EXERCICE III. RÉALISATION D'UNE MODULATION D'AMPLITUDE (4 points)

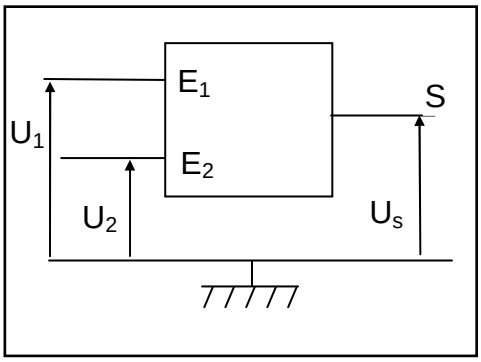
Des élèves de terminale S doivent mettre en œuvre un montage permettant de simuler une modulation d'amplitude. Au laboratoire, ils disposent du matériel suivant :

- *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*

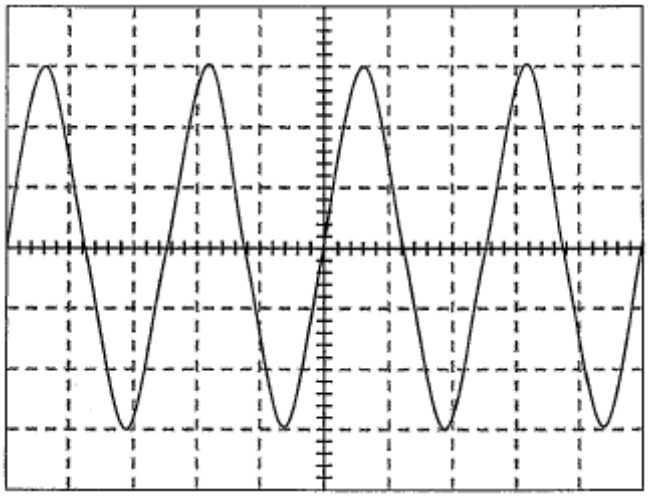
Pour simuler l'onde porteuse, le GBF délivre la tension sinusoïdale $u_P(t)$ d'amplitude U_P = 2,5 V et de fréquence f_P = 3000 Hz. L'oscilloscope est réglé pour visualiser la voie 1 avec une sensibilité horizontale de 0,1 ms.div^{-1} et une sensibilité verticale de 1 V.div^{-1}.
Cette tension a pour expression : $u_P(t) = U_P.\cos(2\pi.f.t)$

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 $u_1(t)$:
$u_1(t) = U_1.\cos(2\pi.f_1.t)$ ou $u_1(t) = U_1.\cos(2\pi.f_1.t) + U_0$

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 : $m = \dfrac{U_{max} - U_{min}}{U_{max} + U_{min}}$.

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 :
$c = 3{,}0\times10^{8}$ m.s^{-1} .

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

ANNEXE II À RENDRE AVEC LA COPIE

Question 2.1

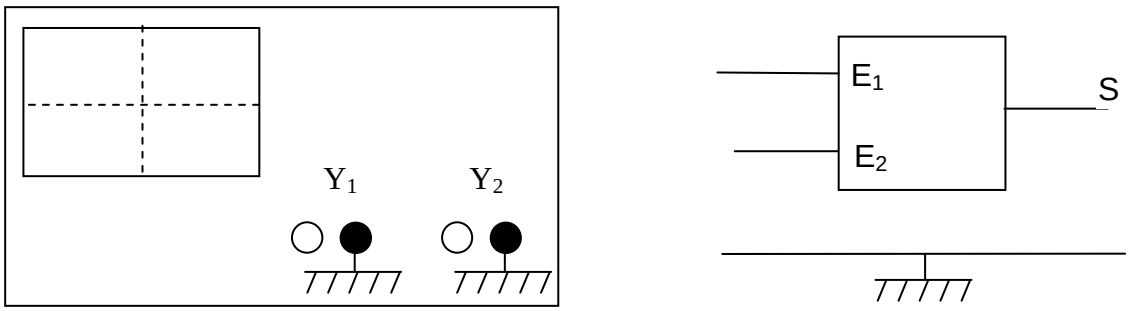
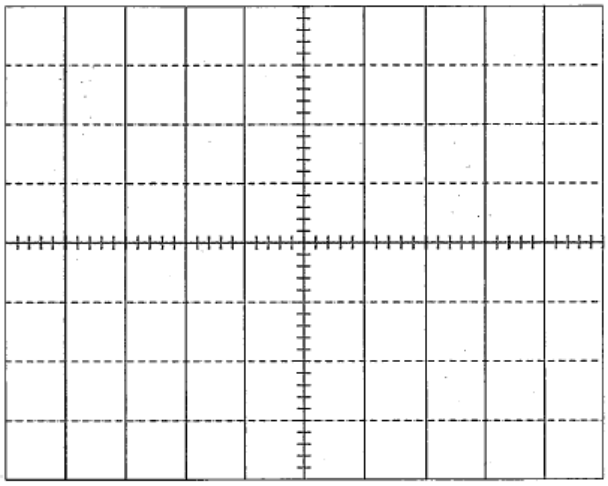


Figure 1

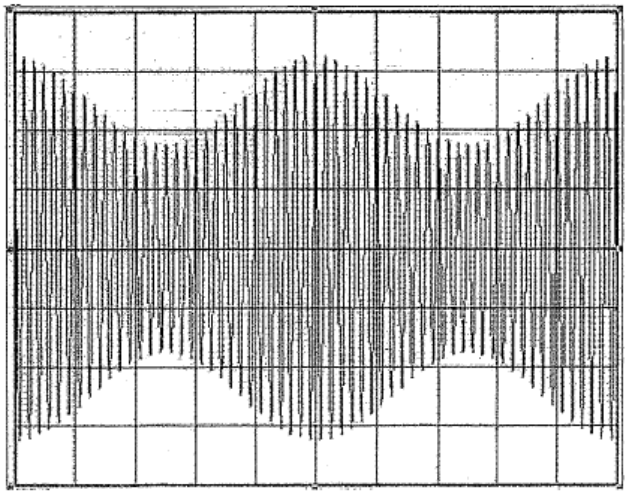
Question 2.3.2

Figure 2



Question 2.5.2

Figure 3



Sensibilité verticale :
$2\ V.div^{-1}$

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