Université Mohammed Khider Biskra

Faculté des sciences et de la technologie

Module: Télécommunication Fondamentale

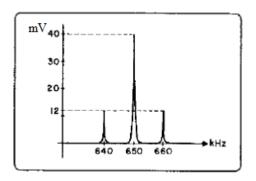
Année Universitaire : 2021-2022

2ème Année télécommunication

### TD N°2: Modulation AM

### Exercice n°1:

Un analyseur de spectre permet d'obtenir la représentation d'un spectre sur un écran. Un signal AM branché à un analyseur de spectre est représenté ci-dessous.



### **Questions:**

- 1. Quelle est la fréquence de porteuse ?
- 2. Quelle est la fréquence de l'onde modulante ?
- 3. Quelle est la bande de fréquence occupée par le signal AM?
- 4. Quel est le taux de modulation?
- 5. Écrire l'équation du signal en temporel
- 6. Quels sont les avantages de la modulation ?

### Exercice n°2:

Soit le signal AM:  $5 \cos(10^6 t) + 3.5 \cos(10^3 t) \cos(10^6 t)$ .

### **Questions:**

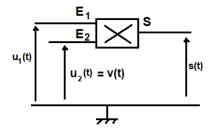
- a) Quelle est la fréquence de porteuse ?
- b) Quelle est la fréquence modulante?
- c) Quel est le taux de modulation?

### Exercice n°3:

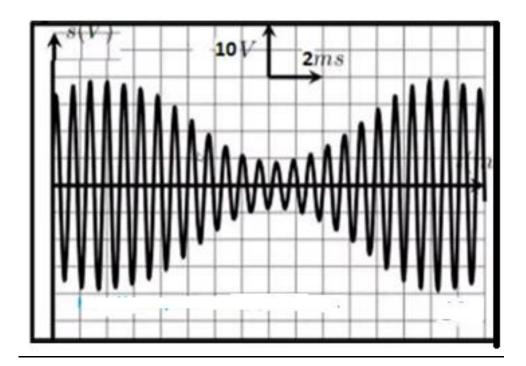
Pour réaliser une modulation d'amplitude, On considère le montage schématisé ci-contre.

On applique, à l'entrée E1 un signal électrique  $\mathbf{u1(t)} = \mathbf{u(t)} + \mathbf{U_0}$  avec  $\mathbf{u(t)} = \mathbf{Um.cos(2\pi ft)}$  représente la tension modulante (L'information qu'on veut transmettre), $\mathbf{U_0}$  une composante continue (offset).

A l'entrée E2, un signal sinusoïdal, constitue la tension de l'onde porteuse :  $\mathbf{u2(t)} = \mathbf{v(t)} = \mathbf{v($ 



- 1) Montrer que l'amplitude du signal modulé peut se mettre ainsi :  $Sm=A[m.cos(2\pi ft)+1]$ ,donner l'expression de A et m.
- 2) Le graphe de La figure ci-dessous, représente le signal modulé s(t) en fonction du temps t. déterminer graphiquement ,F : la Fréquence de l'onde porteuse, f : La fréquence de l'onde modulante. Sm(min) et Sm(max) respectivement l'amplitude minimale et maximale du signal



- 3) Calculer le taux de modulation m.
- 4) Déterminer U<sub>0</sub>
- 5) La puissance totale émise via une résistance R=10hm est 100w, calculer la puissance de la porteuse et celle d'une bande latérale

# <u>Théorème 18.</u> Démodulation d'amplitude d'un signal modulé à porteuse supprimée.

Dans le cas de la porteuse supprimée, il n'est pas possible de restituer la porteuse. Il faut la reconstruire. Pour cela, on utilise un **doubleur de fréquence**. Cela consiste à élever le signal reçu au carré, de filtrer le signal autour de  $2f_p$ , puis de diviser la fréquence par 2 pour restituer la fréquence porteuse  $f_p$ .

Le fait de supprimer la porteuse rend la démodulation du signal plus compliquée, car il est nécessaire de recréer celle-ci avant de pouvoir démoduler le signal. Plusieurs possibilités existent soit :

- Récupérer la partie résiduelle de la porteuse (qui, pour des raisons techniques, n'est jamais supprimée à 100 %) et amplifier celle-ci.
- Transmettre périodiquement une information représentant la porteuse (burst dans le système PAL)
- Transmettre un multiple ou un sous-multiple de la fréquence de la porteuse (19 kHz lors de la stéréophonie en FM, pour une sous-porteuse à 38 kHz).

## **Conclusion**

L'importance d'une modulation est de pouvoir transmettre avec une qualité appréciable un signal analogique. La modulation devra s'adapter au canal de transmission. Le choix de la modulation portera sur le type de modulation à prendre en fonction de l'application et le canal dédié.

A titre d'exemple, une transmission à longue distance va être fortement atténuée et très parasitée, par conséquent le signal arrivant au démodulateur aura une amplitude très fluctuante. Le choix d'une modulation AM est donc à proscrire.

De plus, le signal subit différents traitements (modulation, amplification, démodulation ¼) qui vont entraîner des déformations. Il est d'usage de caractériser le bruit par sa puissance. De ce fait, l'influence du bruit sur un signal est donnée par le rapport signal sur bruit qui est le rapport de la puissance du signal non bruité sur la puissance de bruit (SNR : Signal to Noise Ratio). Cette quantité est fréquemment exprimée en décibels. Plus le SNR dB est élevé, meilleure sera la qualité du signal reçu.

La mesure de la déformation d'un signal est donnée par le taux de distorsion harmonique total (THD : Total Harmonic Distorsion). La mesure du THD consiste à déterminer les harmoniques du signal après traitement au signal original, lequel est un signal sinusoïdal pur.

En ce qui concerne le choix économique, la modulation d'amplitude est moins coûteuse (car de complexité moindre) que les modulations angulaires.

Pour conclure, choisir une modulation est un compromis entre raison économique et choix techniques.

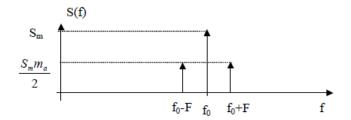
#### 

On considère le circuit ci-contre avec R = 1,0 k et L = 10mH.

- 1 Quel type de filtre ce circuit permet-il de réaliser?
- 2 Déterminer sa fonction de transfert et l'écrire sous la forme

$$\underline{H} = H_0 \frac{\mathbf{j} \frac{\omega}{\omega_c}}{1 + \mathbf{j} \frac{\omega}{\omega_c}}.$$

3 - Déterminer les pentes des asymptotes en gain dans les limites haute et basse fréquence, ainsi que leur ordonnée « à l'origine » en x = 1. Construire le diagramme de Bode asymptotique en gain



Le signal est à bande étroite si  $F \le f_0$ .

### Répartition des puissances :

$$s(t) = S_m \cos(\omega_0 t) + \frac{S_m m_a}{2} \left[ \cos(\omega_0 + \Omega)t + \cos(\omega_0 - \Omega)t \right]$$

donc, 
$$s_{\text{eff}}^2 = \frac{S_m^2}{2} + \frac{(\frac{S_m m_a}{2})^2}{2} + \frac{(\frac{S_m m_a}{2})^2}{2} = \frac{S_m^2}{2} + \frac{(S_m m_a)^2}{4}$$

Pour  $m_a=1$ ,  $\frac{2}{3}$  de la puissance pour émettre la porteuse, et  $\frac{1}{3}$  de la puissance pour émettre le signal.

⇒ La modulation avec porteuse nécessite une puissance importante d'émission de la porteuse. (mais démodulation simple).

### **ROLE**

Il n'est pas un système électronique qui ne fasse appel à, au moins, un filtre. La plupart en comporte en grande quantité.

Le filtrage est une forme de traitement de signal, obtenu en envoyant le signal à travers un ensemble de circuits électroniques, qui modifient son spectre de fréquence et/ou sa phase et donc sa forme temporelle.

Il peut s'agir soit:

- -d'éliminer ou d'affaiblir des fréquences parasites indésirables
- -d'isoler dans un signal complexe la ou les bandes de fréquences utiles.

## **Applications:**

- systèmes de télécommunication (téléphone, télévision, radio, transmission de données...)
- systèmes d'acquisition et de traitement de signaux physiques (surveillance médicale, ensemble de mesure, radars...)
  - alimentation électrique....

Un filtre est un circuit électronique qui réalise une opération de traitement du signal. Autrement dit, il atténue certaines composantes d'un signal et en laisse passer d'autres.

Il existe plusieurs type de filtres, dont les plus connus sont :

- filtre passe-haut
- filtre passe-bas
- filtre passe-bande
- filtre réjecteur de bande