Liban 2009 EXERCICE III : LA RADIO « B.L.U. » (4 POINTS)

Les communications radio en « B.L.U » (Bande Latérale Unique) sont utilisées par les radio-amateurs ainsi que pour les communications maritimes. La transmission « B.L.U » permet, pour une puissance totale donnée de l'émetteur, d'avoir une plus grande portée d'émission.

Il s'agit d'une transmission en modulation d'amplitude à laquelle on retire, avant émission, une des bandes du spectre en fréquence ainsi que la porteuse. On ne conserve ainsi qu'une seule des bandes latérales comprenant l'ensemble des fréquences à transmettre. Le signal transmis contient bien toute l'information du signal modulant.

On se propose d'étudier le principe de ce type de transmission.

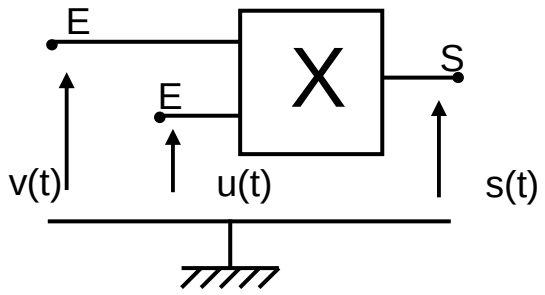
PARTIE A : LA MODULATION D'AMPLITUDE

1. Nécessité d'une modulation :

1.1. Rappeler l'intervalle des fréquences audibles par l'homme.

1.2. Donner au moins une raison pour laquelle il est nécessaire de procéder à une modulation pour transmettre un signal sonore par onde hertzienne.

2. Le montage de modulation utilisé en séance de travaux pratiques est le suivant :



$v(t) = V_m \cos(2\pi Ft)$

$u(t) = U_m \cos(2\pi ft) + U_0$

avec : F = 2,0 kHz
f = 100 Hz
et $U_m < U_0$

L'expression du signal de sortie s(t) est de la forme s(t) =k.u(t).v(t) où k est un coefficient qui dépend du circuit multiplieur « X » utilisé.

2.1. Quel signal correspond à la porteuse ? Justifier.

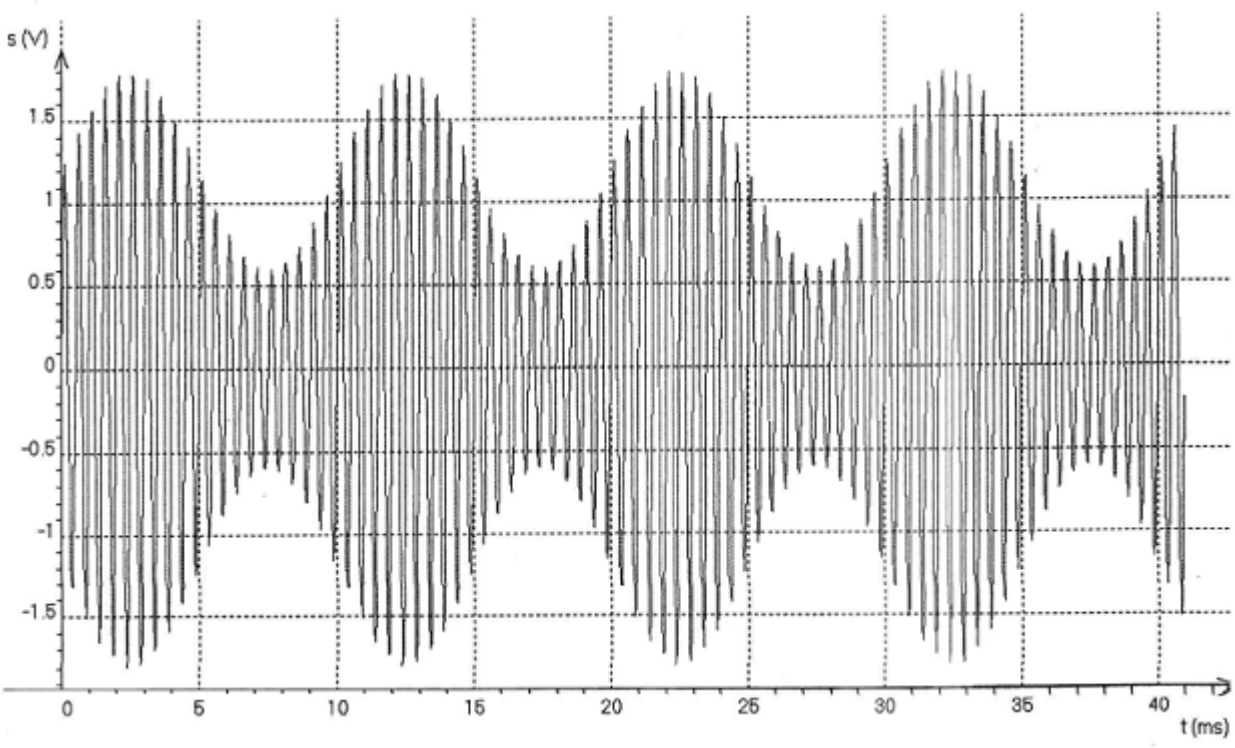
2.2. Montrer que s(t) peut se mettre sous la forme $s(t) = A(t) \cos(2\pi Ft)$. Justifier le nom donné à ce type de modulation.

3. Qualité de la modulation :

Le taux de modulation peut s'écrire sous la forme $m = \frac{A_{max} - A_{min}}{A_{max} + A_{min}}$ où A_{max} est la valeur maximale prise par A(t) et A_{min} sa valeur minimale.

3.1. Quelle condition doit satisfaire m pour pouvoir effectuer une démodulation correcte par détection d'enveloppe ?

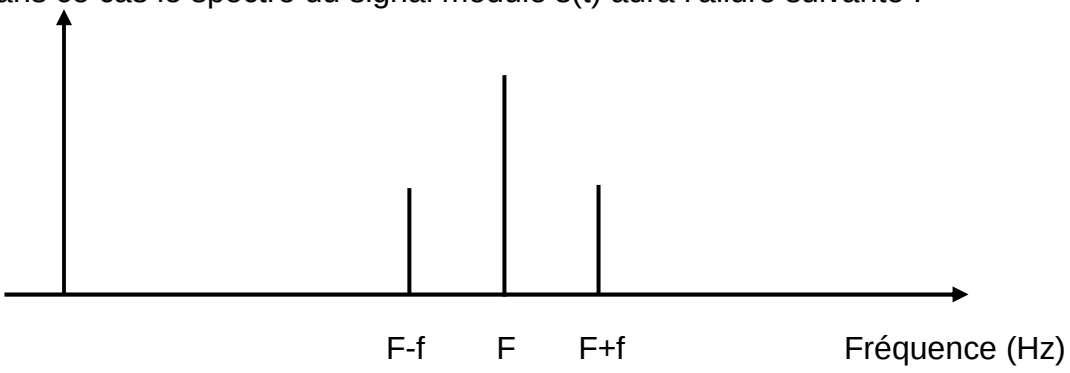
3.2. Déterminer la valeur du taux de modulation m en utilisant le graphe ci-dessous.



PARTIE B : L'ÉMISSION EN BANDE LATÉRALE UNIQUE

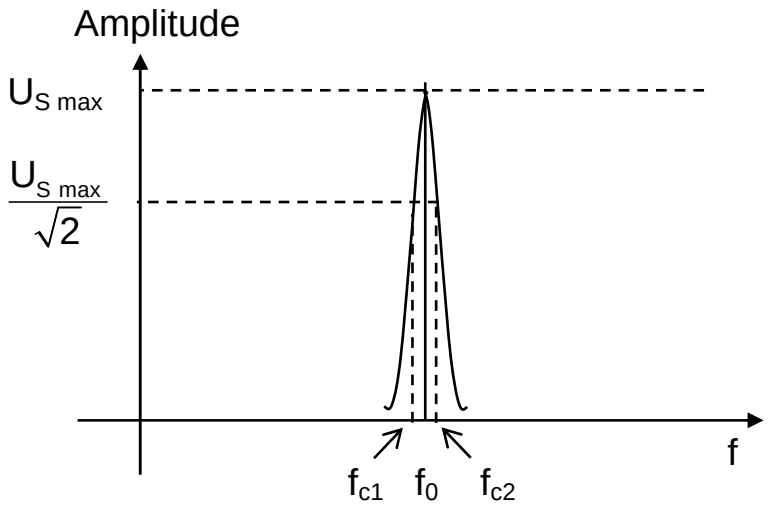
Le signal s(t) *peut s'écrire sous la forme de la somme de trois fonctions sinusoïdales de fréquences respectives* F – f, F *et* F + f.

1. Dans ce cas le spectre du signal modulé s(t) aura l'allure suivante :



Donner l'allure de ce spectre si on remplace le signal modulant par un signal plus complexe (voix, musique …) comportant plusieurs fréquences comprises entre deux valeurs f_{min} et f_{max}.

2. *On utilise un filtre passe-bande pour ne conserver que la fréquence* F + f *(ou les fréquences équivalentes dans le cas où le signal modulant est complexe). La courbe ci-dessous donne l'allure de l'amplitude* U_S *de la tension de sortie du filtre en fonction de la fréquence f de la tension sinusoïdale* u(t) *d'entrée :*



2.1. Justifier le nom « filtre passe-bande » donné à ce dispositif.

2.2. Le filtre est constitué à partir d'une bobine d'inductance L et d'un condensateur de capacité C. On note f_0 la fréquence centrale de la bande passante du filtre.

Montrer par analyse dimensionnelle, que l'expression $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ peut convenir.

2.3. En supposant la bande passante $[f_{c1} ; f_{c2}]$ étroite, quelle valeur doit-on choisir pour f_0 ?

2.4. Représenter, dans ce cas, le spectre du signal obtenu à la sortie du filtre (on supposera le signal modulé tel que défini au 1.).

3. *Le signal obtenu doit être amplifié avant d'être émis. Lorsqu'on amplifie un signal (quel qu'il soit) la puissance délivrée par l'amplificateur se répartit sur l'ensemble des fréquences présentes, proportionnellement à leur amplitude.*

Justifier le fait que le signal « B.L.U. » a une plus grande portée qu'un signal en modulation d'amplitude classique pour un émetteur de puissance donnée (ou qu'il nécessite un émetteur moins puissant pour une portée équivalente).