

## Circuits RLC en régime sinusoïdal forcé

### ICARE 99 -Sujet de PHYSIQUE 1- FILIÈRES PSI/PT

#### I. Oscillations de relaxation.

Un tube à décharge est alimenté à travers une résistance  $R$  par une source de tension continue de force électromotrice  $V_0$ . La décharge lumineuse qui se produit entre ses électrodes est caractérisée par sa tension d'allumage  $V_a$ , sa tension d'extinction  $V_{ex}$  ( $V_0 > V_a > V_{ex}$ ) et par sa très faible résistance  $r$ . Les effets capacitifs de ce système sont représentés par un condensateur de capacité  $C$  branché aux bornes du tube (cf. figure 1). Les effets d'inductance sont négligés.

1. Le condensateur étant déchargé, on ferme, à l'instant  $t = 0$ , l'interrupteur  $K$ . Démontrer que la tension  $v(t)$  aux bornes du tube augmente selon une loi du type:

$$v(t) = V_0 \{1 - \exp(-t/\tau)\}$$

jusqu'à l'instant où  $t = t_a$  où s'amorce la décharge. Calculer  $\tau$  et  $t_a$ .

2. Établir l'équation différentielle du premier ordre (E) à laquelle satisfait  $v(t)$  à partir de cet instant. Utiliser la petitesse de  $r$  devant  $R$  pour simplifier et intégrer (E). En déduire l'expression de l'instant  $t_{ex}$  où se produit l'extinction de la décharge en fonction des paramètres du problème.

Calculer la durée  $\tau_1$  de l'éclair produit dans le tube ainsi que l'intensité maximale  $I_{max}$  du courant qui le traverse.

3. Montrer que cette décharge lumineuse correspond quasiment à la décharge électrique du condensateur dans le tube.

4. À partir de l'instant  $t_{ex}$ , le tube est éteint. Établir l'expression du temps  $\tau_2$  qui s'écoule jusqu'au prochain ré-allumage de la décharge en fonction de  $\tau$ ,  $V_0$ ,  $V_a$  et  $V_{ex}$ . Calculer  $\tau_2$ .

5. Calculer la valeur  $T$  de la période des éclairs produits par ce dispositif. Représenter l'allure de la fonction  $v(t)$  à partir de l'instant  $t = 0$ . L'oeil perçoit-il le caractère pulsé de cette décharge lumineuse ?

#### Données numériques:

$$R = 10 \text{ k}\Omega; C = 0,5 \text{ }\mu\text{F}; r = 1 \Omega;$$

$$V_0 = 120\text{V}; V_a = 90\text{V}; V_{ex} = 72\text{V}$$

#### II. Étude d'un circuit en régime sinusoïdal.

Pour cette étude, on adopte la notation complexe pour les tensions, les intensités et les impédances dont les lettres représentatives sont surmontées d'une barre horizontale ( $\bar{U}$ ,  $\bar{I}$  et  $\bar{Z}$ ).

1. On considère le dipôle constitué d'une résistance  $R$  en parallèle avec une capacité  $C$ . Déterminer la résistance  $R'$  et la capacité  $C'$  qui, en série, ont, pour une pulsation donnée  $\omega$  de la tension appliquée, la même impédance que ce dipôle. Tracer sur le même graphique les courbes représentatives de  $R/R'$  et de  $C/C'$  en fonction du rapport  $(\omega/\omega_0)$  où  $\omega_0 = 1/RC$ .

2. On se place dans le cas où  $\omega = \omega_0$ . On considère le dispositif de la figure 2 où le dipôle précédent est mis en série avec le dipôle constitué de la résistance  $R$  en parallèle avec la capacité  $C$ . On note  $\bar{U}$  la tension entre les points  $M$  et  $N$ ,  $\bar{U}'$  celle entre  $N$  et  $P$  et  $\bar{U}_0$  la tension totale appliquée entre  $M$  et  $P$ .

Calculer les rapports  $\bar{U}/\bar{U}_0$  et  $\bar{U}'/\bar{U}_0$ , ainsi que le déphasage  $\varphi$  du courant total  $\bar{I}$  par rapport à  $\bar{U}_0$ . Calculer l'amplitude de ce courant pour  $U_0/R = 50 \text{ mA}$ .

3. Le système précédent est complété par une résistance  $R_0$  placée en parallèle entre  $M$  et  $P$ . Les bornes d'un voltmètre ( $v$ ) de très grande impédance sont reliées aux points  $N$  et  $Q$  (cf. figure 3). Le point  $Q$  partage  $R_0$  en deux parties  $k R_0$  et  $(1 - k) R_0$ .

3.1 Déterminer la valeur de  $k$  telle que la différence de potentiel indiquée par ( $v$ ) soit rigoureusement nulle.

3.2 Cette valeur de  $k$  étant adoptée, on superpose à la tension  $\bar{U}_0$  de pulsation  $\omega_0$  une composante sinusoïdale de pulsation  $2\omega_0$ , d'amplitude complexe  $\bar{U}_1$ . Soit  $\bar{U}_v = \bar{U}_{NQ}$  la tension aux bornes du voltmètre.

Calculer le rapport des amplitudes  $U_v/U_1$  et le déphasage existant entre ces deux tensions.

