On calcule la fréquence de la marche des deux piétons
Pour deux périodes, on mesure 1 seconde.

Ainsi $2T_0 = 1\,s$ donc $T_0 = \frac{1}{2}\,s = 0{,}5\,s$

Donc $f_0 = \frac{1}{T_0} = 2\,Hz$.

Pour échantillonner correctement ce signal, d'après le critère de Shannon, il faut que la fréquence d'échantillonage f_e soit supérieure à deux fois f_0. (tel que $f_e \geq 2 f_0$) → vrai pour 1 signal strictement sinusoidal
on calcule alors la fréquence de chaque signal.
→ sinon $f_e \geq \underline{2 f_{max}}$
où f_{max} est la fréquence max du signal.

. Pour le signal 1 :

$Te_1 = \frac{T_{max} - T_{min}}{N}$ donc $fe_1 = \frac{N}{T_{max} - T_{min}} = \frac{300}{179} \simeq 1{,}7\,Hz$

or $1{,}7 < 4 = 2 f_0$

Donc le signal est mal échantillonné puisqu'il ne respecte pas le critère de Shannon. Il n'est donc pas exploitable.

. Pour le signal 2 :

$fe_2 = \frac{300}{27-1} = \frac{300}{26} = 11{,}5\,Hz$

et $fe_2 = 11{,}5 > 4 = 2 f_0$

Ainsi, le signal respecte le critère de Shannon, il est donc exploitable.

. Pour le signal 3 :

$fe_3 = \frac{300}{90-1} = 3{,}4\,Hz$

or $fe_3 = 3{,}4 < 4 = 2 f_0$ donc le signal n'est pas exploitable.

. pour le signal 4 :

$fe_4 = \frac{300}{9} = 33{,}3\,Hz$

et $fe_4 = 33{,}4 > 4 = 2 f_0$ donc le signal est exploitable.

Ainsi les signaux 2 et 4 sont exploitables car ils respectent le critère de Shannon.

De plus, en comparant les deux signaux,

$f_{e2} = 11,5\ Hz \simeq 5 f_0$

et $f_{e4} = 33,3\ Hz \simeq 16 f_0$

Donc le signal 4 est mieux échantilloné car sa fréquence d'échantillonnage est au moins 10 fois supérieure à f_0. B

quoi ?

Cela était prévisible grâce au spectre du signal 4 sur lequel on observe que les harmoniques sont des multiples de celle du fondamentale.

De plus, on observe sur le signal 2 des harmoniques de fréquences parasites dûes à fréquence d'échantillonnage qui n'est pas assez grande pour échantilloner les harmoniques.

→ repliement du spectre

observé également sur la figure 1 et 3

→ présence de raies aux fréquences

$|f_e - f_n|$

f_n fréquences présentes dans le spectre du signal → le 4 groupe 5 TD 3 - exercice 2

1) $a_0 = 0$ car la valeur moyenne du signal carré vaut 0.

sa décomposition en série de Fourier doit être impaire

2) le signal carré est impair donc le signal est composé d'une fonction sinus = impaire.
donc $a_n = 0$ car il n'y a pas de cosinus = fonction paire.

3) $$s(t) = \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin(n\omega t)$$

$$= \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2 S_{max}}{n\pi} \left[1-(-1)^n\right] \sin(n\omega t)$$

pour $n \leq 5$:

$$s(t) = \frac{2 S_{max}}{\pi} \left[1-(-1)^1\right] \sin(\omega t)$$

$$+ \frac{S_{max}}{\pi} \left[1-(-1)^2\right] \sin(2\omega t)$$

$$+ \frac{2 S_{max}}{3\pi} \left[1-(-1)^3\right] \sin(3\omega t)$$

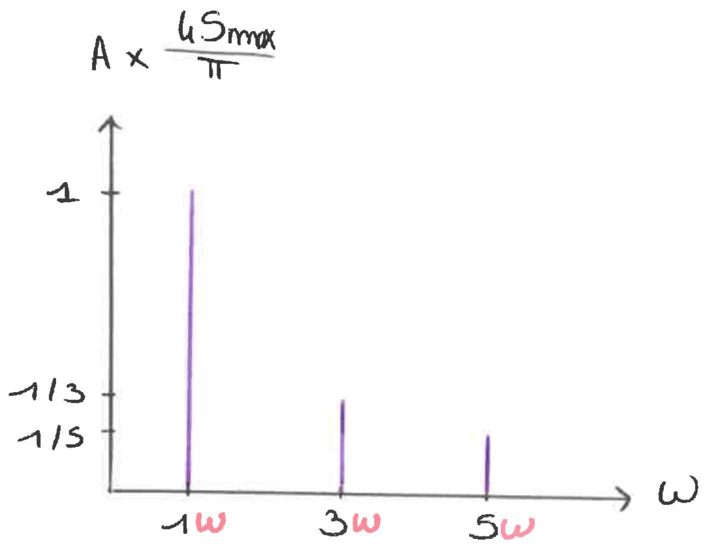
$$+ \frac{2 S_{max}}{4\pi} \left[1-(-1)^4\right] \sin(4\omega t)$$

$$+ \frac{2 S_{max}}{5\pi} \left[1-(-1)^5\right] \sin(5\omega t)$$

ainsi $s(t) = \frac{4 S_{max}}{\pi} \sin(\omega t)$

$$+ \frac{4 S_{max}}{3\pi} \sin(3\omega t)$$

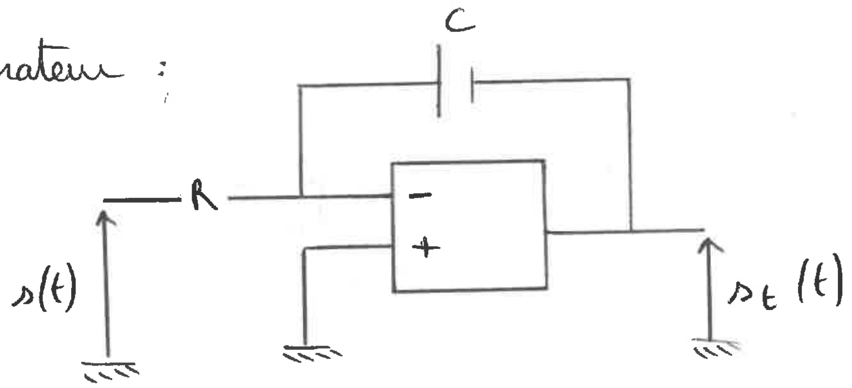
$$+ \frac{4 S_{max}}{5\pi} \sin(5\omega t)$$ B



avec $\omega = \frac{2\pi}{T}$

et $T = 1ms$.

4) intégrateur :



avec $R = 1\,k\Omega$ et $C = 1\,nF$ par exemple

5) $\varepsilon = V^+ - V^- = 0$ or $V^+ = 0$ donc $V^- = 0$

$$i = \frac{\underline{s} - V^-}{R} = \frac{V^- - \underline{s_t}}{Z_C}$$

$$\Leftrightarrow V^-\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{Z_C}\right) = \frac{\underline{s}}{R} + \frac{\underline{s_t}}{Z_C}$$

$$\Leftrightarrow V^- = \frac{\frac{\underline{s}}{R} + \frac{\underline{s_t}}{Z_C}}{\frac{Z_C + R}{Z_C R}} = \underline{s}\frac{Z_C}{R+Z_C} + \underline{s_t}\frac{R}{R+Z_C} = 0$$

$$\Leftrightarrow \underline{s_t}\frac{R}{R+Z_C} = -\underline{s}\frac{Z_C}{R+Z_C}$$

$$\Leftrightarrow \frac{\underline{s_t}}{\underline{s}} = -\frac{Z_C}{R} = -\frac{1}{jRC\omega}$$

$$\Leftrightarrow \underline{s_t} = -\frac{1}{jRC\omega}\underline{s}$$

$$\Leftrightarrow s_t(t) = -\frac{1}{RC}\int s(t)\,dt$$

$$\Leftrightarrow s_t(t) = -\frac{1}{RC}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{2S_{max}}{n\pi}\left[1-(-1)^n\right]\int\sum_{n=1}^{\infty}\sin(n\omega t)\,dt$$

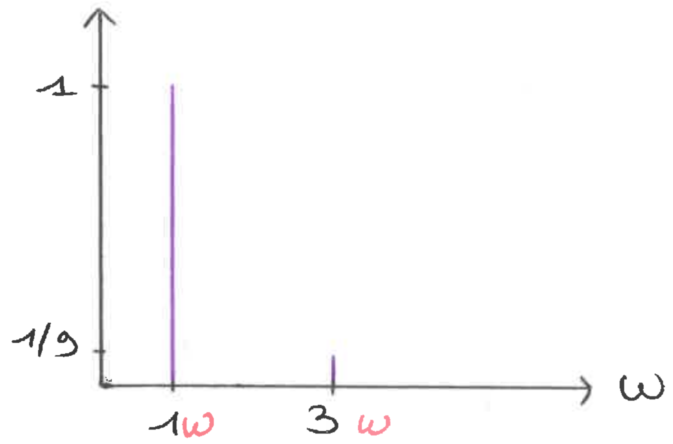
$$\Leftrightarrow s_t(t) = -\frac{1}{RC}\sum_{n=1}^{\infty}\left(\frac{2S_{max}}{n\pi}\left[1-(-1)^n\right]\left(-\frac{1}{n\omega}\cos(n\omega t)\right)\right)$$

pour $n \leq 3$:

$$s_t(t) = -\frac{1}{RC}\frac{4S_{max}}{\pi}\left[\left(-\frac{1}{\omega}\right)\cos(\omega t) + \frac{1}{3}\left(-\frac{1}{3}\right)\cos(3\omega t)\right]$$

(car les termes paires sont nuls)

6) $A \times \dfrac{4 S_{max}}{\pi RC \omega}$



$\omega = \dfrac{2\pi}{T}$

7) on note $f_0 = 100\,Hz$

- L'harmonique de rang 7 correspond à :

$$7 \times f_0 = 7 \times 100 = 700\ Hz$$

- Frequence d'échantillonage :

d'après le critère de Shannon on prend :

$$f_e \geq 2 \times 700\ Hz = 1400\ Hz$$

- Durée d'acquisition :

$$T_0 = \frac{1}{f_0} = 0{,}01\ s$$

On prend 10 périodes :

$$T_{tot} = 10\,T_0 = 0{,}1\ s$$

- Nombres d'échantillons :

$$N = f_e \times T_{tot} = 1400 \times 0{,}1 = 140 \text{ échantillons}$$

un peu faible

Donc vu $f_e \geq 1400\,Hz$ → prendre $f_e = 10\,kHz$ convient mieux

→ $N_e = 1000$ échantillons ... c'est mieux

→ Pas de schéma, ce que vous écrivez n'a aucun sens.
→ Très insuffisant comme modèle de correction feuille à 0,5

Vinglle
Romain
Evan

Exercice III : préciser le numéro de la feuille d'exercice

1. Il faut utiliser un filtre passe-bas afin de couper les fréquences supérieures à 1 Hz. On utilisera alors le filtre (

justification ?

faire les schémas HF et BF de chaque filtre et justifier que seul C convient.

2. $\underline{H} = \frac{\underline{U_s}}{\underline{U_e}} = \frac{\underline{U_s}}{\underline{V}} \times \frac{\underline{V}}{\underline{U_e}}$

grandeur non définie

avec $\frac{\underline{V}}{\underline{U}} = \frac{1}{1+jRC\omega\left(1+\frac{1}{jRC\omega+1}\right)}$

démarche invérifiable car aucune justification

avec $\underline{H} = \frac{1}{1+jRC\omega}$?

donc $\frac{\underline{U_s}}{\underline{V}} = \frac{1}{1+2jRC\omega-(RC\omega)^2} \times \frac{1}{1+jRC\omega}$

Alors $\underline{H} = \frac{1}{\left(1+jRC\omega+\frac{jRC\omega}{1+jRC\omega}\right)(1+jRC\omega)}$

$= \frac{1}{1+jRC\omega+jRC\omega+(jRC\omega)^2+jRC\omega}$

$= \frac{1}{1+3jRC\omega+(jRC\omega)^2}$

3. Sous forme canonique : $F_c \ll 1\text{ Hz}$

$\tau = \frac{1}{\omega_c} = Rc$ $\qquad \omega = 2\pi f$

Alors, comme on veut $\omega_c \ll 2\pi$

Il faut $\omega_c < \frac{2\pi}{10}$

$\Leftrightarrow \omega_c < 0{,}6.$

Alors, $RC > \frac{10}{6} = \frac{5}{3} \approx 1{,}66$ ⚠

Si on prend $C = 100\,\mu F$

Il faut $R > 1{,}66 \times 10^4$

$R > 1{,}66\,k\Omega$ ✓ B par exemple.

4. $F_e = 10{,}24\,Hz$

?? ⚠ il faut discrétiser en appliquant la méthode d'Euler cf TP filtrage numérique

$$U_s(1 + 3jRC\omega + (jRC\omega)^2) = U_e$$

$$\Leftrightarrow U_s + 3RC\frac{dU_s}{dt} + (RC)^2\frac{d^2U_s}{dt^2} = U_e$$

$$\Leftrightarrow \frac{d^2U_s}{dt^2} + \frac{3}{RC}\frac{dU_s}{dt} + \frac{1}{(RC)^2}U_s = U_e$$

5. $F_o \ll \frac{F_e}{2}$ Donc on peut résoudre sur $[0, \frac{F_e}{2}]$ $f_e = 2{,}56\,Hz$

$= [0, \cancel{12\,Hz}]$.

1,28 Hz.