



BLAISE PASCAL
PT 2021-2022

Révisions de PTSI R1

Électronique PTSI

Ressources en ligne

Scanner ou cliquer sur les QR-code pour accéder aux ressources.

- L'essentiel du cours sous forme de cartes mémo : cartes réalisées par Christophe Cayssiols.



Cartes utilisables pour ce bloc de révisions : toutes celles du thème « électrocinétique » de première année.

- Qmax : QCM d'applications directes du cours



Choisir d'abord le mode « j'apprends » puis éventuellement le mode « je révise ». Ces QCM correspondent au programme de PCSI, certaines notions peuvent donc vous être inconnues : me demander en cas de doute.

Thèmes abordés dans ce bloc de révisions :

- ▷ Ondes et oscillateurs : oscillateur harmonique, oscillateurs amortis en régime libre ou forcé ;
- ▷ Électricité : tout

Rappels de cours

A - Dipôles modèles

- Dipôles passifs

	Résistance	Bobine	Condensateur	Fil ou interrupteur fermé	Interrupteur ouvert
Symbole					
Loi de comportement	$u = Ri$	$u = L \frac{di}{dt}$	$i = C \frac{du}{dt}$	$u = 0, i \text{ qcq}$	$i = 0, u \text{ qcq}$
Impédance	$Z_R = R$	$Z_L = jL\omega$	$Z_C = \frac{1}{jC\omega}$	0	∞
Admittance	$Y_R = \frac{1}{R}$	$Y_L = \frac{1}{jL\omega}$	$Y_C = jC\omega$	∞	0
Équivalent basse fréquence		Fil	Interrupteur ouvert		
Équivalent haute fréquence		Interrupteur ouvert	Fil		
Énergie stockée	Aucune	$\frac{1}{2}Li^2$	$\frac{1}{2}Cu^2$	Aucune	Aucune
Grandeur continue	Aucune	i	u	Aucune	Aucune

- ▷ Les lois de comportement et les impédances complexes sont valables uniquement en convention récepteur. En convention générateur, il faut ajouter un signe.
- ▷ Les impédances complexes supposent le régime sinusoïdal forcé à la pulsation ω . Elles se démontrent à partir de la loi de comportement avec la correspondance $d/dt \leftrightarrow \times j\omega$.
- ▷ La grandeur physique nécessairement continue est avant tout l'énergie stockée. On en déduit ensuite que pour une bobine, comme $\mathcal{E} \propto i^2$, alors i est continue, et de même pour un condensateur. Aux bornes des dipôles qui ne stockent pas d'énergie, i et u peuvent être discontinus.

• Sources de courant et de tension

	Source idéale de tension	Source idéale de courant	Générateur réel
Symbole			
Loi de comportement	$u = E, i \text{ qcq}$	$i = \eta, u \text{ qcq}$	$u = E - ri$

- ▷ La résistance interne r d'un GBF est par construction toujours égale à 50Ω (sauf réglage particulier).
- ▷ Un générateur réel peut également être modélisé par la mise *en parallèle* de la résistance interne r avec une source idéale de courant : c'est le modèle de Norton (exercice classique mais pas à connaître).

B - Associations de dipôles

• Association série

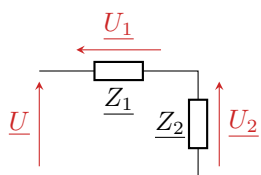
$$Z_{\text{éq}} = Z_1 + Z_2$$

• Association parallèle

$$\frac{1}{Z_{\text{éq}}} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} \quad \text{soit} \quad Y_{\text{éq}} = Y_1 + Y_2$$

C - Lois de Kirchoff et conséquences utiles

• Loi des mailles

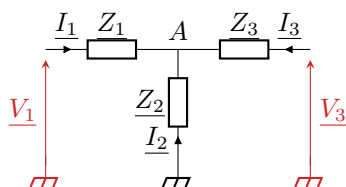


Loi des mailles : $U = U_1 + U_2$

Conséquence : pont diviseur de tension

$$\frac{U_2}{U} = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2}$$

• Loi des nœuds



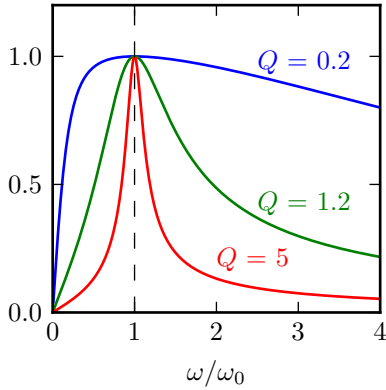
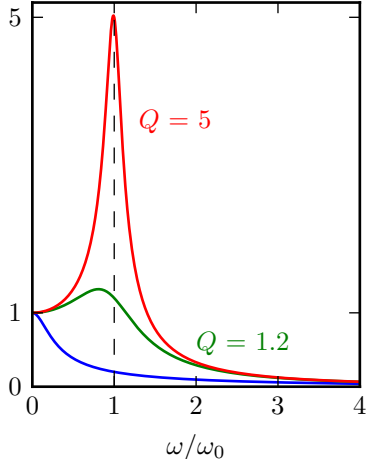
Loi des nœuds : $I_1 + I_2 + I_3 = 0$

Conséquence : loi des nœuds en termes de potentiel (abordée en PT)

$$\frac{V_1 - V_A}{Z_1} + \frac{0 - V_A}{Z_2} + \frac{V_3 - V_A}{Z_3} = 0.$$

D - Synthèse sur les résonances

Seules les trois premières lignes de ce tableau sont vraiment à savoir. Les informations indiquées dans les lignes suivantes, appelées à titre indicatif, seront systématiquement à retrouver dans un exercice.

Exemple électronique Exemple mécanique	Résonance en intensité i Résonance en vitesse	Résonance en tension u_C Résonance en élongation
Existence	Toujours	$Q > 1/\sqrt{2}$
Pulsation de résonance	ω_0	$\omega_{\text{res}} \lesssim \omega_0$
Largeur de la résonance	$\Delta\omega = \frac{\omega_0}{Q}$	$\Delta\omega \simeq \frac{\omega_0}{Q}$
Aspects notables à $\omega = \omega_{\text{res}}$	Maximum d'amplitude, Forçage et réponse en phase	Maximum d'amplitude, Aucune relation de phase
Aspects notables à $\omega = \omega_0$	C'est la résonance !	Forçage et réponse en quadrature, Rapport des amplitudes égal à Q
Mesure de ω_0	Pulsation de résonance	Quadrature de phase
Mesure de Q	Largeur de la résonance	Rapport des amplitudes à ω_0 ou largeur de la résonance
Courbe de gain (échelle linéaire)		

Questions de cours

Les questions marquées d'une étoile sont destinées en priorité aux étudiants du groupe de TD PT*, car elles sont plus techniques et/ou moins essentielles ... mais tous les étudiants sont bien sûr invités à les travailler !

R1.1 - Rappeler le modèle de Thévenin d'un générateur réel et établir sa relation courant-tension.

R1.2 - Quelle est la grandeur électrique continue pour une résistance ? pour un condensateur ? pour une bobine ?

Rappelons que la justification première est énergétique : une énergie ne peut pas être discontinue, car cela signifierait que le dipôle échange une puissance infinie, ce qui est physiquement impossible.

R1.3 - Donner la représentation réelle et la représentation complexe d'un signal harmonique. Le représenter graphiquement. Définir l'amplitude, la période, la fréquence, la pulsation et la phase initiale du signal.

R1.4 - Circuit RC série alimenté par une tension constante E : établir l'équation différentielle vérifiée par $u_C(t)$ et l'écrire sous forme canonique. La résoudre en notant $u_C(t=0) = U_0$.

R1.5 - Circuit RC série en régime sinusoïdal forcé par une tension harmonique $e(t) = E_m \cos(\omega t)$: déterminer $u_C(t)$ sous la forme $u_C(t) = U_{C,m} \cos(\omega t + \varphi)$.

Méthode : par un pont diviseur de tension,

$$\underline{U}_C = \frac{1/jC\omega}{R + 1/jC\omega} \underline{E} = \frac{1}{1 + jRC\omega} \underline{E}.$$

Par définition de la représentation complexe,

$$U_{C,m} = |\underline{U}_C| = \frac{E_m}{\sqrt{1 + (RC\omega)^2}} \quad \text{et} \quad \varphi = \arg \underline{U}_C = -\arg(1 + jRC\omega) + \arg \underline{E} = -\arctan(RC\omega)$$

R1.6 - Filtre RC passe-bas : établir la fonction de transfert et construire son diagramme de Bode asymptotique en gain.

R1.7 - Circuit RLC série alimenté par une tension constante E : établir l'équation différentielle vérifiée par $u_C(t)$ et l'écrire sous forme canonique. Lister les différentes formes que peuvent prendre ses solutions en fonction de la valeur du facteur de qualité.

(★) **R1.8** - Circuit RLC série en régime sinusoïdal forcé par une tension harmonique $e(t) = E_m \cos(\omega t)$: établir la fonction de transfert en courant (qui est ici l'admittance $\underline{Y} = \underline{I}/\underline{E}$). Établir l'expression de la pulsation de résonance et rappeler sans démonstration le lien entre la largeur de la résonance et le facteur de qualité.

Méthode : l'admittance du montage complet s'écrit

$$\underline{Y} = \frac{1}{R + jL\omega + \frac{1}{jC\omega}} = \frac{1}{R + j\left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)}.$$

Il y a résonance en courant lorsque le module de l'admittance est maximal, c'est-à-dire lorsque le module du dénominateur est minimal. La partie réelle étant indépendante de ω , ce minimum est atteint lorsque la partie imaginaire est nulle. On retrouve alors la pulsation de résonance bien connue $\omega_r = 1/\sqrt{LC}$.

R1.9 - Filtre RLC série : lorsque l'on prend la sortie aux bornes de la résistance, la fonction de transfert s'écrit

$$\underline{H} = \frac{1}{1 + jQ\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)}$$

- ▷ identifier la nature du filtre **d'abord** par une analyse de dipôles équivalents en haute et basse fréquence **puis** avec la fonction de transfert ;
- ▷ tracer le diagramme de Bode asymptotique en gain ;
- ▷ tracer l'allure du diagramme réel pour $Q = 0,1$ et $Q = 100$ (méthode attendue : calcul exact en $\omega = \omega_0$)

Pour s'entraîner

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

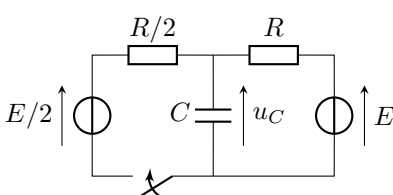
Flasher ce code pour accéder aux corrigés



Exercice 1 : Condensateur alimenté par deux générateurs

oral CCP MP | 💡 2 | ✂ 1 | ⊕

- 📈 ▷ Équation différentielle du premier ordre ;
- 📈 ▷ Puissance électrique.



Dans le montage ci-contre, l'interrupteur est fermé à l'instant $t = 0$.

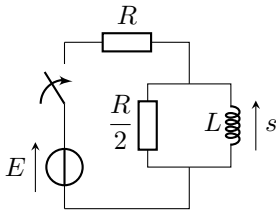
- 1 - Établir l'équation différentielle vérifiée par u_C .
- 2 - Résoudre cette équation.
- 3 - Déterminer le temps t_1 nécessaire pour que la valeur finale soit atteinte à 1 % près.
- 4 - Exprimer la puissance dissipée. Interpréter sa valeur finale.

Exercice 2 : Circuit RL à deux mailles

oral Mines-Télécom PSI | 💡 3 | ✂ 2



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



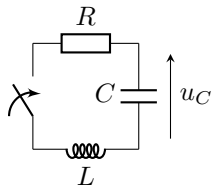
L'interrupteur est fermé à l'instant $t = 0$. Étudier l'évolution de $s(t)$ et tracer sa courbe.

Exercice 3 : RLC série en régime libre

oral CCINP PSI | 💡 1 | ✂ 2

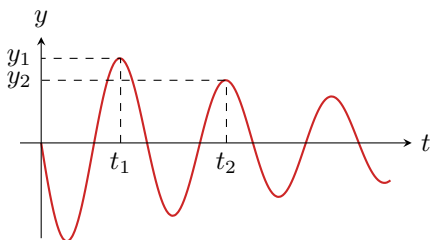


- ▷ Équation différentielle du second ordre ;
- ▷ Montage expérimental.



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 4 : Filtrage d'un signal

oral banque PT | 💡 2 | ✂ 1



- ▷ Décomposition de Fourier ;
- ▷ Signal de sortie d'un filtre.

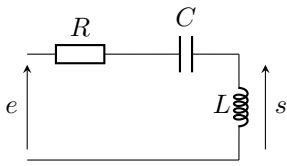
On considère un signal avec une composante continue égale à 1 V, un fondamental de fréquence 1 kHz d'amplitude 3 V, et un bruit de fréquence 20 kHz d'amplitude 100 mV déphasé de $\pi/2$.

- 1 - Représenter le signal et son spectre.
- 2 - Donner son expression mathématique.
- 3 - On dispose des huit filtres ci-dessous. Dessiner l'allure du signal filtré dans chaque cas.

- | | | |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| (1) Passe-bas 10 Hz ; | (4) Passe-haut 10 Hz ; | (7) Passe-bande 20 kHz ; |
| (2) Passe-bas 10 kHz ; | (5) Passe-haut 10 kHz ; | (8) Coupe-bande 1 kHz. |
| (3) Passe-bas 100 kHz ; | (6) Passe-bande 1 kHz ; | |

Exercice 5 : Filtre passe-haut d'ordre 2

- ▷ Fonction de transfert ;
- ▷ Diagramme de Bode.



1 - Justifier que ce filtre est un filtre passe-haut. Définir sa pulsation caractéristique ω_0 et son facteur de qualité Q .

2 - Déterminer sa fonction de transfert et l'écrire sous la forme

$$\underline{H} = \frac{jQx}{1 + jQ(x - \frac{1}{x})} \quad \text{avec} \quad x = \frac{\omega}{\omega_0}.$$

3 - Déterminer la pente des asymptotes du diagramme de Bode en gain. Tracer qualitativement son allure en supposant que le facteur de qualité est tel que le circuit n'est pas résonant.

4 - Ce filtre peut-il avoir un comportement dérivateur ? intégrateur ?

Exercice 6 : Modélisation d'un récepteur radio

oral banque PT | 1 | 1



- ▷ Fonction de transfert ;
- ▷ Caractéristiques d'un filtre, gabarit.

Un récepteur radio doit capter les signaux sur une gamme de fréquence allant de 150 à 300 kHz. Il peut être modélisé par un circuit RLC série avec $R = 1 \Omega$ et $L = 1,15 \text{ mH}$.

1 - Quel type de filtrage doit-il réaliser ? En déduire le dipôle aux bornes duquel la tension de sortie doit être mesurée.

2 - Établir la fonction de transfert du filtre.

3 - La fréquence de réception voulue s'obtient en modifiant la capacité du condensateur. Déterminer les valeurs de C répondant aux attentes.

Exercice 7 : Étude d'un filtre

oral CCINP MP | 3 | 2



- ▷ Comportement asymptotique d'un filtre ;
- ▷ Signal de sortie d'un filtre.

On considère le filtre de la figure 1. On fixe $f_0 = 10 \text{ Hz}$.

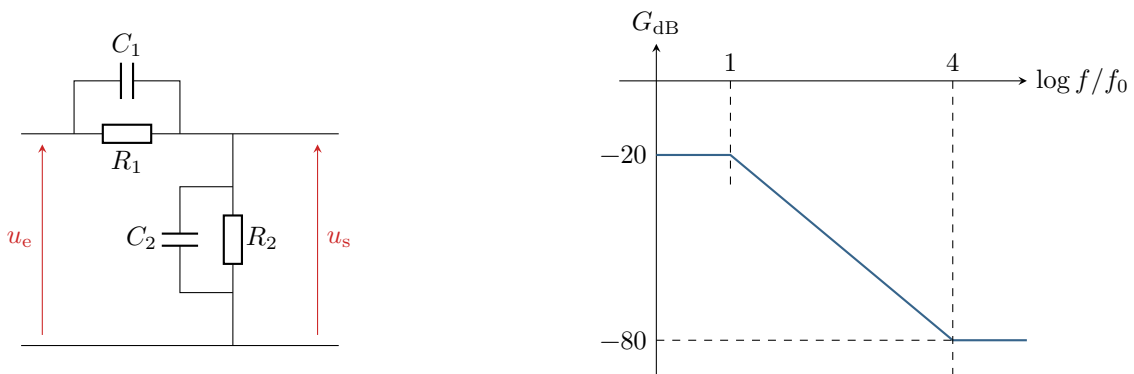


Figure 1 – Schéma et diagramme de Bode du filtre étudié.

1 - On donne $R_1 = 90 \text{ k}\Omega$ et $C_1 = 10 \text{ nF}$. En utilisant le comportement du filtre en basse fréquence et en haute fréquence, déterminer R_2 et C_2 .

2 - Quel est le comportement du filtre dans la plage 100 Hz–100 kHz ?

3 - On envoie en entrée un signal de fréquence 1 kHz constitué des deux premières harmoniques de rang pair, d'amplitudes respectives 6 V et 4 V. Quel est le signal en sortie ?

4 - On envoie maintenant

$$u_e(t) = 10 \cos(2\pi f_1 t) + 10 \cos(2\pi f_2 t) \quad (\text{en volts})$$

avec $f_1 = 10 \text{ Hz}$ et $f_2 = 100 \text{ kHz}$. Quel est le signal en sortie ?