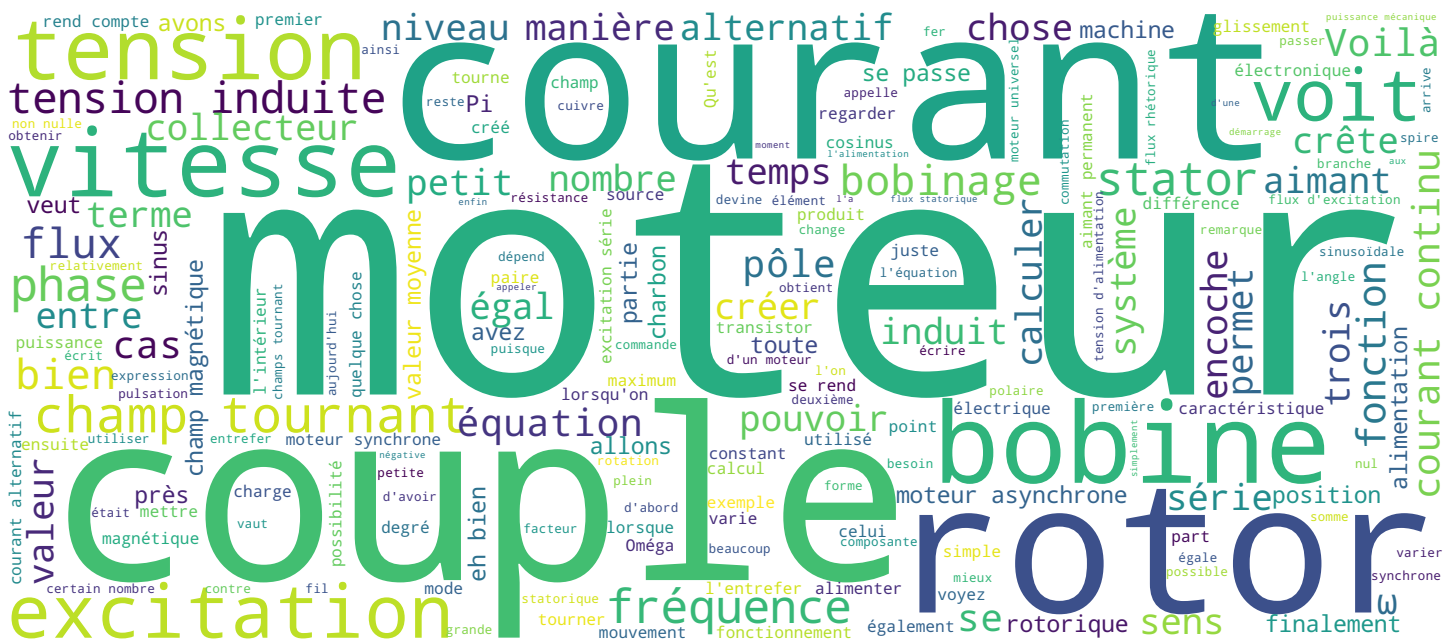


Conversion électromécanique

Prof. Perriard & Dr Koechli



$$\text{Aimant: } M = k_u \hat{\phi}_a i \quad i = \hat{I} \sin(\omega t)$$

$$\text{Bobine: } M = k'_u i_e i$$

Bonjour, Le moteur à courant continu est assez sympa par sa facilité d'utilisation. On le branche, et il démarre tout seul, pas besoin d'électronique ou de réseaux.....pour ça. Son seul défaut, c'est qu'on doit avoir une source continue pour l'alimenter. L'idéal, ça serait quand même de pouvoir le faire aussi avec une tension alternative 50 hertz ou 60 hertz du réseau industriel et ça c'est particulièrement vrai pour l'électroménager où un redresseur coûte quelque chose. Ça l'était aussi historiquement dans les trains ou quand on avait pas d'électronique, on voulait pouvoir utiliser du courant alternatif pour pouvoir facilement élever, baisser la tension. Comment peut-on faire pour alimenter un moteur à courant continu avec du courant alternatif et ainsi créer un moteur universel. Pour une petite idée, on va regarder les équations de couple du moteur. Les équations de couples les voici, je les ai écrit pour un moteur à excitation à aimant et pour un moteur à excitation avec une bobine en sachant que le courant est une fonction sinusoïdale qu'on va écrire avec une valeur de crête et puis une pulsation, ω qui est égale à $2\pi \times$ la fréquence.

Notes

Summary



0m 04s

Aimant: $M = k_u \hat{\phi}_a i$ $i = \hat{I} \sin(\omega t)$

Bobine: $M = k'_u i_e i$ $i_e = \hat{I}_e \sin(\omega t - \delta)$

On remarque que si je remplace i dans cette équation-là : ça c'est constant, ça c'est constant, ça c'est alternatif donc je vais avoir un couple alternatif de valeur moyenne nul puisque c'est sinusoïdale et donc mon système à aimant permanent, mon moteur à aimant permanent ne va pas faire l'affaire. Par contre, si j'ai un moteur avec excitation avec une bobine, j'ai un deuxième paramètre qui peut être alternatif qui est le courant d'excitation. Si le courant d'excitation est alternatif et qu'il a la même fréquence, (on va passer les détails) mais on sera assez vite compte que si elle a la même fréquence, on a peut-être une chance de trouver une solution intéressante à notre problème. On va avoir une chance d'avoir un couple moyen non nul et puis d'essayer de l'optimiser. Donc, ici j'ai écrit le courant d'excitation comme étant la valeur de crête du courant du courant d'excitation \times une sinusoïde de même fréquence avec un déphasage Γ . Je calcule le couple, c'est le produit de cette fonction par celle-ci $\times k_u'$ et puis-je vous épargner les calculs mais j'ai utilisé une bonne vieille relation trigonométrique qui dit que le produit de deux sinus, c'est une différence de cosinus.

Notes

Summary



Aimant: $M = k_u \hat{\phi}_a i$

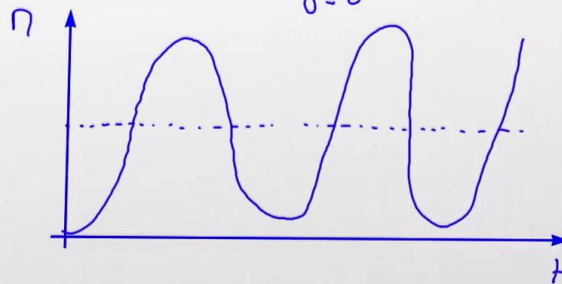
Bobine: $M = k'_u i_e i$

$$i = \hat{I} \sin(\omega t)$$

$$i_e = \hat{I}_e \sin(\omega t - \delta)$$

$$M = \frac{k'_u \hat{I} \hat{I}_e}{2} [\cos(\delta) - \cos(2\omega t - \delta)]$$

$\delta = 0$



Donc, j'ai créé le couple après application de l'identité trigonométrique et j'obtiens qu'on a k_u , valeur de crête du courant d'induit et valeur de crête du courant d'excitation / 2 et puis après identité trigonométrique, on a une différence de cosinus : $\cos(\alpha - \beta)$ et puis $\cos - \cos$ de $\alpha + \beta$ où α est ωt et β est $\omega t - \delta$. Voilà, quelle allure a notre couple? D'abord, un, il va avoir une composante constante, le déphasage entre les deux courants si on est à même fréquence, ne varie pas forcément et puis ensuite une composante à une fréquence double de la fréquence du réseau qui est une fonction cosinus. Nous, on veut le couple ayant la valeur moyenne la plus élevée possible. Donc, pour avoir le couple max, il faut que ça soit nul. Donc, $\Gamma = 0$. Si on a $\Gamma = 0$, on va avoir un couple qu'on peut tracer en fonction du temps. Notre couple, il va avoir une valeur moyenne non nulle et puis une composante alternative en fonction du cosinus. On part avec un cosinus négatif à peu près 1 donc en fonction du temps et puis c'est le couple. Vous voyez que dans un moteur dans un moteur universel, c'est le nom qu'on va lui donner, on a un couple qui ondule avec une fréquence de deux fois la fréquence du réseau d'alimentation et puis avec une valeur moyenne qui est non nulle.

Notes

Summary



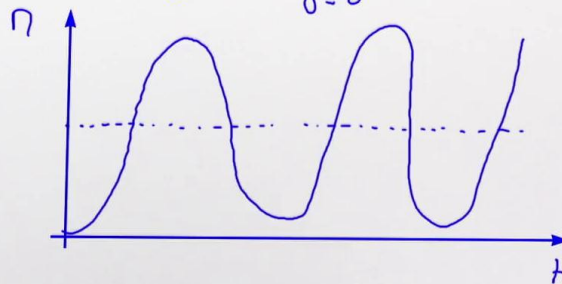
3m 08s

Aimant: $M = k_u \hat{\phi}_a i$ $i = \hat{I} \sin(\omega t)$

Bobine: $M = k'_u i_e i$ $i_e = \hat{I}_e \sin(\omega t - \delta)$

$$M = \frac{k'_u \hat{I} \hat{I}_e}{2} [\cos(\delta) - \cos(2\omega t - \delta)]$$

$\delta = 0$

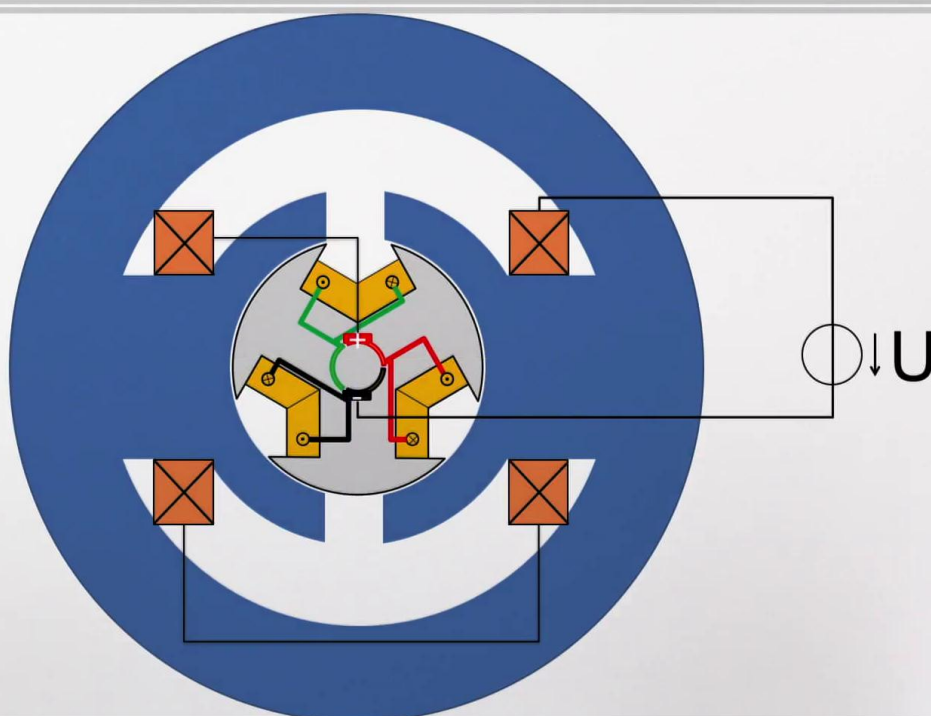


Comment ce qu'on fait pour avoir un angle entre le courant et le courant d'excitation qui soit nul ? La manière la plus c'est de faire en sorte que le courant d'induit et le courant d'excitation soient le même courant, ça c'est très simple. Pour ça, on connecte le moteur en série avec son excitation ou l'induit en série avec son excitation : c'est un moteur à courant continu à excitation série.

Notes

Summary





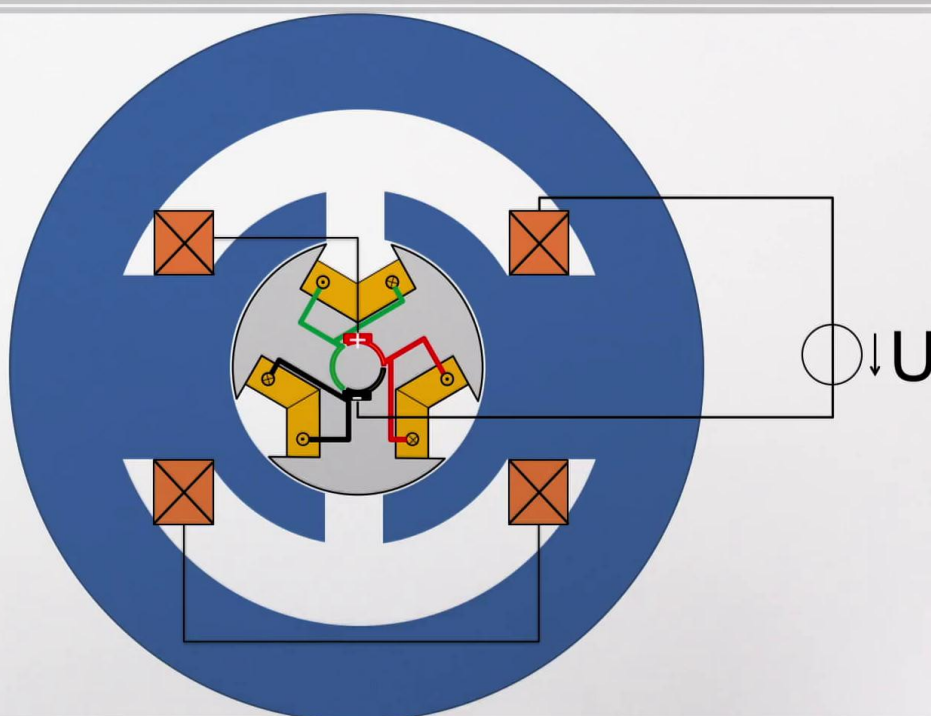
Donc là, j'ai représenté un moteur à excitation série avec deux bobines d'excitation qui sont connectées en série avec l'induit, donc si on regarde le chemin du courant dans ce moteur, il part dans l'excitation, il part dans la première bobine, il va dans la deuxième bobine et puis après il arrive au niveau des charbons et puis du collecteur et puis on reboucle dans la source de tension. Ce moteur-là, si on regarde les flux créés, on a un flux d'excitation créé par les bobines, je vais le dessiner, ou le représenter par une flèche jaune puis on avait vu que le rotor va nous créer un flux rhétorique ou fluide induits et celui-là, si on a bien fait notre travail, il est à peu près perpendiculaire avec le flux d'excitation comme ceci. Le flux rhétorique veut s'aligner avec le flux statorique et puis on a la génération d'un couple comme ceci. Voilà, ça c'est le principe de fonctionnement d'un moteur à courant continu avec ici la seule petite spécialité qui est le fait qu'on a connecté notre bobinage en séries avec l'induit, notre bobinage d'excitation série avec l'induit. Maintenant ?

Notes

Summary



6m 11s



Qu'est-ce qui se passe si on est avec un moteur qui est alimenté en alternatif, donc cette source de tension ici va être alternative, eh bien, il va y avoir du courant alternatif qui circule dans les bobinages et en fait, ce qui se passe, c'est que ça va créer des flux alternatifs, donc un flux rhétorique bleu et influent statorique jaune qui sont alternatif, qui varie dans le temps. Là, j'ai un peu ralenti les choses mais on se rend compte que la flèche bleue lorsqu'elle veut s'aligner avec la flèche jaune, eh bien, ça nous fait une rotation qui, dans le sens ne change pas que je sois dans cette position ici ou dans cette position ici, mon couple créé par l'interaction de deux flux va toujours dans le même sens, il va varier d'intensité mais sa valeur moyenne, elle est non nulle et puis elle est toujours positive ou toujours négative en fonction de la manière dont l'excitation et l'induit sont connectées entre eux.

Notes

Summary



7m 57s



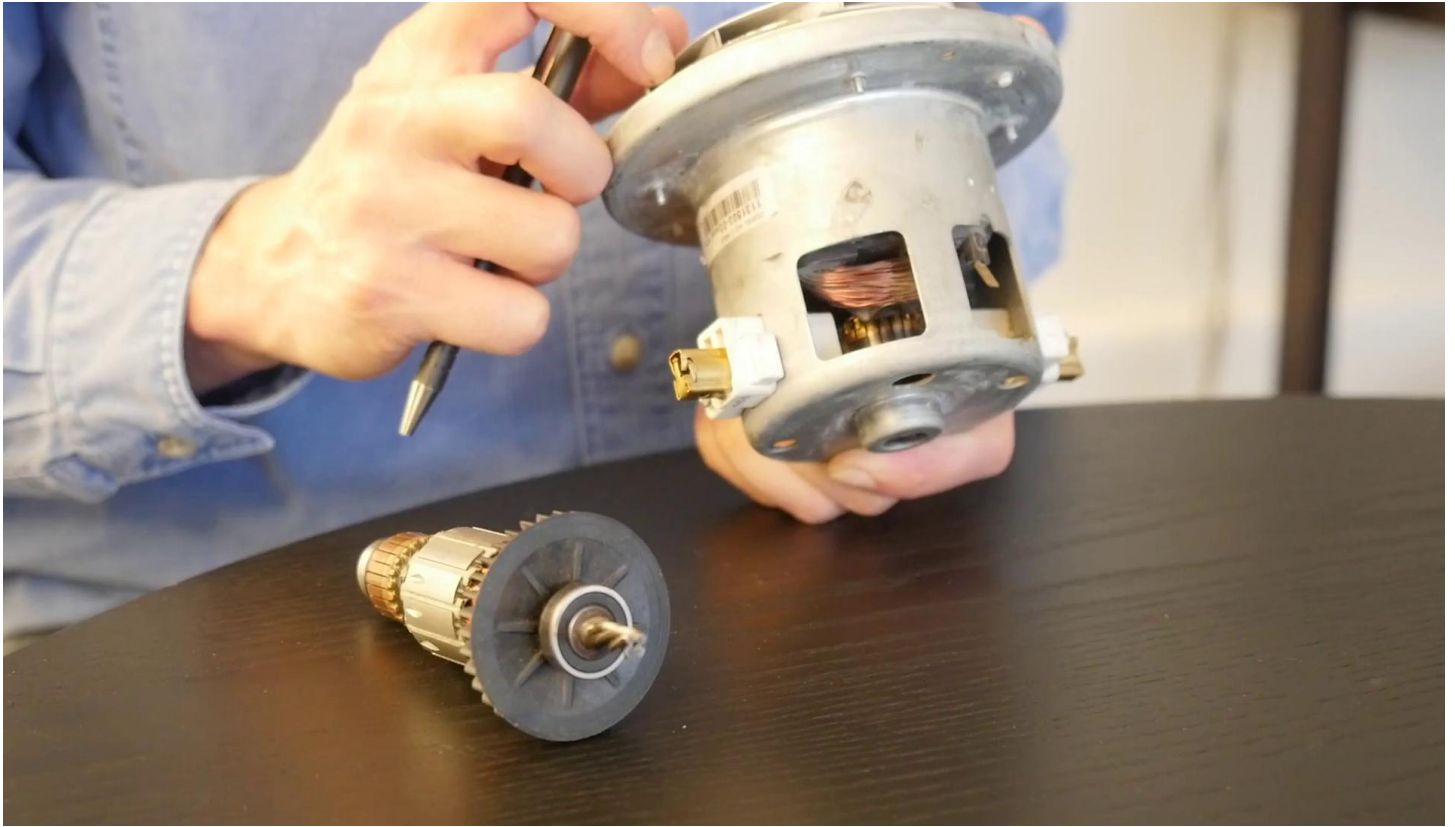
Voilà, la théorie, c'est bien joli mais ces moteurs là on les trouve énormément dans la pratique parce qu'ils sont relativement bon marché à utiliser, on branche le moteur sur le réseau électrique et ça marche. Donc je vous en ai amené quelques-uns. Donc, voilà un premier moteur, c'est un moteur d'un aspirateur, donc démonté d'un aspirateur que je possédais et puis on voit la turbine ici qui tourne et puis on voit ces deux choses ici qui servent à tenir les charbons et puis vous pouvez peut-être deviner le collecteur et puis l'enroulement statorique se trouve ici mais on va regarder un peu plus près ça après. Deuxième exemple, qui est un peu plus volumineux : c'est un moteur de machine à laver le linge qui a aussi un moteur universel avec un bobinage d'excitation qui est un petit peu plus compliqué parce qu'on doit pouvoir le connecter de diverses manières pour pouvoir aller vite, aller lentement, aller dans un sens, aller dans l'autre sens et ça on réalise avec des relais en commutant les bobines de l'excitation en les mettant séries, en parallèle, en les commutant d'un sens ou un autre. Troisième moteur, c'est un moteur de perceuses et puis là on va le regarder d'un peu plus près.

Notes

Summary



9m 14s



Il a un rotor et puis et puis un stator qu'on va regarder maintenant d'un peu plus près. Alors, ici on a le moteur de la perceuse que j'ai démonté. Donc, ici, il y a le rotor qui a trois parties principales on va dire : le ventilateur qu'on voit ici, le bobinage rhétorique qui est réalisée autour d'un certain nombre de tôles rhétoriques. On voit qu'il y a tout plein de bobines, ce coup-là, et puis on voit même quelques encoches pour faire l'équilibrage du rotor et puis la dernière partie, et bien, c'est le collecteur avec toutes les petites lames du collecteur puis un roulement. Ça c'est pour le rotor. Maintenant, si on regarde ce qui se passe au niveau du stator, le stator lui, il a un bobinage statorique donc c'est un moteur à excitation série, donc avec une excitation avec une bobine en devine les pôles statoriques à l'intérieur et puis si on regarde tout au fond, eh bien, on voit les charbons mais ça on a un peu de peine à les voir sur ce moteur là c'est pour ça que j'ai également amené le moteur de l'aspirateur où là on devine un peu mieux où sont les charbons, les charbons, ils sont situés dans ces petites parties si métallique et puis ils sont poussés par des ressorts et on les devine par là, ils viennent frotter sur le collecteur quand le moteur tourne.

Notes

Summary





- Choix du type d'excitation
- Fonctionnement du moteur universel
- Exemples d'applications

En résumé c'est possible de faire fonctionner un moteur à courant continu en l'alimentant avec du courant alternatif. La restriction c'est qu'on doit faire la connexion de la bobine d'excitation en séries avec celle de l'induit pour avoir un flux d'excitation et un courant induit qui soit synchro. Ça nous permet d'avoir un couple moyen non nul au prix d'une ondulation de couple à la fréquence double de celle du réseau. Bien sûr il faut construire le moteur spécialement pour l'alimenter en alternatif parce qu'il y a tout plein de subtilités que nous n'avons pas le temps de voir ici et comme c'est un moteur très utilisé dans la vie de tous les jours c'était important d'avoir un rapide aperçu de son fonctionnement.

Notes

Summary



12m 52s