

## TD – Signal et spectre

**Remarque** : exercice avec  $\star$  : exercice particulièrement important, à maîtriser en priorité (de même que les exemples de questions de cours des “ce qu’il faut savoir faire”) [●○○] : difficulté des exercices

### I Vrai-faux/questions courtes \_\_\_\_\_ [●○○]

- 1 - Rappeler la relation entre période  $T$  et fréquence  $f$ , et entre fréquence  $f$  et pulsation  $\omega$ . Rappeler également l’unité S.I. de ces trois grandeurs.
- 2 - (V/F) On a  $\langle 2s_1(t) + 3s_2(t) \rangle = 2\langle s_1(t) \rangle + 3\langle s_2(t) \rangle$  ?
- 3 - (V/F) On a  $\langle s_1(t) \times s_2(t) \rangle = \langle s_1(t) \rangle \times \langle s_2(t) \rangle$  ?

### II Signal harmonique décalé \_\_\_\_\_ $\star$ | [●○○]

On considère le signal harmonique décalé suivant :  $s(t) = s_0 + s_m \cos(2\pi ft)$ , avec  $s_0 = 5,0 \text{ V}$ ,  $s_m = 1,0 \text{ V}$ ,  $f = 1,0 \text{ kHz}$ .

- 1 - Déterminer la période de ce signal.
- 2 - Déterminer la valeur de son amplitude crête à crête.
- 3 - Que vaut sa valeur moyenne (sans faire de calcul d’intégrale) ?
- 4 - Représenter le signal  $s(t)$  en faisant apparaître toutes les grandeurs précédemment déterminées.

### III Calculs de valeur moyenne \_\_\_\_\_ $\star$ | [●○○]

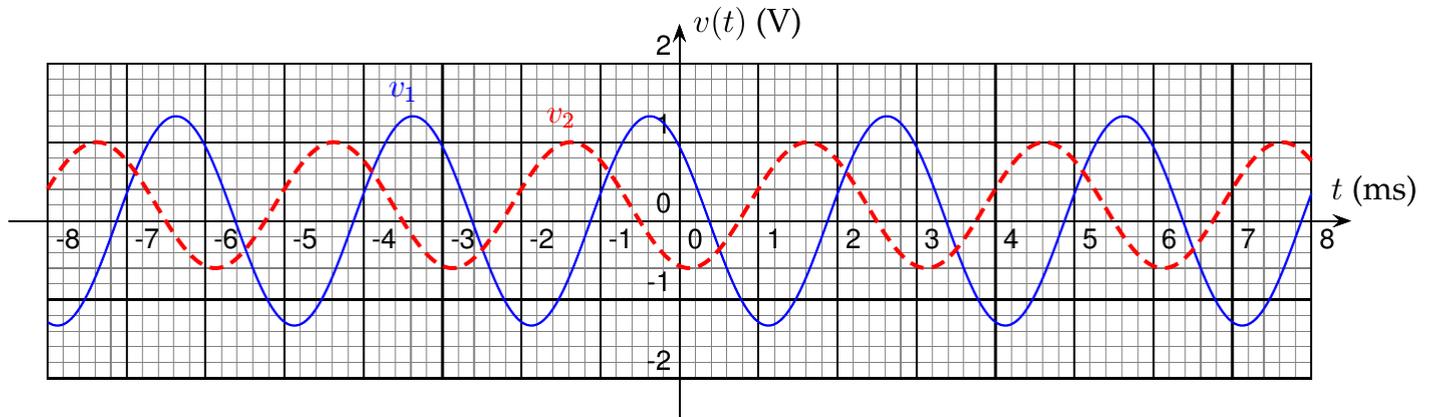
Pour chacun des signaux périodiques suivants, donner leur période  $T$ , et calculer leur valeur moyenne  $\langle s(t) \rangle$ .

- 1 -  $s(t) = s_0 \cos(\omega t + \varphi)$
- 2 -  $s(t) = s_0 \sin(\omega t + \varphi)$
- 3 -  $s(t) = 3 + 8 \cos(\omega t + \pi/2)$
- 4 - Plus difficile :  $s(t) = s_0 \cos^2(\omega t + \varphi)$
- 5 - Plus difficile :  $s(t) = s_0 \sin^2(\omega t + \varphi)$

Les deux derniers sont facultatifs. On peut utiliser les formules  $\cos(2x) = 2 \cos^2 x - 1 = 1 - 2 \sin^2 x$ .

## IV Déphasage ★ | [● ○ ○]

On considère le relevé suivant issu de l'écran d'un oscilloscope.



- 1 - Indiquer lequel des signaux est en avance par rapport à l'autre.
- 2 - Donner la valeur du déphasage  $\varphi$  de  $v_2$  par rapport à  $v_1$ .

## V Spectre d'une somme ou d'un produit ★ | [● ○ ○]

Considérons les deux tensions

$$u_1(t) = U_1 \cos(2\pi f_1 t) \quad \text{et} \quad u_2(t) = U_2 \cos(2\pi f_2 t + \varphi),$$

avec  $U_1 = 10 \text{ V}$ ,  $U_2 = 5 \text{ V}$ ,  $f_1 = 40 \text{ Hz}$ ,  $f_2 = 60 \text{ Hz}$  et  $\varphi = 3\pi/4$ .

- 1 - Un montage additionneur permet d'obtenir la tension somme,  $u_s(t) = u_1(t) + u_2(t)$ .
  - a - Tracer le spectre d'amplitude et de phase de  $u_s$ .
  - b - S'agit-il d'une tension périodique? Déterminer sa fréquence.
- 2 - Un autre montage électronique, dit multiplieur, permet d'obtenir cette fois une tension  $u_p(t) = k u_1(t) u_2(t)$  où  $k = 0,2 \text{ V}^{-1}$  est une constante caractéristique du montage.
  - a - Déterminer les fréquences contenues dans le spectre de  $u_p$  en utilisant la formule de trigonométrie

$$\cos a \cos b = \frac{1}{2} [\cos(a + b) + \cos(a - b)].$$

- b - Tracer le spectre d'amplitude et le spectre de phase de  $u_p$ .