Conversion Électromécanique II

Corrigé: **Champ tournant**

1) Moteur biphasé

Les tensions des phases u_{RN} et u_{SN}, qui sont décalées pour l'angle temporel α, vont créer les courants des phases i_R et i_S décalés pour le même angle:

$$i_R = \hat{I}\sin\omega t \tag{1}$$

$$i_S = \hat{I}\sin(\omega t - \alpha) \tag{2}$$

Également, les deux phases du moteur sont bobinées avec un décalage spatial (géométrique) $\varphi = \beta$ (Fig. 1).

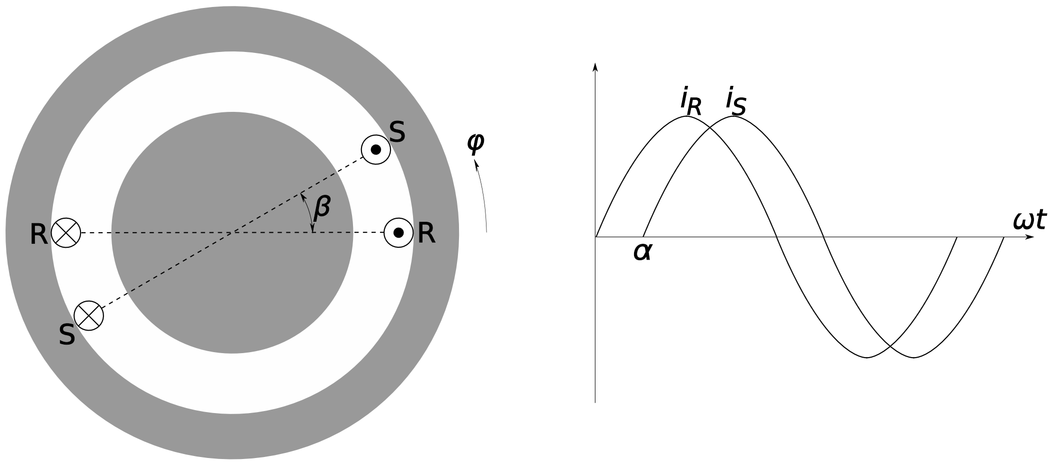

Figure 1: Le moteur biphasé

Comme résultat, le champ créé par la phase R est donné par:

$$h_R = \hat{H}\sin\omega t\sin\varphi = \frac{1}{2}\hat{H}[cos(\omega t - \varphi) - cos(\omega t + \varphi)] \tag{3}$$

et celui créé par la phase S est donné par:

$$h_S = \hat{H}\sin(\omega t - \alpha)\sin(\varphi - \beta) = \frac{1}{2}\hat{H}[cos(\omega t - \varphi - \alpha + \beta) - cos(\omega t + \varphi - \alpha - \beta)] \tag{4}$$

Le champ total est donné par la superposition des deux:

$$h = h_R + h_S = \underbrace{\frac{1}{2}\hat{H}[\cos(\omega t - \varphi) + \cos(\omega t - \varphi - \alpha + \beta)]}_{h_d} - \underbrace{\frac{1}{2}\hat{H}[\cos(\omega t + \varphi) + \cos(\omega t + \varphi - \alpha - \beta)]}_{h_i} \tag{5}$$

Le champ contient deux composantes: la composante directe h_d qui tourne dans le sense φ et la composante inverse h_i qui tourne dans le sense $-\varphi$.

Pour pouvoir créer un champ tournant, il faut tout d'abord annuler une de ceux deux composantes, disons la composante inverse. La condition $h_i = 0$ donne:

$$\alpha + \beta = \pi \tag{6}$$

Ensuite, il faut maximiser la composante directe, ce qui donne:

$$\alpha - \beta = 0 \tag{7}$$

Les conditions (6) et (7) donnent la solution finale:

$$\alpha = \beta = \frac{\pi}{2} \tag{8}$$

Dans ce cas, le champ total (5) devient:

$$h = \hat{H}\cos(\omega t - \varphi) \tag{9}$$

Évidemment, la somme des courants des phases (1) et (2) pour $\alpha = \pi/2$ n'est pas égale à zéro: le système de courants est non-symétrique, d'où le besoin de neutre.

2) Moteur avec $m > 2$ phases

Dans le cas avec m phases (Pk, avec $k = 0, \ldots, m-1$), on introduit le décalage temporel α et le décalage spatial β comme dans le point 1). Ce décalage sera le même entre les phases P1 et P2, P2 et P3, etc. Cela donne:

$$h = \hat{H}\sum_{k=0}^{m-1}\sin(\omega t - k\alpha)\sin(\varphi - k\beta) = h_d - h_i \tag{10}$$

La composante directe est maintenant:

$$h_d = \frac{1}{2}\hat{H}\sum_{k=0}^{m-1}\cos(\omega t - \varphi - k\alpha + k\beta) \tag{11}$$

et la composante inverse est:

$$h_i = \frac{1}{2}\hat{H}\sum_{k=0}^{m-1}\cos(\omega t + \varphi - k\alpha - k\beta) \tag{12}$$

La composante inverse est annulée dans les deux cas: $\alpha + \beta = 4\pi/m$ ou $\alpha + \beta = 2\pi/m$. La composante directe est maximale pour $\alpha - \beta = 0$. Cela donne finalement deux cas:

- Le cas 1 correspond à:

$$\alpha = \beta = \frac{2\pi}{m} \tag{13}$$

  Dans ce cas, le système de courants est symétrique, car:

$$\sum_{k=0}^{m-1} i_{Pk} = \hat{I}\sum_{k=0}^{m-1}\sin(\omega t - k\alpha) = \hat{I}\sum_{k=0}^{m-1}\sin(\omega t - k\frac{2\pi}{m}) = 0 \tag{14}$$

- Le cas 2 correspond à:

$$\alpha = \beta = \frac{\pi}{m} \tag{15}$$

  Dans ce cas, le système de courants n'est pas symétrique car:

$$\sum_{k=0}^{m-1} i_{Pk} = \hat{I}\sum_{k=0}^{m-1}\sin(\omega t - k\alpha) = \hat{I}\sum_{k=0}^{m-1}\sin(\omega t - k\frac{\pi}{m}) \neq 0 \tag{16}$$

  Dans ce cas là, le neutre est nécessaire.

Pour illustrer les cas 1 et 2 ci-dessous, la configuration avec $m = 3$ est présentée aux Figs. 2 et 3 (les phases sont R, S et T).

Dans les deux cas, le champ total est donné par:

$$h = h_d = \frac{m}{2}\hat{H}\sin(\omega t - \varphi) \tag{17}$$

Le moteur biphasé ($m = 2$) ne peut pas être traité comme le moteur avec $m > 2$ phases, et il est vu comme une exception. Pour $m = 2$, il existe uniquement le cas 2, qui est analysé dans le point 1).

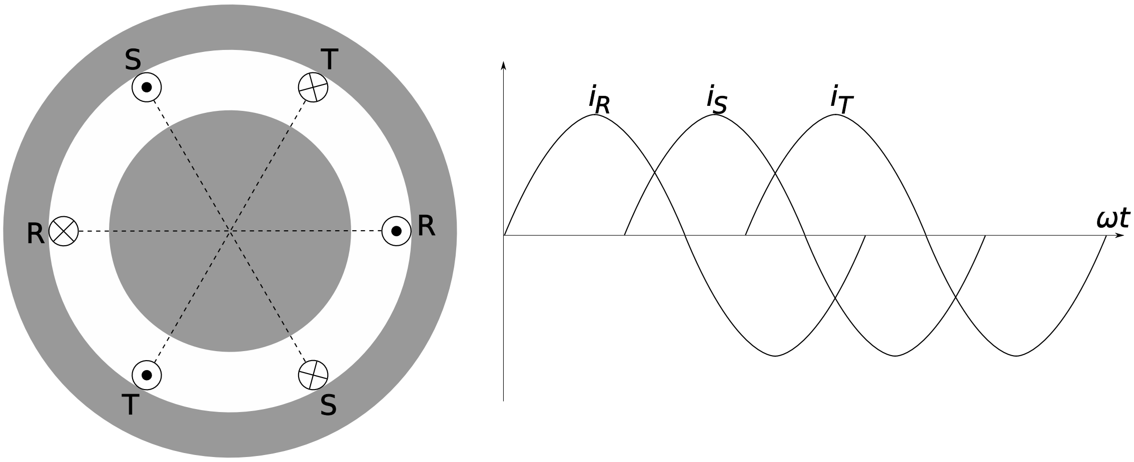

Figure 2: Le cas 1 pour $m = 3$

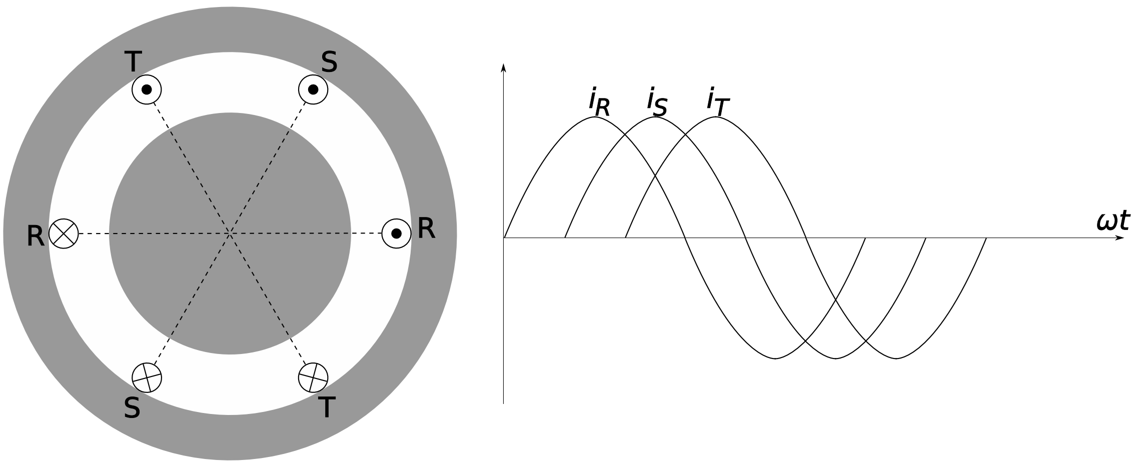

Figure 3: Le cas 2 pour $m = 3$