

CC-158 PS2 2023 - Uque - Université

Partie I : Mesure de vitesse par effet Doppler.

Aspect théorique de l'effet Doppler:

Q1. A l'instants t_1 , le récepteur est situé à l'adresse $x(t_1) = x_0 + v t_1$. L'onde a donc parcouru la distance $x(t_1)$ à la vitesse c_0 .

$$c_0 t_1 = x_0 + v t_1$$

$$t_1 = \frac{x_0}{c_0 - v}$$

L'impulsion émise à T_E a parcouru la distance $c_0(t_1 - T_E)$ - le récepteur se trouve à $x(t_1) = x_0 + v t_1$.

$$c_0(t_1 - T_E) = x_0 + v t_1$$

$$t_1 = \frac{x_0}{c_0 - v} T_E + \frac{x_0}{c_0 - v}$$

Q2. Entre les 2 impulsions reçues par le récepteur il y a un décalage temporel $t_2 = t_1 - t_1 = \frac{x_0}{c_0 - v} T_E$.

$$f_R = \frac{1}{T_E} = \left(1 - \frac{v}{c_0}\right) f_E$$

(1)

Validation expérimentale:

Q3. On applique la R. de l'énergie cinétique entre le roue et le bas de la piste dans le référentiel du laboratoire supposé galiléen. En l'absence de frottements:

$$\frac{1}{2} m v^2 = m g R \Rightarrow \frac{1}{2} v = \sqrt{2 g R}$$

$$A.D. \quad v = \sqrt{2 \times 9.8 \times 0.5} = 1,1 \text{ m.s}^{-1}$$

Q4. A température ambiante, la vitesse des ondes sonores vaut $c_0 = 340 \text{ m.s}^{-1}$.

$$f_R = \left(1 - \frac{v}{c_0}\right) f_E$$

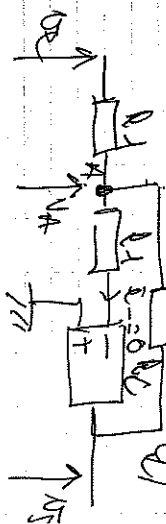
$$A.D. \quad f_R = \left(1 - \frac{1,1}{340}\right) \times 40 \cdot 10^3 = 39,3 \text{ kHz}$$

$$|f_R - f_E| \approx 2\%$$

L'écart relatif entre les deux fréquences est inférieur à 2%. On ne peut donc pas être distingués à l'oreille car la nécessité d'une détection accrue.

(2)

Q3 - donne $\omega \rightarrow 0$ c) à $\omega \rightarrow \infty$



$$v_s = v_A = 0$$

$$i_s = 0 \Rightarrow V_A = 0$$

la loi des mailles au nœud A donne

$$\frac{V_e}{R_1} = -\frac{V_s}{R_2} \Rightarrow V_s = -\frac{R_2}{R_1} V_e$$

donc $\omega \rightarrow 0$, (a) v_s à $\omega \rightarrow \infty$ c.c

$$V_s = v_s = v_A = 0$$

Filte passe-bas correspondant à la fonction de transfert $H(s)$

$$H(s) = \frac{G_0}{s_0} = \frac{H(s)}{s_0} = -\frac{R_2}{R_1} \text{ d'après l'étude du comportement basse fréquence}$$

Q7 - on est la relation caractéristique du filtre.

$$H(j\omega) = \frac{G_0}{j\omega} \quad |H(j\omega)| = \frac{G_0}{\omega}$$

$$\text{Pour } \omega = \frac{1}{T} \quad |H(j\omega)| = \frac{G_0}{\omega}$$

Dans le cas où $\omega = \frac{1}{T}$ on a l'atténuation à la relation de donnée à -9 dB .

A la sortie du multiplexeur on a:

$$y_M(t) = K y_{A1}(t) y_{A2}(t) = K' \cos(\omega_1 t + \phi_1) \cos(\omega_2 t + \phi_2)$$

$$y_M(t) = \frac{K'}{2} (\cos(\omega_1 t + \phi_1 - \omega_2 t - \phi_2) + \cos(\omega_1 t + \phi_1 + \omega_2 t + \phi_2))$$

Il faut connaître le signal de fréquence $f_c = f_A = \omega_c$ et calculer de fréquence $f_c + f_A = \omega_c (1 + \frac{1}{\omega_c})$

Il faut donc que:

$$4\pi f_c \omega_c < 4\pi f_c (1 + \frac{1}{\omega_c})$$

$$\omega_c \approx 10^{-4}$$

On peut choisir par exemple $\omega_c = 10 \times 4\pi f_c \frac{1}{\omega_c}$

$$f_c = \frac{\omega_c}{2\pi} = 10 f_c \frac{1}{\omega_c} \approx 98 \text{ Hz}$$

Q8 - on a le diagramme de Bode

$$T = 5 \times 10^{-3} \text{ s} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{10^3}{5} = 200 \text{ Hz}$$

$f \ll f_c \Rightarrow$ entre basse fréquence

On mesure la valeur des amplitudes des signaux de sortie et d'entrée

$$\frac{V_{\text{sortie}}}{V_{\text{entrée}}} = \frac{10}{0.1} = 100 = \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow R_2 = 100 R_1$$

eq. * $e_1(t) = E_0 \cos(\omega_0 t)$

$H(j\omega_0) = \frac{E_0}{j\omega_0} = -j \frac{E_0}{\omega_0}$

$|H(j\omega_0)| = \frac{E_0}{\omega_0} = \frac{150}{10^4} = \frac{15}{10^3}$

$\varphi(\omega_0) = \frac{\pi}{2} \quad (\Delta \omega_0 < 0)$

$x_1(t) = \frac{E_0}{\omega_0} \cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})$

$x_1(t) = -\frac{E_0}{\omega_0} \sin(\omega_0 t)$

* $\omega = 100 \omega_0 \quad \left(\frac{100}{150}\right)^{\frac{1}{2}} = 10^4$

On peut considérer $H(j\omega) \approx -\frac{E_0}{j\omega}$

$H(j\omega) \approx -\frac{E_0}{j\omega}$

$|H(j\omega)| \approx \frac{E_0}{\omega} \quad \varphi = 0$

$x_2(t) = \frac{E_0}{\omega_0} \cos(100 \omega_0 t)$

car la donnée des oscillogrammes est un peu limitée
A partir de l'oscillogramme, on peut déterminer la fréquence du signal en sortie du filtre avec une précision de $\frac{1}{10}$

(3)

$T \times 1.10^{-3} = 4 \times T \Rightarrow T = \frac{T}{4} \cdot 10^{-3}$

$\beta = \frac{1}{4} = \frac{1}{4} \cdot 10^3 \text{ Hz}$

$\beta = 250 \text{ Hz} \Rightarrow V = \frac{C}{\beta} = \frac{10^3}{250} = 4 \text{ m.s}^{-1}$

$\frac{dV}{dt} = \frac{C}{\beta^2} \frac{d\beta}{dt} = \frac{10^3}{250^2} \cdot \frac{d\beta}{dt}$

$\frac{dV}{dt} = \frac{10^3}{250^2} \cdot \frac{d\beta}{dt} = \frac{10^3}{250^2} \cdot \frac{d\beta}{dt}$

Donc on obtient:

$\frac{dV}{dt} + 2m \omega \frac{dV}{dt} + \omega^2 V = C \omega^2 V$

$h - k > 0 \quad V_e = E$

On introduit maintenant une charge

$V_e(t) = 0 = V_e(t) = -V_e(t)$

$\Rightarrow V_e(t) = 0$

$V_e(t) = 0 = V_e(t)$

$V_e(t) = 0$

$\Rightarrow x_1(t) = 0$

Or $x_1 = -C \frac{dV}{dt} \Rightarrow \frac{dV}{dt}(t) = 0$

c- l'équation caractéristique associée à l'équation différentielle s'écrit:
 $s^2 + 2m \omega s + \omega^2 = 0$

(6)

(7)

$$\Delta = 4 \text{ ms}^2 \text{ us}^2 - 4 \text{ ms}^2$$

$$m = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \Delta = 2 \text{ ms}^2 - 4 \text{ ms}^2 = -2 \text{ ms}^2 < 0$$

$$v_{ec} = -\frac{\sqrt{2}}{2} \text{ us}^2 \pm i \frac{\sqrt{2}}{2} \text{ us}^2$$

$$v_s(t) = \underbrace{60 \text{ E} + e^{-\frac{\sqrt{2}}{2} \text{ us} t}}_{\text{partielle}} \left(A \cos\left(\frac{\sqrt{2}}{2} \text{ us} t\right) + B \sin\left(\frac{\sqrt{2}}{2} \text{ us} t\right) \right)$$

$$v_s(0) = 0 \Rightarrow A = -60 \text{ E}$$

$$\frac{dv_s(t)}{dt} \Big|_{t=0} = B \frac{\sqrt{2}}{2} \text{ us} - \frac{\sqrt{2}}{2} \text{ us} A \Rightarrow 0$$

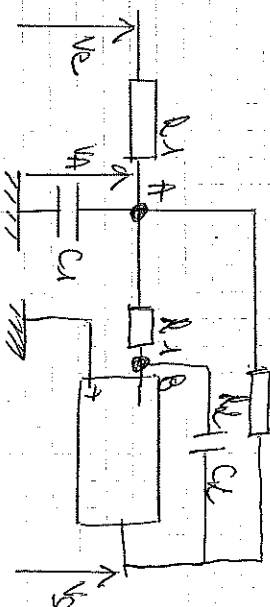
$$\frac{1}{\sqrt{2}} A = B$$

$$v_s(t) = 60 \text{ E} - 60 \text{ E} e^{-\frac{\sqrt{2}}{2} \text{ us} t} \left(\cos\left(\frac{\sqrt{2}}{2} \text{ us} t\right) + \sin\left(\frac{\sqrt{2}}{2} \text{ us} t\right) \right)$$

(15)

Suite Q6. détermination de la FT

$$v_H = 0 = v_s$$



On applique la loi des nœuds au nœud A :

$$\frac{v_H - v_A}{R_1} = i_{C1} v_H + \frac{v_H}{R_1} + \frac{v_H - v_s}{R_1} \quad (1)$$

loi des nœuds au nœud B :

$$\frac{v_H}{R_1} = -i_{C2} v_H \Rightarrow v_H = -i_{C2} v_H v_H$$

En reportant la relation (2), on a :

$$v_H = v_H \left(2 + \frac{R_1}{R_1} + i_{C1} v_H \right) - \frac{R_1}{R_1} v_s$$

$$v_H = - \left[\frac{R_1}{R_1} + i_{C1} + \frac{R_1}{R_1} \right] v_H v_H - \frac{R_1}{R_1} v_s$$

$$\frac{v_H(j\omega)}{v_s(j\omega)} = - \frac{1}{1 + i_{C1} \omega R_1 + \frac{R_1}{R_1} \omega R_1}$$

$$\frac{v_H(j\omega)}{v_s(j\omega)} = - \frac{1}{1 + i_{C1} \omega R_1 + \frac{R_1}{R_1} \omega R_1}$$

Pas d'ambiguïté on a :

$$60 = -\frac{R_1}{R_1} \quad \text{us} = \frac{1}{\omega R_1 C_1}$$

$$R_1 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{\omega R_1 C_1} \left(2 + \frac{R_1}{R_1} \right) \omega R_1$$