ELECTRICITE EN REGIME SINUSOÏDAL FORCE / RESONANCE

Travaux dirigés (2)

Exercice 1 : Relèvement du facteur de puissance d'une installation

On considère une installation électrique (**figure 1**) dont le modèle équivalent est l'association série des composants suivants :

- une résistance $R = 20\ \Omega$ représentant la partie active de l'installation (chauffages, etc ...) et consommant la puissance active P.
- une inductance $L = 100\ mH$ représentant la partie inductive de l'installation (moteurs, etc ...) et consommant la puissance réactive Q.

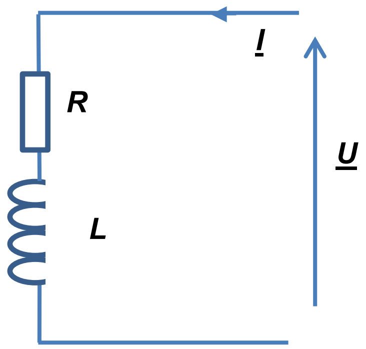


Figure 1

L'ensemble est alimenté par une tension sinusoïdale $u(t)$ de valeur efficace $U_{eff} = 230\ V$ et de fréquence $f = 50\ Hz$.

- La tension $u(t)$ s'écrit sous la forme : $u(t) = U_{max} \cos(\omega t)$.
- L'intensité $i(t)$ s'écrit sous la forme : $i(t) = I_{max} \cos(\omega t - \varphi)$, avec φ déphasage de l'installation. On rappelle que $\boldsymbol{\varphi = Arg(\underline{Z})}$.

On définit le facteur de puissance de l'installation $k = cos\varphi$. C'est aussi le rapport entre la puissance active P consommée et la puissance apparente S consommée : $k = cos\varphi = \frac{P}{S}$.

1) Donner et calculer toutes les caractéristiques, réelles et complexes, de la tension d'alimentation : U_{max} , ω , $u(t)$, amplitude complexe $\underline{U}$, grandeur complexe $\underline{u}(t)$.
2) Déterminer et calculer toutes les caractéristiques de l'impédance équivalente de l'installation : impédance complexe $\underline{Z_{eq}}$, module Z_{eq}, argument φ, facteur de puissance $k = cos\varphi$.
3) Déterminer et calculer toutes les caractéristiques, réelles et complexes, de l'intensité délivrée par le générateur (ou traversant l'installation !) : I_{max} , I_{eff} , φ , $i(t)$, amplitude complexe $\underline{I}$, grandeur complexe $\underline{i}(t)$.

Afin de relever le facteur de puissance de l'installation, on place un condensateur C (de valeur à déterminer) en parallèle de l'installation précédente (**figure 2**). On souhaite obtenir un facteur de puissance $\boldsymbol{k' = cos\varphi' = 1}$.

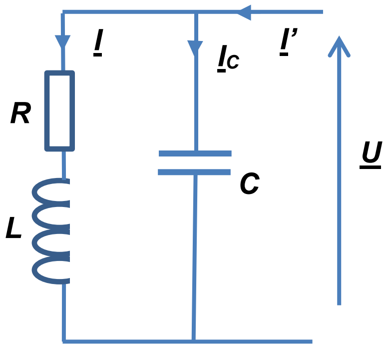


Figure 2

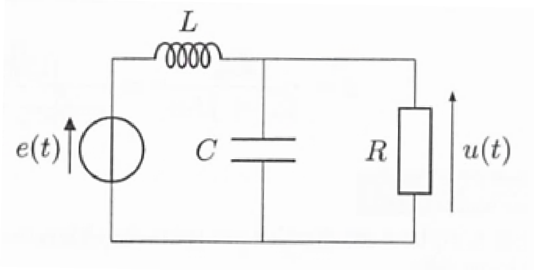
4) Déterminer l'expression de l'impédance équivalente $\underline{Z_{eq}}'$ de l'ensemble, et la mettre sous la forme $\underline{Z_{eq}}' = \frac{a+jb}{c+jd}$.
5) (***) Etablir la condition sur C permettant d'obtenir $k' = cos\varphi' = 1$. Calculer C. Calculer $\underline{Z_C}$, et $\underline{I_C}$.
6) (**) Cette condition étant remplie, recalculer toutes les caractéristiques, réelles et complexes, de l'intensité délivrée par le générateur : I'_{max} , I'_{eff} , $i'(t)$, amplitude complexe $\underline{I'}$, grandeur complexe $\underline{i'}(t)$.

Conclusion :

En relevant le facteur de puissance d'une installation, celle-ci consomme la même puissance (active) P, tout en consommant moins de courant.

Exercice

On donne le circuit ci-dessous, alimenté par un générateur qui délivre une tension harmonique de pulsation ω : *e(t)* = *Ecos(*ω*t)*.



1) Déterminer l'amplitude complexe $\underline{U}$ associée à la tension *u(t)*, en fonction de *E*, *R*, *C*, *L* et ω.
2) Mettre cette expression sous forme canonique :

$\underline{U} = \frac{E}{1-x^2+j\frac{x}{Q}}$ *x* étant la pulsation réduite : $x = \frac{\omega}{\omega_0} = \frac{f}{f_0}$.

3) Déterminer l'expression du module et de l'argument de $\underline{U}$.
4) Déterminer la condition de résonance, ainsi que la pulsation de résonance ω_R.
5) Tracer les allures du module de $\underline{U}$ en fonction de ω suivant la valeur du facteur de qualité *Q*.
6) Tracer l'allure de l'argument de $\underline{U}$ en fonction de ω. Que représente l'argument de $\underline{U}$?
7) En déduire l'expression de la grandeur réelle *u(t),* en précisant l'expression de son amplitude et de son déphasage.