

TP 3

FREQUENCY MODULATION FM (Modulation en Fréquence).

I PARTIE THEORIQUE

i INTRODUCTION

Dans la modulation AM, nous avons étudié l'effet de la variation de l'amplitude de la porteuse en fonction du signal en bande de base (le signal information). Il y a une autre méthode pour moduler la porteuse, à savoir la modulation angulaire, dans laquelle, l'angle de la porteuse varie en fonction du signal en bande de base. Dans ce type de modulation, l'amplitude de la porteuse est constante. L'avantage de la modulation angulaire c'est qu'elle est robuste contre le bruit et les interférences comparativement à la modulation d'amplitude. Il y'a deux formes de modulations d'angle :

- Modulation de phase PM (Phase Modulation)
- Modulation de fréquence FM (Frequency Modulation).

ii FREQUENCY MODULATION FM (Modulation en Fréquence)

C'est une forme de modulation d'angle où la fréquence instantanée $f_i(t)$ est variée linéairement avec la bande de base du signal $m(t)$.

$$f_i(t) = f_c + k_f m(t) \quad (3.1)$$

k_f : Sensibilité de la fréquence exprimée en Hz/Volts.

f_c : La fréquence de la porteuse avant modulation.

$m(t)$ est supposée une source de tension. En intégrant l'équation 3.1 par rapport au temps et en multipliant le résultat par 2π on trouve

$$\theta_i(t) = 2\pi \int_0^t f_i(t) dt \quad (3.2)$$

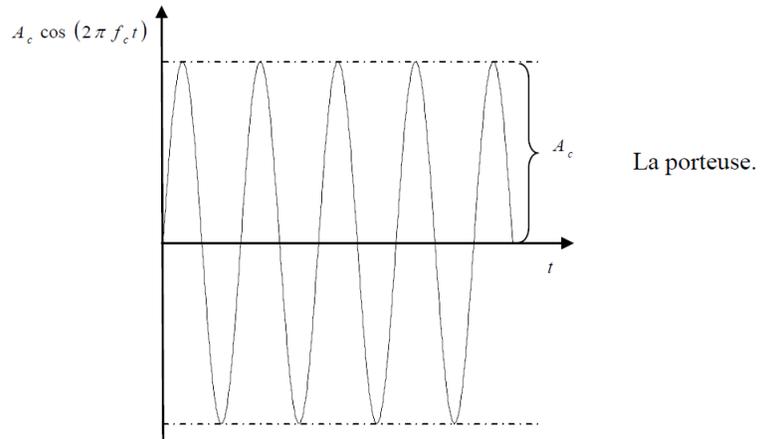
Ou on a supposé que la phase de la porteuse est nulle à $t = 0$.

$$\theta_i(t) = 2\pi f_c t + 2\pi k_f \int m(t) dt \quad (3.3)$$

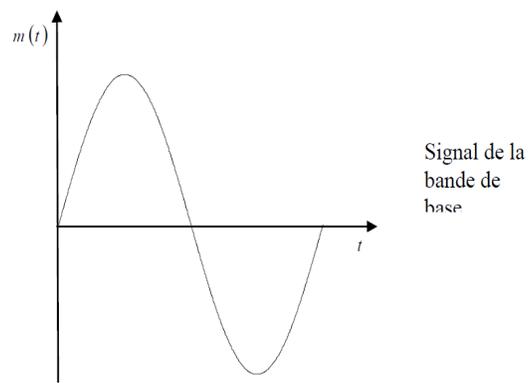
Le signal modulé FM aura l'expression suivante :

$$S_{FM}(t) = A_c \cos \left[2\pi f_c t + 2\pi k_f \int m(t) dt \right] \quad (3.4)$$

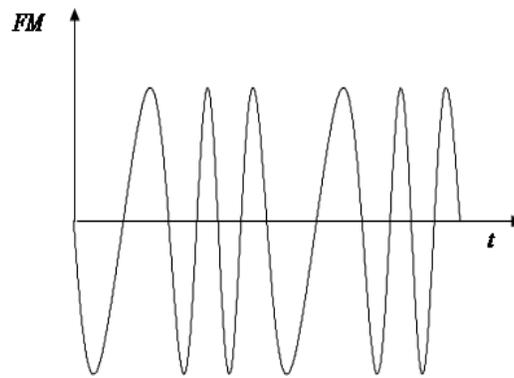
L'allure du signal FM, pour un signal en bande de base sinusoïdal, est illustré dans la Figure suivante



(a)



(b)



(c)

FIGURE 3.1 – (a) Signal porteuse, (b) signal en bande de base, (c) Signal modulé FM



II PARTIE SIMULATION

Sous MATLAB :

- Programmer un signal porteuse $c(t) = A_c \cos(2\pi f_c t)$ pour $A_c = 1$, $f_c = 100Hz$ et t varie de $t = 0 : 0.0001 : 0.1$
- programmer un signal message $m(t) = A_m \cos(2\pi f_m t)$ pour $A_m = 1$, $f_c = 10Hz$ et t varie de
- Programmer maintenant le signal module en amplitude $S_{FM}(t)$ avec $k_f = 0.5$
- Dessiner les trois signaux sous la même figure utilisant la commande subplot.
- Dessiner sous la même figure, le signal modulé pour les trois valeurs de $f_m : 10, 20, 30$ Hz Que remarquez vous ?

III PARTIE PRATIQUE

Expériences et prélèvements pour la modulation FM

EQUIPEMENTS REQUIS

- Module KL93004
- Module LM 566
- Oscilloscope

EXPERIENCES

1. Localiser le circuit du modulateur FM LM566 sur le module KL93004. Brancher les prises de connexion sur J1 et J3 pour régler le condensateur à $C_4 = 0.0056\mu F$. Tourner le VR1 pour avoir la fréquence de sortie de 20KHz.
2. Connecter une onde sinusoïdale de 500mV, 1KHz à l'entrée audio (I/P1). En utilisant l'oscilloscope, observer la forme d'onde de sortie (O/P) et enregistrer le résultat dans le tableau 3.1.
1. Changer l'entrée audio avec une onde sinusoïdale de 1V, 1KHz. Observer la forme d'onde et enregistrer le résultat dans le tableau 3.2.

TP 3. FREQUENCY MODULATION FM (Modulation en Fréquence).

Table 3.1. Modulation FM pour $A_m = 0.5V$

($V_m = 50mV_{p-p}$, $C_3 = 0.01\mu F$, $f_0 = 20kHz$)

Input Frequency	Input Waveform	Output Waveform
1 kHz		
3 kHz		
5 kHz		

TP 3. FREQUENCY MODULATION FM (Modulation en Fréquence).

Table 3.2. Modulation FM pour $A_m = 1V$

$(V_m = 1V_{p-p}, C_3 = 0.01\mu F, f_0 = 20kHz)$

Input Frequency	Input Waveform	Output Waveform
1 kHz		
3 kHz		
5 kHz		