

# Corrigé exercices démodulation d'amplitude

## Exercice 1

### 1. Les ondes électromagnétiques pour communiquer.

1.1. D'après le texte, l'une des gammes de fréquences utilisées pour le téléphone portable s'étend de 890 à 915 MHz. Soit autour de 900 MHz =  $900 \times 10^6$  Hz =  $9,00 \times 10^8$  Hz, donc un **ordre de grandeur de  $10^9$  Hz**.

1.2.  $\lambda = \frac{c}{\nu}$ , avec  $c = 3 \times 10^8$  m.s<sup>-1</sup> soit un ordre de grandeur pour c de  $10^8$  m.s<sup>-1</sup>.

Ordre de grandeur de la longueur d'onde dans le vide des ondes :  $\lambda = \frac{10^8}{10^9} = 10^{-1}$  m

### 2. L'émission d'une onde électromagnétique par un portable.

2.1.1. L'onde porteuse est un signal de haute fréquence, on la trouve **au point B**.

2.1.2. Le signal modulant est le signal électrique créé par le microphone, on le trouve **au point A**.

2.2.1. La porteuse est un signal haute fréquence, tandis que le signal modulant correspond à la gamme de fréquences des sons audibles donc entre 20 Hz et 20 kHz.

Pour obtenir une modulation de bonne qualité, il faut  $f_p \gg f_m$ .

2.2.2.  $s(t) = k.u_1(t).u_2(t)$

$s(t) = k.[u(t) + U_0] \cdot v(t)$

$s(t) = k.[U_m \cos(2\pi f_m t) + U_0] \cdot V_m \cos(2\pi f_p t)$

or  $s(t) = S_m \cos(2\pi f_p t)$

par identification on a  $S_m = k.[U_m \cos(2\pi f_m t) + U_0] \cdot V_m$

2.2.3. On a obtenu  $S_m = k.[U_m \cos(2\pi f_m t) + U_0] \cdot V_m$ ,

$S_m = [k \cdot U_m \cos(2\pi f_m t) + k \cdot U_0] \cdot V_m$

$S_m = k \cdot V_m \cdot U_m \cos(2\pi f_m t) + k \cdot U_0 \cdot V_m$

Avec  $A = k \cdot V_m \cdot U_0$

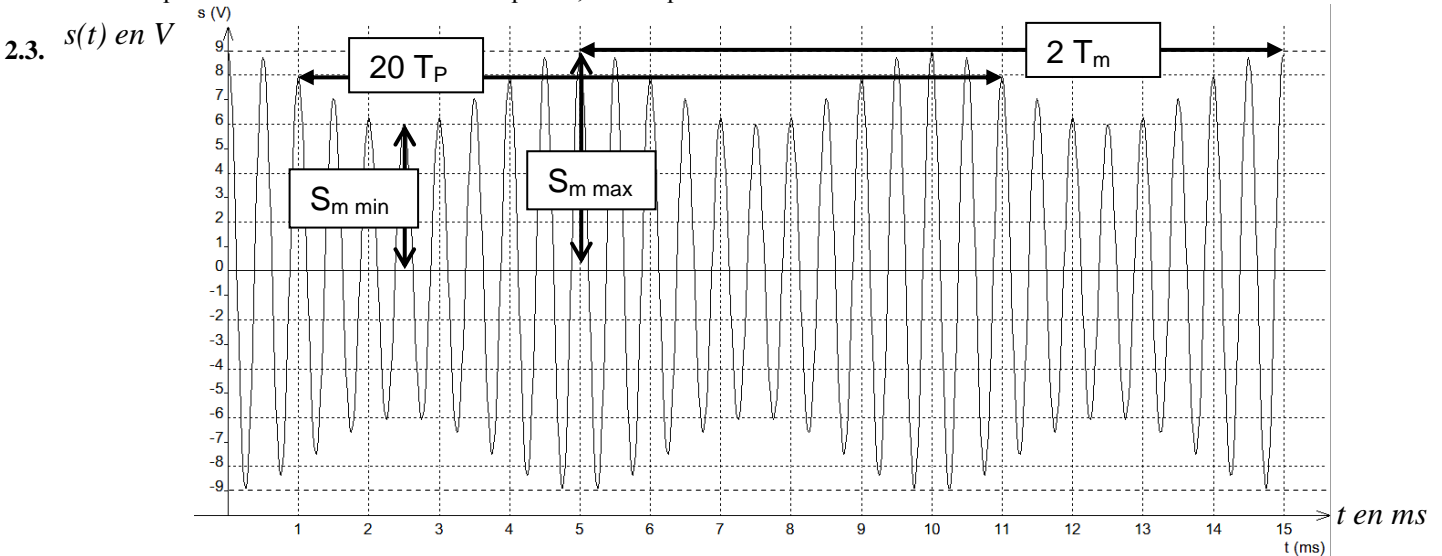
$S_m = \frac{A}{U_0} \cdot U_m \cdot \cos(2\pi f_m t) + A$

Avec  $m = U_m/U_0$

$S_m = A \cdot m \cdot \cos(2\pi f_m t) + A$

$S_m = A (m \cdot \cos 2\pi f_m t + 1)$

2.2.4. Pour que la modulation soit de bonne qualité, il faut que  $m < 1$ .



2.3.1.  $f_p = 1/T_p$  Graphiquement, on mesure  $20 T_p = 10$  ms, soit  $T_p = 0,50$  ms =  $5,0 \times 10^{-4}$  s. Donc  $f_p = \frac{1}{5,0 \times 10^{-4}} = 2,0 \times 10^3$  Hz

2.3.2.  $f_m = 1/T_m$  Graphiquement, on mesure  $2 T_m = 10$  ms, soit  $T_m = 5,0$  ms =  $5,0 \times 10^{-3}$  s. Donc  $f_m = \frac{1}{5,0 \times 10^{-3}} = 2,0 \times 10^2$  Hz

2.3.3. Graphiquement, on mesure  $S_{m \max} = 9,0$  V et  $S_{m \min} = 6,0$  V.

$m = \frac{S_{m \max} - S_{m \min}}{S_{m \max} + S_{m \min}} = \frac{9,0 - 6,0}{9,0 + 6,0} = 0,20$  On vérifie que  $m < 1$ .

### 3. La réception d'une onde électromagnétique et sa démodulation.

3.1. pour le détecteur d'enveloppe : **b**

3.2. pour le filtre passe-haut : **c**

## Exercice 2

### 1. Caractéristiques des ondes émises

France Inter émet une onde de longueur d'onde  $\lambda = 1852$  m

$$\text{Or } f = \frac{c_{\text{lum}}}{\lambda}$$

$$f = \frac{3,00 \times 10^8}{1852} = \mathbf{162 \text{ kHz}}$$

La fréquence obtenue est bien comprise entre 150 kHz et 255 kHz, il s'agit d'une **grande onde**.

### 2. Transmission par modulation d'amplitude

**2.1.** La période du signal modulant est égale à la période de l'enveloppe.

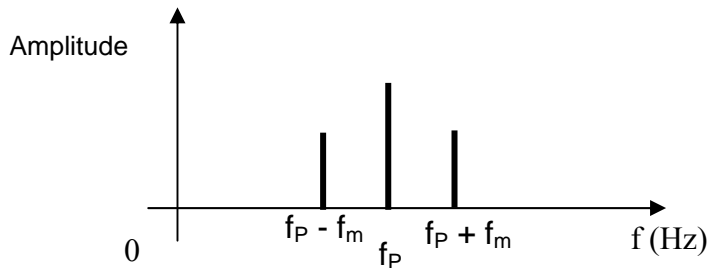
D'après la courbe, elle vaut  $T = 224 \mu\text{s}$ .

$$\boxed{f_m = \frac{1}{T}} \text{ donc } f_m = \frac{1}{224 \times 10^{-6}} = \mathbf{4,46 \times 10^3 \text{ Hz} = 4,46 \text{ kHz}}$$

$$\mathbf{2.2.1.} \quad \boxed{f_p = \frac{1}{T_p}} \text{ donc } f_p = \frac{1}{5,46 \times 10^{-6}} = \mathbf{183 \text{ kHz}}$$

**2.2.2.** La fréquence obtenue correspond à celle d'**Europe 1** ( $f_1 = 183$  kHz)

**2.3.1.**



**2.3.2.** Le spectre en fréquence de la tension modulée occupe une bande de fréquence de largeur  $2 \cdot f_m$  centrée sur la fréquence de la porteuse. Soit une bande de **8,93 kHz** ( $= \frac{2}{224 \times 10^{-6}}$ ).

### 3. Réception de l'onde hertzienne recherchée

**3.1.** L'étage 1 correspond au **circuit d'accord**. Il permet, grâce à l'antenne, de capter le signal modulé.

Parmi toutes les ondes électromagnétiques reçues par l'antenne, le circuit LC permet de sélectionner les ondes de fréquences comprises environ entre  $f_p - f_m$  et  $f_p + f_m$ .

La fréquence propre du circuit LC correspondant à la fréquence de la porteuse.

**3.2.** La fréquence propre du circuit LC doit être accordée sur celle de la porteuse d'Europe 1 :

$$\text{il faut que } f = f_1. \text{ Soit } f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \text{ donc } f_1^2 = \frac{1}{4\pi^2 LC} \text{ donc } \boxed{L = \frac{1}{4\pi^2 f_1^2 C}}$$

$$\text{avec } C = 0,47 \text{ nF} = 0,47 \times 10^{-9} \text{ F}, \quad L = \frac{1}{4 \times \pi^2 \times (183 \times 10^3)^2 \times 0,47 \times 10^{-9}} = \mathbf{1,6 \times 10^{-3} \text{ H} = 1,6 \text{ mH}}$$

**3.3.1.** L'étage 2 correspond au **détecteur d'enveloppe**. Il permet d'éliminer le signal de la porteuse et de ne conserver que l'enveloppe du signal modulé reçu. On obtient une tension dont l'amplitude varie en suivant les variations du signal modulant. Cette tension variable contient cependant une composante continue (elle est n'est pas centrée sur zéro, mais est décalée au dessus de  $U = 0$  V).

3.3.2.

$$T_p < R'.C' < T_m$$

Soit  $\frac{1}{f_p} \ll R'.C' < \frac{1}{f_m}$

$$\frac{1}{183 \times 10^3} \ll R'.C' < \frac{1}{4,5 \times 10^3}$$
$$5,5 \times 10^{-6} \text{ s} \ll R'.C' < 2,2 \times 10^{-4} \text{ s}$$

Les combinaisons possibles sont :  $R_1.C_1 = 10 \times 10^3 \times 0,47 \times 10^{-9} = 4,7 \times 10^{-6} \text{ s}$ , trop proche de  $T_p$

$R_1.C_2 = 10 \times 10^3 \times 0,47 \times 10^{-6} = 4,7 \times 10^{-3} \text{ s}$ , trop longue

**$R_2.C_1 = 100 \times 10^3 \times 0,47 \times 10^{-9} = 4,7 \times 10^{-5} \text{ s}$ , convient**

$R_2.C_2 = 100 \times 10^3 \times 0,47 \times 10^{-6} = 4,7 \times 10^{-2} \text{ s}$ , trop longue

Le couple ( $R_2 ; C_1$ ) convient.

3.3.3. Le troisième étage permet **d'éliminer la composante continue** du signal issu du détecteur d'enveloppe.

3.4.

