



BLAISE PASCAL
PT 2020-2021

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



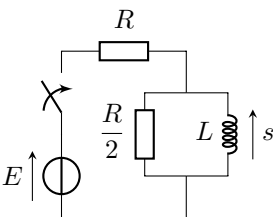
Rapport du jury

- 2019 :** Les candidats ont enregistré qu'il convient d'énoncer une « loi des nœuds en terme de potentiel » plutôt qu'un théorème de Millman, encore faut il savoir justifier en quoi c'est une loi des nœuds. Il est surprenant que de nombreux candidats tracent sans peine un diagramme de Bode, extraient les gains et arguments mais sont désemparés pour déterminer la phase et l'amplitude d'une tension de sortie. Difficultés dans l'analyse basse fréquence d'un circuit, la tension aux bornes d'un interrupteur ouvert étant considérée comme nulle.
- 2018 :** Les manipulations formelles en complexe se font bien. Par contre, le retour aux grandeurs réelles est très rarement bien fait. Il semble que les notions de base de l'électrocinétique (tension, loi d'Ohm, ...) ne « parlent » pas aux candidats. Les analyses spectrales sont connues mais souvent mal traitées par manque de précision (quelle harmonique, quelle fréquence de coupure, quel gain, quel déphasage, ...)
- 2017 :** Beaucoup de candidats écrivent un théorème de Millman en disant « la loi des nœuds en terme de potentiel » ce qu'ils sont incapables de justifier précisément. La loi des nœuds est invoquée à de multiples occasions même s'il n'y a pas de nœud. Les oscillateurs quasi sinusoidaux ou astables sont très mal compris voire méconnus des candidats.
- 2016 :** Les questions de conflit de masse sont généralement mal traitées. Les grandeurs efficaces semblent encore méconnues par certains. Les oscillateurs quasi sinusoidaux ou astables sont très mal compris et méconnus des candidats.

Exercice 1 : Circuit RL à deux mailles

oral Mines-Télécom PSI | 💡 3 | ✂ 2

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

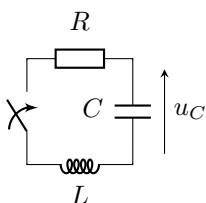


L'interrupteur est fermé à l'instant $t = 0$. Étudier l'évolution de $s(t)$ et tracer sa courbe.

Exercice 2 : RLC série en régime libre

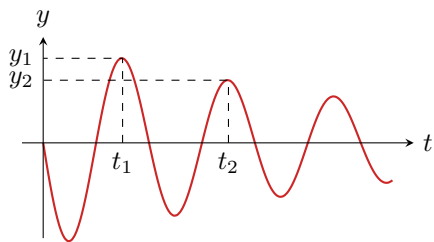
oral CCINP PSI | 💡 1 | ✂ 2

- 📈 ▷ 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 $t \rightarrow \infty$.
- 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 ?

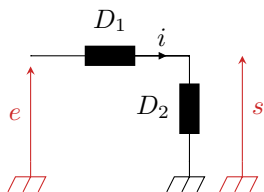
5 - En utilisant des approximations adéquates, trouver une relation simple entre le rapport y_1/y_2 et m .

Exercice 3 : 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 $I = 1 \text{ mA}$ pour $E = 3 \text{ V}$. En régime sinusoïdal, le circuit présente un comportement passe-bande de fréquence de résonance $f_0 = 1 \text{ kHz}$ et de bande passante $\Delta f = 200 \text{ Hz}$.

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 :

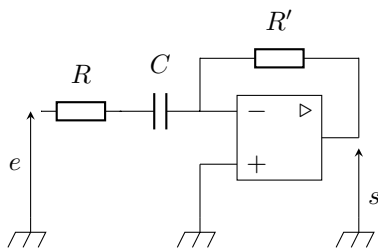
$$H = \frac{H_0}{1 + jQ \left(x - \frac{1}{x} \right)} = \frac{\frac{jx}{Q} H_0}{1 - x^2 + \frac{jx}{Q}}$$

Exercice 4 : 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

$$H = \frac{H_0}{1 - j \frac{\omega_c}{\omega}}$$

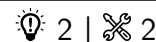
3 - On souhaite une pulsation de coupure $\omega_c = 1 \cdot 10^4 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$ et un gain de 20 dB en haute fréquence. Déterminer les valeurs à donner à R' et C pour $R = 1 \text{ k}\Omega$.

4 - Tracer le diagramme de Bode du filtre.

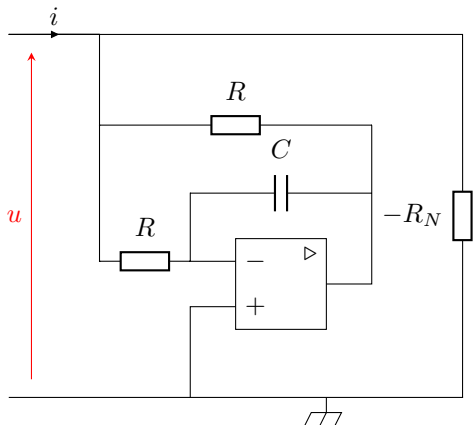
5 - On envoie en entrée du filtre une tension sinusoïdale $e(t) = E_0 \cos(\omega t)$. Donner l'allure de la tension de sortie et de son spectre dans les quatre cas suivants :

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

Exercice 5 : Simulateur d'inductance



- ▷ 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 est supposé idéal, de gain infini et fonctionnant en régime linéaire. Le dipôle « $-R_N$ » désigne l'impédance d'entrée d'un autre montage à ALI, dit à résistance négative, qui a exactement le même comportement qu'une résistance $-R_N < 0$.

- 1 - Déterminer l'impédance d'entrée Z du montage. Il pourra être plus simple de déterminer d'abord l'admittance $Y = 1/Z$.
- 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 6 : Filtre en peigne de fréquence

oral banque PT | 2 | 2

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

On s'intéresse au montage de la figure 1. Les deux ALI fonctionnent en régime linéaire et on suppose $0 < \beta < 1$.

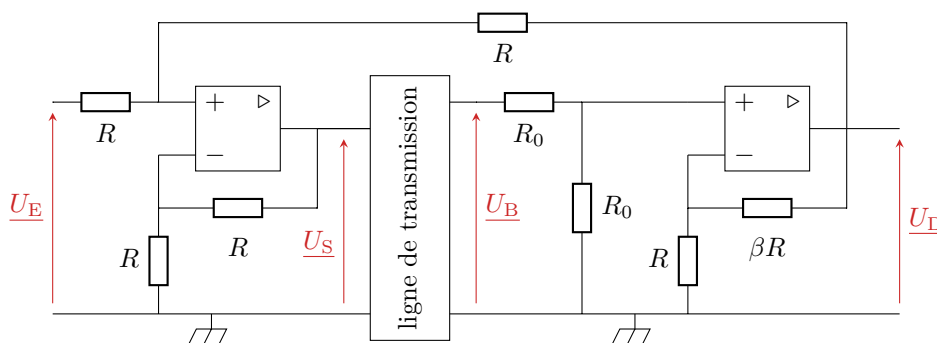


Figure 1 – Schéma du filtre en peigne de fréquence.

- 1 - La fonction de transfert de la ligne de transmission est de la forme

$$\underline{H}_L(j\omega) = \frac{U_B}{U_S} = e^{-j\omega\tau},$$

où τ est une constante caractéristique de la ligne. Quel est le phénomène physique qui justifie d'écrire cette fonction de transfert sous cette forme ?

- 2 - Exprimer $\underline{H}_B(j\omega) = U_D/U_B$ en fonction de $\alpha = (1 + \beta)/2$.
- 3 - Déterminer $\underline{H}(j\omega) = U_S/U_E$.
- 4 - La figure 2 représente $|\underline{H}(j\omega)|$. Déterminer les grandeurs définies sur la figure : H_{max} , H_{min} , Ω et la largeur $\Delta\omega$ de la bande passante à -3 dB.
- 5 - On envoie en entrée du filtre un signal s'écrivant comme la somme :
 - ▷ d'un signal d'intérêt u_0 tel que $\forall t, u_0(t + T) = u_0(T)$;
 - ▷ d'un bruit modélisé par un ensemble de signaux sinusoïdaux v_i de fréquence $f_i \neq 1/T$.
 Comment choisir τ pour éliminer le bruit ?

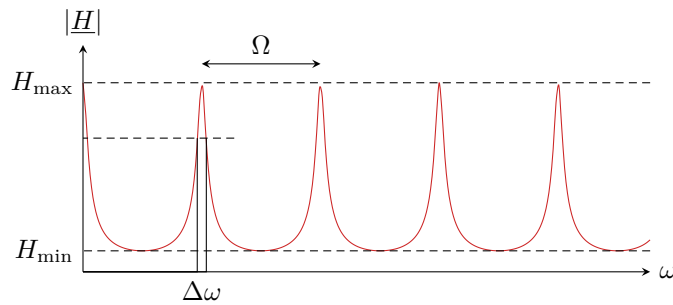


Figure 2 – Fonction de transfert du filtre en peigne de fréquence.

Exercice 7 : Astable compact

oral banque PT | 💡 2 | ✂ 2 | Ⓜ

- 📈 ▷ Oscillateur de relaxation ;
- 📈 ▷ Période des oscillations.

On étudie le montage représenté figure 3, en traçant expérimentalement sa relation entrée-sortie.

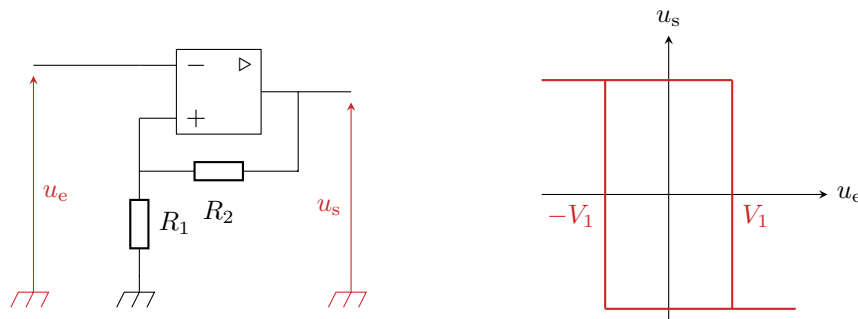


Figure 3 – Montage et sa relation entrée-sortie.

- 1 - Comment procéder expérimentalement pour obtenir la courbe de droite de la figure 3? 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 4.

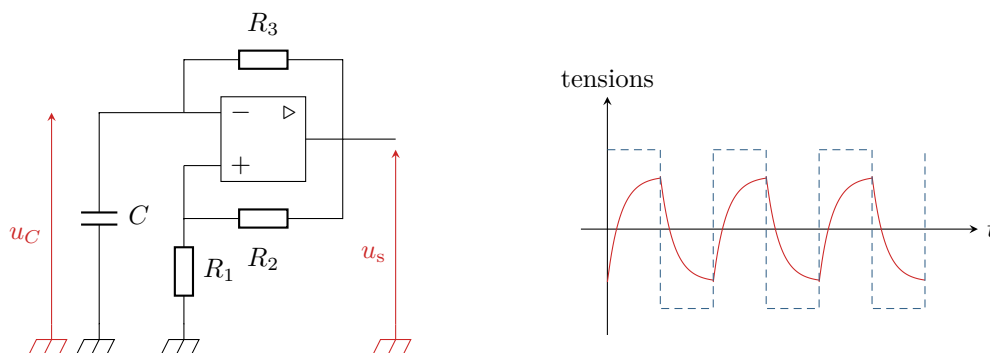


Figure 4 – Montage bouclé et chronogrammes des tensions obtenues.

- 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 .

Exercice 8 : Oscillateur de Hartley

oral banque PT | 💡 2 | ✂️ 2 | Ⓜ️

- Oscillateur quasi-sinusoidal ;
- Condition d'oscillation ;
- Démarrage des oscillations.

Considérons le circuit représenté figure 5.

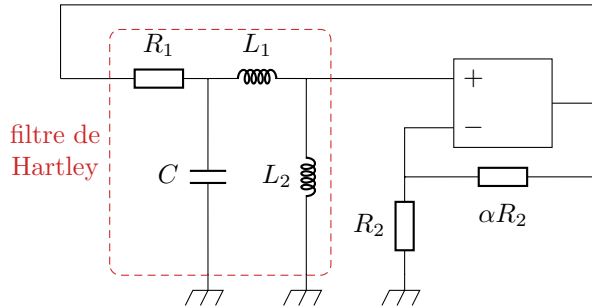


Figure 5 – Schéma d'un oscillateur de Hartley à ALI.

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

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

2 - Déterminer les caractéristiques ω_0 , H_0 et Q à l'aide des graphes figure 6.

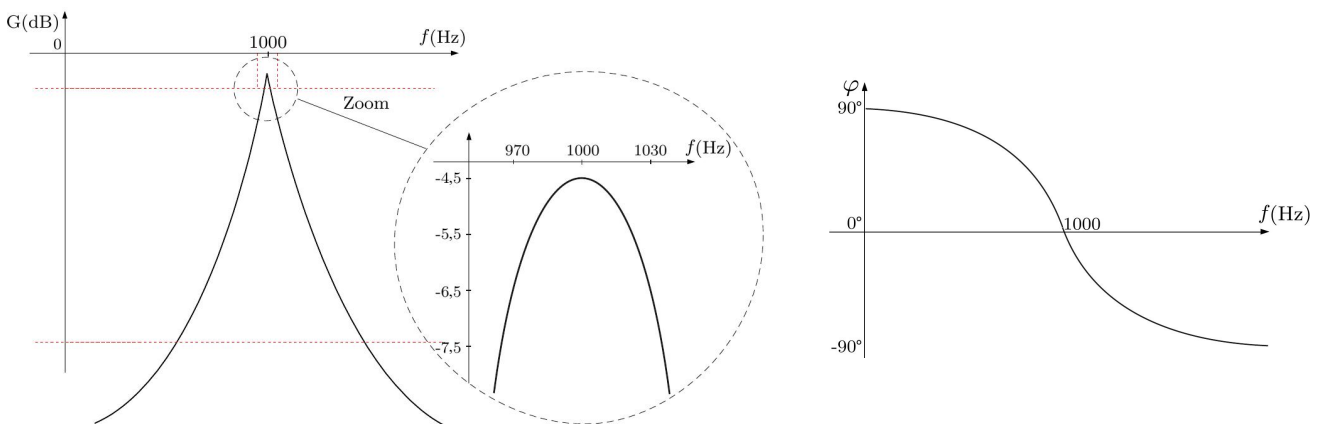


Figure 6 – Diagramme de Bode du filtre.

- 3 - Déterminer α pour qu'il y ait des oscillations sinusoidales.
- 4 - Étudier le démarrage des oscillations : condition d'apparition et évolution de l'amplitude au cours du temps.

Exercice 9 : Échantillonnage et spectre

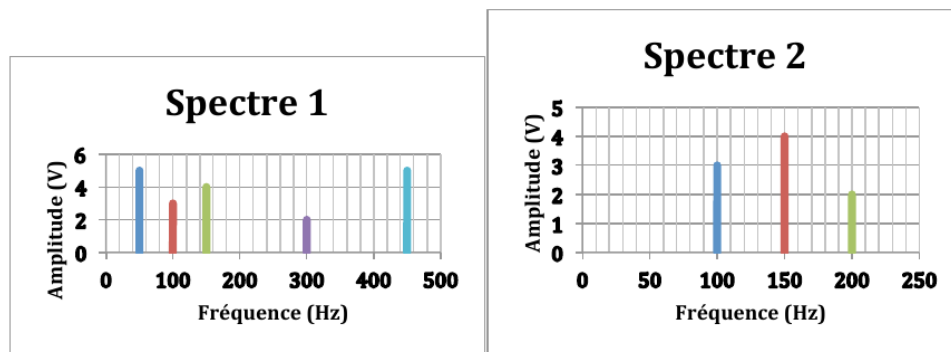
exemple officiel banque PT | 💡 2 | ✂️ 0



- ▷ 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.

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.

D'autres exercices intéressants

Voici une liste, non exhaustive, d'exercices proposés dans les TD de l'année que vous pouvez (re)faire avec profit.

- ▷ TD 5 exercice 5, 6 ;
- ▷ TD 6 exercice 3.