PSI - PSI* 24-25

DM N°2 - corrigé

A. Filtrage

① $f = 80$ Hz. Pour $f < 80$ Hz, vous avez déjà expérimenté le parasitage de vos signaux par le 50 Hz du secteur.

Pour $f > 80$ Hz, harmoniques de f ? signaux électromagnétiques captés par le montage par effet d'antenne ?

② Passe-bande à Q élevé centré sur 80 Hz

→ Pour établir la relation donnée dans le texte :

1* en P $\underline{Y}_2(\underline{u}_e-\underline{u}_P)+\underline{Y}_3(\underline{v}_+-\underline{u}_P)$

$+\underline{Y}_1(\underline{u}_s-\underline{u}_P)=0 \quad (1)$

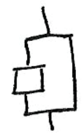
2* en ⊖, $\underline{v}_- = \dfrac{r}{kr}\underline{u}_s = \dfrac{\underline{u}_s}{k}$

3* en ⊕, $(\underline{u}_P-\underline{u}_+)\underline{Y}_3+(0-\underline{u}_+)\underline{Y}_4=0$

4* $\underline{u}_+=\underline{u}_-$

On élimine $\underline{u}_+$, $\underline{u}_-$ et $\underline{u}_P$ de ces 4 équations

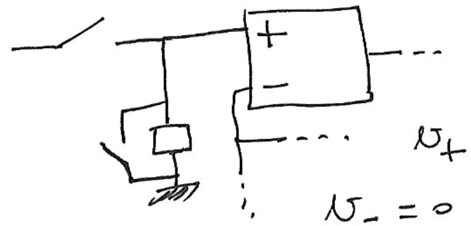
pour obtenir $\underline{H}$.

③ HF : —| |— → —— donc (1) ⟺ 

et $v_+=0$

donc $v_- = 0$ et $v_s=0$

BF : —| |— → —/ — donc :



Comme $i_+=0$, $v_+=0$ et $v_-=0$ d'où $v_s=0$.

C'est un passe-bande.

④ R : C'est bien la forme canonique d'un passe-bande qui est donnée...

$$\underline{H} = \frac{k\,jC\omega/R}{\left(\frac{1}{R}+jC\omega\right)\left(\frac{2}{R}+jC\omega\right)+jC\omega\left(\frac{1}{R}+(1-k)\frac{1}{R}\right)}$$

$$\underline{H} = \frac{1}{2}\,\frac{j\omega kRC}{1+j\omega\frac{RC}{2}(5-k)-\frac{R^2C^2}{2}\omega^2}$$

$$\frac{G_0}{Q\omega_0} = \frac{kRC}{2}\ ;\quad \frac{RC}{2}(5-k) = \frac{1}{Q\omega_0}\ ;\quad \omega_0^2 = \frac{2}{(RC)^2}$$

③

D'où $\omega_0 = \frac{\sqrt{2}}{RC}$, $Q = \frac{\sqrt{2}}{5-k}$.

et enfin $G_0 = \frac{k}{5-k}$

f_0 est la fréquence centrale (résonance)

$f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi}$; Q est le facteur de qualité

et G_0 le gain, maximal, à la fréquence f_0.

⑤ Avec $\underline{H}$ page ② :

$$\frac{R^2C^2}{2}\frac{d^2v_s}{dt^2} + \frac{RC}{2(5-k)}\frac{dv_s}{dt} + v_s = \frac{kRC}{2}\frac{dv_e}{dt}$$

Le régime libre diverge si $5-k<0$ (exponentielle croissante d'où saturation à $\pm V_{sat}$ de l'AO).

Il faut garder k inférieur à 5.

⑥ On construit un tableau permettant de regrouper les résultats lus sur le diagramme de BODE.

④

f(Hz)	x	log x	GdB	|H|	φ
50	0,62	−0,2	11	3,5	≃ π/2
80	1	0	37	71	0
100	1,2	0,1	17	7,1	≃ −π/2

Le signal de fréquence 80Hz a une amplitude 10x plus grande que le 100Hz et 20x plus grande que le 50Hz en sortie (et il est en phase avec l'entrée). On récupère donc seulement ce signal

B. ① Le mode DC affiche le signal complet, le mode AC possède un filtre passe-haut de fréquence de coupure très basse (sur nos Agilent, $f_c \simeq 10$Hz) qui coupe le continu.

1 * Quand les signaux observés sont de faible fréquence il faut donc éviter le mode AC

2 * Le mode DC est gênant si le signal comprend une composante continue

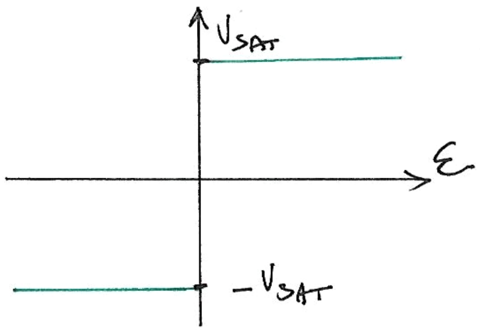
importante et une composante variable de faible amplitude : pour observer cette dernière il faut augmenter la sensibilité et on risque de ne plus voir la courbe.

Ici il faut donc rester en DC (faible fréquence, pas de continu).

3 Plus les courbes franchiront l'axe des temps avec une pente forte, plus la précision sera grande. Il faut utiliser la plus petite sensibilité qui "étalera" les courbes verticalement.

Question B.2. Voir en fin de corrigé

C. 1 a



b La borne ⊖ est à la ~~masse~~, l'AO n'a pas de boucle de rétroaction, il fonctionne donc à saturation et d'après a)

$v_+ > v_- = 0 \Rightarrow v_S = +V_{sat}$

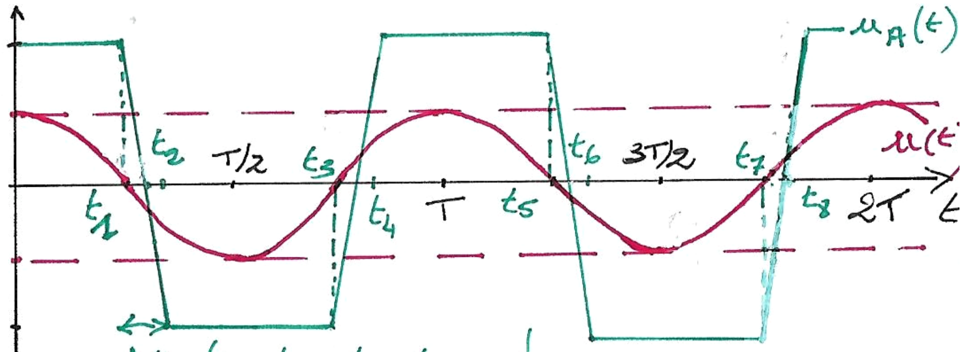
$v_+ < v_- = 0 \Rightarrow v_S = -V_{sat}$

v_+ est donc bien comparé à zéro.

c L'AO bascule de $+V_{sat}$ à $-V_{sat}$ quand $u(t)$ franchit l'axe des t en décroissant ; soit t_1 ce temps entre 0 et T.
Il atteint $-V_{sat}$ Δt plus tard, soit à $t_2 = t_1 + \Delta t$

Puis il bascule de $-V_{sat}$ à $+V_{sat}$ quand $u(t)$ franchit l'axe des t en croissant ; soit t_3 ce temps entre 0 et T ; l'AO atteint $+V_{sat}$ Δt plus tard, soit à $t_4 = t_3 + \Delta t$

Et ainsi de suite :



$\Delta t = t_2 - t_1 = t_4 - t_3 = $ etc.

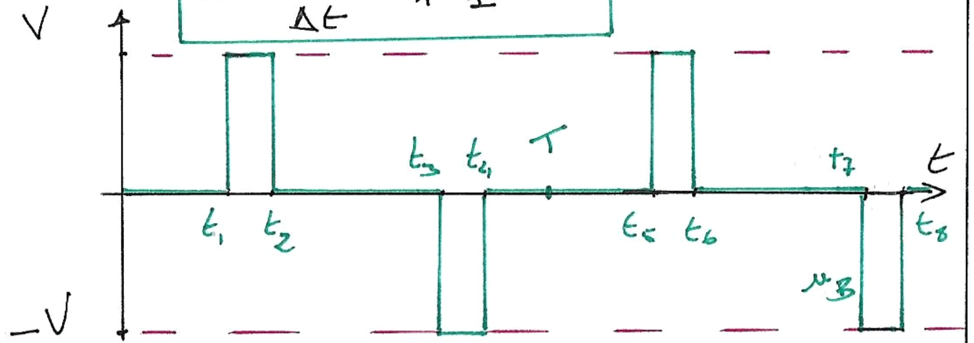
R : $t_1 = T/4$, $t_3 = 3T/4$, etc.

2 a On reconnaît un dérivateur inverseur : $u_B = -R_1C_1 \dfrac{du_A}{dt}$

b D'après C.1.c, u_B est nul $\forall t$ sauf

Sur les intervalles Δt où il est constant

et vaut $\boxed{\pm \frac{2V_{sat}}{\Delta t} R_1 C_1 = V}$.



(3) (a) L'impédance d'entrée du bloc D est ∞ : $u_B = R_2 i_C + u_C$.

(b) 1* Supposons $i_C < 0$. Alors $u_C = 0$ d'après la caractéristique ; on $u_B = R_2 i_C + u_C$ donc $u_B < 0$

2* Supposons $i_C > 0$. Alors $u_C = 5V$ d'après la caractéristique ; donc $u_B = R_2 i_C + 5(V)$ et $u_B > 0$.

Finalement :

u_B	u_C
<0	0
>0	5V

(8)

(c) Même courbe qu'en 2b en ramenant à 0 les parties à $-V$.

(4) (a) Le déphasage temporel est τ, le déphasage angulaire est donc $\varphi = \omega\tau$, soit $\varphi = 2\pi f t$

(b) cf. Annexe

(c) Idem.

(5) * $\frac{u_S}{u_D} = -\frac{r_0}{R_0}\frac{1}{1+jr_0C_0\omega}$.

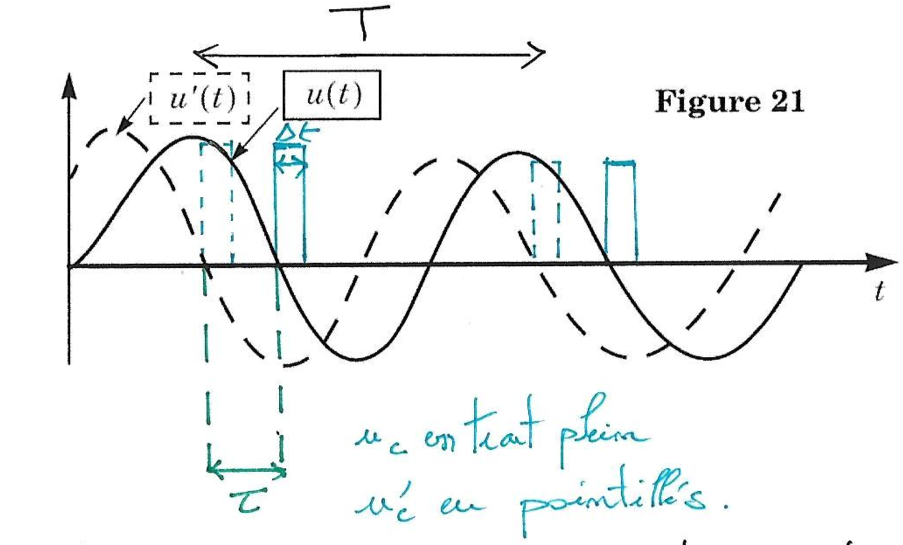
Car 1* $u_+ = 0$ et $u_+ = u_-$

2* $\frac{u_D - 0}{R_0} + \frac{u_S - 0}{\frac{1}{\frac{1}{r_0}+jC_0\omega}} = 0$ soit

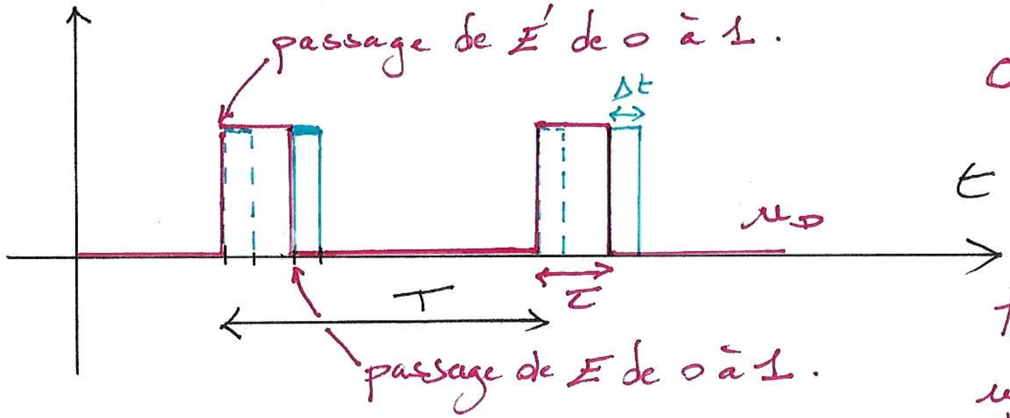
$u_D = -\frac{R_0}{r_0}(1+jr_0C_0\omega)\, u_S$

* u_D est périodique de période T et de valeur moyenne non nulle égale à $\langle u_D \rangle = \frac{\tau}{T} 5$ (en V).

Si $r_0 C_0 \omega \gg 1$, alors : toutes les composantes variables de u_D seront coupées seul le continu passera et $u_S \simeq -\frac{r_0}{R_0}\cdot\frac{\tau}{T} 5$ (V)



Le début des impulsions de u_c et u_c' est séparé de τ.



Question B.2.

u' est en avance de phase sur u, puisqu'elle atteint son maximum (ou coupe l'axe des t) avant u.

le déphasage vaut $\frac{1{,}5}{9} 2\pi$ = 1 rad, soit environ 57 °

Annexe

C.4 c

On voit bien que l'on a extrait le déphasage temporel entre u et u' lors de l'obtention de u_D.

C.5.

Après le passe-bas de fréquence de coupure faible : $f_c = \frac{1}{2\pi r_0 C_0} \ll \frac{1}{T}$, u_S sera ∝ à τ