BLAISE PASCAL
PT 2021-2022

Préparation à l'oral

Électronique

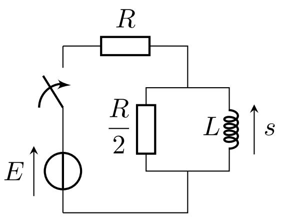
💡 Difficulté d'analyse et compréhension, initiative requise ;
✂ Difficulté technique et calculatoire ;
☢ Exercice important.

Flasher ce code pour accéder aux corrigés

Régimes transitoires

Exercice 1 : Circuit RL à deux mailles — oral Mines-Télécom PSI | 💡 3 | ✂ 2

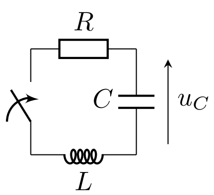
▷ *Équation différentielle du premier ordre ;*
▷ *Recherche de condition initiale.*



L'interrupteur est fermé à l'instant $t = 0$. Étudier l'évolution de $s(t)$ et tracer sa courbe.

Exercice 2 : RLC série en régime libre — oral CCINP PSI | 💡 1 | ✂ 2

▷ *Équation différentielle du second ordre ;*
▷ *Montage expérimental.*

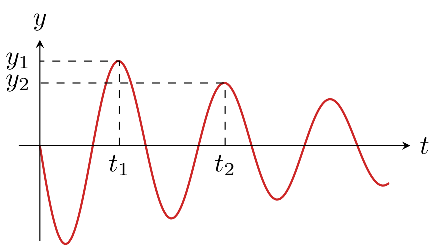


On étudie le circuit ci-contre où le condensateur est initialement chargé : $u_C(t{=}0) = U_0$.

1 - Déterminer les valeurs de i, de u_C et de u_L à la fermeture du circuit en $t = 0^+$, puis en régime permanent pour $t \to \infty$.

2 - Parmi ces grandeurs, laquelle correspond à y représentée ci-contre ? Comment doit-on procéder pour la mesurer ? Indiquer sur le schéma les branchements de l'oscilloscope.

3 - Déterminer l'équation différentielle vérifiée par le courant i en fonction de $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$ et $m = R/2L\omega_0$.



4 - On suppose $m < 1$. Déterminer la solution en fonction de $\Omega = \omega_0\sqrt{1-m^2}$. Que représente Ω ? Comment peut-on l'évaluer à partir de la courbe ?

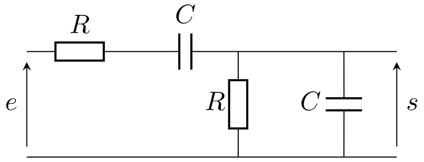
5 - En utilisant des approximations adéquates, trouver une relation simple entre le rapport y_1/y_2 et m.

BY-NC-SA

Filtrage

Exercice 3 : Filtre de Wien — oral banque PT | 2 | 2

- *Fonction de transfert ;*
- *Diagramme de Bode ;*
- *Signal de sortie d'un filtre.*



On s'intéresse au filtre de Wien représenté ci-contre.

1 - Par analyse des comportements asymptotiques, déterminer le type de filtre dont il s'agit.

2 - Déterminer la fonction de transfert $\underline{H}$ du filtre.

3 - On pose $\omega_0 = 1/RC$ et $x = \omega/\omega_0$. Écrire la fonction de transfert sous la forme

$$\underline{H} = \frac{H_0}{1 + \mathrm{j}Q\left(x - \dfrac{1}{x}\right)},$$

en précisant ce que valent H_0 et Q.

4 - Calculer simplement le gain maximal du filtre, exprimer sa valeur de dB, et calculer le déphasage correspondant.

5 - Représenter le diagramme de Bode asymptotique du filtre et en déduire qualitativement le tracé réel.

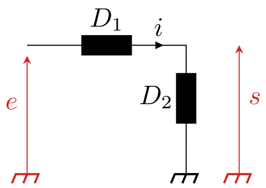
6 - Calculer la pulsation propre ω_0 pour $R = 1{,}0\,\mathrm{k\Omega}$ et $C = 500\,\mathrm{nF}$. Donner le signal de sortie du filtre si le signal d'entrée est

$$e(t) = E_0 + E_0\cos(\omega t) + E_0\cos(10\,\omega t) + E_0\cos(100\,\omega t)$$

avec $E_0 = 10\,\mathrm{V}$ et $\omega = 200\,\mathrm{rad\cdot s^{-1}}$.

Exercice 4 : Dipôles masqués — oral CCINP MP | 2 | 1

- *Équivalence de dipôles ;*
- *Fonction de transfert.*



Avec un résistor, une bobine et un condensateur on réalise deux dipôles D_1 et D_2. En régime continu, on mesure $I = 1\,\mathrm{mA}$ pour $E = 3\,\mathrm{V}$. En régime sinusoïdal, le circuit présente un comportement passe-bande de fréquence de résonance $f_0 = 1\,\mathrm{kHz}$ et de bande passante $\Delta f = 200\,\mathrm{Hz}$.

Identifier les dipôles et la valeur des composants utilisés.

Donnée : forme canonique de la fonction de transfert d'un filtre passe bande du second ordre :

$$\underline{H} = \frac{H_0}{1 + \mathrm{j}Q\left(x - \dfrac{1}{x}\right)} = \frac{\dfrac{\mathrm{j}x}{Q}H_0}{1 - x^2 + \dfrac{\mathrm{j}x}{Q}}$$

Électronique numérique

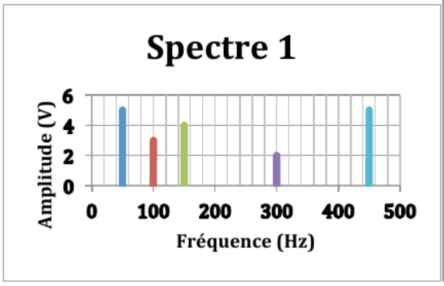
Exercice 5 : Échantillonnage et spectre — exemple officiel banque PT | 2 | 0

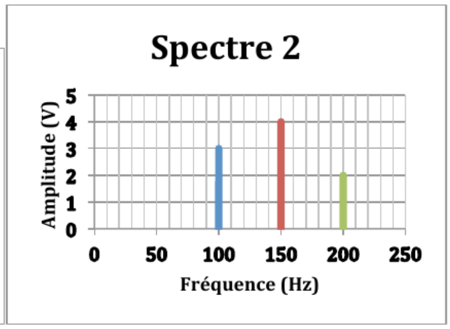
- *Critère de Shannon ;*
- *Modification du spectre par échantillonnage.*

Un expérimentateur réalise des mesures qui sont ensuite échantillonnées avec deux fréquences d'échantillonnage $f_{e1} = 1$ kHz et $f_{e2} = 500$ Hz.

BY-NC-SA

On donne les spectres en amplitude obtenus après échantillonnage pour les deux fréquences : spectre 1 pour f_{e1} et spectre 2 pour f_{e2} .





On suppose que le critère de Nyquist-Shannon est vérifié pour l'échantillonnage à la fréquence d'échantillonnage $f_{e1} = 1$ kHz.

Est-il vérifié pour l'échantillonnage à la fréquence $f_{e2} = 500$ Hz ?

Expliquer le spectre 2 obtenu.

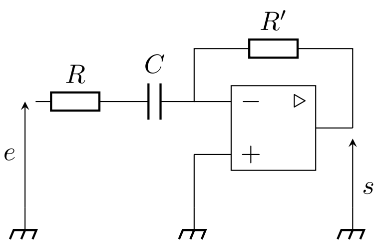
On constate que la fréquence 50 Hz a disparu dans le spectre 2. L'expliquer en faisant appel au spectre de Fourier en phase.

Montages à ALI

Exercice 6 : Filtre actif amplificateur

2 | 2 |

- *Montage simple à ALI ;*
- *Régime linéaire et de saturation ;*
- *Filtrage.*



1 - Identifier sans calcul la nature du filtre ci-contre.

2 - Établir sa fonction de transfert sous forme canonique

$$\underline{H} = \frac{H_0}{1 - \mathrm{j}\dfrac{\omega_c}{\omega}} .$$

3 - On souhaite une pulsation de coupure $\omega_c = 1 \cdot 10^4\,\mathrm{rad \cdot s^{-1}}$ et un gain de $20\,\mathrm{dB}$ en haute fréquence. Déterminer les valeurs à donner à R' et C pour $R = 1\,\mathrm{k\Omega}$.

4 - Tracer le diagramme de Bode du filtre.

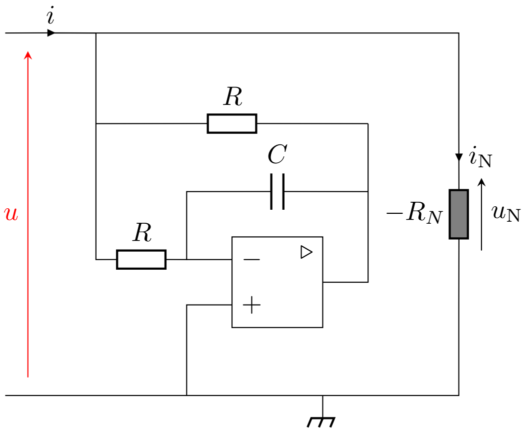
5 - On envoie en entrée du filtre une tension sinusoïdale $e(t) = E_0 \cos(\omega t)$. Donner l'allure de la tension de sortie et de son spectre dans les quatre cas suivants :

- $E_0 = 1\,\mathrm{V}$ et $\omega = 1 \cdot 10^2\,\mathrm{rad \cdot s^{-1}}$;
- $E_0 = 3\,\mathrm{V}$ et $\omega = 1 \cdot 10^2\,\mathrm{rad \cdot s^{-1}}$;
- $E_0 = 1\,\mathrm{V}$ et $\omega = 1 \cdot 10^5\,\mathrm{rad \cdot s^{-1}}$;
- $E_0 = 3\,\mathrm{V}$ et $\omega = 1 \cdot 10^5\,\mathrm{rad \cdot s^{-1}}$.

BY-NC-SA Étienne Thibierge, 12 mai 2022, www.etienne-thibierge.fr

Exercice 7 : Simulateur d'inductance 2 | 2

▷ *Impédance d'entrée ;*
▷ *Régime linéaire.*



Les bobines sont des composants très utilisés en électronique de puissance, mais leur grande taille les rend peu pratiques à insérer dans des circuits intégrés. Ce n'est cependant pas un souci puisqu'elles peuvent être remplacées par des montages à ALI comme celui représenté ci-contre, beaucoup plus compact.

L'ALI fonctionne en régime linéaire. Le dipôle « $-R_N$ » désigne l'impédance d'entrée d'un autre montage à ALI, dit à résistance négative, dont la loi de comportement s'écrit $u_\mathrm{N} = -R_\mathrm{N} i_\mathrm{N}$.

1 - Déterminer l'impédance d'entrée $\underline{Z}$ du montage. Il pourra être plus simple de déterminer d'abord l'admittance $\underline{Y} = 1/\underline{Z}$.

2 - En déduire la valeur à donner à R_N pour que le montage soit équivalent à une inductance pure, et en déduire $L_\text{éq}$.

Exercice 8 : Démodulateur à déphasage oral banque PT | 3 | 2

▷ *Montage à plusieurs blocs ;*
▷ *Régime linéaire ;*
▷ *Filtrage.*

Considérons le montage figure 1. Le potentiel de sortie du multiplieur est relié aux potentiels de ses entrées par $v_m = K\, v_x\, v_y$, où K est une constante positive s'exprimant en V^{-1}. L'impédance des entrées x et y est infinie.

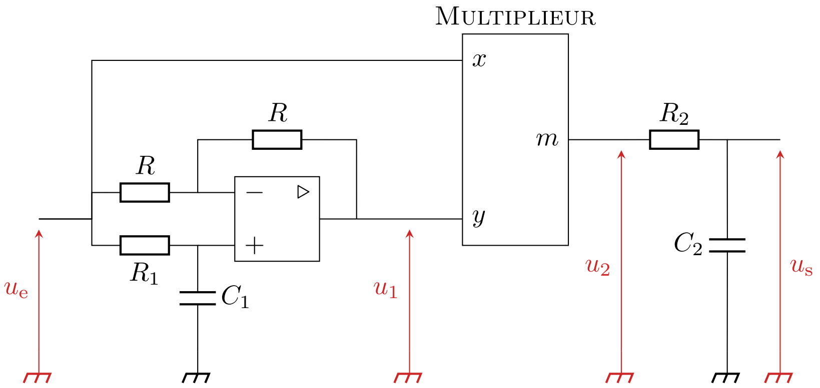


Figure 1 – Démodulateur à déphasage.

1 - Rappeler les spécificités d'un ALI idéal. Quel est le mode de fonctionnement de l'ALI présent dans le système ?

2 - Déterminer $\underline{H_1} = \underline{U_1}/\underline{U_\mathrm{e}}$, exprimer son module et son argument.

3 - Déterminer la pulsation ω_0 telle que pour une entrée $u_\mathrm{e}(t) = A\cos(\omega_0 t)$ on ait

$$u_1(t) = A\cos\left(\omega_0 t - \frac{\pi}{2}\right) .$$

4 - Calculer $u_2(t)$ pour $u_\mathrm{e}(t) = A\cos(\omega t)$ avec ω quelconque. Que dire si $\omega = \omega_0$?

> ***Question posée oralement pour guider le candidat :*** *Quelle est la différence entre $v_x(t) \times v_y(t)$ et $\underline{V_x} \times \underline{V_y}$?*

5 - Calculer $u_\mathrm{s}(t)$ pour $\omega = \omega_0$. Comment choisir C_2 pour que u_s soit « constante » ?

6 - Calculer u_s pour $u_\mathrm{e} = A\cos((\omega_0 + \Delta\omega)t)$ avec $\Delta\omega \ll \omega_0$. Comment en déduire $\Delta\omega$?

BY-NC-SA

Étienne Thibierge, 12 mai 2022, www.etienne-thibierge.fr

Oscillateurs

Exercice 9 : Astable compact

oral banque PT | 2 | 2 |

- *Oscillateur de relaxation ;*
- *Période des oscillations.*

On étudie le montage représenté figure 2, en traçant expérimentalement sa relation entrée-sortie.

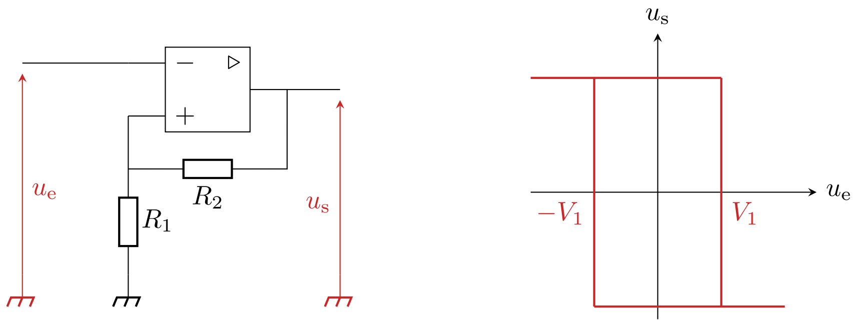


Figure 2 – Montage et sa relation entrée-sortie.

1 - Comment procéder expérimentalement pour obtenir la courbe de droite de la figure 2 ? Expliquer la courbe observée. Comment se nomme le montage réalisé ?

2 - Établir l'expression de la tension V_1 en fonction des résistances R_1 et R_2.

On ajoute au montage précédent une deuxième rétroaction par une résistance R_3 et un condensateur C et on enregistre les signaux obtenus, voir figure 3.

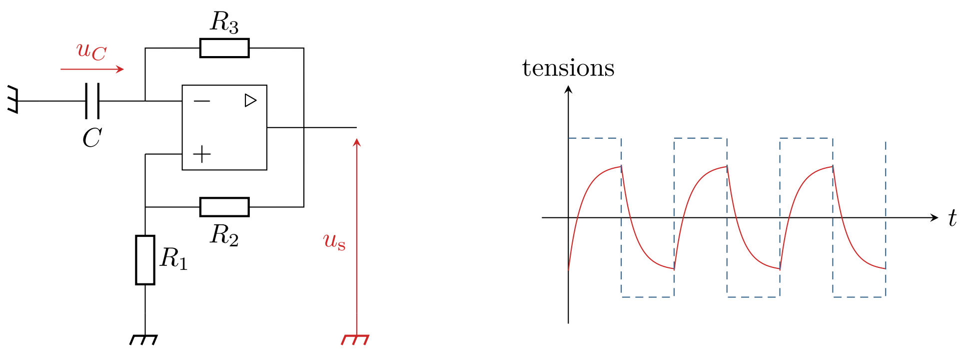


Figure 3 – Montage bouclé et chronogrammes des tensions obtenues.

3 - Identifier la courbe correspondant à u_C et celle correspondant à u_s. Expliquer leur allure. Quel est le régime de fonctionnement de l'ALI ?

4 - Exprimer la période T_0 des signaux en fonction de R_1, R_2, R_3 et C.

> *L'exercice a aussi été posé sous une autre forme, un peu plus difficile, car moins guidée et sans étude préalable du comparateur à hystérésis. Le schéma donné était celui de la figure 3, l'énoncé assez succint est reproduit ci-dessous.*
>
> *Le condensateur est initialement déchargé et la tension de sortie de l'ALI égale à $+V_{sat}$.*
> - *Déterminer $u_C(t)$.*
> - *Justifier qu'il existe un instant t_1 auquel u_s commute. Le déterminer.*
> - *Tracer u_C en fonction du temps.*

BY-NC-SA

Exercice 10 : Oscillateur de Hartley

oral banque PT | 2 | 2 |

▷ *Oscillateur quasi-sinusoïdal ;*
▷ *Condition d'oscillation ;*
▷ *Démarrage des oscillations.*

Considérons le circuit représenté figure 4.

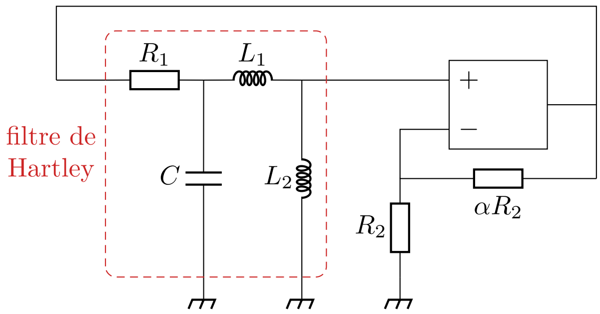


Figure 4 – Schéma d'un oscillateur de Hartley à ALI.

1 - Parmi les propositions suivantes, identifier la forme de la fonction de transfert du filtre de Hartley.

$$\underline{H_1} = \frac{H_0}{1 + \dfrac{\mathrm{j}\omega}{Q\omega_0} - \left(\dfrac{\omega}{\omega_0}\right)^2} \qquad \underline{H_2} = \frac{\dfrac{\mathrm{j}\omega}{Q\omega_0} H_0}{1 + \dfrac{\mathrm{j}\omega}{Q\omega_0} - \left(\dfrac{\omega}{\omega_0}\right)^2} \qquad \underline{H_3} = \frac{-H_0\left(\dfrac{\omega}{\omega_0}\right)^2}{1 + \dfrac{\mathrm{j}\omega}{Q\omega_0} - \left(\dfrac{\omega}{\omega_0}\right)^2}$$

2 - Déterminer les caractéristiques ω_0, H_0 et Q à l'aide des graphes figure 5.

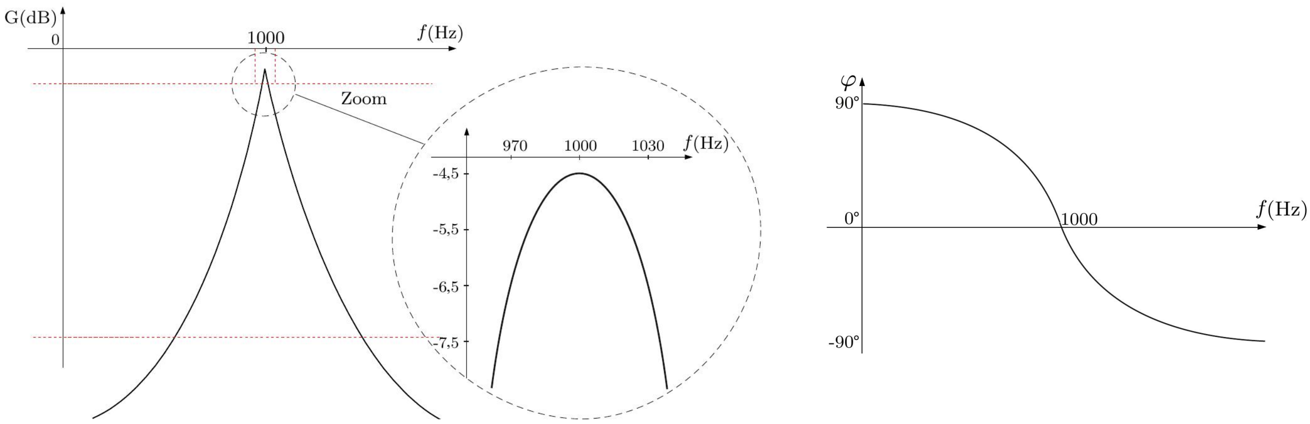


Figure 5 – Diagramme de Bode du filtre.

3 - Déterminer α pour qu'il y ait des oscillations sinusoïdales.

4 - Étudier le démarrage des oscillations : condition d'apparition et évolution de l'amplitude au cours du temps.

BY-NC-SA