

- Expression de la tension induite de mouvement
- Passage en complexe
- Expression du couple

Madame, Monsieur, bonjour. Bienvenue dans ce nouveau module consacré au moteur synchrone et plus spécifiquement ici à l'expression du couple des machines synchrones. Ce que l'on va faire pour commencer, c'est exprimer la tension induite de mouvement, pour nous permettre de comprendre ou de revoir plutôt quelque chose d'assez connu, de faire le passage en complexe, puisque nous l'avons vu lors du premier module d'introduction, toutes nos alimentations, tous nos signaux dans ce moteur synchrone sont en sinusoïdal, donc, on va pouvoir passer en complexe pour simplifier l'écriture, et simplifier la résolution, et enfin, arriver à l'expression du couple que l'on cherche.

Notes

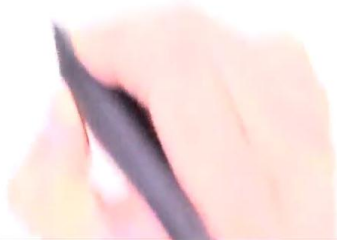
Summary



Expression de la tension induite de mouvement

$$u_1 = R_s \cdot i_1 + L_s \frac{di_1}{dt} + u_i$$

$$\begin{aligned} u_i &= \text{Tension induite de mouvement} \\ &= K_e \Omega \sin \omega t \end{aligned}$$



L'expression de la tension induite de mouvement, c'est quelque chose que l'on connaît déjà relativement bien. Je rappelle, ici, on est toujours dans un moteur triphasé par hypothèse, sinusoïdale comme je viens de le dire, et donc, on va n'écrire finalement que ce qui concerne une seule phase, puisqu'on sait que tout est symétrique, mais juste décalé. Donc, pour notre première phase, l'équation de tension pour U_1 , c'est donc, R_s fois i_1 , lorsqu'on a juste la résistance ohmique, plus l'inductance de phase qui multiplie Di_1/dt , et on a enfin, la tension induite que l'on va appeler tension induite de mouvement. On fait ici, c'est vrai, l'hypothèse qu'on n'a pas de tension induite de saturation. On a bien la tension induite de transformation qui est le $L_s Di_1/Dt$, et on a la tension induite de mouvement qu'on appelle ici U_i , et qui nous permet après de dire que cette tension induite de mouvement est directement proportionnelle à la rotation du rotor. C'est ce qu'on va faire ici pour permettre d'intégrer finalement dans l'équation de tension, la vitesse. Comme je viens de le dire, ce U_i , que l'on va désigner ou appeler tension induite de mouvement, cette tension induite de mouvement, elle s'écrit K_e , donc, une certaine constante, un coefficient fois Ω la vitesse du rotor, fois le sinus Ωt .

Notes

Summary



0m 46s

Expression de la tension induite de mouvement

$$u_1 = R_s \cdot i_1 + L_s \frac{di_1}{dt} + u_i$$

$$u_i = \text{Tension induite de mouvement}$$

$$= K_e \Omega \sin \omega t$$

K_e : Coef. de tension induite

$$u_1 = R_s \cdot i_1 + L_s \frac{di_1}{dt} + K_e \Omega \sin(\omega t)$$

Tension induite est prise comme référence pour les phaseurs

Vous me direz : «Oui, mais alors, vous mettez Ωt mais pas Ωt plus α ou plus un angle.» Eh bien non, parce que je vais décider, puisque c'est la première équation que j'écris et premier élément dont je parle, je vais décider que cette tension induite de mouvement va devenir ma référence pour la suite des calculs. Et donc, peut-être encore vous indiquer ce que c'est que K_e . K_e , c'est la constante de tension induite ou le coefficient de tension induite et qui nous permet alors d'écrire l'équation U_1 c'est R_s fois i_1 plus $L_s \frac{di_1}{dt}$ plus cette tension induite, mais que je vais écrire maintenant $K_e \Omega \sin \Omega t$. Et donc, comme indiqué tout à l'heure, on décide que l'angle de phase de la tension induite est choisi comme référence, donc, posé égal à 0. Donc, la tension induite est prise comme référence pour les phaseurs qui vont suivre. Maintenant, ce qu'on va faire une fois qu'on a la tension des deux mouvements et qu'on a posé l'équation de tension pour en tout cas une phase, mais c'est la même chose comme on l'a dit pour les autres, on va passer en complexe, c'est-à-dire, on va écrire les phaseurs.

Notes

Summary



Transformation en complexe : phaseur

$$u_1 = \hat{u}_1 \sin(\omega t + \varepsilon)$$

$\varepsilon =$ angle entre u_1 et u_2

$$\downarrow$$

$$\underline{\hat{u}}_1 = \hat{u}_1 e^{j\varepsilon}$$

$$\underline{\hat{u}}_1 = (R_s + j\omega L_s) \underline{\hat{i}}_1 + \underline{\hat{u}}_{i1}$$

Pour commencer, on va écrire la tension d'alimentation. On a une alimentation sur la phase 1, cette alimentation branchée directement sur une source, nous donne : U_1 crête sinus Ωt plus un angle. Un angle entre quoi et quoi ? Un angle entre la tension induite qu'on a pris comme référence, et cette tension d'alimentation. Donc, ε , qui est le premier angle que l'on voit ici, c'est l'angle entre U_i , tension induite, et tension d'alimentation. En mettant ceci maintenant sous forme complexe phaseur, le phaseur de crête de cette alimentation, c'est $e^{j\varepsilon}$. Et on peut aussi alors dire que ce même phaseur, c'est égal à ce qu'on a écrit précédemment, $J\Omega L_s$ fois i_1 crête, plus la tension induite de mouvement de la première phase. Là, on a indiqué ou on a écrit tous les éléments qui nous permettent de poursuivre. Maintenant, on va pouvoir aller dans l'expression de couple de ce moteur synchrone que l'on cherche à déterminer.

Notes

Summary



Expression du couple

$$P = \frac{1}{\Omega} \left(U_{i_1} \cdot i_1 + U_{i_2} \cdot i_2 + U_{i_3} \cdot i_3 \right)$$

comme $U_{i_{1,2,3}}$ et $i_{1,2,3}$ sont déphasés de 120°

$$P = \frac{3}{2} \frac{1}{\Omega} \hat{U}_{i_1} \cdot \hat{I}_1 \cos \psi$$

L'expression du couple, on va la baser sur le fait que l'on connaît la puissance, c'est la tension multipliée par le courant, il faudra le faire pour les trois phases. Et puis, si on veut le couple, la puissance est rapportée à la... On divise par la vitesse pour avoir en tout cas le couple électromécanique. Donc, M peut s'écrire $1/\Omega$ qui multiplie tout d'abord U_{i_1} fois i_1 , donc tension induite fois courant, plus U_{i_2} fois i_2 plus U_{i_3} fois i_3 . Je rappelle que si on faisait juste tension d'alimentation fois courant, on a la puissance consommée, tandis que tension induite fois courant, on a la puissance électromécanique. Et comme on a $U_{i_{1,2,3}}$ de même que $i_{1,2,3}$ qui sont desphasés de 120 degrés, on peut simplifier l'écriture qu'il y a ici en haut, et écrire que le couple devient $3/2$, le $1/\Omega$ reste, on a U_{i_1} crête fois i_1 crête, et enfin cosinus Ψ un nouvel angle qui arrive par ici. Donc, on a U_{i_1} crête, c'est-à-dire la valeur crête de la tension induite de la première phase, i_1 crête, la valeur de crête du courant de la première phase, le $3/2$ parce qu'on a tous ces éléments qui sont chacun desphasés de 120 degrés. On a déjà fait ce genre de calcul, c'est pour ça que je me permets de prendre un raccourci, et le cosinus Ψ qui n'est autre que quoi ?

Notes

Summary



Expression du couple

$$P = \frac{1}{\omega} \left(u_{i1} \cdot i_1 + u_{i2} \cdot i_2 + u_{i3} \cdot i_3 \right)$$

comme $u_{i1,2,3}$ et $i_{1,2,3}$ sont déphasés de 120°

$$P = \frac{3}{2} \frac{1}{\omega} \hat{u}_{i1} \cdot \hat{i}_1 \cos \psi \quad \psi = \text{angle entre } u_i \text{ et } i$$

Qui n'est autre que l'angle qu'on va avoir entre la tension induite et le courant. Donc, par définition, ce Ψ est l'angle entre tension induite et courant. Donc, on a maintenant ε qui est l'angle entre la tension d'alimentation et la tension induite et on a l'angle Ψ qui est l'angle entre la tension induite et le courant.

Notes

Summary





- La tension induite est prise comme référence dans les phaseurs
- L'expression du couple montre qu'il existe un maximum lorsque la tension induite et le courant sont en phase
- L'expression du couple est très proche de celle des moteurs à courant-continu DC

Voilà, on a déjà vu pas mal d'éléments ici qui nous permettent d'avancer. Donc, la tension induite est prise comme référence dans les phaseurs, c'est très important. On a cet angle ε et Ψ qui vont nous permettre de voir comment alimenter ce moteur dans les meilleures conditions. L'expression du couple, on le voit déjà ici, montre qu'il y a un maximum. Et ce maximum, c'est évidemment quand Ψ est égal à 0, donc le cosinus de Ψ vaut 1. Et donc, on aura ce maximum à ce moment-là. Mais qu'est-ce que ça veut dire ? On le verra dans les modules prochains. L'expression du couple est très proche de celle d'un moteur à courant continu classique, et on va voir dans quelle mesure on peut finalement dire que c'est comme un moteur à courant continu classique. Il faudra pour cela alimenter ce moteur d'une certaine manière et en particulier, comme je viens de le dire, pour faire que cet angle Ψ entre courant et tension induite soit nul, ou le plus proche de 0. Merci beaucoup.

Notes

Summary



7m 40s