Semaine de colle numéro 7 : 10 au 14 novembre 2025.

Chapitre de cours : Oscillateur harmonique et oscillateur amorti en régime transitoire. Oscillateurs en régime sinusoïdal forcé.

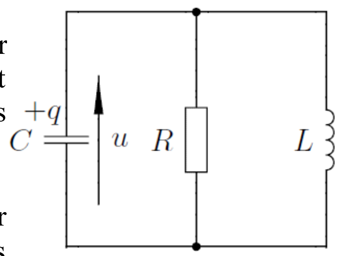
Chapitre de TD : Circuits du premier ordre en régime transitoire. Oscillateur harmonique et oscillateur amorti en régime transitoire.

Liste des questions de cours :

Oscillateur harmonique et oscillateur amorti en régime transitoire.

1. On considère un circuit constitué d'un générateur de tension idéale en série avec un conducteur ohmique de résistance R, une bobine d'inductance L et un condensateur de capacité C. Réponse à un échelon de tension, on envisage que le générateur passe d'une fem nulle à une fem E_O.
   - Etablir l'équation différentielle vérifiée par Uc(t) sur l'intervalle [0, +∞[, la mettre sous forme canonique.
2. On considère un système dans lequel la tension étudiée U(t) vérifie l'équation différentielle avec $\frac{d^2U}{dt^2}(t)+\frac{\omega_O}{Q}\frac{dU}{dt}(t)+\omega_O^2 U(t)=\omega_O^2 E_O$ les conditions initiales $U(t=0^+)=0$; $(dU/dt)(t=0^+)=0$.
   - Sous quelle forme cherche-t-on les solutions de l'équation homogène ? En déduire le polynôme caractéristique.
   - Déterminer les racines de ce polynôme dans le cas où Q<1/2. Etablir l'expression de la solution générale de l'équation complète.
   - Obtenir alors U(t) sur l'intervalle [0,+∞[.
3. On considère un système dans lequel la tension étudiée U(t) vérifie l'équation différentielle avec $\frac{d^2U}{dt^2}(t)+\frac{\omega_O}{Q}\frac{dU}{dt}(t)+\omega_O^2 U(t)=\omega_O^2 E_O$ les conditions initiales $U(t=0^+)=0$; $(dU/dt)(t=0^+)=0$.
   - Sous quelle forme cherche-t-on les solutions de l'équation homogène ? En déduire le polynôme caractéristique.
   - Déterminer les racines de ce polynôme dans le cas où Q=1/2. Etablir l'expression de la solution générale de l'équation complète.
   - Obtenir alors U(t) sur l'intervalle [0,+∞[.
4. On considère un système dans lequel la tension étudiée U(t) vérifie l'équation différentielle avec $\frac{d^2U}{dt^2}(t)+\frac{\omega_O}{Q}\frac{dU}{dt}(t)+\omega_O^2 U(t)=\omega_O^2 E_O$ les conditions initiales $U(t=0^+)=0$; $(dU/dt)(t=0^+)=0$.
   - Sous quelle forme cherche-t-on les solutions de l'équation homogène ? En déduire le polynôme caractéristique.
   - Déterminer les racines de ce polynôme dans le cas où Q>1/2. Etablir l'expression de la solution générale de l'équation complète.
   - Obtenir alors U(t) sur l'intervalle [0,+∞[.

AD1 : Circuit RLC parallèle



Un condensateur est chargé et présente alors une tension constante U_O sur l'intervalle de temps t<0. A l'instant initial, on le connecte à un circuit constitué d'un conducteur ohmique et d'une bobine en parallèle dans lequel ne circule aucun courant sur l'intervalle de temps t<0.

1. Exprimer $u(t=0^+)$ et $i_c(t=0^+)$.
2. Déterminer l'équation différentielle vérifiée par u(t) sur l'intervalle t>0. La mettre sous forme canonique et exprimer les paramètres introduits en fonction de C, R et L.

On suppose que le circuit répond en régime critique.

3. Déterminer l'expression de u(t) sur l'intervalle de temps t>0.

Oscillateurs en régime sinusoïdal forcé.

1. Pour une tension réelle $u(t)=u_O\cos(\omega t+\varphi)$, indiquer l'expression de la tension complexe associée. Indiquer alors comment s'exprime u_O et φ en fonction de l'amplitude de la tension complexe.
2. Donner la traduction de la loi des mailles en notation complexe. Donner la traduction de la loi des nœuds en notation complexe. En déduire la loi des nœuds en terme de potentiels.
3. Définir l'impédance complexe d'un dipôle (à l'aide d'un schéma).
   - Ecrire la loi de comportement du conducteur ohmique et en déduire son impédance complexe.
   - Ecrire la loi de comportement d'un condensateur et en déduire son impédance complexe.
   - Ecrire la loi de comportement d'une bobine et en déduire son impédance complexe.

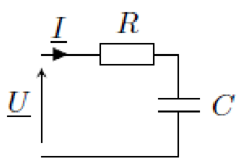
AD1 : Impédance et admittance des composants linéaires passifs.

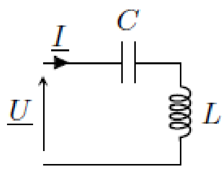
1. Rappeler la loi de comportement d'un condensateur. En déduire l'expression de l'impédance associée à un condensateur. Etudier le comportement limite de cette impédance pour les hautes fréquences et les basses fréquences. En déduire le dipôle équivalent à un condensateur en régime limite basse fréquence et régime limite haute fréquence.
2. Faire ensuite de même avec la bobine.

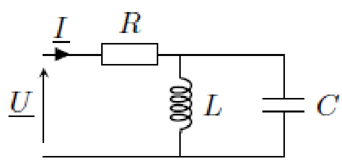
4. Pour l'association en série de deux dipôles d'impédances complexes $\underline{Z}_1$ et $\underline{Z}_2$:
   - Donner l'impédance équivalente (option possible, faire la démonstration).
   - Donner la relation du diviseur de tension.
5. Pour l'association en parallèle de deux dipôles d'impédances complexes $\underline{Z}_1$ et $\underline{Z}_2$:
   - Donner l'impédance équivalente (option possible, faire la démonstration).

AD2 : Impédance équivalente à des associations de composants.

1. Exprimer l'impédance équivalente entre les bornes d'entrée pour les trois circuits suivants c'est-à-dire $\underline{Z}_{eq}$ tel que $\underline{U}=\underline{Z}_{eq}\underline{I}$

1 -


2 -


3 -


5. On considère un circuit constitué d'un conducteur ohmique de résistance R, une bobine d'inductance L et un condensateur de capacité C en série. Il est alimenté par un GBF délivrant un signal sinusoïdal $e(t)=e_O\cos(\omega t)$.
   - Etablir l'équation différentielle vérifiée par $U_C(t)$ sur l'intervalle $[0, +\infty[$, la mettre sous forme canonique.
   - Indiquer la forme de la solution particulière de l'équation complète.
   - Introduire les signaux complexes $\underline{e}(t)$ et $\underline{U_C}(t)$ et traduire l'équation différentielle pour obtenir l'expression de $\underline{u_O}$ l'amplitude complexe de la tension aux bornes du condensateur.

6. On donne l'amplitude complexe de la réponse en tension du circuit RLC en régime sinusoïdal forcé : $\underline{u}_O=\dfrac{\omega_O^2 e_O}{(\omega_O^2-\omega^2)+j\dfrac{\omega_O\omega}{Q}}=\dfrac{e_O}{(1-x^2)+j\dfrac{x}{Q}}$.
   - En déduire les expressions de l'amplitude u_O et du déphasage φ de la tension en notation réelle.
   - Tracer la courbe représentative de cette amplitude en fonction de log(x), x étant la pulsation réduite, en y faisant figurer le cas sans résonance et le cas avec résonance.