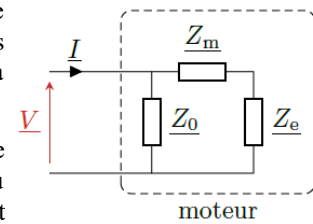


Problème : Etude de la résonance en courant d'un moteur.

Un moteur à ultrasons est alimenté par une tension sinusoïdale d'amplitude complexe $\underline{V}$, on note $\underline{I}$ l'amplitude complexe de l'intensité du courant passant dans le moteur. Pour que le rendement du moteur soit optimal, il doit être alimenté à une fréquence égale à sa fréquence de résonance en courant.

Le moteur est équivalent au schéma ci-contre. $\underline{Z}_0$ représente l'impédance complexe intrinsèque du moteur. Les phénomènes électromécaniques au sein du moteur sont pris en compte, sur ce schéma, par une impédance motiionnelle $\underline{Z}_m$ et par une impédance de charge mécanique $\underline{Z}_e$.



Le dipôle d'impédance $\underline{Z}_0$ est modélisé par un conducteur ohmique de résistance $R_0=18\text{ k}\Omega$ en parallèle avec un condensateur de capacité $C_0=8\text{ nF}$. L'impédance motiionnelle $\underline{Z}_m$ est modélisée par l'association en série d'un conducteur ohmique de résistance $R=50\Omega$, d'une bobine d'inductance propre $L=0,1\text{ H}$ et d'un condensateur de capacité $C=0,2\text{ nF}$. Enfin, l'impédance de charge $\underline{Z}_e$ correspond à une résistance R_c dans un premier temps prise égale à 50Ω .

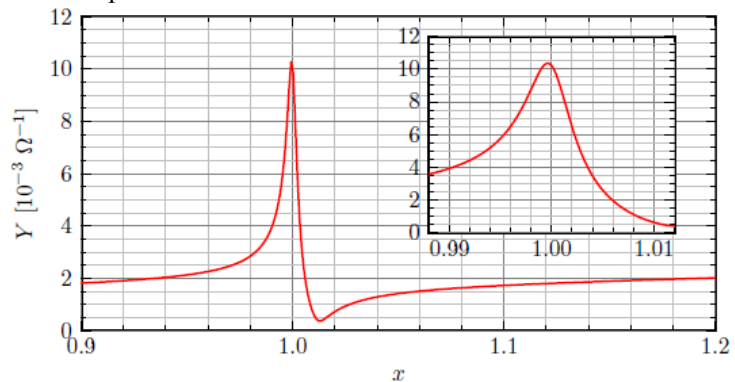
1. Dessiner le schéma équivalent du moteur en remplaçant les impédances $\underline{Z}_0$, $\underline{Z}_m$ et $\underline{Z}_e$ par les résistances, bobines et condensateurs qui leur correspondent.

On étudie dans un premier temps uniquement l'association en série de $\underline{Z}_m$ et de $\underline{Z}_e$.

2. Exprimer l'admittance $\underline{Y}_s$ de cette association en fonction de R , L , C , R_c et $(j\omega)$. (On rappelle que l'admittance d'un dipôle est l'inverse de son impédance).
3. Déterminer le module Y_s de cette admittance et montrer qu'il passe par un maximum pour une pulsation ω_s à déterminer. Exprimer également Y_s à la pulsation ω_s .

On note $\underline{Y}$ l'admittance équivalente à la totalité du moteur, et Y le module de cette admittance. La figure ci-contre représente l'évolution de Y en fonction de la pulsation réduite $x = \frac{\omega}{\omega_s}$. Dans ce

graphique, l'insert propose un zoom sur la courbe principale au voisinage de $x=1$.



4. Justifier que la résonance en intensité pour le moteur correspond au maximum de la courbe de l'admittance.
5. D'après la courbe, quelle approximation peut-on faire pour la pulsation de résonance ω_r du moteur ? En déduire l'expression de la fréquence de résonance f_r et faire l'application numérique.
6. Exprimer l'admittance intrinsèque du moteur $\underline{Y}_0$ puis son module Y_0 . Evaluer numériquement Y_0 et Y_s à la pulsation de résonance. Commenter alors l'écart entre ω_s et ω_r .
7. Une modification de la charge mécanique du moteur provoque une variation de la résistance de charge R_c de l'ordre d'une dizaine d'ohms. Cette variation a-t-elle un effet significatif sur la fréquence de résonance en courant ? En quoi est-ce un avantage pour le fonctionnement du moteur ?