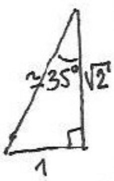
PCSi
2h

Devoir Surveillé de Physique

Lundi 28 novembre 2011

Mécanique :

1) Soit le point de coordonnées cartésiennes M(1 ; −1 ; 1). Sur un schéma vous placerez ce point en coordonées cylindriques, puis sur un deuxième en coordonnées sphériques.
Pour chaque système de coordonnées, M est placé avec les trois coordonnées indiquées avec leur valeur. Les trois lignes coordonnées correspondantes seront indiquées, les ensembles de définition précisés et les vecteurs de base ajoutés.

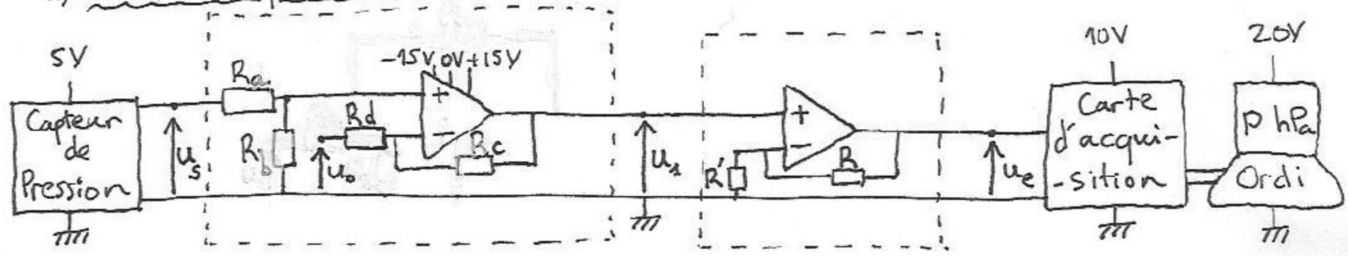


Vous exprimerez le vecteur position dans les 3 systèmes.

2) Une balle est placée devant un mur. Initialement elle est immobile et positionnée à une distance d du mur.
Tout à coup la balle se dirige vers le mur avec une accélération **a** constante. Le mouvement de la balle est rectiligne. Après combien de temps et avec quelle vitesse la collision avec le mur à lieu ?
Toutes les grandeurs seront indiquées sur un schéma.

Électricité :

1) Chaîne d'acquisition :



Notre carte d'acquisition a une tension d'entrée comprise entre 0V et 5V (La résolution est de 5 mV). Le capteur Fourni une tension aussi entre 0V et 5V pour une pression entre 0 hPa et 1000 hPa (relation proportionnelle).

a) Si l'on branche directement le capteur sur la carte qu'elle pression (avec son incertitude) correspond à une tension de 4V ?

b) On désire mesurer des pressions comprise entre 900 et 1000 hPa avec la meilleure résolution possible. Quelles opérations doit-on effectuer sur Us pour avoir malgré tout une tension entre 0V et 5V au niveau de la carte ?

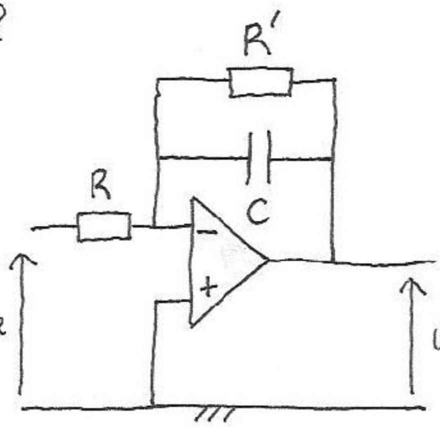
c) Exprimez u_1 en fonction de u_S et u_0. Type de montage ?

d) Exprimez u_e en fonction de u_1. Type de montage ?

Les amplificateurs opérationnels sont considérés idéaux et doivent fonctionner en régime linéaire.

e) Selon les contraintes du b) que proposez vous pour R_a, R_b, R_c, R_d, u_0 (tension continue), R et R' ?
Quelle est alors l'incertitude sur la pression ?

2) Filtre actif   Soit le circuit suivant :



L'AO est idéal et fonctionne en régime linéaire.

$R' = 50\,k\Omega$; $R = 10\,k\Omega$; $C = 3{,}18\,nF$

a) Déterminez la fonction de transfert du montage. Elle sera mise sous la forme :

$$H = \frac{G_0}{1 + j\frac{\omega}{\omega_c}}$$

Vous déterminerez G_0 et ω_c en fonction des données, réaliserez l'application numérique et montrerez que ω_c correspond à la pulsation de coupure.

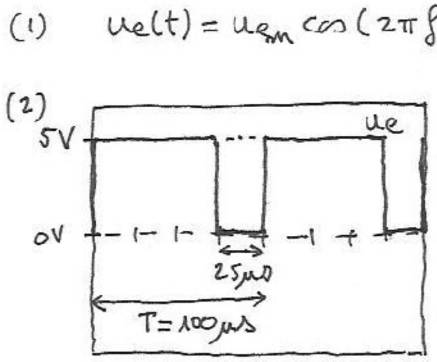
b) Tracez les diagrammes de Bode asymptotiques (AN : $20\log 5 \simeq 14$)

c) Exprimez $u_S(t)$ en fonction de $u_e(t)$ pour $\omega \gg \omega_c$ puis pour $\omega \ll \omega_c$. Rôle(s) du montage ?

d) Soit les signaux d'entrée suivant :

(1) $u_e(t) = u_{em}\cos(2\pi f_1 t)$ avec $u_{em} = 1V$ et $f_1 = 100\,Hz$

(2)



$u_e(t)$ = composante continue (fréquence nulle)
⊕
composante alternative

$$= \overline{u_e} + \sum_{i=1}^{\infty} a_i \cos(2\pi . i . f_1 + \varphi_i)$$

avec $f_1 = 1/T$

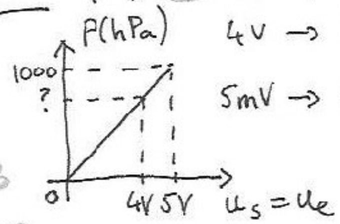
Dans les deux cas déterminez les signaux de sortie correspondants.
(le circuit traite chaque composante fréquentielle indépendamment)

∽

Élec : 1) a) 37 $5V \rightarrow 1000\,hPa$ $\Rightarrow P = \frac{4}{5} \times 1000 \Rightarrow \underline{P = 800\,hPa}$

$4V \rightarrow P_{4V} = ?$

$5mV \rightarrow \Delta P$ $\Rightarrow \Delta P = \frac{5.10^{-3}}{5} 1000 \Rightarrow \underline{\Delta P = 1\,hPa}$



3 $\Rightarrow P = 800 \pm 1\,hPa$ et $\frac{\Delta P}{P} = 0{,}125\,\%$

2

b)

2 $900\,hPa \rightarrow 4{,}5V$ $\rightarrow \boxed{-4{,}5V} \rightarrow$ $900\,hPa \rightarrow 0V$ $\rightarrow \boxed{\times 10} \rightarrow$ $900\,hPa \rightarrow 0V$

2 $1000\,hPa \rightarrow 5V$ $1000\,hPa \rightarrow 0{,}5V$ $1000\,hPa \rightarrow 5V$

2

On soustrait 4,5V à u_S, puis on multiplie le résultat par 10.

c) loi des nœuds en terme de potentiels en E_-, puis E_+ :

2
2 $\begin{cases} \frac{U_0 - V_-}{R_d} + \frac{U_1 - V_-}{R_c} - \underbrace{i_-}_{0} = 0 \\ \frac{U_S - V_+}{R_a} + \frac{0 - V_+}{R_b} - \underbrace{i_+}_{0} = 0 \end{cases}$ 2

$\varepsilon = V_+ - V_- = 0$ (linéaire)

$\Rightarrow V = V_+ = V_-$

$\Rightarrow \begin{cases} R_c U_0 - R_c V + R_d U_1 - R_d V = 0 \\ R_b U_S - R_b V - R_a V = 0 \end{cases}$ $\begin{cases} R_c U_0 + R_d U_1 = (R_c + R_d) V \\ R_b U_S = (R_a + R_b) V \end{cases}$

4

$\Rightarrow R_c U_0 + R_d U_1 = \frac{R_c + R_d}{R_a + R_b} R_b U_S \Rightarrow \boxed{U_1 = \frac{R_c + R_d}{R_a + R_b} \frac{R_b}{R_d} U_S - \frac{R_c}{R_d} U_0}$

La sortie, u_1, est une combinaison linéaire des 2 entrées de

1 type soustracteur.

2 d) Loi des nœuds en E_- : $\frac{0 - V_-}{R'} + \frac{U_e - V_-}{R} - \underbrace{i_-}_{0} = 0$

2 $\varepsilon = 0 = V_+ - V_- \Rightarrow V_+ = V_- = u_1$ $\quad u_e / R = \left(\frac{1}{R'} + \frac{1}{R}\right) u_1 \Rightarrow \boxed{u_e = \left(1 + \frac{R}{R'}\right) u_1}$

2

1 Montage non-inverseur.

e) Si $R_a = R_b = R_c = R_d \Rightarrow u_1 = u_S - u_0$ avec $u_S \in [4{,}5V ; 5V]$

3 avec $u_0 = 4{,}5V \Rightarrow u_1 \in [0V ; 0{,}5V]$

3 Si $R = 9R' \Rightarrow u_e = 10\,u_1 \Rightarrow u_e \in [0V ; 5V]$

un intervalle de pression de 100 hPa correspond à un intervalle de tension de 5V :

$\Delta P = \frac{5.10^{-3}}{5} \times 100 \Rightarrow \underline{\Delta P = 0{,}1\,hPa}$

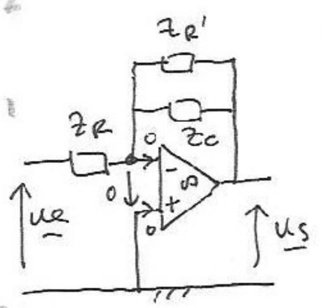
2 $100\,hPa \rightarrow 5V$

$? \rightarrow 5mV$

La résolution en pression est 10 fois meilleure.

60 2) **filtre actif** : a) $\varepsilon = 0 = \underline{V}_+ - \underline{V}_- \Rightarrow \underline{V}_- = \underline{V}_+ = \underline{V}_M = \underline{0}$

20



E_- : $\sum_k \left(\dfrac{\underline{V}_k - \underline{V}_0}{Z_k} \right) = 0 \Rightarrow \dfrac{\underline{u_e} - 0}{Z_R} + \dfrac{\underline{u_s} - 0}{Z_C // Z_{R'}} = 0$

$\Rightarrow H = \dfrac{\underline{u_s}}{\underline{u_e}} = - \dfrac{Z_C // Z_{R'}}{Z_R} = - \dfrac{Z_C Z_{R'}}{Z_R(Z_C + Z_{R'})}$

$\Rightarrow H = - \dfrac{1/jC\omega \, R'}{R(1/jC\omega + R')} \Rightarrow H = - \dfrac{R'}{R(1 + jR'C\omega)}$

6

$\Rightarrow \boxed{G_0 = - \dfrac{R'}{R}} \overset{AN}{=} -5 \qquad \boxed{\omega_c = \dfrac{1}{R'C}} \overset{AN}{=} \dfrac{1}{50.10^3 \times 3{,}18.10^{-9}}$

$\simeq \dfrac{1}{1{,}5} 10^{+4}$ rad/s

posons la pulsation réduite $x = \dfrac{\omega}{\omega_0}$

$\Rightarrow H(jx) = \dfrac{G_0}{1 + jx} \Rightarrow G = |H| = \dfrac{|G_0|}{\sqrt{1+x^2}} \Rightarrow G_{max} = |G_0| = \dfrac{R'}{R}$

$\underbrace{G(\omega_c) = \dfrac{G_{max}}{\sqrt{2}}}_{\text{définition de la coupure.}} = \dfrac{|G_0|}{\sqrt{1+x_c^2}} \Rightarrow x_c^2 = 1 \Rightarrow x_c = 1 = \dfrac{\omega_c}{\omega_0}$

$\Rightarrow \boxed{\omega_0 = \omega_c}$

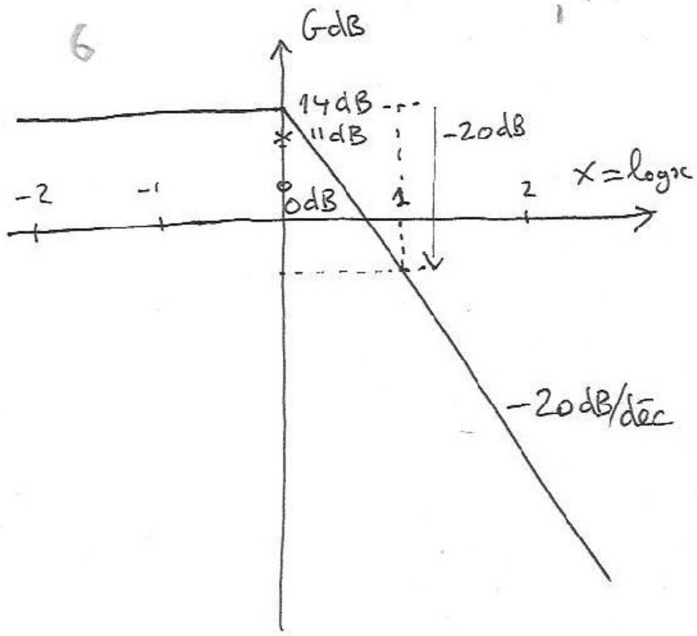
6

b) 19

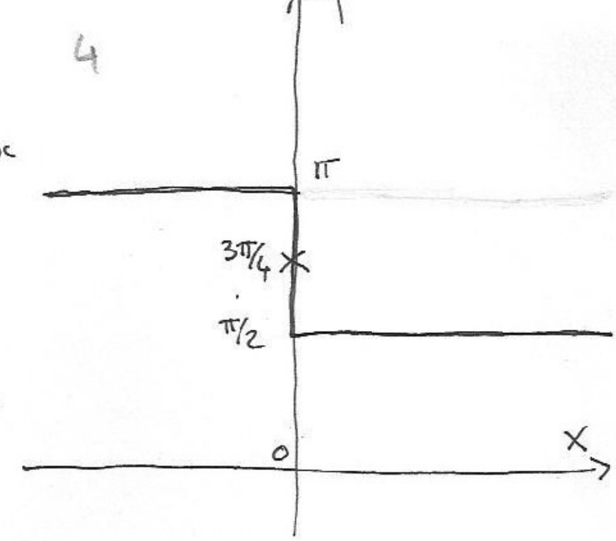
$H \xrightarrow{BF} H \sim G_0$:
- $\rightarrow G_{dB} = 20 \log |H| = 20 \log |G_0| \simeq 14$ dB
- $\rightarrow \varphi = \arg H = \pm \pi$

$H \xrightarrow{HF} H \sim \dfrac{G_0}{j \frac{\omega}{\omega_c}}$:
- $\rightarrow G_{dB} = 20 \log G = 20 \log |G_0| - 20 \log x$; $G = |G_0|/x$
- $\rightarrow \varphi = \pm \pi - \pi/2 = \pi/2$

6



4



c) $\underline{\omega >> \omega_c}$: HF $\quad H \sim \frac{\omega_c G_0}{j\omega} \sim \frac{\underline{u_s}}{\underline{u_e}}$

9

4 $\Rightarrow \omega_c G_0 \underline{u_e} = j\omega \underline{u_s} \overset{\mathbb{R}}{\Rightarrow} \omega_c G_0 u_e(t) = \frac{du_s}{dt} = -\frac{1}{RC} u_e$

$\overset{\int dt}{\Rightarrow} \boxed{u_s(t) = -\frac{1}{RC}\int_{t_0}^{t} u_e \, dt + u_s(t_0)} \Rightarrow$ Montage intégrateur (idem celui du cours: $\overset{R'}{—\square—} \rightarrow —/—$)

1

3 $\underline{\omega << \omega_c}$: BF $\quad H \sim G_0 \sim \frac{\underline{u_s}}{\underline{u_e}} \overset{\mathbb{R}}{\Rightarrow} \boxed{u_s(t) = -\frac{R'}{R} u_e(t)}$

1 Nous avons alors un montage inverseur: $G = -\frac{R'}{R} = -5$

d) (1) · $f_1 << \underline{f_c} = \frac{\omega_c}{2\pi} \simeq \frac{10^4}{6 \times 1{,}5} \simeq \underline{1000\,Hz} \Rightarrow \underline{\underline{BF}}$

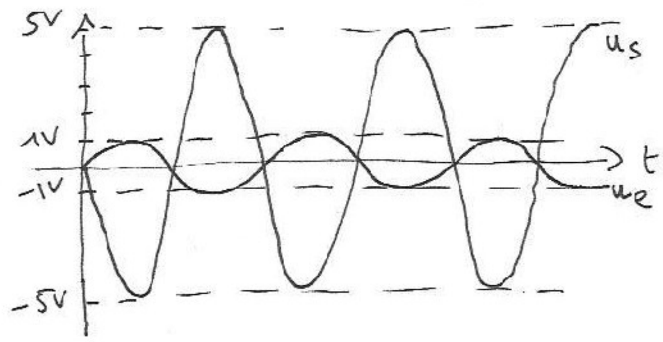
$\Rightarrow$ Comportement montage inverseur $\Rightarrow u_s(t) = G\, u_{em} \cos(2\pi f_1 t)$
$= \frac{R'}{R} u_{em} \cos(2\pi f_1 t + \pi)$

$\Rightarrow u_{s_m} = \frac{R'}{R} u_{em}$ et $\varphi_{u_s/u_e} = \pi$

u_s en opposition de phase avec u_e.

$u_{s_m} = 5\,V$

6

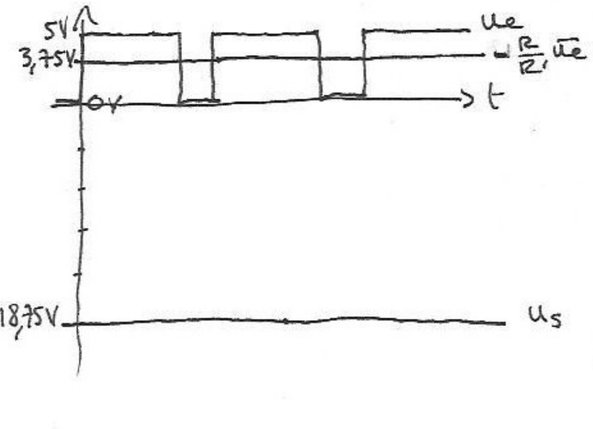


(2) $f_1 = \frac{1}{100.10^{-6}} = 10\,000\,Hz >> f_c \Rightarrow \underline{HF}$

montage passe-bas, toutes les composantes de fréquences grandes devant f_c sont éliminées : f_1 et tous ses multiples

6 $\Rightarrow$ seule la fréquence nulle reste : $u_s(t) = -\frac{R'}{R}\bar{u_e}$

$\bar{u_e} = \frac{5 \times 3 + 0 \times 1}{3+1} = 3{,}75\,V \Rightarrow \underline{u_s = -18{,}75\,V}$



La tension d'entrée est variable et nous obtenons en sortie une tension continue, qui est proportionnelle à sa valeur moyenne.