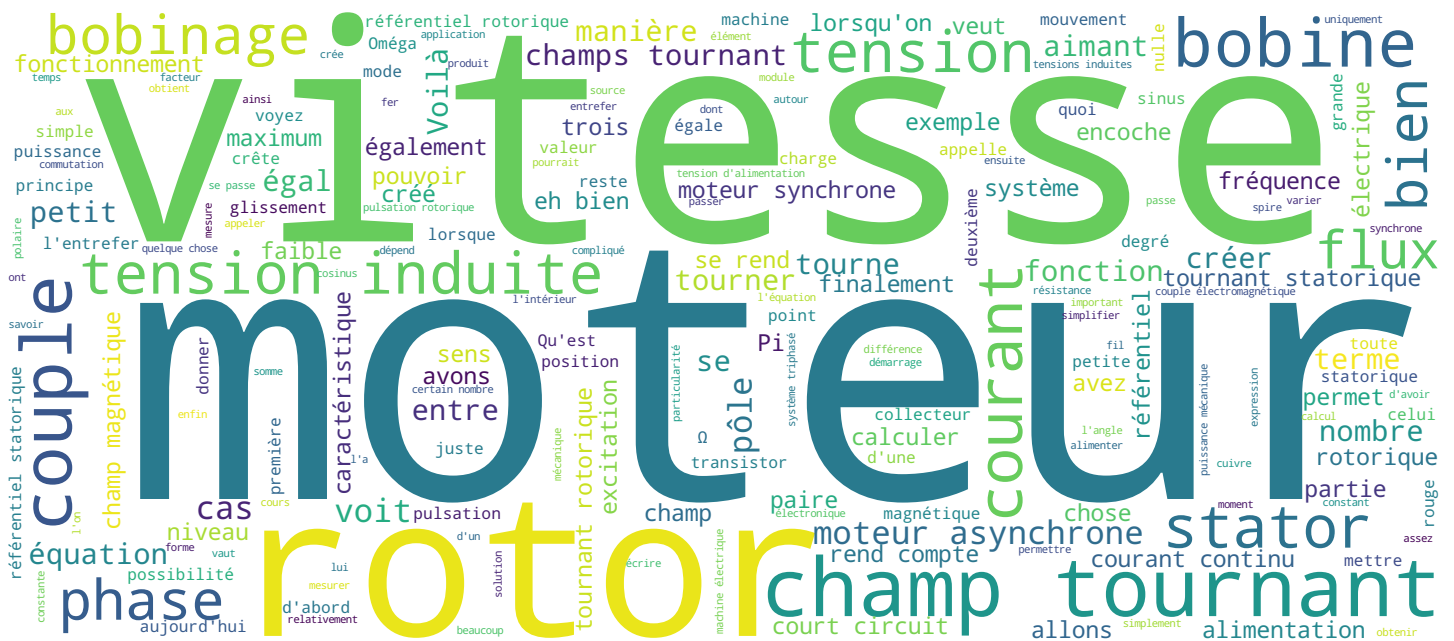


Prof. Perriard & Dr Koechli





Bonjour ! Après le moteur à courant continu et le moteur synchrone, nous allons parler aujourd'hui du moteur asynchrone. Ce moteur est particulièrement utilisé pour des applications de moyenne et de grande puissance allant de quelques centaines de watts à quelques mégawatts. On le trouve également dans des variantes spéciales à des puissances plus faibles, mais il tend à être remplacé par le moteur synchrone à aimants permanents, qui a un rendement nettement meilleur à basse puissance. En principe, on alimente le moteur asynchrone avec un système triphasé symétrique. Je dis bien en principe parce qu'on trouve aussi des variantes bi-phasée et même monophasée, dont on parlera plus tard dans le cours. Le moteur asynchrone a un bobinage statorique triphasé qui lui permet de créer un champ tournant. Son rotor a également un bobinage dont la particularité est d'être un court-circuit. Dans ce module, nous allons aborder son principe de fonctionnement en regardant les champs tournants créés par ces bobinages dans le référentiel du stator, puis dans celui du rotor. Mais d'abord, nous allons faire un bref rappel de ce qu'il faut pour créer un couple électromagnétique dans une machine électrique.

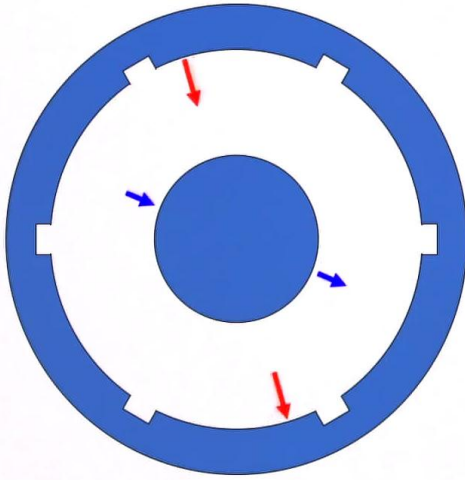
Notes

Summary



0m 03s

Rappel: conditions d'obtention d'un couple



- Champ tournant **statorique**
- Champ tournant **rotorique**:
 - de même polarité que le champ statorique
 - déphasé par α à lui
 - tournant à la même vitesse
 - créé par un aimant ou par un bobinage

- $\omega_r = \omega_s - \Omega p$

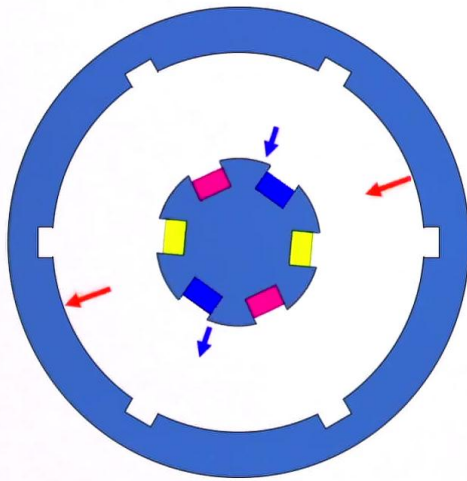
Pour créer un couple dans une machine électrique, il nous faut deux champs tournants. Alors un champ tournant statorique en rouge et puis un champ tournant rotorique en bleu. Je les ai représentés dans cette animation par des flèches qui montrent le maximum et le minimum du champ tournant. Ici, ils ont deux pôles. Et puis le champ tournant rotorique pour que, en ayant un couple non nul, il doit avoir le même nombre de pôles que le champ statorique. Il doit être déphasé parce qu'autrement, on a un couple nul si les deux champs sont en phase, doit tourner à la même vitesse parce qu'autrement, on a un couple moyen nul si les deux champs tournent pas à la même vitesse. Et puis le champ tournant rotorique et bien peut être créé par un aimant ou par un bobinage, avec une condition sur la pulsation rotorique s'il est créé par un bobinage.

Notes

Summary



1m 27s



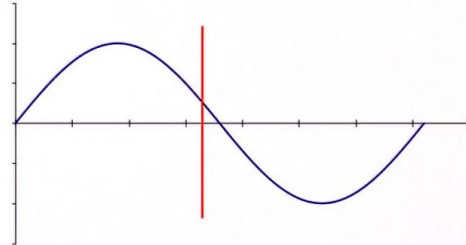
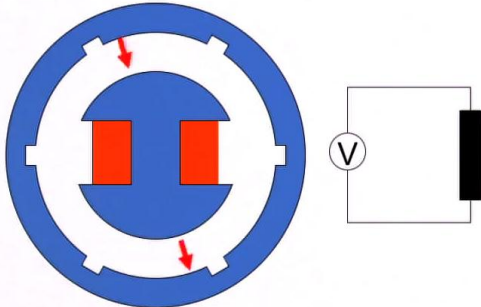
- Le rotor ne tourne pas à la vitesse synchrone
- Le bobinage du rotor est en court-circuit

Comment est-ce que ça s'applique à notre moteur asynchrone ? Dans le cas du moteur asynchrone, et bien, on a deux particularités. La première, c'est qu'en fait le rotor ne tourne pas à la vitesse du champ tournant ou à la vitesse des champs tournants, je devrais plutôt dire. Et puis la deuxième particularité, c'est que le bobinage du rotor du moteur asynchrone est en court-circuit.

Notes

Summary





La bobine rotorique « voit » un flux alternatif de pulsation ω_s
=> tension induite de fréquence $\omega_s / 2\pi$

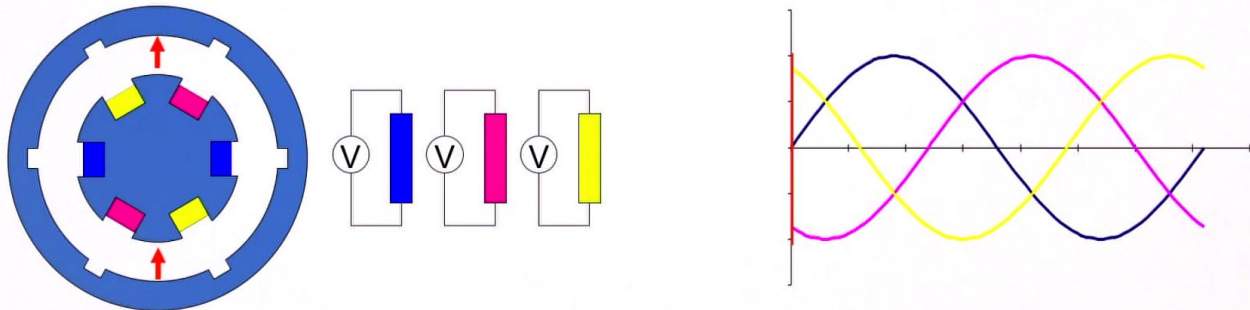
Pour comprendre comment ça marche, on va partir d'un cas très simple où on a une seule bobine. On est dans notre rotor où on va en tout cas n'en considérer qu'une dans un premier temps. Puis, on lui branche un voltmètre pour mesurer sa tension induite. Et puis lorsqu'on est dans le référentiel du rotor, qu'on est assis sur le rotor pour faire nos mesures et puis que le rotor est à l'arrêt, eh bien, on mesure un flux alternatif qui va nous donner une tension induite, alternative dont la pulsation est la même que celle du système statorique de l'alimentation statorique.

Notes

Summary



3m 02s



Les bobines rotoriques « voient » un flux alternatif de pulsation

$$\omega_r = \omega_s - \Omega p$$

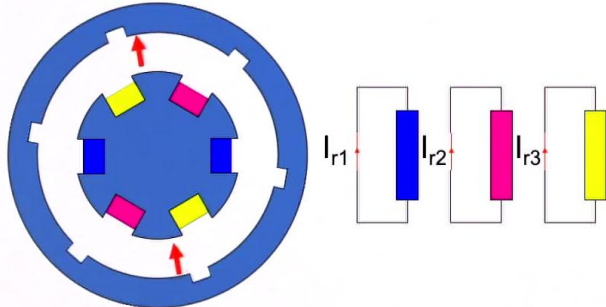
Maintenant, on va faire un cas un petit peu plus compliqué, on va faire tourner le moteur. On est toujours sur le rotor, donc, on voit le stator qui tourne à l'envers en quelque sorte et on va le faire tourner à la vitesse du champ tournant statorique. Et là, comme on tourne à la même vitesse que le champ tournant, eh bien le flux est constant dans le rotor dans notre bobine et donc la tension est nulle. La tension induite sur la bobine rotorique est nulle. Et puis on passe au cas général, on est toujours sur le rotor, mais ce coup-là, on tourne à une vitesse plus faible que celle du champ tournant. Dans le cas particulier, ici, elle est plus faible, elle pourrait être plus grande. Mais là, on voit que notre champ tournant tourne dans le bon sens. J'ai envie de dire dans le sens opposé à notre stator, vu qu'on est dans le référentiel rotorique. C'est la même chose que dans le premier cas. On a une tension induite qui est due à la différence de vitesse entre la vitesse du rotor et la vitesse du champ tournant, et on a cette tension induite qu'on peut mesurer. On a vu le cas avec une bobine.

Notes

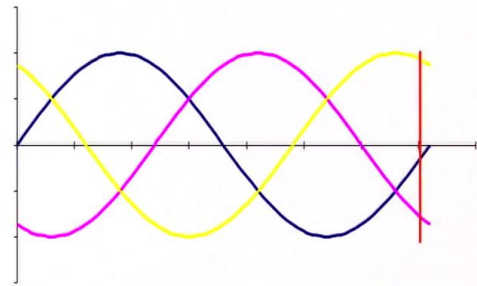
Summary



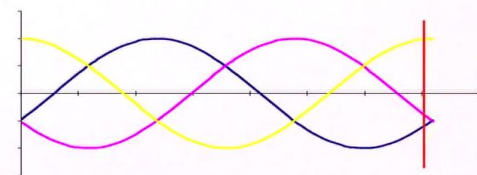
Bobinage rotorique triphasé en court circuit



Tensions induites



Courants induits



Un courant s'établit dans les phases rotoriques

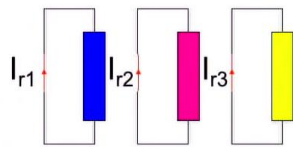
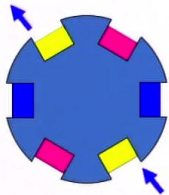
Maintenant si on en a trois, une bleue, une rose et une jaune qui sont déphasées mécaniquement et bien, on va voir que le fait que le flux soit maximum à des instants différents pour chacun des bobines, va typiquement... Le flux va être maximal pour la bobine jaune maintenant. Il est maximal pour la bobine bleue maintenant, etc. Ce qui fait qu'on a des tensions induites qui sont déphasées. Alors maintenant, on va passer au cas général, à savoir celui du moteur asynchrone où on a trois bobines qui sont en court-circuit. Comme on a des tensions induites et bien, sur un court-circuit, ça va donner des courants induits. C'est clair qu'ils ne vont pas être infinis parce que les bobines ont une certaine impédance qui va limiter le courant.

Notes

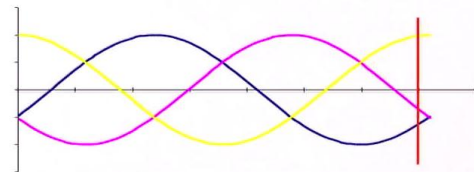
Summary



5m 14s



Courants induits



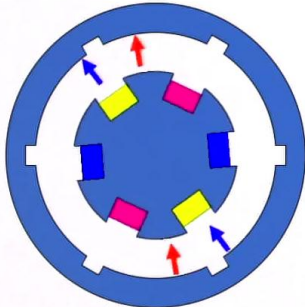
Les courants rotoriques induits par la différence de vitesse entre le champ statorique et le rotor créent à leur tour un champ tournant rotorique de vitesse $\Omega_r = \omega_r/p = \omega_s/p - \Omega$

Et puis on quitte maintenant le cas où on a le stator pour ne considérer que le rotor. On va supposer qu'on est uniquement sur le rotor avec des courants qui circulent dans les phases rotoriques qui sont déphasées mécaniquement et électriquement. Et puis c'est courant, ils vont nous créer un champ tournant puisque toutes les conditions sont remplies pour créer un champ tournant. Si on regarde la vitesse du champ tournant dans le référentiel du rotor, on se rend compte que la vitesse du champ tournant dans le référentiel théorique, ça, c'est important, c'est égal à la pulsation rotorique de l'alimentation divisée par le nombre de paires de pôles. Et puis c'est aussi égal à la différence entre la vitesse du champ tournant statorique et la vitesse du rotor.

Notes

Summary





Vitesse du champ tournant dans le référentiel rotorique: $\Omega_r = \omega_r / p = \omega_s / p - \Omega$

Vitesse du rotor: Ω

Vitesse du champ tournant dans le référentiel statorique: $\Omega_{rs} = \Omega_r + \Omega = \omega_s / p = \Omega_s$

Les champs tournants statorique et rotorique tournent à la même vitesse, ils sont synchrones.

On remet le stator et puis on reste dans le référentiel rotorique. Et je vais redire ce que j'ai dit tout à l'heure, à savoir la vitesse du champ tournant rotorique dans le référentiel rotorique, c'est égal à la vitesse du champ tournant statorique moins la vitesse du rotor. Donc maintenant, on va ressauter dans le référentiel statorique sur le stator et puis on regarde la vitesse du champ tournant rotorique dans le référentiel statorique. Donc c'est quoi ? C'est la vitesse du champ tournant dans le référentiel rotorique plus la vitesse du rotor. Puisqu'on veut se remettre dans le référentiel statorique. Et puis on se rend compte que les deux vitesses sont égales. Ça, c'est ce à quoi on s'attendait puisque autrement, on n'aurait pas de couple dans ce moteur.

Notes

Summary





Fonctionnement moteur asynchrone:

- Bobinage statorique => champ tournant statorique
- Bobinage rotorique en CC => courant induits si Ω différent de la vitesse synchrone
- Champ tournant rotorique tournant à la vitesse synchrone
- Couple dû à l'interaction des deux champs tournants

Voilà, tout va bien. On a deux vitesses, des champs tournants qui sont les mêmes et donc on a création d'un couple. Donc aujourd'hui, nous avons vu comment le couple électromagnétique est créé dans un moteur asynchrone. Dans ce moteur, nous avons un stator avec un bobinage triphasé qui crée un champ tournant statorique. Le bobinage du rotor est un court-circuit. Si le rotor ne tourne pas à la vitesse du champ tournant statorique, il y a apparition de courant induit au rotor et ces courants vont, eux aussi, créer un champ tournant rotorique qui tourne à la même vitesse que le champ tournant statique. Et c'est vraiment l'interaction de ces champs tournants qui génère un couple. C'est ça qu'on voulait pour ce moteur asynchrone.

Notes

Summary



8m 26s