DS5

1) $s(x,t) = S_0 \cos(\omega(t - \frac{x}{c}))$ $\qquad s_r(x,t) = A\cos(\omega(t + \frac{x}{c}) + \varphi)$.

$= S_0 \cos(\omega t - \frac{\omega}{c} x)$

2) $k = \frac{\omega}{c}$ $\qquad \vec{k} = \frac{\omega}{c}\vec{e_x}$

$k = \frac{2\pi}{cT} = \frac{2\pi}{\lambda}$ $\qquad \lambda = \frac{c}{f} = \frac{340}{40\,10^3} = 8{,}5$ mm.

$k = \frac{2\pi}{\lambda} = 7{,}39\ 10^2\ m^{-1}$.

3)

$s_r(x,t) = S_0 \cos(\omega t - 2k\, x_p + kx)$.

4) Onde stationnaire.

$s_{total} = s(x,t) + s_r(x,t)$

$= S_0 \cos(\omega t - kx) + S_0 \cos(\omega t + kx - 2k x_p)$.

$= S_0\, 2\left[\cos(\omega t - k x_p) \cos(kx - k x_p)\right]$

produit $f(t)\, g(x)$ $\Rightarrow$ onde stationnaire.

5) en P il y a un ventre, la premier annulation (noeud) de l'onde stationnaire est $\lambda/4$ avant x_p.

$x_{\varphi} = x_p - \frac{\lambda}{4}$

$x_{noeud} = (x_p - \lambda/4) - n\frac{\lambda}{2}$ $\quad n \in \mathbb{N}$

6) $c_0 t_1 = x_R = x_0 + v t_1 \Rightarrow t_1 = \dfrac{x_0}{c_0 - v}$

$c_0 (t_2 - T_E) = x_0 + v t_2 \Rightarrow t_2 = \dfrac{x_0 + c_0 T_E}{c_0 - v}$

7) $T_R = t_2 - t_1 = \dfrac{c_0 T_E}{c_0 - v} \Rightarrow f_R = \dfrac{1}{T_R} = f_E\left(1 - \dfrac{v}{c_0}\right)$.

en fait à cause de la reflexion sur un objet mobile.

$f_R = f_E\left(1 - 2\dfrac{v}{c_0}\right)$. (admis).

8) $mgh = \frac{1}{2} m v^2 \quad v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2\ 9{,}8\ 0{,}5} = 3{,}1\ m.s^{-1}$

$\simeq 3\ m.s^{-1}$

9) Les obstacles fixes ne bougent pas, pas d'effet Doppler $\Rightarrow f = f_E$.

$S_m(t) = k\ S_{E_0} \cos(2\pi f_E t)\ S_{R_0} \cos(2\pi f_R t + \varphi)$.

si obstacle fixe $f_R = f_E \quad S_m = \dfrac{k\, S_{E_0} S_{R_0}}{2}\left[\cos(2\pi\, 2 f_E t + \varphi)\right.$

$\left. + \cos(\varphi)\right]$.

c'est un signal à frequence $2 f_E$ (hors bande passante du récepteur).

si obstacle mobile: $f_R = f_E\left(1 - 2\frac{v}{c_0}\right) \neq f_E$.

$S_m = \dfrac{k\, S_{E_0} S_{R_0}}{2}\left[\cos(2\pi(f_E + f_R)t + \varphi) + \cos(2\pi(f_E - f_R)t - \varphi)\right]$

il apparait le signal à la frequence $|f_E - f_R| = 2\frac{v}{c_0} f_E$.

qui est à basse fréquence ($v \ll c_0$) $\ll f_E$

En récupérant ce signal avec un filtre passe-bas

on accède à $\frac{2v}{c_0} f_E$ donc à v.

10) HF

$V_s = 0$

BF

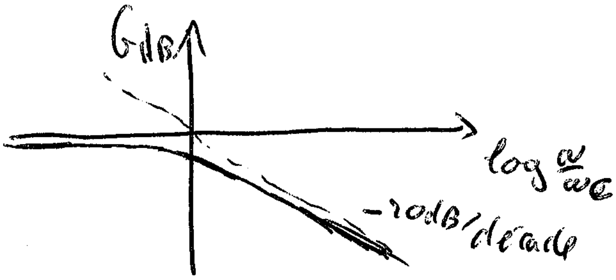
$V_s = V_e$

$$\underline{H} = \frac{1/jC\omega}{R + 1/jC\omega} = \frac{1}{1 + jC\omega R}.$$

11) $|\underline{H}| = \frac{|\underline{H}|_{max}}{\sqrt{2}}$ $\quad |\underline{H}|_{max} = 1 \Rightarrow \omega_c = \frac{1}{RC} \quad f_c = \frac{1}{2\pi RC}.$

12) HF $\quad \underline{H} = \frac{1}{jC\omega R} \quad G_{dB_{HF}} = -20 \log \frac{\omega}{\omega_c}$

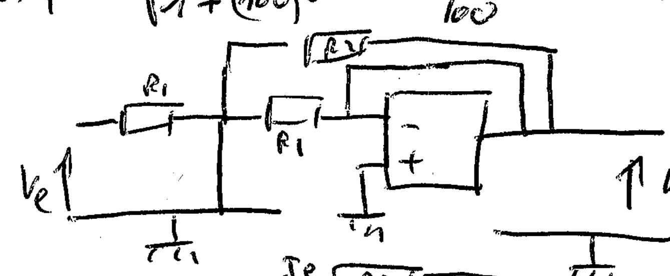
BF $\quad \underline{H} = 1 \quad G_{dB_{BF}} = 0.$



13) $|\underline{H}(f_c)| = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow U_s = \frac{1}{\sqrt{2}}$ V pour f_c.
$= 0{,}7$ V

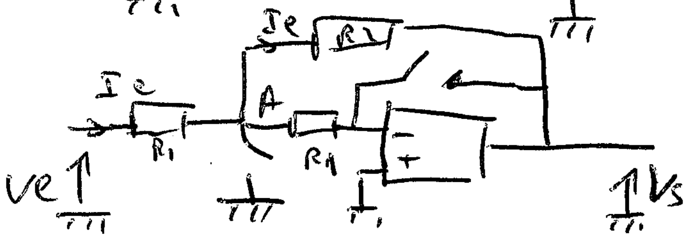
$|\underline{H}(100 f_c)| = \frac{1}{\sqrt{1 + (100)^2}} \simeq \frac{1}{100} \quad U_s = \frac{1}{100} = 0{,}01$ V.
pour $100 f_c$.

14) HF



$V_s = 0$

BF



$V_A = 0$

$I_e = \frac{V_e - 0}{R_1} = \frac{0 - V_s}{R_2}$

14) Suite

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

C'est un passe_bas, $\underline{H_1}$ est un passe bas, $\underline{H_2}$ un passe haut.

15) BF $\underline{H_1} = -G_0 \Rightarrow G_0 = \frac{R_2}{R_1}$

16) on ω_0 correspond à l'intersection des 2 asymptotes.
$\omega \ll \omega_0$ peu d'atténuation $\omega \gg \omega_0$ grande atténuation.

il faut $|f_E - f_R| \ll f_0 \ll f_E$

$$2\frac{v}{c_0} f_E \ll f_0 \ll f_E . \qquad 4\pi \frac{v}{c_0} f_E \ll \omega_0 \ll 2\pi f_E$$

si $f_0 = 2 f_E \sqrt{\frac{v}{c_0}}$ comme $\frac{v}{c_0} \ll 1 \Rightarrow$ $f_0 \gg 2\frac{v}{c_0} f_E$ et $f_0 \ll f_E$.

17)

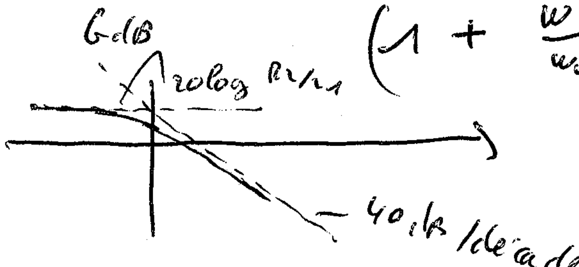
$$\underline{H} = \frac{-R_2/R_1}{1+\sqrt{2}j\frac{\omega}{\omega_0} - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2} \qquad \left(= \frac{H_0}{1-\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2 + \frac{1}{Q}\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)} \right)$$

$Q = \sqrt{2}$.

on est à la limite pour avoir une résonance.

$$|\underline{H}| = \frac{R_2/R_1}{\left(\left(1-\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2\right)^2 + \left(2\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2\right)\right)^{1/2}}$$

$$= \frac{\frac{R_2}{R_1}}{\left(1+\frac{\omega^4}{\omega_0^4}\right)^{1/2}}$$



alors $\omega_0 = \omega_c$

car $|\underline{H}(\omega_0)| = \frac{R_2/R_1}{\sqrt{2}}$.

18)

$$\frac{u_2}{u_1} = \frac{5 \times 4}{9{,}1 \times 2} = 100$$

on est dans la zone non atténuée $u_2 \gg u_1$. donc à basse fréquence.

$$\frac{u_2}{u_1} = \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow R_2 = 100\, R_1 = 100\ k\Omega.$$

19)

$$s_1(t) = -|H(\omega_0)|\, G_0 E_{0s} \cos(\omega_0 t + \varphi_1) \qquad \varphi_1 = \arg(\underline{H}(\omega_0)).$$

$$= -\frac{E_{01}}{\sqrt{2}} G_0 \cos(\omega_0 t + \varphi_1).$$

$$s_2(t) = G_0 |\underline{H}(100\omega_0)|\, E_{02} \cos(100\omega_0 t + \varphi_2) \qquad \varphi_2 = \arg(\underline{H}(100\omega_0))$$

$$= -G_0 \frac{E_{02}}{100} \cos(100\omega_0 t + \varphi_2)$$

20) Le filtre passe-bas récupère le signal basse fréquence de fréquence $|f_E - f_R| = \frac{2v}{c_0} f_E$.

Oscillogramme 2 $\simeq 28$ période pour 10 carreaux.

$$\Rightarrow T = \frac{10 \times 5\ 10^{-3}}{28} = 1{,}78\ 10^{-3}\,s$$

$$f = 560\ Hz. = f_E - f_R.$$

$f_E = 40\ kHz$

$c_0 = 340\ m.s^{-1}$

$$v = \frac{c_0\, f}{2 f_E} = \frac{340 \quad 560}{2 \quad 40\ 10^3} = 2{,}4\ m.s^{-1}$$

$$\simeq 2\ m.s^{-1}.$$