

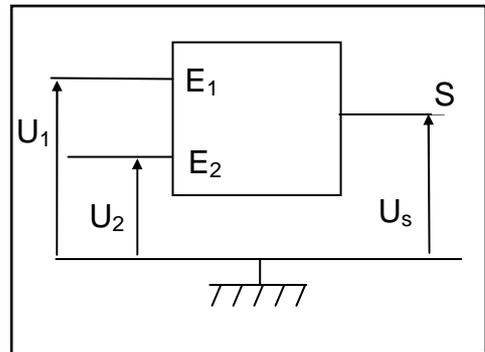
Des élèves de terminale S doivent mettre en œuvre un montage permettant de simuler une modulation d'amplitude. Au laboratoire, ils disposent du matériel suivant :

- deux générateurs basse fréquence (GBF) délivrant une tension sinusoïdale réglable en fréquence ;
- un oscilloscope bicourbe : voies Y_1 et Y_2 ;
- des fils de connexion ;
- un circuit multiplieur (schéma ci-contre).

Le multiplieur est un circuit intégré, à deux entrées E_1 et E_2 et une sortie S telle que :

$$U_S = k.U_1.U_2$$

où k est la constante caractéristique du multiplieur.



1. Principe de la modulation d'amplitude

- 1.1. Pourquoi n'est-il pas possible de transmettre une onde sonore sur de grandes distances ?
- 1.2. Pourquoi est-il possible d'utiliser une porteuse de grande fréquence ?

2. Réalisation du montage

- 2.1. Compléter le schéma de la figure 1 en **annexe II à rendre avec la copie** en y ajoutant les deux GBF et les flèches tensions notées $u_P(t)$ pour la porteuse, $u_1(t)$ pour le signal modulant et $s(t)$ pour le signal modulé.
- 2.2. Sur le même schéma, représenter les fils de connexion à l'oscilloscope permettant de visualiser $u_1(t)$ sur la voie 1 et $u_P(t)$ sur la voie 2.
- 2.3. *Étude de l'onde porteuse*

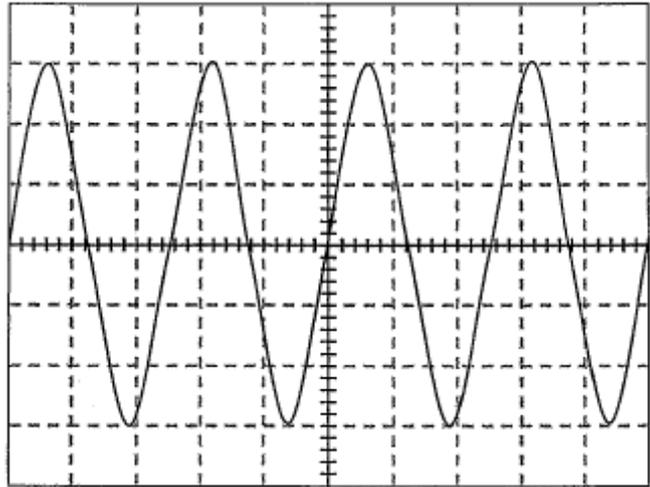
Pour simuler l'onde porteuse, le GBF délivre la tension sinusoïdale $u_P(t)$ d'amplitude $U_P = 2,5$ V et de fréquence $f_P = 3000$ Hz. L'oscilloscope est réglé pour visualiser la voie 1 avec une sensibilité horizontale de $0,1$ ms.div⁻¹ et une sensibilité verticale de 1 V.div⁻¹.

Cette tension a pour expression : $u_P(t) = U_P \cdot \cos(2\pi \cdot f \cdot t)$

- 2.3.1. Calculer la période T_P de la porteuse.
- 2.3.2. Représenter cette tension sur la figure 2 en **annexe II à rendre avec la copie**.

2.4. *Étude du signal modulant*
 Pour simuler le signal modulant le GBF délivre une tension $u_1(t)$ représentée ci-contre.

Sensibilité verticale : 0,5 V/div.



2.4.1. Choisir, en justifiant la réponse, l'expression de la tension $u_1(t)$:
 $u_1(t) = U_1 \cdot \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t)$ ou $u_1(t) = U_1 \cdot \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t) + U_0$

2.4.2. Choisir, en justifiant la réponse, la fréquence f_1 que doit délivrer le GBF :
 $f_1 = 10\,000$ Hz ou $f_1 = 100$ Hz.

2.4.3. Déterminer l'amplitude U_1 de la tension.

2.5. *Étude du signal modulé en amplitude*

Le signal modulé en amplitude $s(t)$ est représenté sur la figure 3 en **annexe II à rendre avec la copie**. L'amplitude de la tension modulée, notée U_m , varie entre deux valeurs extrêmes, notées U_{\min} et U_{\max} .

On admettra que le taux de modulation m s'exprime par : $m = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{U_{\max} + U_{\min}}$.

2.5.1. Faire apparaître U_{\min} et U_{\max} sur l'oscillogramme de la figure 3 en **annexe II à rendre avec la copie**.

2.5.2. Calculer m .

2.5.3. Quelle condition sur m permet d'éviter une surmodulation ?

3. Ondes modulée réelle

Les valeurs des fréquences utilisées précédemment ne correspondent pas à celles utilisées dans la réalité car elles nécessiteraient d'utiliser des antennes beaucoup trop grandes. Les ondes hertziennes kilométriques, appelées « grandes ondes », ont une longueur d'onde λ comprise dans l'intervalle [1052 m ; 2000 m]. La célérité des ondes électromagnétiques dans l'air, c , a pour valeur :

$$c = 3,0 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

Calculer l'ordre de grandeur de la fréquence des ondes hertziennes.

ANNEXE II À RENDRE AVEC LA COPIE

Question 2.1

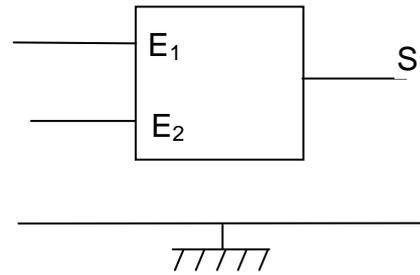
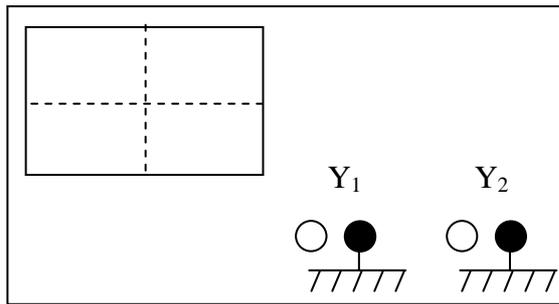
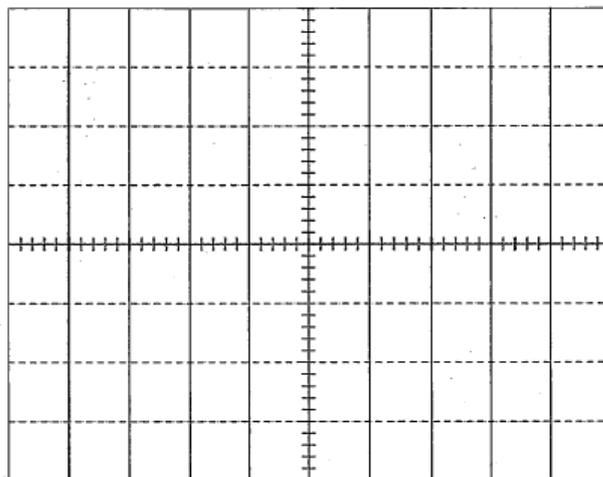


Figure 1

Question 2.3.2

Figure 2



Question 2.5.2

Figure 3

Sensibilité verticale :
 2 V.div^{-1}

Sensibilité horizontale :
 2 ms.div^{-1}

