

# (P)L2/Systèmes de transmission/DE

19 novembre 2012

## **Instructions**

- Document *exclusivement* autorisé : la synthèse de cours *manuscrite* que vous avez préalablement rédigée sur copie double et que vous remettrez impérativement avec votre copie. Son absence sera *pénalisée*.
- Calculatrice autorisée.
- Lorsque cela est possible, donnez en réponse une expression littérale ainsi que l'application numérique (A.N.)
- Vous apporterez une attention particulière à la rédaction, vous rendrez une copie soignée.
- L'énoncé est sur 3 pages et comporte 3 exercices indépendants.

# 1 Modulation analogique

On représente, à la figure 1, le spectre bilatéral d'un signal modulé.

1-1 De quel type de modulation s'agit-il ?

1-2 Proposer une méthode de démodulation appropriée.

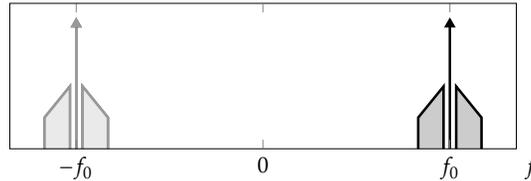


FIGURE 1 – Spectre du signal modulé

On considère, à présent, un signal modulé en fréquence, avec un indice de modulation  $\beta = 5$ , une fréquence de porteuse  $f_0 = 105,2$  MHz et un signal modulant sinusoïdal de fréquence  $f_m = 15$  kHz.

1-3 Selon la règle de Carson, quelles seront les bornes de la bande de fréquence occupée par le signal modulé ? (A.N.)

On rappelle l'expression du signal modulé  $s(t) = A \cos\left(\omega_0 t + 2\pi\Delta_f \int_0^t m(u) du\right)$  en fonction du signal modulant  $m(t)$ .

1-4 Montrer<sup>1</sup> que la dérivée du signal modulé est un signal modulé en fréquence et en amplitude.

1-5 Proposer une méthode de démodulation.

1-6 Ecrire l'expression du signal modulé dans le cas particulier du signal modulant sinusoïdal.

1-7 Application numérique : que vaut  $\Delta_f$  dans le cas étudié.

## 2 Numérisation, PSK

On considère la transmission hertzienne numérique d'un signal audio stéréophonique de qualité CD ( $f_{max} = 20$  kHz). Les échantillons sont codés sur 16 bits.

2-1 Quel sera approximativement le RSB (*Rapport signal sur bruit*) engendré par le processus de quantification ?

2-2 Quelle devra être au minimum la fréquence d'échantillonnage ?

2-3 Quel sera le débit numérique (en bit/s) de la source ? (*application numérique*). Ne pas oublier de considérer les deux voies (stéréo).

On envisage une modulation numérique afin d'effectuer la transmission du signal. On utilise une PSK-4 (une modulation par saut de phase de valence  $M = 4 = 2^q$ ,  $q = 2$  bits/symbole).

---

1. On rappelle :  $\frac{d}{dt} \{\cos(\theta(t))\} = -\frac{d}{dt} \{\theta(t)\} \cdot \sin(\theta(t))$

- 2-4 Rappeler l'expression du débit *binnaire* de la transmission, en fonction de la rapidité de modulation  $R$  et de la valence  $M$ .
- 2-5 Quelle devra être la rapidité de modulation  $R$ ? (A.N.)  
On rappelle que la bande occupée par un signal PSK est approximativement le double de la rapidité de modulation.
- 2-6 Quelle sera la bande de fréquence nécessaire à la transmission du signal PSK-4?  
On dispose d'une bande de fréquence (*insuffisante!*) sur notre canal de 400 kHz.
- 2-7 Quelle sera alors la valence minimale à employer? (A.N.)  
Le récepteur est constitué d'un démodulateur et d'un convertisseur numérique-analogique.
- 2-8 Quelle est l'opération nécessaire à la récupération du signal original, étant donné le signal échantillonné (à la sortie du CNA).

### 3 Multiplexage fréquentiel

La figure 2 représente un schéma de multiplexeur à 3 voies. Les spectres des différents signaux  $y$  sont par ailleurs représentés schématiquement. On considère que les bandes de fréquences occupées *en bande de base* par les 2 premières voies multiplexées ( $m_1$  et  $m_2$ ) sont identiques :  $[0 - f_{max}]$  avec  $f_{max} = 15\,000\text{ Hz}$ . Quant à la bande occupée par  $m_3$ , elle est plus faible :  $[0 - 1000\text{ Hz}]$ .

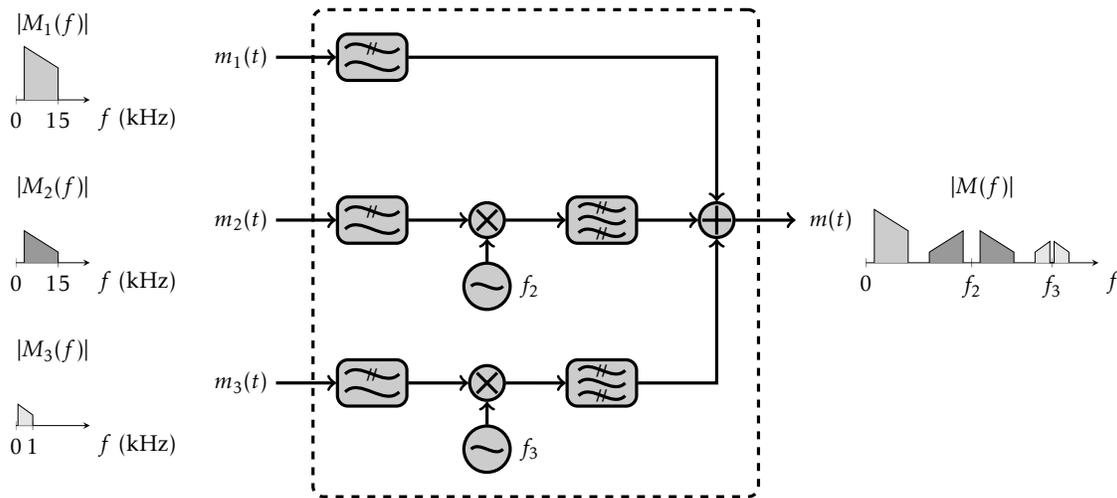


FIGURE 2 – Schéma bloc du multiplexeur

- 3-1 Indiquer quelles peuvent être les fréquences  $f_2$  et  $f_3$  des oscillateurs.
- 3-2 Indiquer quelles peuvent être les bandes passantes des différents filtres passe-bas et passe-bandes.
- 3-3 Quel dispositif additionnel au multiplexage permettrait de faciliter le démultiplexage?
- 3-4 Proposer un schéma de démultiplexage.

/fin/