



Projet Traitement de signal

Amine AKBY

Badr SAJID

Departement Sciences du Numerique - Premiere annee
2019-2020

Table des matières

1	Introduction	3
2	Construction du signal MF-TDMA a decoder	3
2.1	Parametres	3
2.2	Etude theorique	3
2.2.1	Calcul de la densite spectrale de puissance	3
2.2.2	Expression de la puissance du bruit a ajouter	4
2.3	Implantation	4
2.3.1	Modulation bande base	4
2.3.2	Construction du signal MF-TDMA	5
3	Mise en place du recepteur MF-TDMA	6
3.1	Demultiplexage des porteuses	6
3.1.1	Synthese du filtre passe-bas	6
3.1.2	Synthese du filtre passe-haut	7
3.1.3	Filtrage	8
3.2	Retour en bande de base	8
3.3	Detection du slot utile	8
3.4	Demodulation bande de base	8
4	Conclusion	8

Table des figures

1	Construction du signal MF-TDMA a decoder	3
2	Recepteur MF-TDMA a implanter	6

1 Introduction

L'objectif de ce projet est de former une trame MF-TDMA qui contient des messages binaires envoyés par deux utilisateurs dans deux fréquences porteuses différentes et dans deux timeslot différents, et de mettre en place cette trame pour extraire et restaurer les données des utilisateurs.

2 Construction du signal MF-TDMA a decoder

La figure 1 présente la trame MF-TDMA a etudier, implanter puis decoder.

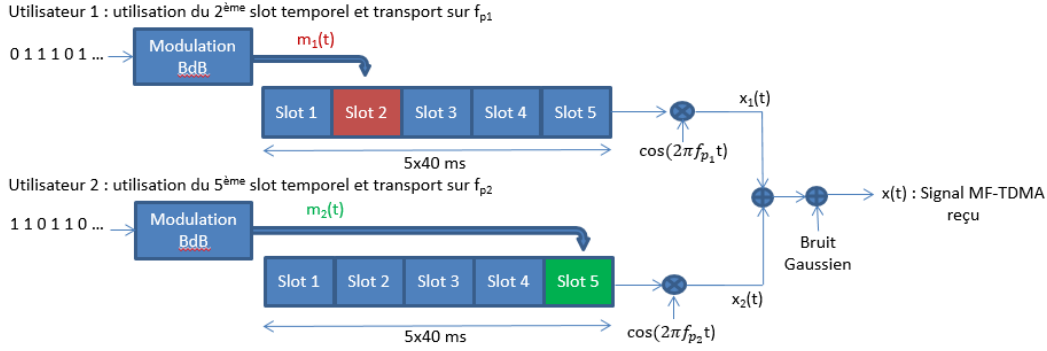


FIGURE 1 – Construction du signal MF-TDMA a decoder

2.1 Parametres

La trame MF-TDMA est composee de 2 porteuses, $f_{p1} = 0$ kHz et $f_{p2} = 46$ kHz, contenant chacune 5 timeslots de durees $T = 40$ ms. La frequence d'echantillonnage est fixee a 128 kHz. Les deux utilisateurs vont acceder au systeme en utilisant la trame de la maniere suivante :

- L'utilisateur n 1 exploite le 2^{eme} timeslot de la porteuse n 1 (f_{p1}).
- L'utilisateur n 2 exploite le 5^{eme} timeslot de la porteuse n 2 (f_{p2}).

Le canal de transmission considere sera a bruit additif blanc et Gaussien (canal AWGN : Additive White Gaussian Noise). La puissance du bruit a ajouter devra etre deduite du rapport signal sur bruit (SNR : Signal to Noise Ratio) souhaite donne en dB.

2.2 Etude theorique

Le signal MF-TDMA non bruité peut s'écrire de la maniere suivante :

$$x(t) = m_1(t) \cos(2\pi f_1 t + \phi_1) + m_2(t) \cos(2\pi f_2 t + \phi_2)$$

2.2.1 Calcul de la densite spectrale de puissance

$$x(t) = m_1(t) + m_2(t) \cos(2\pi f_2 t + \phi_2)$$

A. m_1 et m_2 des signaux aleatoires, independants et centres, et ϕ_2 une variable aleatoire uniformement repartie sur $[0, 2\pi]$:

$$R_x(\tau) = E[x(t)x^*(t-\tau)]$$

$$R_x(\tau) = E[m_1(t)m_1(t-\tau)] + E[m_1(t)m_2(t-\tau) \cos(2\pi f_2(t-\tau) + \phi_2)] + E[m_1(t-\tau)m_2(t) \cos(2\pi f_2 t + \phi_2)] + E[m_2(t-\tau)m_2(t) \cos(2\pi f_2 t + \phi_2) \cos(2\pi f_2(t-\tau) + \phi_2)]$$

$$R_x(\tau) = R_{m1}(\tau) + R_{m2}(\tau) E_{\phi_2}[\cos(2\pi f_2 t + \phi_2) \cos(2\pi f_2(t-\tau) + \phi_2)]$$

$$R_x(\tau) = R_{m1}(\tau) + \frac{1}{2} R_{m2}(\tau) \cos(2\pi f_2 \tau)$$

$$S_x(f) = TF[R_x(\tau)] = S_{m1}(f) + S_{m2}(f) * TF[\cos(2\pi f_2 \tau)]$$

$$S_x(f) = S_{m1}(f) + \frac{1}{4}S_{m2}(f - f_2) + \frac{1}{4}S_{m2}(f + f_2)$$

B. m_1 et m_2 deterministes a energies finies sur la bande passante $[-b, b]$:

$$X(f) = M_1(f) + M_2(f) * TF[\cos(2\pi f_2 t)]$$

$$X(f) = M_1(f) + \frac{1}{2}M_2(f - f_2) + \frac{1}{2}M_2(f + f_2)$$

$$S_x(f) = |X(f)|^2 = S_{m1}(f) + \frac{1}{4}S_{m2}(f - f_2) + \frac{1}{4}S_{m2}(f + f_2)$$

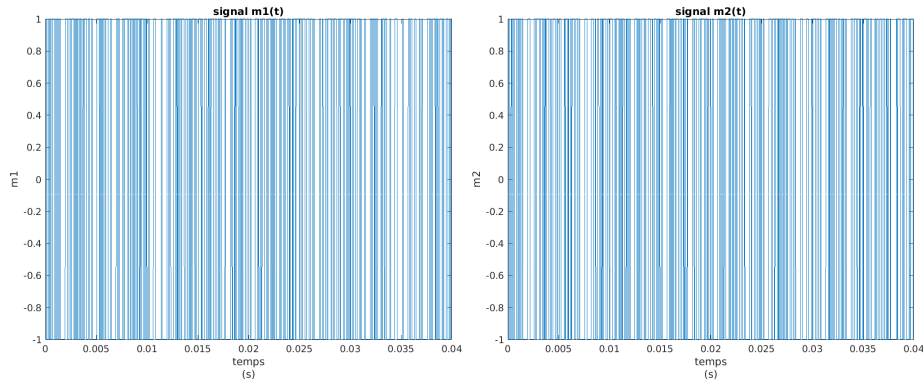
2.2.2 Expression de la puissance du bruit a ajouter

On rajoute un bruit gaussien $n(t)$ au signal precedent. On a donc $x'(t) = x(t) + n(t) = m_1(t) + m_2(t) \cos(2\pi f_2 t + \phi_2) + n(t)$. On suppose que la puissance du signal MF-TDMA non bruité de $x(t)$ est connue et la note P_{signal} . On note SNR le rapport signal sur bruit souhaite en dB. On cherche P_{bruit} la puissance du signal $x'(t)$. On a alors $SNR = 10 \log(\frac{P_{signal}}{P_{bruit}})$, donc $P_{bruit} = P_{signal} 10^{(-\frac{SNR}{10})}$

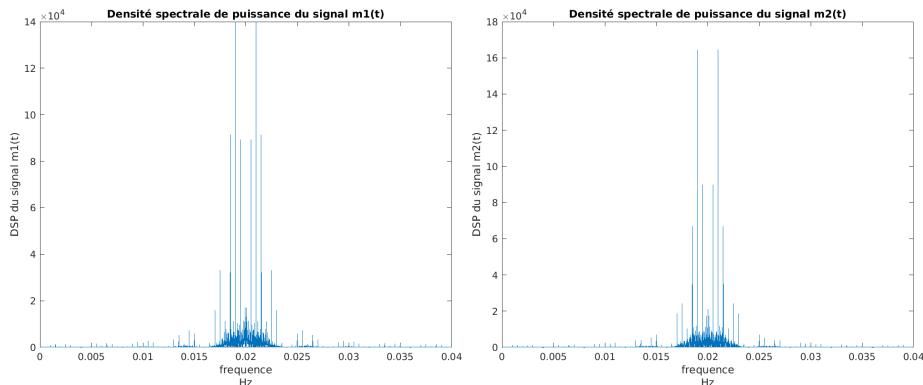
2.3 Implantation

2.3.1 Modulation bande base

1. Calcul de N_s : Pour envoyer 512 bits (la longueur du message) on a besoin de 40ms, donc pour envoyer un bit on a besoin de $T_s = 40ms/512$, Or on a $T_s = N_s T_e$ donc : $N_s = T_s F_e$. avec : $F_e = 128kHz$, on $N_s = 10$.
2. Traces des signaux $m_1(t)$ et $m_2(t)$:

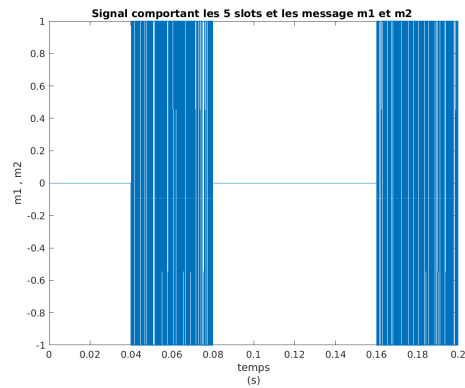


3. Trace des densites spectrales de puissance des signaux $m_1(t)$ et $m_2(t)$:

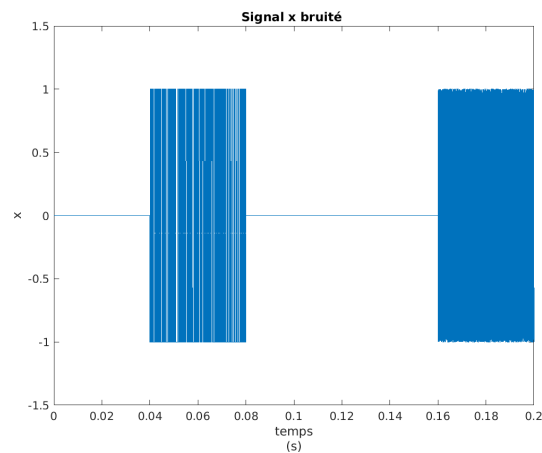


2.3.2 Construction du signal MF-TDMA

1. Trace des signaux a envoyer sur porteuse pour chaque utilisateur :

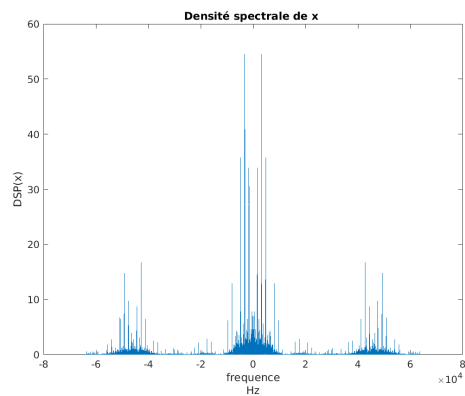


2. Trace du signal MF-TDMA :



Le trace est conforme avec nos previsions : Chaque signal occupe son slot et les signaux sont envoyés sur une porteuse.

3. Estimation et Trace de la densité spectrale de puissance du signal MF-TDM :



Le trace est conforme au previsions de la partie theorique , on retrouve 3 pentes qui correspondent a $f=0$, $f=46\text{KHz}$, $f=-46\text{KHz}$ dans la DSP du signal.

3 Mise en place du recepteur MF-TDMA

La figure 2 presente le recepteur a implanter pour retrouver, a partir du signal MF-TDMA bruité, les messages binaires envoyes par les deux utilisateurs.

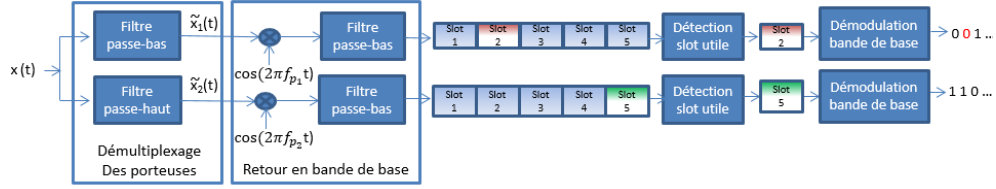


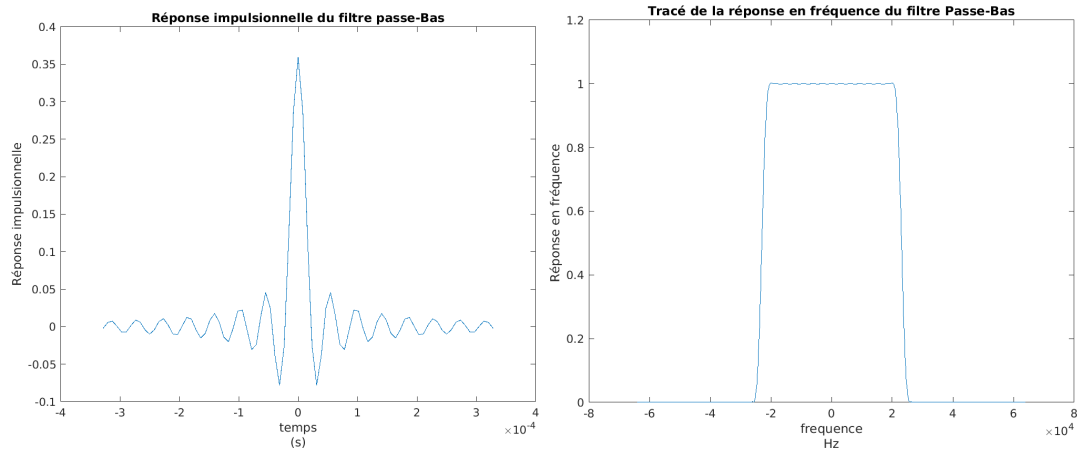
FIGURE 2 – Recepteur MF-TDMA a implanter

3.1 Demultiplexage des porteuses

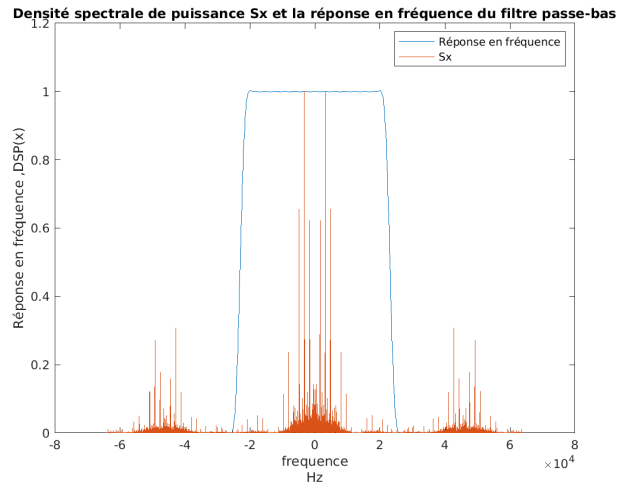
Le demultiplexage des porteuses se fait par filtrage : a partir du signal MF-TDMA reçu, un filtre passe-bas permet de recuperer le signal porte par le cosinus a la fréquence f_{p1} (provenant de l'utilisateur 1), tandis qu'un filtre passe-haut permet de recuperer le signal porte par le cosinus \tilde{A} a la fréquence f_{p2} (provenant de l'utilisateur 2).

3.1.1 Synthèse du filtre passe-bas

1. On a la reponse impulsionnelle pour un filtre passe bas s'ecrit sous la forme : $h(k) = 2f \text{sinc}(2kf)$, avec : $f = \frac{f_c}{f_e}$ et $k = -N : N$. f_c : fréquence de coupure suivant la condition de Shanon. f_e : fréquence d'échantillonnage.
2. Explications implementaires : On utilise un filtre passe bas (sous forme d'une porte) pour qu'on puisse recuperer le signal.
3. Trace de la reponse impulsionnelle et de la reponse en fréquence du filtre implante :

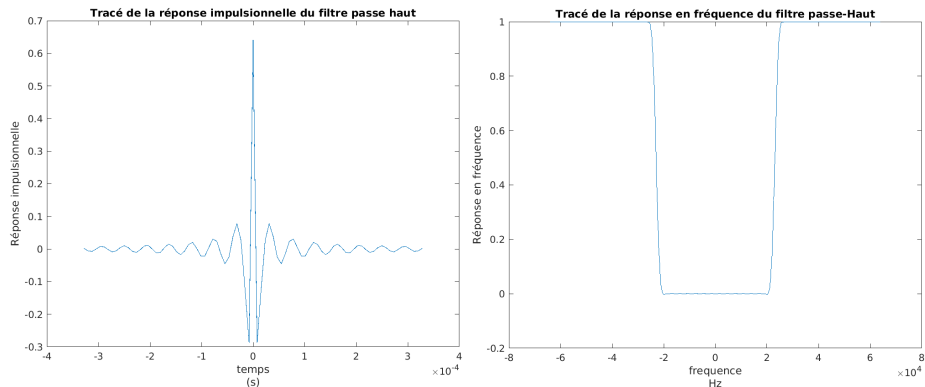


4. Trace de la densité spectrale de puissance du signal MF-TDMA reçu et du module de la reponse en fréquences du filtre implante :

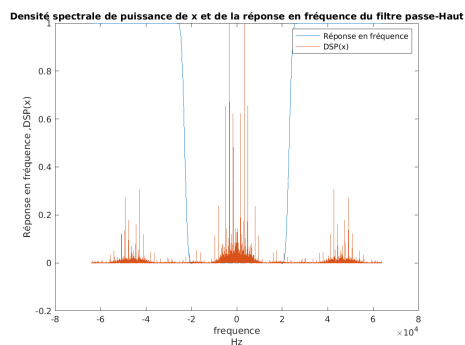


3.1.2 Synthèse du filtre passe-haut

1. Trace de la reponse impulsionnelle et de la reponse en frequence du filtre implante :

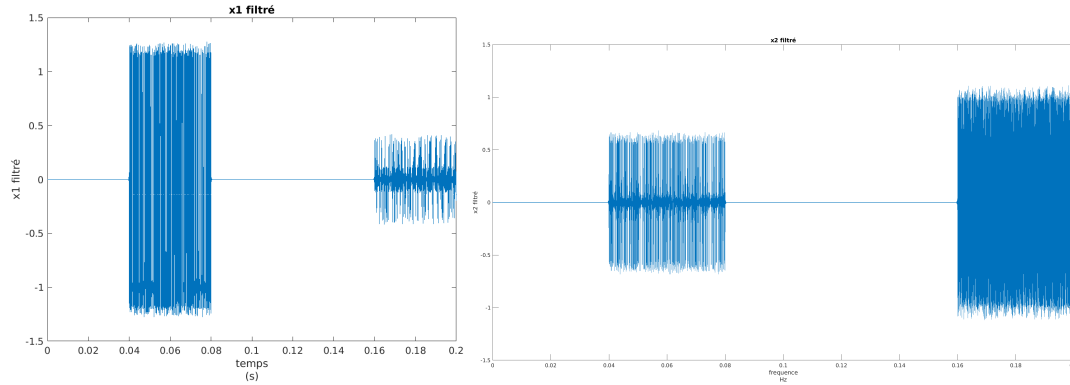


2. Explications : On souhaite recuperer le message de l'utilisateur 1 , pour y parvenir on va utiliser un filtre passe haut de meme frequence de coupure que le filtre passe bas utilise precedemment.
3. Trace de la densite spectrale de puissance du signal MF-TDMA recu et du module de la reponse en frequences du filtre implante :



3.1.3 Filtrage

On souhaite dans cette phase convoluer nos filtres avec notre trame afin de récupérer les messages. Traces des signaux après filtrage :



3.2 Retour en bande de base

Pour le retour en bande de base on multiplie signal par le cosinus qui comporte la fréquence porteuse associée au signal. Pour le signal 1 on multiplie par le cosinus de fréquence porteuse f_1 , et le message 2 par la fréquence porteuse f_2 .

3.3 Detection du slot utile

Pour chaque utilisateur, afin de procéder à la détection du slot utile, on divise la trame après retour en bande de base en tranches de durée $T = 40$ ms. Afin de détecter le slot utile, on utilise un détecteur d'énergie qui renvoie l'indice de la tranche où l'énergie maximale pour chaque signal.

3.4 Demodulation bande de base

Pour chaque utilisateur, à partir du message retrouvé dans le slot utile, on réalise une démodulation bande de base qui permet de retrouver les messages binaires envoyés. On utilise ensuite la fonction *bin2str.m* fournie afin de retrouver les messages texte. Les messages trouvés sont :

```
message_1 =  
    'Je suis un homme à lunettes, mes équations donnent mal à la tête'  
  
message_2 =  
    'Je pourrais presque être une loi mais ne suis pas une girafe ...'
```

4 Conclusion

Après construction et manipulation du signal MF-TDMA, on a constaté qu'on peut extraire et restaurer les données des utilisateurs.