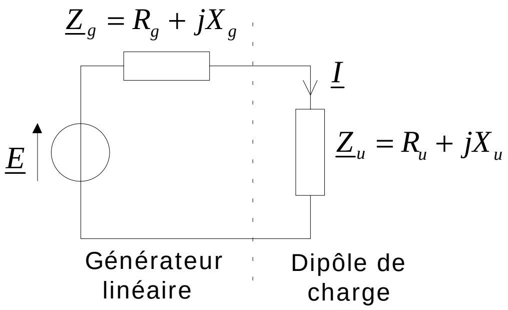
-EXERCICE 5.1-

• ENONCE :

« Adaptation en puissance »



On considère un générateur linéaire représenté par son modèle de Thévenin (par exemple , la sortie d'un amplificateur de puissance).
Par son intermédiaire, on alimente un dipôle de charge également linéaire (par exemple, un haut-parleur).

On désire fournir un **maximum de puissance** moyenne à cette charge: déterminer la relation qui doit exister entre $\underline{Z}_u$ et $\underline{Z}_g$ pour qu'il en soit ainsi.

On dit alors que le générateur et la charge sont « adaptés en puissance » : que vaut le rendement (à définir) dans ce cas ? Conclure.

• CORRIGE :

« Adaptation en puissance »

• La puissance moyenne fournie par le générateur à la charge pourrait se calculer de plusieurs façons :

♦ $P = UI\cos\varphi$, où U est la valeur efficace de la tension aux bornes de la charge et φ le déphasage entre $\underline{U}$ et $\underline{I}$.

♦ $P = \Re\{\underline{U}\times\underline{I}^*\}$ (pas de facteur ½, car ici U et I sont des valeurs efficaces).

• A ces méthodes, on préférera considérer que dans une impédance complexe, seule la partie réelle « consomme » de la puissance moyenne ; on écrira donc : $P = R_u \times I^2$, avec $I = |\underline{I}|$.

D'où : $\underline{I} = \dfrac{\underline{E}}{\underline{Z}_g + \underline{Z}_u} = \dfrac{E}{(R_g+R_u)+j(X_g+X_u)} \Rightarrow I^2 = \dfrac{E^2}{(R_g+R_u)^2+(X_g+X_u)^2} \Rightarrow$

$$\boxed{P = E^2 \times \frac{R_u}{(R_g+R_u)^2+(X_g+X_u)^2}}$$

• P apparaît donc comme une fonction des variables indépendantes R_u et X_u ; le maximum de P sera obtenu pour :

$$\boxed{\left.\frac{\partial P}{\partial R_u}\right|_{X_u = cste} = 0} \quad \textbf{et} \quad \boxed{\left.\frac{\partial P}{\partial X_u}\right|_{R_u = cste} = 0}$$

• En pratique, X_u n'apparaît qu'au dénominateur de P, dans un carré dont la valeur minimum est nulle $\Rightarrow$ P est maximum pour $X_u + X_g = 0 \Rightarrow \boxed{X_u = -X_g}$

• On a alors : $P(R_u) = E^2 \times \dfrac{R_u}{(R_u+R_g)^2} \Rightarrow \dfrac{dP}{dR_u} = E^2 \times \dfrac{(R_u+R_g)^2 - 2R_u(R_u+R_g)}{(R_u+R_g)^4} = 0 \Rightarrow \boxed{R_u = R_g}$

On peut résumer les 2 résultats précédents par : $\boxed{\underline{Z}_u = \underline{Z}_g^*}$

• Le rendement η sera défini par le rapport entre la puissance moyenne reçue par la charge et la puissance moyenne fournie par la source de tension $\underline{E}$; on peut donc écrire :

$$\boxed{\eta = \frac{R_u \times I^2}{(R_u+R_g)\times I^2} = \frac{R_u}{R_u+R_g} = 50\%}$$

Conclusion : l'adaptation en puissance conduit donc à un rendement médiocre, et ne convient pas à toutes les situations, notamment lorsque de fortes puissances sont mises en jeu ; en revanche, dans notre exemple « musical », l'adaptation permet de faire « cracher » un maximum de puissance à l'amplificateur, et donc de faire du bruit…mais avec un faible rendement…