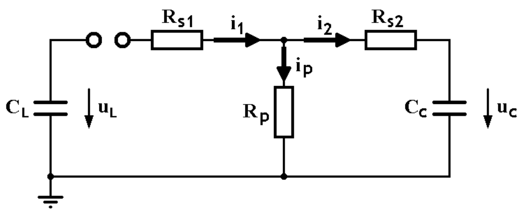
[31] Générateur de choc

Équations du circuit



Immédiatement après le claquage de l'éclateur, pendant la durée de l'impulsion, le circuit de charge ne joue qu'un rôle négligeable. On peut donc appliquer les lois de Kirchhoff au circuit de décharge seul :

$$\begin{cases} i_1 = i_2 + i_P \\ i_1 = -C_L \dfrac{du_L}{dt} \\ i_2 = C_C \dfrac{du_C}{dt} \\ u_L = R_{s1}\, i_1 + R_{s2}\, i_2 + u_C \\ R_P\, i_P = R_{s2}\, i_2 + u_C \end{cases}$$

En éliminant les courants et la tension u_L, il reste :

$$a \frac{d^2u_C}{dt^2} + b \frac{du_C}{dt} + c\, u_C = 0$$

avec : $$a = C_L C_C \left(\frac{R_{s1} R_{s2}}{R_P} + R_{s1} + R_{s2} \right)$$

$$b = C_L \left(1 + \frac{R_{s1}}{R_P} \right) + C_C \left(1 + \frac{R_{s2}}{R_P} \right)$$

$$c = \frac{1}{R_P}$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{u_C(t) = U_C \left(e^{-t/\tau_1} - e^{-t/\tau_2} \right)}$$

Il s'agit d'une courbe dite *biexponentielle*, dont les constantes de temps sont données par :

$$\tau_1 = \frac{2a}{b - \Delta} \qquad \text{et} \qquad \tau_2 = \frac{2a}{b + \Delta}$$

avec : $\Delta = \sqrt{b^2 - 4ac}$

Quant au facteur U_c, il est donné par :

$$U_C = \frac{C_L}{\Delta} U_{L,o}$$

avec : $U_{L,o}$ tension de charge du condensateur

En pratique, l'écartement de l'éclateur est choisi un peu « trop grand », de manière à éviter un claquage spontané ; le choc est alors commandé par un trigger.

☞ U_c n'est pas égal à $\hat{U}$, valeur de crête de l'impulsion.

Finalement, on définit le rendement du générateur :

$$\eta = \frac{\hat{U}}{U_{L,o}}$$

Dimensionnement du générateur

Pour réaliser des essais de choc, le problème qui se pose à l'opérateur est de déterminer les éléments du circuit, compte tenu des constantes de temps souhaitées :

$$\left. \begin{matrix} \tau_1 \\ \tau_2 \end{matrix} \right\} \rightarrow \begin{cases} C_L \\ C_C \\ R_{s1} \\ R_{s2} \\ R_P \end{cases}$$

En pratique, la capacité de choc C_L est un objet fixe que l'on peut considérer comme un élément imposé du circuit. De même, la capacité de charge C_C se compose d'un diviseur de tension capacitif et de la capacité de l'objet en essai : on ne peut généralement pas les faire varier à volonté. Il reste les trois résistances :

$$\left. \begin{matrix} \tau_1 \\ \tau_2 \end{matrix} \right\} \rightarrow \begin{cases} R_{s1} \\ R_{s2} \\ R_P \end{cases}$$

Ce problème n'a pas de solution analytique. (Avant l'avènement des ordinateurs, plusieurs auteurs ont imaginé des solutions graphiques astucieuses.) On peut toutefois remarquer que l'on a trois paramètres à déterminer (les résistances), mais seulement deux conditions à remplir (les constantes de temps). Il y a donc une infinité de solutions possibles.

Dans ces conditions, rien n'empêche de poser une condition supplémentaire. On peut ainsi dimensionner un générateur de choc en choisissant par exemple :

$$R_{s1} = 0$$

ou : $$R_{s2} = 0$$

ou : $$R_{s1} = R_{s2}$$

On parle alors de ***générateur de choc simplifié***. Tout comme dans le cas général, le calcul des valeurs des résistances doit être effectué par une méthode numérique.