

## Travaux pratiques de module Fonction de l'Electronique

### TP N° 03 Modulation d'Amplitude

#### I. Objectifs du TP

- Comprendre le principe de la modulation d'amplitude (MA).
- Visualiser et interpréter les formes des signaux à chaque étape de la MA.
- Visualiser et interpréter le spectre fréquentiel d'un signal modulé en amplitude.

#### II. Partie théorique

La modulation d'amplitude consiste à élaborer un **signal d'haute fréquence** qui porte l'information d'un signal utile (**basse fréquence**). La figure (1) montre le principe de la modulation d'amplitude.

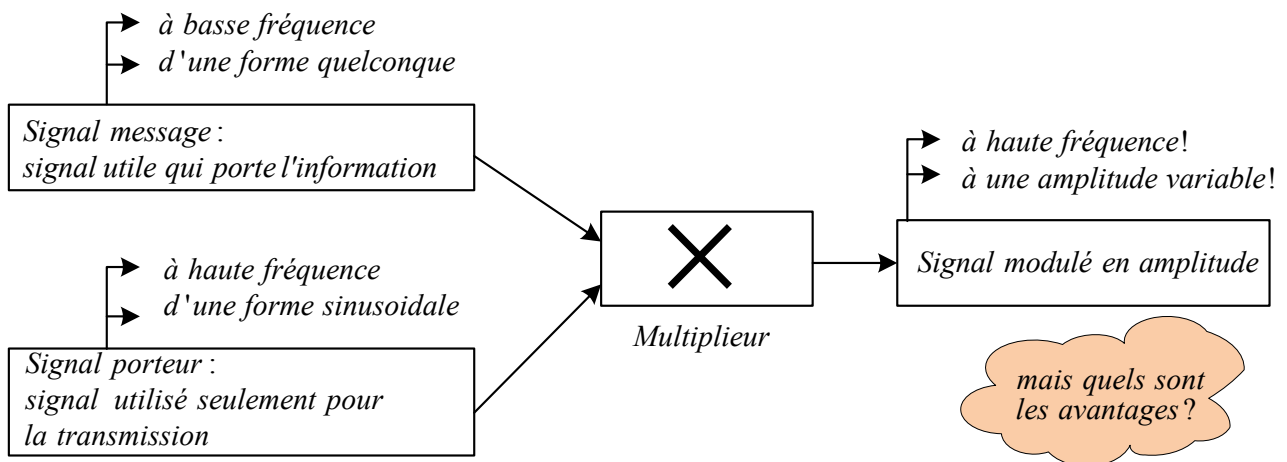


Figure (1): schéma explique le principe de la modulation d'amplitude.

#### Modulation d'amplitude d'un signal message de forme sinusoïdale

Le signal message  $m(t)$  à pour équation :  $m(t) = A_m \cos(\omega_m t) + U$  avec  $\omega_m = 2\pi f_m$

Le signal porteur  $p(t)$  à pour équation :  $p(t) = A_p \cos(\omega_p t)$  avec  $\omega_p = 2\pi f_p$  et  $f_p \gg f_m$

Le signal modulé en amplitude  $s(t)$  est calculé comme suit :

$$\begin{aligned}
 s(t) = m(t)p(t) &= [A_m \cos(\omega_m t) + U] A_p \cos(\omega_p t) = \left[ \frac{A_m}{U} \cos(\omega_m t) + 1 \right] U A_p \cos(\omega_p t) \\
 &= U A_p \cos(\omega_p t) + \frac{U A_p m}{2} [\cos(\omega_p + \omega_m)t + \cos(\omega_p - \omega_m)t]
 \end{aligned} \quad (1)$$

Où  $m$  est l'indice de modulation,  $0 < m < 1$

D'après l'équation (1), on constate que le signal modulé en amplitude  $s(t)$  est composé de trois fréquences différentes  $f_p$ ,  $f_p - f_m$  et  $f_p + f_m$ .

Le spectre unilatéral du signal modulé en amplitude  $s(t)$  est obtenu en appliquant la transformée de Fourier dans l'équation (1) ce qui donne :

$$S(f) = \text{TF} \left[ UA_p \cos(\omega_p t) + \frac{UA_p m}{2} [\cos(\omega_p + \omega_m)t + \cos(\omega_p - \omega_m)t] \right]$$

$$= UA_p \delta(\omega_p) + \frac{UA_p m}{2} \delta[\omega - (\omega_p + \omega_m)] + \frac{UA_p m}{2} \delta[\omega - (\omega_p - \omega_m)]$$

Le spectre du signal modulé est représenté dans la figure (2).

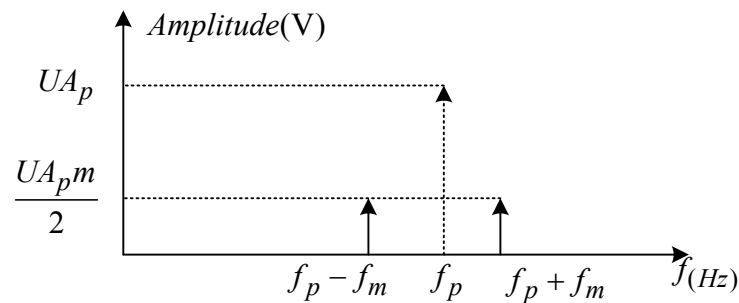


Figure (2): Spectre fréquentiel du signal modulé en amplitude  $0 < m < 1$ .

### III. Partie de simulation

En utilisant le logiciel Multisim, réaliser le schéma de la figure (3),  $m(t) = \cos(2\pi 10^3 t) + 5$ ,  $p(t) = \cos(2\pi 10^5 t)$ .

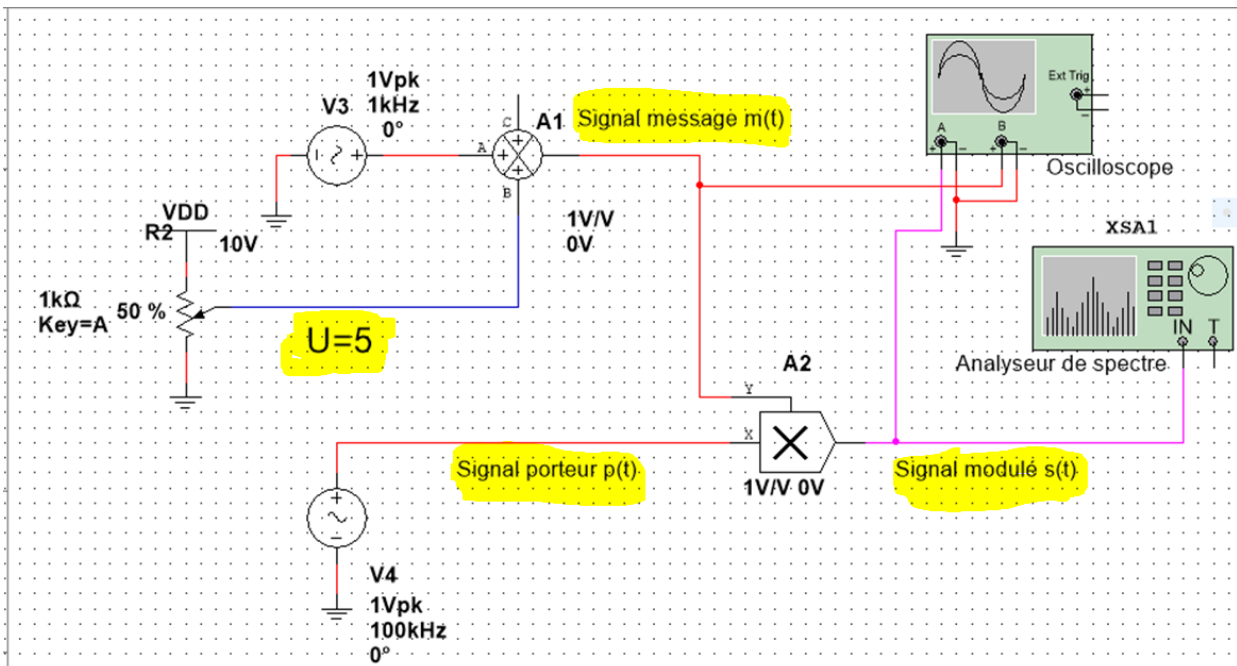


Figure (3): Circuit de simulation de la technique de modulation d'amplitude.

### **Tâches demandées :**

1. Calculer analytiquement l'indice de modulation, les fréquences et les amplitudes des raies (bande) du spectre du signal modulé  $s(t)$  .
2. Simuler le circuit de la figure (3) et à l'aide de l'oscilloscope visualiser le signal modulé  $s(t)$  avec le signal message  $m(t)$  . Remarquez-vous une relation entre l'amplitude du signal modulé  $s(t)$  et le signal message  $m(t)$  ? si oui laquelle ?
3. A l'aide de l'analyseur de spectre :
  - Visualiser le spectre du signal modulé (régler l'analyseur avec les valeurs suivantes **Span**=4 kHz , **Star**=98 kHz , **Center**=100 kHz , **End**=102 kHz et **Resolution freq**= 500 Hz .
  - En utilisant la barre rouge de l'instrument, mesurer les amplitudes et les fréquences des raies du spectre de signal modulé  $s(t)$  . Comparer les résultats avec votre réponse sur la question 1
4. Simuler le schéma de la figure 3 pour un signal message  $m(t) = 3 \cos(2\pi 10^3 t) + 5$  et refaire ensuite la mesure des amplitudes et des fréquences des raies du spectre  $s(t)$  . Justifier vos résultats par un calcul analytique.
5. Dans votre conclusion, résumer le principe et les avantages de la modulation d'amplitude.