

**CPGE- Filière MP**  
**Fiche de T.P N°4 D'électronique**  
**MODULATION et DEMODULATION**

*Partie I - Modulation d'amplitude*

### I.A But

Mettre en oeuvre le principe de modulation. Comparer les ondes porteuse, modulante et modulée. Etudier les conditions d'une bonne modulation

### I.B Préalable

La transmission d'un signal (radio ou TV) à grande distance s'effectue grâce à une onde électromagnétique qui se propage à la vitesse de la lumière (soit, dans le vide ou dans l'air :  $c = 3,0010^8 m.s^{-1}$ ). Le signal à transmettre est un signal de basse fréquence (BF) (produit par un microphone par exemple). Le signal qui se propage à grande distance est un signal sinusoïdal de haute fréquence (HF) (produit par un oscillateur électrique)

### I.C Principe de la modulation d'amplitude

La modulation d'amplitude consiste à modifier l'amplitude d'un signal de fréquence élevée (la porteuse) par un signal de fréquence faible (la modulante). Le signal obtenu (la modulée) a donc une amplitude  $A(t)$  qui varie avec les caractéristiques du signal de fréquence faible.

Pour l'étude réalisée :

- Le signal à transmettre (BF) sera caractérisé par sa fréquence  $f_1$  et son amplitude  $U_{m1}$ .
- La porteuse (HF) sera caractérisée par sa fréquence  $f_2$  et son amplitude  $U_{m2}$
- La modulée sera caractérisée par sa fréquence  $f_3$  et son amplitude  $A$ .

### I.D Visualisation du signal modulant et de la porteuse

Charger le logiciel *Latispro*.

#### I.D.1) Signal à transmettre (BF)

- Connecter le GBF sur l'entrée *EA0*.
- Dans Entrées analogiques sélectionner (clic gauche) **EA0**. Renommer :  $U_1$  (pointeur sur *EA0*>clic droit>Propriété de la courbe)
- Dans Acquisition sélectionner Temporelle puis Total : **20 ms** et Mode permanent
- Dans Déclenchement sélectionner Source :  $U_1$ (EA0) et Montant et 0 V.
- Changer l'échelle de l'axe des ordonnées (double clic sur les ordonnées) et choisir 5 V.
- Mettre le GBF sous tension puis appuyer sur la touche  $F_{10}$ .
- Régler le GBF de façon à observer une tension sinusoïdale telle que :  $U_{m1} = 1V$  et  $f_1 = 200Hz$
- Appuyer sur **Echap**

#### I.D.2) Signal modulant

- Pour pouvoir réaliser la modulation, il faut également ajouter une composante continue,  $U_0$  appelée tension de décalage, au signal à transmettre.
  - Dans Déclenchement sélectionner Source :  $U_1$ (EA0)et Montant et 3 V.
  - Appuyer sur la touche F10 puis tirer sur le bouton **OFFSET** du GBF
  - Tourner le bouton **OFFSET** (jusqu'à ce que le signal apparaisse ou se déplace) afin d'ajouter une tension  $U_0 = 4V$  au signal à transmettre (le maximum doit donc "toucher" la valeur 5 V).
  - Lorsque le réglage est effectué, appuyer sur **Echap**
- La tension obtenue est le signal modulant :  $u'_1(t) = u_1(t) + U_0$

#### I.D.3) Porteuse(HF) :

- Sélectionner le paramétrage de l'émission Choisir l'onglet **Sortie1**, cocher sortie active.
- Choisir alors les réglages pour obtenir une tension sinusoïdale telle que :  $U_{m2} = 5V$  et  $f_2 = 2000Hz$ .
- Relier la sortie **SA1** à l'entrée **EA1**. Revenir au paramétrage de l'acquisition.
- Sélectionner EA1. Renommer :  $U_2$

## I.E Modulation d'amplitude

### I.E.1) Modulation

La modulation est réalisée avec un multiplieur.

- Réaliser le montage représenté sur la figure 1.
- Connecter la sortie sur l'entrée EA2.
- Renommer :  $U_3$ .
- Ouvrir une nouvelle fenêtre (Menu Fenêtre>Nouvelle fenêtre). Dans la fenêtre n°2 faire "glisser" (à partir de l'onglet Liste des courbes  $U_1$  et  $U_3$ ).
- Modifier les échelles ( 5 V) si nécessaire Appuyer sur  $F_{10}$  puis après quelques instants, sur **Echap**.

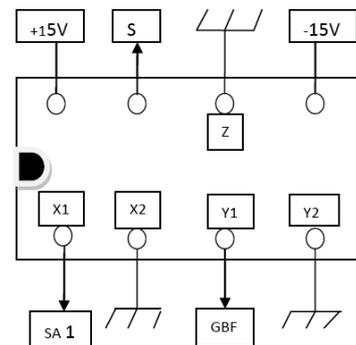


Figure 1:Multiplieur AD 633

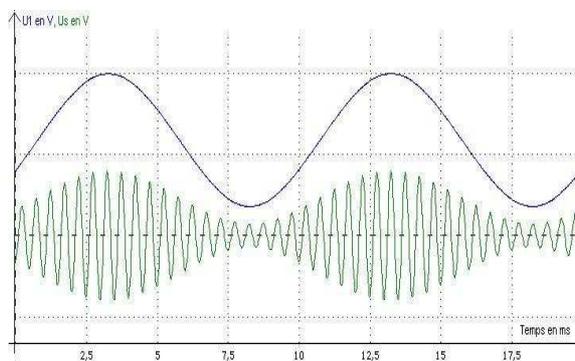


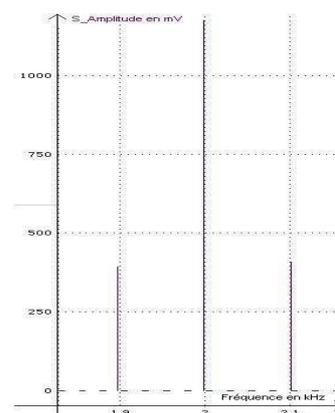
FIG. 1 – le signal modulé

A l'aide du menu Outils>Mesures automatiques déterminer la période et la fréquence de  $U_3$  :  $T_3$  et  $f_3$ .

- A quoi correspondent ces période et fréquence ?
- On utilise pour la tension modulée le terme "d'enveloppe", à quoi cela peut-il correspondre ? A l'aide du menu Traitements>Calculs spécifiques>Analyse de Fourier, faire l'analyse de  $U_3$  (glisser- déposer). Une nouvelle fenêtre (n°3) apparaît (changer l'échelle des abscisses : de 1500 Hz à 2500 Hz).
- Vérifier que la fenêtre 3 correspond à la figure 2.
- A quoi correspond la fréquence centrale ?
- A quoi correspondent les fréquences latérales ?

### I.E.2) Taux de modulation

- Revenir à le fenêtre n°2 puis à l'aide du réticule (clic droit>Réticule) :
- déterminer la valeur maximale (positive) de l'amplitude de la tension de sortie :  $A_{max}$ .
- déterminer la valeur minimale (positive) de l'amplitude de la tension de sortie :  $A_{min}$ .

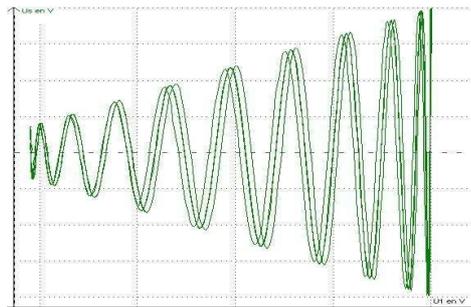


Le taux de modulation est défini par :

$$m = \frac{A_{max} - A_{min}}{A_{max} + A_{min}}$$

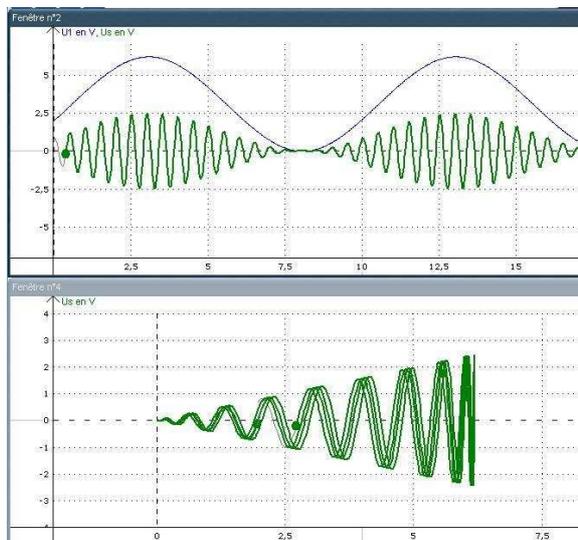
On montre que le taux de modulation peut également s'écrire :  $m = \frac{U_{m1}}{U_0}$

- Les mesures effectuées vérifient-elles ce résultat ? Ouvrir une nouvelle fenêtre (fenêtre n°4) et "placer" (glisser-féposer) U3 en ordonnées et U1 en abscisses. (échelle en ordonnées :  $\pm 5$  V ; échelle en abscisses : min 2 V, max 10 V) Vérifier que la fenêtre 4 correspond à la figure 3.
- A quelles grandeurs correspondent les bases du trapèze ? (s'aider du réticule)
- A quelle grandeur correspond la hauteur du trapèze ?



### I.E.3) Surmodulation

- Fermer les fenêtres n°1 et n°3 (conserver les n°2 et n°4). Dans le menu Fenêtres>Mosaïque choisir l'affichage permettant d'observer les deux fenêtres l'une au-dessous de l'autre.
- Appuyer sur  $F_{10}$ .
- Diminuer l'amplitude du signal modulant (en fait celle du signal à transmettre donc GBF : bouton **LEVEL**).
- Le signal modulé est-il modifié ?
- Comment varie : la fréquence  $f_3$ , l'amplitude maximale  $A_{max}$ , l'amplitude minimale  $A_{min}$  et le taux de modulation  $m$  ?  
Augmenter l'amplitude du signal modulant jusqu'à la valeur  $U_{m1} = 3V$  (dans ce cas,  $U_{m1} = U_0$  la tension de décalage, le signal  $U_1$  doit "toucher", par ses valeurs inférieures, la valeur 0 V)  
Vérifier que les fenêtres 2 et 4 correspondent à la figure 4.
- Le signal modulé est-il modifié ?
- Que valent : la fréquence  $f_3$ , l'amplitude maximale  $A_{max}$  et l'amplitude minimale  $A_{min}$  ?
- Quelle est la forme du " trapèze " ? Augmenter encore l'amplitude du signal modulant jusqu'à la valeur  $U_{m1} = 4V$ . Vérifier que les fenêtres 2 et 4 correspondent à la figure 5.
- Le signal modulé est-il modifié ?
- Que valent : la fréquence  $f_3$  et le taux de modulation  $m$  ?
- La modulation convient-elle ? Dans ce cas, on dit qu'il y a surmodulation.
- Quelle est la condition pour une bonne modulation



### I.E.4) Choix de fréquence

- Redonner à  $U_{m1}$  la valeur  $\sim 2$  V (bonne modulation) Régler SA1 pour que la fréquence de la porteuse  $u_2(t)$  soit  $f_2 = 400Hz$ .
- Observer.
- La qualité de la modulation est-elle bonne ?  
Régler de nouveau SA1 pour que la fréquence de la porteuse soit  $f_2 \sim 2kHz$ .  
Régler le GBF pour que la fréquence du signal à transmettre soit  $f_1 \sim 1kHz$ .
- La qualité de la modulation est-elle bonne ?
- A quelle condition sur les fréquences ( $f_1$  et  $f_2$ ) la modulation est-elle de bonne qualité ?

## Partie II - Démodulation d'amplitude

### II.A Montage

Au montage "modulation" précédent, ajouter les éléments correspondants au schéma n°2 (Démodulation) avec :  $C_1 = 100nF$  ;  $R_1 = 47k\Omega$  ;  $C_2 = 100nF$  et  $R_2 = 47k\Omega$ .

### II.B Etude du redresseur

- Déconnecter les fils sur B et sur C Le branchement sur **EA3** (nommer :  $U_{demod}$ ) permet de mesurer la tension entre A et la masse.
- Décocher la case Mode permanent.
- Appuyer sur la touche  $F_{10}$ .
- Ouvrir une nouvelle fenêtre (fenêtre 3) et y faire représenter  $U_{demod}$ .

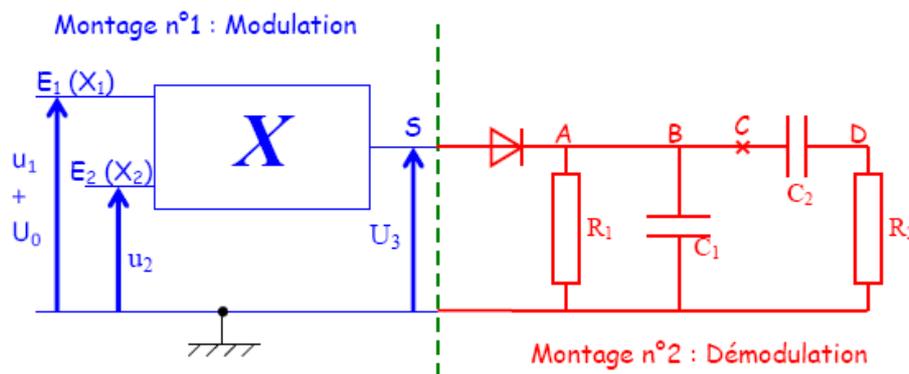
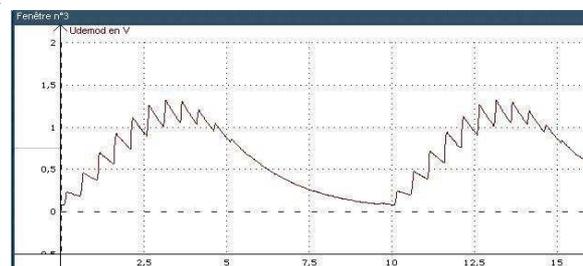


FIG. 2 – Montage de démodulation par détecteur de crête

- Modifier l'échelle : -0,5 V/2V Dans le menu Fenêtres>Mosaïque choisir l'affichage permettant d'observer les fenêtres 1 et 2 au-dessus de la fenêtre n°3.
- Quelle est la différence entre  $U_{demod}$  et  $U_3$  ?

### II.C Etude du détecteur d'enveloppe

- Connecter le fil entre A et B (celui entre B et C reste déconnecté)
- Faire le branchement pour que  $U_{demod}$  mesure la tension entre B et M Appuyer sur la touche  $F_{10}$ .
- Vérifier que la fenêtre n°3 correspond à la figure 2.
- Déterminer (utilisation du réticule) la période T et la fréquence f de la tension observée
- Quelle fréquence a été éliminée ?
- Quelle fréquence a été conservée ?
- Ce résultat était-il prévisible ?
- Calculer la constante de temps  $\tau$
- Augmenter la capacité du condensateur  $C_1 = 1\mu F$  Appuyer sur la touche  $F_{10}$ .
- Calculer la constante de temps  $\tau'$
- Comparer à  $T_1$
- La démodulation est-elle de bonne qualité ?
- Diminuer la capacité du condensateur :  $C_1 = 50nF$  Appuyer sur la touche  $F_{10}$ .
- Calculer la constante de temps  $\tau''$  ? Comparer à  $T_2$
- La démodulation est-elle de bonne qualité ?
- A quelle condition la démodulation sera-t-elle de bonne qualité ?



### II.D Elimination de la composante continue

- Reprendre  $R_1 = 47k\Omega$  et  $C_1 = 100nF$
- Connecter le fil entre B et C Faire le branchement pour que  $U_{demod}$  mesure la tension entre D et M.
- Appuyer sur la touche  $F_{10}$ .
- Changer l'échelle -1V/1V Vérifier que la fenêtre n°3 correspond à la figure 3
- Quel est le rôle du filtre passe-haut Régler  $U_2$  (SA1) pour que la fréquence soit 10 kHz.
- Appuyer sur la touche  $F_{10}$ .

