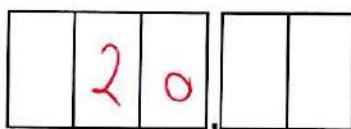


NOM COMBETTE

Prénom Elise

Promo L2 2018

Date 24/11/2014



COMBETTE  
Elise

L2+CP12  
L2

## MATIÈRE Systèmes de transmission (DE)

### Exercice 1: Modulation d'amplitude.

- Q1. Il s'agit d'une modulation d'amplitude double bande avec porteuse (DBAF), puisque on retrouve sur le spectre la raie de la porteuse à  $f_0$ , et les raies à  $f_0 + f_m$  et  $f_0 - f_m$  provenant du signal modulant de fréquence  $f_m$  ( $f_1 = f_0 + f_m$ ). On a multiplié le modulant par la porteuse, puis on a ajouté la porteuse.
- Q2. Puisque l'on a affaire à une DBAF, on peut démoduler le signal grâce à une détection d'enveloppe : on prend la valeur absolue du signal, puis on applique un filtre passe-bas et enfin un filtre passe-haut avec une fréquence de coupure très basse pour supprimer la constante. L'efficacité de cette méthode dépend du taux de modulation  $k$  : on exprime l'enveloppe du signal modulé par  $A_s = A_p \left(1 + k \frac{m(t)}{m_{\max}}\right)$  avec  $A_p$  l'amplitude de la porteuse et  $m(t)$  le modulant.  $k$  est donc compris entre 0 et 1, et plus il tend vers 1 plus la modulation est efficace. En revanche, si  $k$  est supérieur à 1 on observe une surmodulation et le signal obtenu n'est plus exploitable.
- Q3. Le signal modulant est un signal sinusoïdal : après DBAF, on n'observe que deux raies à  $f_0 + f_m = f_1$  et à  $f_0 - f_m$  avec  $f_0$  la fréquence de la porteuse. La fréquence du modulant est donc  $f_m = f_1 - f_0 = 554 - 550 = 4 \text{ kHz}$ .

### Exercice 2: Modulation de fréquence.

Q4. L'expression de l'indice de modulation en FM est  $\beta = \frac{\Delta f}{f_m}$

Q5. Le spectre du signal modulé en FM est constitué de raies à  $f_c + n f_m$

avec  $f_m$  la fréquence du modulant, en symétrie par rapport à la raie à  $f = f_m$ .  
L'amplitude de ces raies est décrite par les fonctions de Bessel  $J_n(\beta)$ , avec  $n=0$  pour la raie à  $f_m$ .

Q6. on cherche les deux premières valeurs de  $\beta$  pour lesquelles  $J_1(\beta)$ ,  $J_2(\beta)$  et  $J_3(\beta)$  s'annulent :

\* pour  $n=1$ ,  $J_1(\beta)$  s'annule en  $\beta \approx 3,8$  puis en  $\beta \approx 7$ .

\* pour  $n=2$ ,  $J_2(\beta)$  s'annule en  $\beta \approx 5,15$  puis en  $\beta \approx 8,4$ .

\* pour  $n=3$ ,  $J_3(\beta)$  s'annule en  $\beta \approx 6,4$  puis en  $\beta \approx 9,75$ .

Q7. On constate sur le spectre (a) que les raies à  $n=1$  sont d'amplitude nulle. D'après la Q6,  $\beta$  est alors environ égal à 3,8 ou à 7.

Pour le spectre (b), les raies à  $n=2$  sont d'amplitude nulle. On en déduit que  $\beta$  est environ égal à 5,15 ou à 8,4.

Enfin pour le spectre (c), les raies à  $n=3$  sont d'amplitude nulle. On en déduit que  $\beta$  est environ égal à 6,4 ou à 9,75.

Q8. on souhaite déterminer l'excursion de fréquence  $\Delta f$ . Or  $\beta = \frac{\Delta f}{f_m}$  donc  $\Delta f = \beta f_m$

On calcule les différents  $\Delta f$  possibles de façon à déterminer le bon :

\* pour  $n=1$ ,  $\Delta f_1 = \beta_1 \times f_m = 3,8 \times 19,57 = 74,366 \text{ kHz}$  et  $\Delta f_2 = \beta_2 f_m = 7 \times 19,57 = 136,99 \text{ kHz}$

\* pour  $n=2$ ,  $\Delta f_1 = 5,15 \times 14,60 = 75,19 \text{ kHz}$  et  $\Delta f_2 = 8,4 \times 14,60 = 122,64 \text{ kHz}$

\* pour  $n=3$ ,  $\Delta f_1 = 6,4 \times 11,76 = 75,264 \text{ kHz}$  et  $\Delta f_2 = 9,75 \times 11,76 = 114,66 \text{ kHz}$

la valeur la plus "stable" est  $\Delta f \approx 75 \text{ kHz}$ , puisque  $\Delta f$  est censé rester identique.

Q9. (a) on souhaite déterminer la bande de Carson nécessaire à la transmission du signal modulé :  $B_c = 2(\Delta f + f_m)$ . on prend  $f_m = 15 \text{ kHz}$ , on obtient

$$B_c = 2(75 + 15) = 180 \text{ kHz}$$

(b) on souhaite ensuite déterminer la bande de fréquence nécessaire à la transmission du modulateur en considérant la règle des 1%.

$$\beta = \frac{\Delta f}{f_m} = \frac{75}{15} = \underline{\underline{5}}$$

2 on prend donc les raies dont la  $J_n(\beta)$  est supérieur à 1% : ici, on prend jusqu'à la raie pour  $n=8$  incluse, c'est-à-dire  $B = 2Nf_m$  avec  $N=8$ ,

$$B = 16 \times 15 = \underline{\underline{240 \text{ kHz}}}$$

