

## DM3 : Signaux périodiques

Pour le 15 Septembre 2021

### 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  $f = 1,00$  GHz. On donne  $c = 3,00.10^8$  m.s<sup>-1</sup> 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.

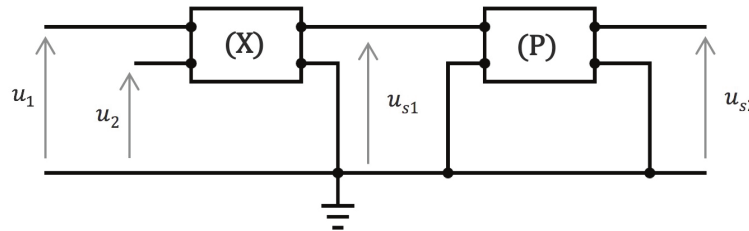
- $u_1(t) = u_{1m} \cos(\omega_1 t)$  la tension correspondant à l'onde émise ( $\omega_1 = 2\pi f$ )
- $u_2(t) = u_{2m} \cos(\omega_2 t + \phi)$  la tension correspondant à l'onde réfléchie ( $\omega_2 = 2\pi f_r$ ).

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 :



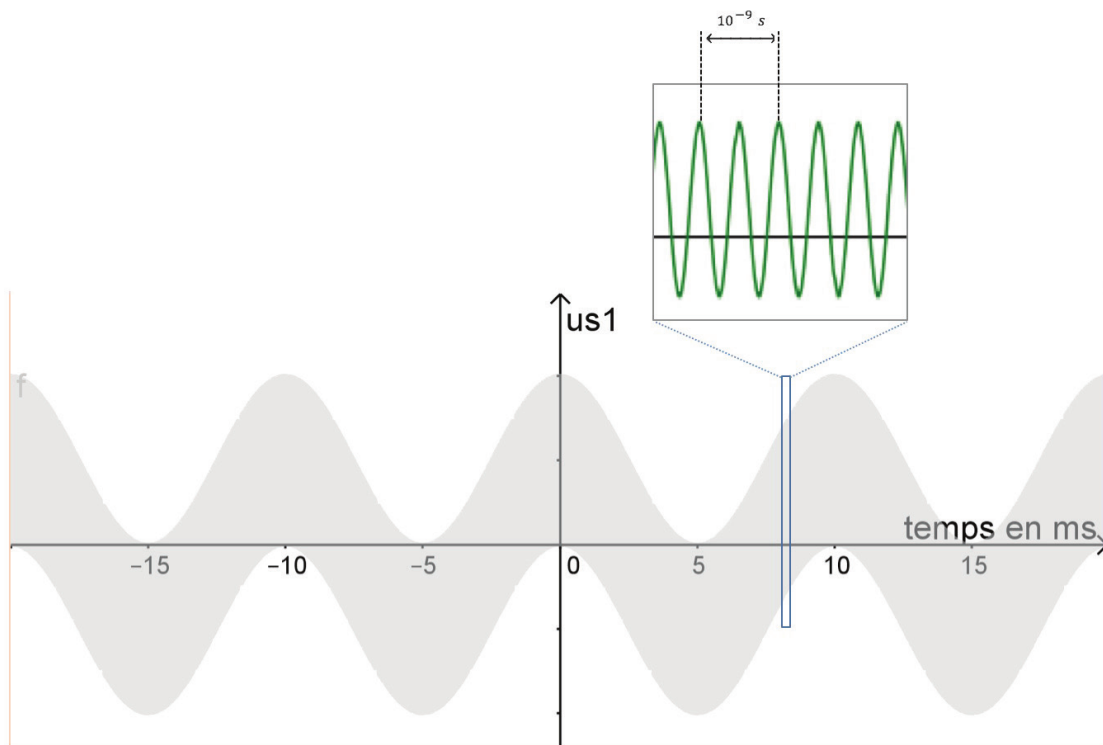
Le multiplieur (X) réalise l'opération :  $u_{s1}(t) = Ku_1(t)u_2(t)$

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 m.s<sup>-1</sup>.

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.