3.11.15 Exercice 15

Nous considérons à nouveau le système de champ magnétique illustré à la Fig. 3.64. l'inductance a été calculée dans l'exercice 14.
Nous incluons maintenant le type d'éléments électriques et mécaniques qui seront normalement présents lors de l'application de ce transducteur. La résistance R représente la résistance de l'enroulement plus toute résistance série supplémentaire dans le circuit externe.
Ce système est de la forme utilisée classiquement pour actionner des relais, des vannes, etc. par conséquent, la source $v(t)$ est généralement positive ou négative.
Le ressort k est utilisé pour ouvrir l'écart x à sa largeur maximale lorsque le courant est nul.
L'amortisseur linéaire c représente le frottement entre le manchon non

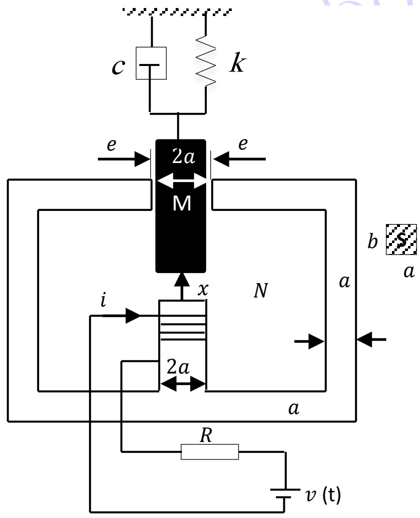

FIGURE 3.66 –

magnétique et le piston.

Bien que, dans certains cas, un amortissement supplémentaire soit ajouté de manière externe, soit pour ralentir le mouvement mécanique (comme dans un relais temporisé), soit pour réduire le rebond susceptible de se produire lorsque le piston atteint $x = 0$.
Calculer la force magnétique appliquée sur le piston.

Corrigé de l'exercice 15

Dans l'exercice 14, avec des hypothèses appropriées, l'inductance de ce dispositif a été calculée de :

$$L(x) = L_0 \frac{1}{1 + \frac{x}{e}}$$

Nous avons une seule boucle électrique et un seul nœud mécanique ; par conséquent, nous pouvons écrire deux équations dans lesquelles le courant i et le déplacement x sont des variables dépendantes.
En appliquant la loi de tension de Kirchhoff à la boucle électrique et en utilisant la tension aux bornes du système de couplage, comme indiqué dans l'exercice 14, on obtient :

$$v(t) = R\,i + L_0 \frac{1}{1 + \frac{x}{e}} \frac{di}{dt} - L_0 \frac{i}{e\left(1 + \frac{x}{e}\right)^2} \frac{dx}{dt}$$

Pour écrire la deuxième loi de Newton pour le nœud mécanique, nous avons besoin de la force d'origine magnétique. Nous écrivons d'abord l'énergie magnétique (travail) :

$$W_m = \frac{1}{2} L(x)\, i^2 = \frac{1}{2} L_0 \frac{1}{1 + \frac{x}{e}} i^2$$

La force est donnée par :

$$F^m = -\frac{\partial W_m}{\partial x} = \frac{1}{2} \frac{L_0}{e\left(1 + \frac{x}{e}\right)^2} i^2$$

l'équation mécanique de mouvement est donnée par :

$$M\,\ddot{x} + k\,x + c\,\dot{x} = -\frac{1}{2} \frac{L_0}{e\left(1 + \frac{x}{e}\right)^2} i^2$$