suivant

Fréquence (Hz)	100	500	1 k	2 k	5 k	10 k	15 k	15 915 Fc4	20 k	50 k	100 k
Amplitude de V_e (V)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Amplitude de V_s (V)	1	1	1	1	0,92	0,84	0,72	0,68	0,62	0,3	0,18
Gain du filtre $G = V_s/V_e$	1	1	1	1	0,92	0,84	0,72	0,68	0,62	0,3	0,18
Gain du filtre G_{db} en dB	0	0	0	0	-0,92	-1,51	-2,85	-3,35	-4,15	-10,46	-14,89

Tableau 3 : Réponse en fréquence du filtre passe-bas avec la résistance R4

2.2.5. Vérifier que pour $f = f_c$ (fréquence de coupure), $\frac{V_s}{V_e} = \frac{1}{\sqrt{2}}$

$$V_s/V_e = 0,68 \quad \frac{1}{\sqrt{2}} = 0,70$$

2.2.6. Commenter les résultats de mesures et justifier le terme filtre passe-bas.

Le filtre laisse passer les basses fréquences : $V_e = V_s$
 En haute fréquence : diminution de la tension
 (à partir 100 kHz) $V_s < V_e$

2.2.7. Positionner l'interrupteur I2 pour utiliser la résistance R5.

2.2.8. Caractériser de nouveau le filtre suivant le même plan d'expérimentation et remplir le tableau suivant.

Fréquence (Hz)	100	500	1 k	1591	2 k	5 k	10 k	15 k	20 k	50 k	100 k
Amplitude de V_e (V)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Amplitude de V_s (V)	0,94	0,9	0,8	0,68	0,6	0,32	0,18	0,104	0,084	0,032	0,02
Gain du filtre $G = V_s/V_e$	0,94	0,9	0,8	0,68	0,6	0,32	0,18	0,104	0,084	0,032	0,02
Gain du filtre Gdb en dB	-0,54	-0,92	-1,94	-3,35	-4,44	-9,897	-14,89	-19,66	-21,51	-29,89	-33,97

Tableau 4 : Réponse en fréquence du filtre passe-bas avec la résistance R5

2.2.9. Vérifier que pour $f = f_c$ (fréquence de coupure), $\frac{V_s}{V_e} = \frac{1}{\sqrt{2}}$

$$V_s/V_e = 0,68 \approx \frac{1}{\sqrt{2}} = 0,70$$

2.2.10. Commenter les résultats de mesures.

Le filtre est bien un passe-bas mais comme la fréquence de coupure est plus faible que pour R4, ⊕ de fréquences sont coupées.
Presque aucune tension ne passe après 50 kHz

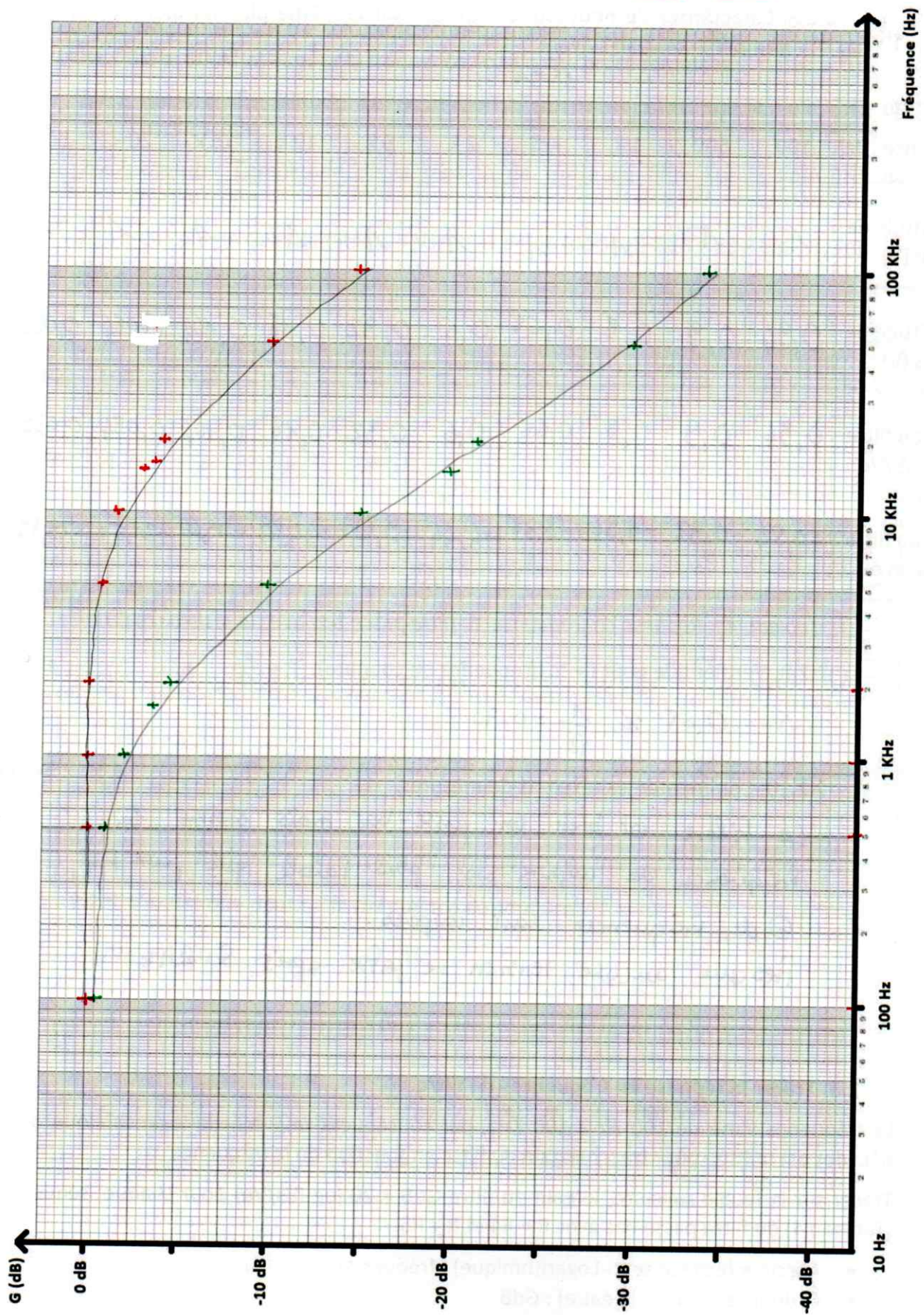
2.3. Tracer la réponse en fréquences du filtre.

La fréquence varie de 100 Hz à 100 KHz, par conséquent une échelle logarithmique de 4 décades est utilisée pour tracer le gain du filtre en fonction de la fréquence.

Tracer sur la feuille suivante, le gain du filtre $G_{dB} = 20 \log (V_s/V_e)$ pour chaque fréquence (Tableau 4) du filtre passe bas avec $R = R4$ et $R = R5$.

- Abscisse (échelle semi-Logarithmique) : fréquence
- Ordonnée (échelle linéaire) : GdB

Réponse en fréquence du filtre passe bas avec $R = R_4$ et $R = R_5$



2.3.1. Comparer le comportement (réponse en fréquences) du filtre suivant sa configuration

- Filtre avec R4
- Filtre avec R5

Jusqu'à 2 kHz, avec le filtre R4, il n'y a pas de réponse du filtre alors qu'avec le filtre R5, on a une réponse du filtre dès 100 Hz.

Le filtre avec R5 coupe donc des fréquences plus basses que le filtre avec R4.

2.3.2. Vérifier qu'une tension continue (par exemple 5V) n'est pas modifiée par le filtre passe bas et expliquer pourquoi.

A basse fréquence, le filtre est assimilable à un fil car il ne coupe pas les fréquences donc la tension n'est pas modifiée.

2.4. Donner quelques exemples d'utilisation de filtres électroniques

- poste radio : choix de la fréquence
- égaliseur audio

3. Etude d'un amplificateur de tension

OBJECTIF : Caractérisation d'un amplificateur.

Un amplificateur permet d'augmenter une tension appliquée sur son entrée. Le rapport entre V_s et V_e est appelé gain G , comme pour le filtre.

Dans le cas de la figure 14, la tension de sortie V_s (OUT1 sur la figure 14) est donnée par $V_s = V_e \cdot \frac{R_6 + R_7}{R_6}$

Le gain est donc $G = \frac{R_6 + R_7}{R_6}$

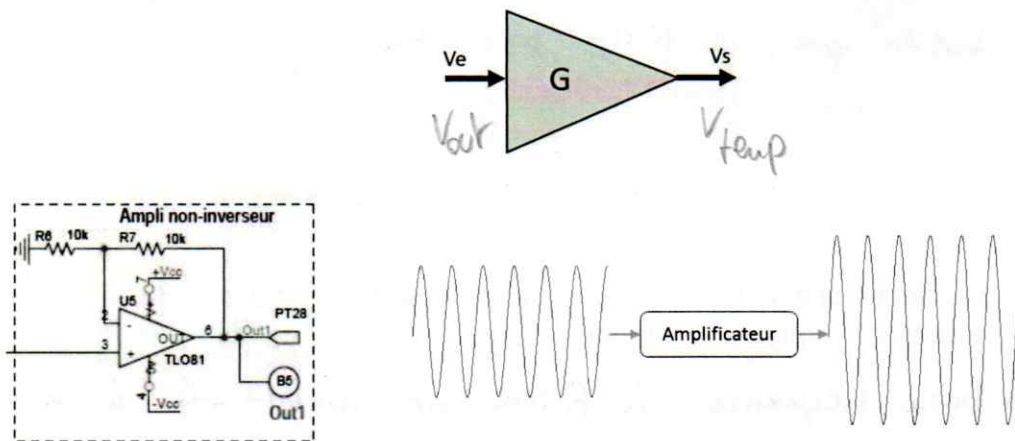


Figure 14 : Schéma de l'amplificateur (carte)

PREPARATION

- Lister les 3 composants de ce montage.

- 2 résistances (R_6 et R_7)
- 1 amplificateur

- Calculer le gain G de l'amplificateur.

$$G = \frac{10 \cdot 10^3 + 10 \cdot 10^3}{10 \cdot 10^3} = \frac{20}{10} = 2$$

- L'amplificateur est alimenté à l'aide de tension continue de +12 et -12V. Pourquoi est-il nécessaire de fournir à l'amplificateur une alimentation ?

Car pour amplifier un signal, il faut un apport d'énergie donc on doit alimenter l'amplificateur

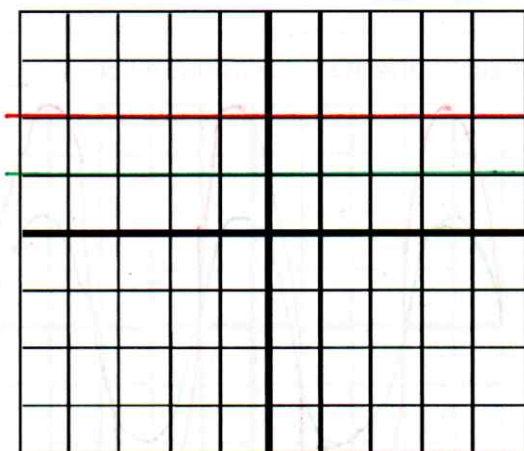
MANIPULATION

3.1. Caractérisation de l'amplificateur avec une tension continue.

- 3.1.1. Positionner l'interrupteur I1 pour sélectionner l'entrée V_e à l'entrée du filtre.
- 3.1.2. Positionner l'interrupteur I2 pour sélectionner $R = R_5$.
- 3.1.3. Connecter la tension continue fixe de 5 Volts (Alimentation GPS-3303, voir figure 10) à l'entrée V_e de la carte.
- 3.1.4. Observer et mesurer la tension à la sortie du filtre et donc à l'entrée de l'amplificateur sur la voie CH1 de l'oscilloscope.
- 3.1.5. Observer et mesurer la tension à la sortie de l'amplificateur sur la voie CH2 de l'oscilloscope.
- 3.1.6. Comparer les tensions V_s mesurée et théorique ($V_s = V_e \cdot \frac{R_6+R_7}{R_6}$).

$$V_s = 10V \quad V_s = 5 \times 2 = V_e \times \frac{R_6+R_7}{R_6}$$

- 3.1.7. Tracer sur la figure suivante les tensions V_e et V_s .



Calibre Axe horizontal : 5V /div

Calibre Axe vertical : 10ms /div

courant
continu.
↑

V_e :

Forme de la tension : droite Amplitude maximale : 5V Fréquence : /

V_s :

Forme de la tension : droite Amplitude maximale : 10V Fréquence : /

- 3.1.8. Commenter les résultats obtenus.

L'amplificateur permet de doubler la tension.

3.2. Caractérisation de l'amplificateur avec une tension sinusoïdale.

3.2.1. Positionner l'interrupteur I1 pour sélectionner l'entrée V_e à l'entrée du filtre.

3.2.2. Positionner l'interrupteur I2 pour sélectionner $R = R5$.

3.2.3. Régler le GBF.

Amplitude : 1 V

Fréquence = 100 Hz

Forme : sinusoïdale

3.2.4. Connecter la tension de sortie du GBF à l'entrée V_e de la carte.

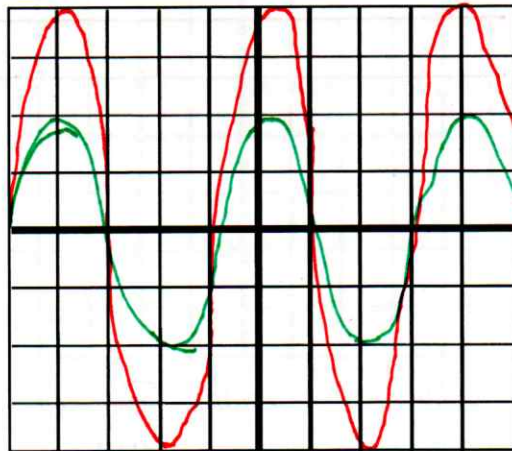
3.2.5. Observer et mesurer la tension à la sortie du filtre et donc à l'entrée de l'amplificateur sur la voie CH1 de l'oscilloscope.

3.2.6. Observer et mesurer la tension à la sortie de l'amplificateur sur la voie CH2 de l'oscilloscope.

3.2.7. Comparer les tensions V_S mesurée et théorique ($V_S = V_e \cdot \frac{R6+R7}{R6}$).

$$V_S = 2V = V_e \times \frac{R6+R7}{R6} \quad \text{avec } V_e = 1V$$

3.2.8. Tracer sur la figure suivante les tensions à l'entrée V_e et V_S .



Calibre Axe horizontal : 500mV /div

Calibre Axe vertical : 2,5ms /div

V_e :

Forme de la tension : sinusoïdale Amplitude maximale : 1V Fréquence : 100 kHz

V_S :

Forme de la tension : sinusoïdale Amplitude maximale : 2V Fréquence : 100 kHz

3.2.9. Commenter les résultats obtenus.

Amplification de la tension \rightarrow cela modifie l'amplitude de la courbe sinusoïdale.

3.3. Donner un exemple d'utilisation d'amplificateurs

Les enceintes peuvent utiliser des amplificateurs pour augmenter le volume.

4. Etude d'un comparateur entre une tension variable et une tension continue

OBJECTIF : Caractérisation d'un comparateur.

Un comparateur est un composant permettant de comparer 2 tensions : V_- et V_+ . La sortie d'un comparateur est binaire. C'est-à-dire que la sortie peut prendre uniquement 2 états : haut et bas.

La sortie du comparateur est à l'état bas si $V_- > V_+$

La sortie du comparateur à l'état haut si $V_- < V_+$

Le comparateur présent sur la carte capteur permet de comparer une tension quelconque à une tension de référence dite seuil.

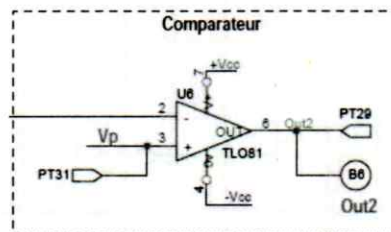
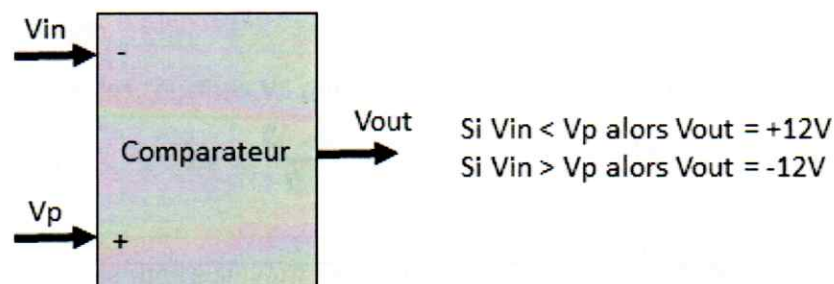


Figure 15 : Comparateur

PREPARATION

- Repérer sur la carte le comparateur.
- Relever les points de tests pour les tensions d'entrée (V_{in}), de seuil (V_p) et de sortie (V_{out}).

Tension d'entrée : PT 30
Tension de seuil : PT 31
Tension de sortie : PT 29

La tension de seuil V_p est générée à l'aide d'un potentiomètre. Un potentiomètre est une résistance variable.

- Repérer sur la carte le potentiomètre.
- Relever les 2 points de tests pour la tension (V_p) utilisée comme tension de seuil pour le comparateur.

Tension V_p : PT 9
Tension V_p : PT 31

MANIPULATION

4.1. Génération de la tension de seuil (V_p).

4.1.1. Faire varier le potentiomètre P1 et observer la tension V_p à l'oscilloscope.

4.1.2. Relever les valeurs minimale et maximale de V_p .

$$V_{pmin} = 0$$

$$V_{pmax} = 5$$

4.1.3. Régler la tension V_p à 3V.

4.2. Génération d'une tension triangulaire (V_e).

Le GBF permet de générer des signaux et donc des tensions de différentes formes.

- Sinusoïdale
- Triangulaire
- Carrée

4.2.1. Régler le GBF.

Amplitude : 2 V

Fréquence = 1 KHz

Forme : triangulaire

4.2.2. Vérifier à l'oscilloscope les caractéristiques du signal généré.

4.3. Caractérisation du comparateur.

4.3.1. Connecter la sortie du GBF sur l'entrée V_e

4.3.2. Positionner l'interrupteur I1 pour connecter la tension V_e à l'entrée - du comparateur.

4.3.3. Observer à l'aide de l'oscilloscope, sur la voie CH1, la tension d'entrée V_e et sur la voie CH2, la tension de sortie du comparateur. La tension V_p est réglée à 3V. (voir 4.1.3)

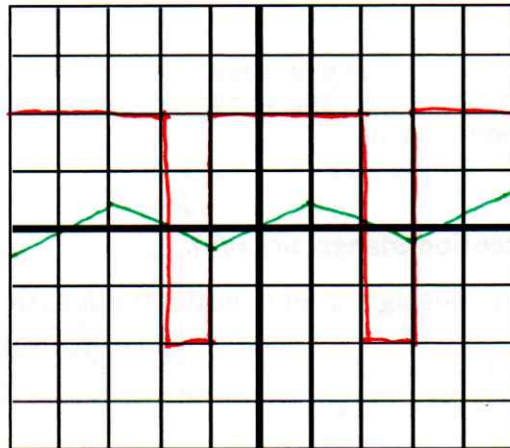
4.3.4. Commenter les observations.

La tension de sortie $V_{out} = 12V$.

Donc $V_{in} < V_p = 3V$ car $V_{in} = 2V$

Le comparateur a bien comparé les 2 tensions.
(tension d'entrée inférieure à la tension de seuil)
 $\frac{2V}{2V}$ $\frac{3V}{3V}$

- 4.3.5. Faire varier le potentiomètre P1 pour générer une tension $V_p = 1,2 \text{ V}$. L'observation et le réglage de cette tension se fera à l'aide de la voie CH2 de l'oscilloscope.
- 4.3.6. Observer de nouveau à l'aide de l'oscilloscope, sur la voie CH1, la tension d'entrée V_e et sur la voie CH2, la tension de sortie du comparateur.
- 4.3.7. Tracer les oscillogrammes correspondants.



Calibre Axe horizontal : 5 V /div

Calibre Axe vertical : $250 \mu\text{s}$ /div

Tension d'entrée V_e :

Période : 1 ms

Fréquence : 1 kHz

Tension de sortie :

Forme de la tension : carre

Tension état bas : $-10,8 \text{ V}$

Durée état bas : $250 \mu\text{s}$

Tension état haut : $11,4 \text{ V}$

Durée état haut : $750 \mu\text{s}$

Période : 1 ms

Fréquence : 1 kHz

- 4.3.8. Justifier la forme de la tension de sortie.

$V_p = 1,2 \text{ V}$ $V_{in} = 2 \text{ V}$ ~~de~~ et le signal d'entrée est triangulaire donc quand la tension est max : $V_{in} > V_p$ donc le signal de sortie est bas et sinon $V_{in} < V_p \Rightarrow$ signal haut

- 4.3.9. Comparer la fréquence des tensions d'entrée et de sortie.

Quand le signal est bas : $V_{in} > V_p$
haut : $V_{in} < V_p$

Le rapport cyclique de la tension de sortie est défini par $\alpha = \frac{\text{Durée état haut}}{\text{Période}}$

- 4.3.10. Calculer ce rapport cyclique.

$$\alpha = \frac{750}{1000} = 0,75$$

4.3.11. Faire varier la tension de seuil V_p de 0 à 5 V, commenter les observations.

La durée de l'état haut augmente avec la tension seuil.
On passe d'un signal carré à un signal continu.

4.3.12. Calculer le rapport cyclique pour 3 valeurs de tension de seuil différentes et indiquer son évolution en fonction de la tension de seuil.

Tension (V)	1	0	5
Durée état haut (µs)	750	500	1000
α	0,75	0,5	1 → continu

α augmente avec la tension seuil

4.4. Donner un exemple d'utilisation de comparateurs.

- capteur de rythme cardiaque
- détecteur de fumée.