Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Mohamed Boudiaf, M'sila
$2^{ième}$ année Licence en Télécommunications
Année universitaire 2018/2019

Contrôle en Télécommunications Fondamentales

- **Date : 20.06.2019.**
- **Durée : 1h 30 m** **Examinateur : KENANE EL-Hadi**

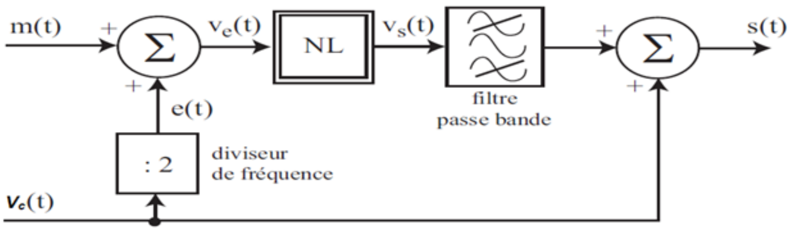
Partie cours : (6pts)

1. Définir les mots suivants : Le Code Morse- support de transmission – modulation analogique- téléphonie satellitaire.
2. Décrire la différence entre la transmission synchrone et celle asynchrone.
3. Citer les différents types de la modulation FM avec leurs expressions correspondantes.

Partie TD (14pts)

Exercice (01) : (7pts)

Soit le schéma bloc suivant qui représente un modulateur AM où $V_c(t) = A \cos 2\pi f_0 t$ représente la porteuse et $m(t) = b.\ x(t)$ le signal modulant avec $|x(t)| \leq 1$. Le circuit non linéaire est caractérisé par l'équation $Vs = a.V_e^3$ où V_s désigne sa sortie et V_e son entrée.



1. **** Donner l'expression des signaux $V_e(t)$ et $V_s(t)$.
2. **** Quelle est la condition sur le filtre passe bande pour obtenir un signal AM DBAP en sortie ? Donner alors l'expression de $s(t)$.
3. **** Déterminer l'indice de modulation k du signal AM si $A = 1$, $a = 2$ et $b = 0,2$. Donner la représentation temporelle puis spectrale de $s(t)$.

Exercice (02) : (7pts)

Soit un signal modulé en fréquence S_{FM} comme l'équation indique

$$S_{FM}(t) = 5 \cos [w_c t + 40 \sin 500\pi t + 20 \sin 1000\pi t]$$

1. Déterminer la déviation en fréquence Δf.
2. Estimer la bande passante du signal FM en utilisant la règle de Carson.
3. Lorsqu'on suppose que ce signal a une sensibilité de fréquence K_f=10000 Hz/v, déterminer le signal message m(t)
4. Lorsqu'on suppose que ce signal est modulé en phase avec une sensibilité de phase K_P=5 rd/v, déterminer le signal message m(t).

Bon courage

Corrigé type du contrôle en Télécommunications Fondamentales

- **Date : 20.06.2019.**
- **Durée : 1h 30 m** **Examinateur : Dr. KENANE EL-Hadi**

Partie cours : (6pts)

4. **Définitions** : (2pts)

Le Code Morse : c'est un code permettant de transmettre un texte à l'aide de séries des impulsions courtes(.) et longues (-). Exemple : SOS= … --- … (0.5)

Support de transmission : Tous les milieux par lesquels on peut conduire un signal EM de son lieu de production à sa destination. Ce milieu est altéré par des effets indésirable tels que le bruit, les interférences, dispersions et distorsions. (0.5)

Modulation analogique : On utilise le mot modulation au changement de la forme d'une onde HF (porteuse) suivant les caractéristiques d'une autre onde appelée signal message (BF). (0.5)

Téléphonie satellitaire : La *téléphonie satellitaire* est une forme de *téléphonie* mobile qui relient les utilisateurs entre eux par l'intermédiaire de satellites de télécommunications au lieu des BTS pour un réseau GSM. Bande K (23GHz) : satellite-satellite et Bande L : satellite-utilisateur (1.6 MHz). (0.5)

5. **La différence entre la transmission synchrone et celle asynchrone.** (2pts)

Dans la transmission synchrone, le signal est rythmé par une horloge qui n'est pas transmise, mais qu'on peut la récupérer à la réception (circuit de récupération d'horloge). (1pts)

La transmission est dite « asynchrone » lorsque les différents caractères sont séparés par des silences de durées aléatoires. Afin d'éviter la confusion, chaque caractère ou bloc de caractères est encadrés par des impulsions de début et de fin. (1pts)

6. **Les différents types de la modulation FM avec leurs expressions correspondantes**

L'expression générale d'un signal FM est donnée par

$$S_{FM}(t) = A_c cos\left(2\pi f_c t + 2\pi k_f \int_0^t m(u)du\right)$$

Suivant la valeur de l'indice de modulation β, on peut distinguer deux types de modulation FM. On suppose que $m(t) = \cos(2\pi f_m t)$

- ***Modulation FM à bande étroite (NBFM)* : pour β négligeable généralement β<0.5**

$$S_{FM}(t) = A_c cos(2\pi f_c t) - \frac{\beta A_c}{2}\left(cos(2\pi(f_c - f_m)t) - cos(2\pi(f_c + f_m)t)\right)$$ (1pts)

- ***Modulation FM à large bande (WBFM)* : pour β quelconque β>0.5**

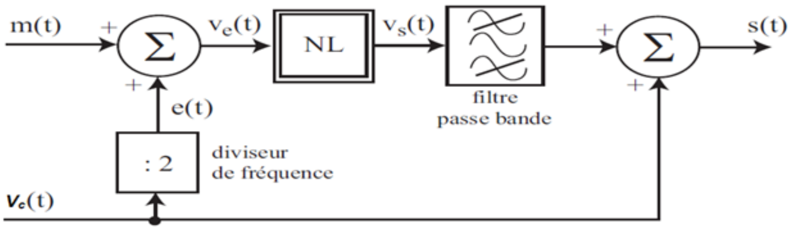
En utilisant la fonction de Bessel $J_n(\beta)$ d'ordre n et d'argument β

$$S_{FM}(t) = A_c \sum_{n=-\infty}^{+\infty} J_n(\beta)\, cos(2\pi(f_c + nf_m)t)$$ (1pts)

Partie TD (14pts)

Exercice (01) : (7pts)

Soit le schéma bloc suivant qui représente un modulateur AM où $V_c(t) = A\cos 2\pi f_0 t$ représente la porteuse et $m(t) = b.\ x(t)$ le signal modulant avec $|x(t)| \leq 1$. Le circuit non linéaire est caractérisé par l'équation $Vs = a.V_e^3$ où V_s désigne sa sortie et V_e son entrée.



4. L'expression des signaux $V_e(t)$ et $V_s(t)$

On a $V_e(t) = m(t) + e(t) = bx(t) + Acos(\frac{wo}{2}\ t)$ (diviseur de fréquence) (0.5pt)

Et $V_s(t) = a\ {V_e}^3(t) = a\ \left[bx(t) + Acos(\frac{wo}{2}\ t)\right]^3$ (0.5pt)

Mathématiquement, $(\alpha + \beta)^3 = \alpha^3 + \beta^3 + 3\alpha^2\beta + 3\alpha\beta^2$ (0.5pt)

Alors, $V_s(t) = a\ b^3x^3(t) + 3ab^2x^2(t).A.cos\left(\frac{wo}{2}\ t\right) + 3abx(t).A^2.cos^2\left(\frac{wo}{2}\ t\right) + aA^3.cos^3\left(\frac{wo}{2}\ t\right)$ (0.5pt)

Enfin,

$$V_s(t) = a\ b^3x^3(t) + \frac{3abA^2}{2}x(t).(1 + cos(w_ot)) + 3ab^2A\ x^2(t).cos\left(\frac{w_o}{2}\ t\right) + \frac{aA^3}{4}\left(3\ cos\left(\frac{w_o}{2}\ t\right) + cos\left(\frac{3w_o}{2}\ t\right)\right)$$ (0.5pt)

5. La condition sur le filtre passe bande pour obtenir un signal AM DBAP en sortie

Le signal $V_s(t)$, en tant que l'entrée du filtre, possède des composantes spectrales aux fréquences : $\frac{f_o}{2}$, f_o et $\frac{3f_o}{2}$ (0.5pt)

La composante à la fréquence f_o correspond au produit de x(t) par la porteuse. On doit garder seulement ce terme ($\sim f_o$) pour obtenir le signal AM.

Alors, le filtre passe bande doit avoir une fréquence centrale $f_c = f_o$ (0.5pt)

Enfin, à la sortie du filtre, il ne reste que le terme suivant

$$\frac{3abA^2}{2}x(t).cos(w_ot)$$ (0.5pt)

6. L'expression de $s(t)$.

<u>Le signal $S(t)$:</u>

$$S(t) = A.cos(w_ot) + \frac{3abA^2}{2}.x(t).cos(w_ot)$$ (0.5pt)

Alors,

$$S(t) = A.\left[1 + \frac{3abA}{2}.x(t)\right]cos(w_ot)$$ (0.5pt)

C'est bien, un signal AM avec porteuse dont l'indice de modulation est $\mathrm{k} = \frac{3abA}{2}$ avec $|x(t)| \leq 1$

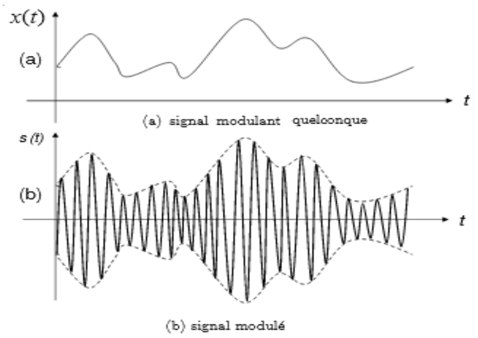
7. L'indice de modulation k du signal AM si $A = 1$, $a = 2$ et $b = 0{,}2$.

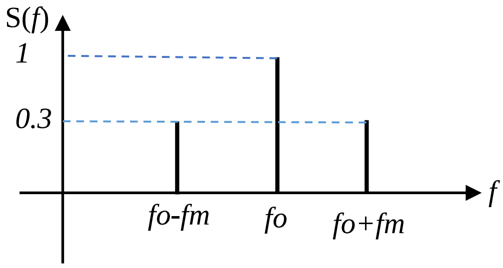
Comme on a déjà vu au question précédente, l'indice de modulation est donné par

$k = \frac{3abA}{2} = \frac{3*2*0.2*1}{2} = 0.6 = 60\%$ (0.5pt)

(0.5pt)

8. La représentation temporelle et spectrale de *s*(*t*)





Temporelle (0.5pt) Spectrale (0.5pt)

Exercice (02) : (7pts)

Soit un signal modulé en fréquence S_{FM} comme l'équation indique

$$S_{FM}(t) = 5\cos[w_c t + 40\sin 500\pi t + 20\sin 1000\pi t]$$

1. Détermination de la déviation en fréquence Δf.

   La fréquence instantanée $f_i = f_c + \frac{1}{2\pi}\frac{d\varphi(t)}{dt}$ (0.5pt)

   Avec, $S_{FM}(t) = A\cos[w_c t + \varphi(t)]$ (0.5pt)

   Alors, $w_i = w_c + \frac{d\varphi(t)}{dt} = w_c + 40.500\pi\cos 500\pi t + 20.1000\pi\cos 1000\pi t$ (0.5pt)

   Donc, $\Delta w = w_{imax} - w_c = 40.500\pi + 20.1000\pi = 40000\pi\ rd/s$ (0.5pt)

   Enfin, $\Delta f = f_{imax} - f_c = 20KHz$ (0.5pt)

2. Estimation de la bande passante du signal FM en utilisant la règle de Carson.

   $$BP_{FM} = 2(\Delta f + Bm) \text{ (0.5pt)}$$

   Bm est la bande passante du message (la fréquence max)

   Bm=500 Hz (0.5pt)

   Alors, $BP_{FM} = 2(20 + 0.5) = 41KHz$ (0.5pt)

3. Détermination du signal message m(t), lorsqu'on suppose que ce signal a une sensibilité de fréquence K_f=10000 Hz/v,

   Pour FM, $w_i = w_c + 2\pi k_f m(t)$ (0.5pt)

   Par comparaison, on trouve que

   $2\pi k_f m(t) = 40.500\pi\cos 500\pi t + 20.1000\pi\cos 1000\pi t$ (0.5pt)

   Donc, $m(t) = \cos 500\pi t + \cos 1000\pi t$ (0.5pt)

4. Détermination du signal message m(t), lorsqu'on suppose que ce signal est modulé en phase avec une sensibilité de phase K_P=5 rd/v.

   Pour PM, $w_i = w_c + k_p m(t)$ (0.5pt)

Par comparaison, on trouve que

$k_p m(t) = 8\sin 500\pi t + 4\sin 1000\pi t$ (1pt)