

## Série d'exercices n°3 : Modulation d'amplitude

### Exercice 1

Un émetteur AM transmet le signal suivant :

$$m(t) = 100\cos(2\pi \cdot 3.55 \cdot 10^6 t) + 43.5\cos(2\pi \cdot 3.545 \cdot 10^6 t) + 43.5\cos(2\pi \cdot 3.555 \cdot 10^6 t)$$

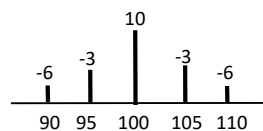
- Déterminer la fréquence latérale supérieure et la fréquence modulante.
- Calculer l'indice de modulation et la largeur de bande de signal modulé.
- Tracer la forme de ce signal et son spectre.
- Calculer la puissance de la porteuse et de chaque bande latérale si la puissance transmise est 38W.
- On remplace le signal modulant par un signal ayant une largeur de bande de 5KHz centrée sur la même fréquence. Tracer le spectre de signal AM dans ce cas et calculer sa bande passante.

### Exercice 2

Sur l'oscilloscope on a les variations d'un signal AM. On lit une tension maximale de 4.5v et une tension minimale de 0.5v. une fréquence HF de 100KHz et une fréquence BF de 10KHz. En déduire l'expression mathématique de signal et tracer son spectre.

### Exercice 3

Soit le spectre d'un signal AM affiché sur un analyseur de spectre (la fréquence en MHz, les amplitudes en dBm) :



La résistance d'entrée de l'analyseur de spectre est 50Ω.

Déterminer :

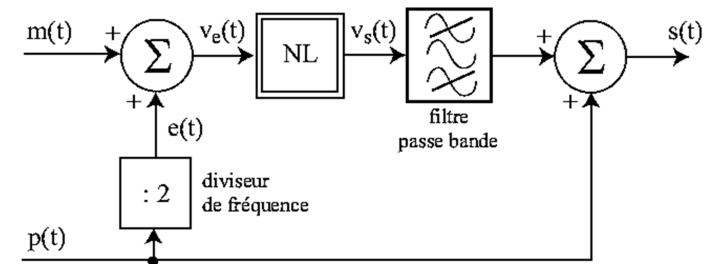
- La fréquence de la porteuse et celle du signal utile.
- La bande passante de signal utile.
- La puissance utile et le rendement de la modulation.
- L'expression mathématique de ce signal et l'indice de modulation.

### Exercice 4

Un signal AM produit un courant de 4.8A quand il n'est pas modulé sur une antenne ayant une impédance de 40Ω. Si l'indice de modulation est 90%, calculer la puissance de la porteuse, la puissance totale et la puissance d'une bande latérale.

### Exercice 5

Le schéma bloc ci-dessous représente un modulateur d'amplitude où  $p(t) = A\cos 2\pi f_0 t$  est la porteuse, et  $m(t) = b \cdot x(t)$  est le signal modulant avec  $x(t) \leq 1$ .



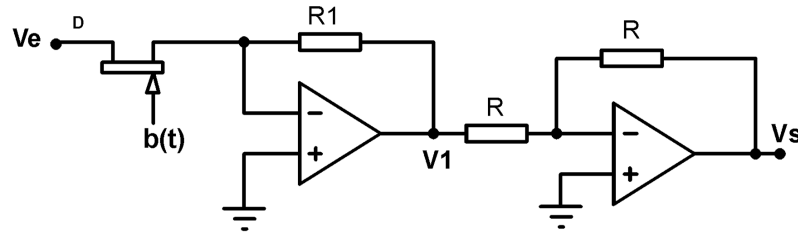
Le circuit non linéaire (NL) est caractérisé par l'équation  $v_s = a \cdot v_e^3$  où  $v_s$  désigne sa sortie et  $v_e$  son entrée.

- Donner l'expression des signaux  $v_e(t)$  et  $v_s(t)$ .
- Quelle est la condition sur le filtre passe bande pour obtenir un signal AM en sortie ? Donner alors l'expression de  $s(t)$ .
- Déterminer l'indice de modulation  $k$  du signal AM si  $A = 1$ ,  $a = 2$  et  $b = 0,2$ .

**Exercice 6**

Un signal sinusoïdal  $V_e(t) = \cos(\omega t)$  est appliqué à l'entrée du circuit ci-dessous. La grille du transistor à effet de champ est commandée par une tension  $b(t) = V_0 + s(t)$  avec  $V_0$  est une tension de valeur constante.

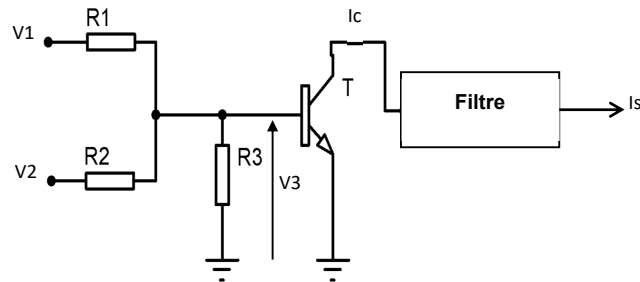
On donne :  $R_{DS} = \frac{1}{KV_{GS}}$  Avec :  $K$  est une constante.



1. Déterminer l'expression de  $V_S(t)$  en fonction de  $s(t)$ ,  $V_0$  et  $\omega$ .
2. En supposant que  $s(t)$  est un signal sinusoïdal basse fréquence  $s(t) = S\cos(\Omega t)$  avec  $\Omega \ll \omega$ , donner l'expression de  $V_S(t)$  et en déduire l'indice de modulation.

**Exercice 7**

On propose le circuit suivant :



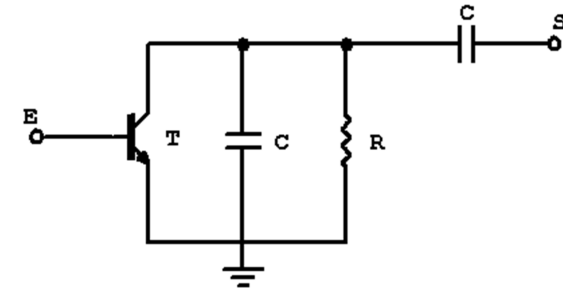
1. Déterminer l'expression de la tension  $V_3$  en fonction de  $V_1$  et  $V_2$  si  $R_1=R_2=R_3$ .
2. En utilisant un développement limité de la fonction exponentielle :  $e^x = 1 + \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!}$ , trouver l'expression du courant  $I_c$  en fonction de  $V_{be}$ .
3. En déduire l'expression de  $I_c$  en fonction de  $V_1$  et  $V_2$ .

4. On donne :  $V_1(t) = \cos(\omega_1 t)$  et  $V_2(t) = B\cos(\omega_2 t)$  avec  $\omega_1 \gg \omega_2$ . Tracer le spectre de  $I_c$  en précisant les amplitudes et les fréquences des différentes raies.
5. Tracer sur le même spectre de la question (4) la réponse de filtre qui convient pour réaliser la modulation d'amplitude avec ce circuit. Donner sa fréquence centrale et sa bande passante.
6. Trouver l'expression de  $I_s$ , le courant de sortie du filtre et en déduire l'indice de modulation.
7. Calculer la puissance moyenne active du signal AM représenté par  $I_s$  quand il parcourt une résistance de  $1\Omega$ .

**Exercice 8**

À l'entrée de circuit ci-contre, on applique la tension :

$$v_E(t) = P\cos(\omega_p t) + A\cos(\omega_p t + \omega_b t)$$



1. Calculer  $v_S(t)$ .
2. En déduire la fonction de ce circuit et les caractéristiques du filtre de sortie.

**Exercice 9**

On considère un signal  $s(t)$  modulé en amplitude. Déterminer à quelle condition le dispositif suivant permet de démoduler  $S(t)$  :

