

## DM 1 : Signaux périodiques

### 1 Exercice : Mesure de la fréquence Doppler

Cette exercice porte sur la mesure de la vitesse d'un véhicule à l'aide d'un radar fonctionnant sur le principe de l'effet Doppler. Le radar émet une onde électromagnétique de fréquence  $f = 1,00 \text{ GHz}$ . On donne  $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$  la célérité d'une onde électromagnétique dans l'air qu'on assimile au vide.

Au niveau de l'antenne d'un radar, on dispose de deux tensions sinusoïdales correspondant aux ondes électromagnétiques émises et réceptionnées par le radar.

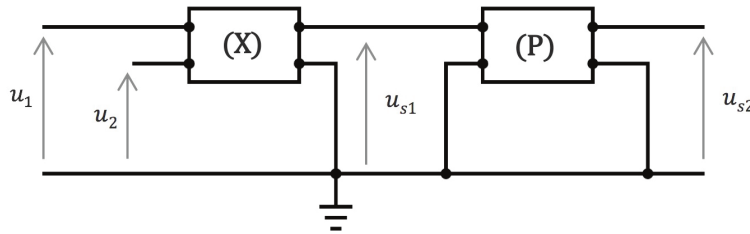
- $u_1(t) = u_{1m} \cos(\omega_1 t)$  la tension correspondant à l'onde émise ( $\omega_1 = 2\pi f$ )
- $u_2(t) = u_{2m} \cos(\omega_2 t + \phi)$  la tension correspondant à l'onde réfléchie ( $\omega_2 = 2\pi f_r$ ).

On définit une fréquence Doppler  $f_D = f_r - f \ll f_r$  telle que  $f_D \ll f_r$  et  $f_D \ll f$  et ayant pour expression :

$$f_D = \frac{2fv}{c} \quad (1)$$

avec  $v$  la vitesse du véhicule et  $c$  la célérité d'une onde électromagnétique.

Le schéma de principe de la mesure du décalage en fréquence  $f_D$  est donné ci-dessous :



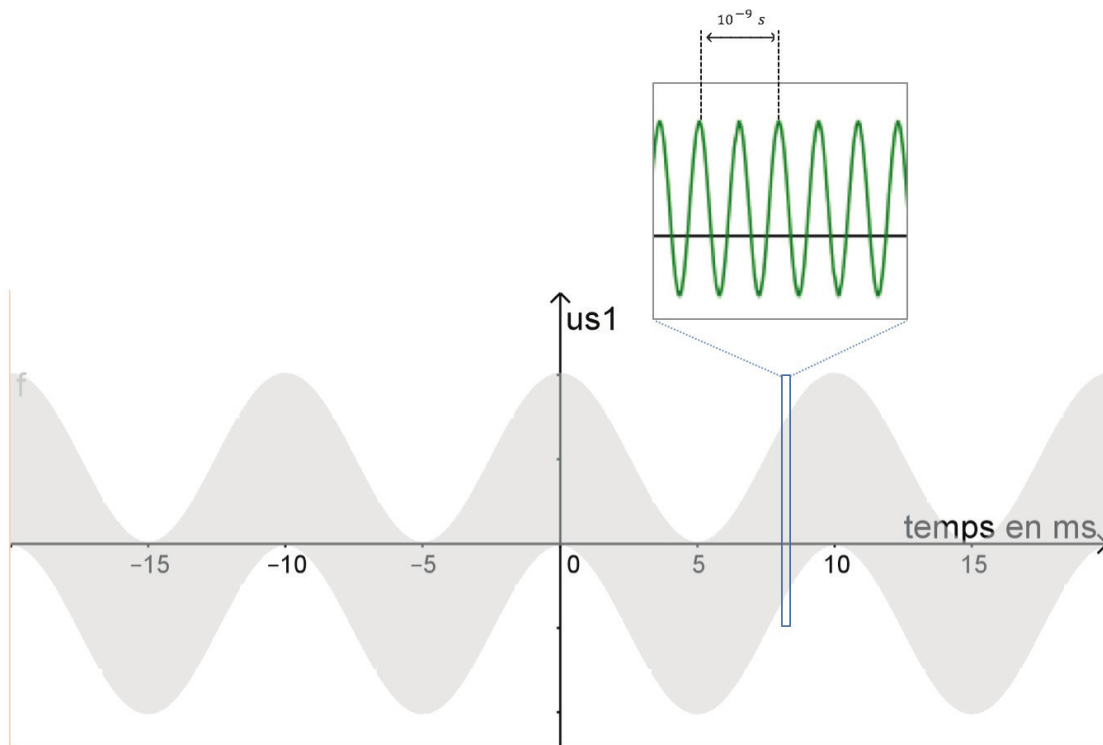
Le multiplieur (X) réalise l'opération :  $u_{s1}(t) = K u_1(t) u_2(t)$

1. Linéariser l'expression de  $u_{s1}(t)$
2. En déduire l'allure du spectre en amplitude de la tension  $u_{s1}(t)$
3. Quelle doit-être la fonction du quadripôle (P) pour obtenir une tension de sortie sous la forme :

$$u_{s2}(t) \simeq K' \cos(2\pi f_D t + \phi)$$

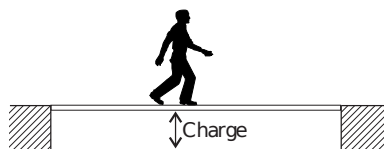
4. Proposer, en justifiant, une structure électrique pour ce quadripôle ainsi que des valeurs réalistes pour les composants choisis si on veut mesurer des vitesses de l'ordre de  $30 \text{ m.s}^{-1}$ .

On donne ci-dessous la courbe représentant  $u_{s1}(t)$  et un zoom sur une petite portion de celle-ci.

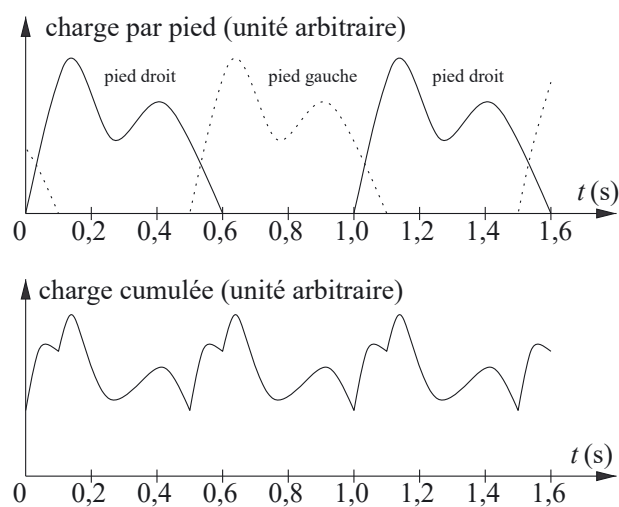


5. Justifier l'allure de cette courbe
6. Représenter sur votre copie l'allure de la courbe  $u_{s2}(t)$  en indiquant l'échelle de temps.
7. Déterminer la vitesse de la voiture.

## 2 Exercice : Signal de marche



L'action de la marche d'un piéton sur une passerelle est traduite par une force verticale périodique, appelée charge. Voici l'allure des graphes de charge par pied, puis cumulé en fonction du temps.



1. Quelle est la période du signal pour la charge du pied droit ? Du pied gauche ? Cumulée ?
2. Proposer une explication pour la forme du signal de charge d'un seul pied.
3. Pourquoi le signal cumulé est-il continu ?
4. Proposer une forme pour le signal cumulé d'un coureur.
5. Parmi les trois spectres en amplitude suivants, expliquer (en justifiant la réponse) lequel est le plus vraisemblable pour le signal cumulé.

