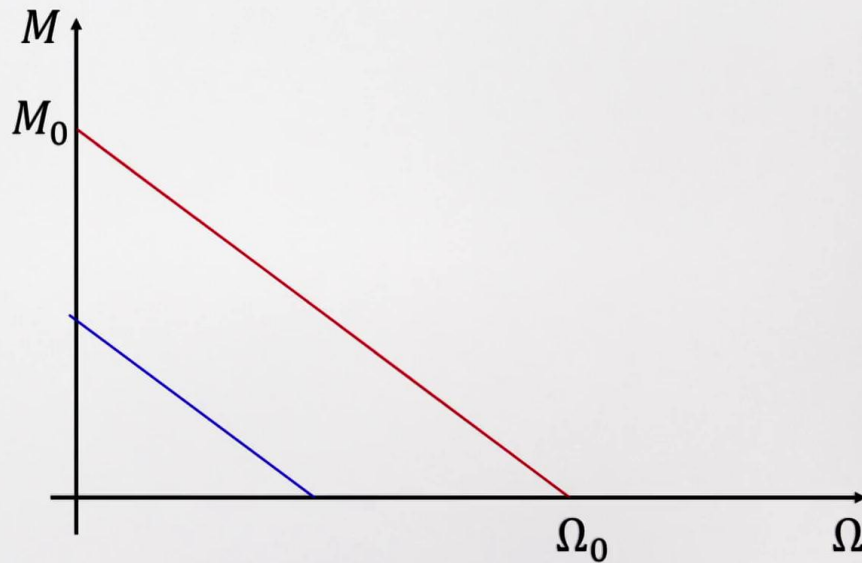


$$M_0 = k_u \hat{\phi}_a \frac{U}{R}$$

$$\Omega_0 = \frac{U}{k_u \hat{\phi}_a}$$



Bonjour, Le comportement d'un moteur à courant continu dépend de la manière qu'on a de l'alimenter. Aujourd'hui, nous allons voir ce qui se passe lorsqu'on varie sa tension d'alimentation et aussi comment implémenter une alimentation à tension variable. Le meilleur moyen de visualiser l'effet de la variation de la tension d'alimentation, c'est de regarder son influence sur la caractéristique de couple du moteur. Cette caractéristique de couple, la voici, on a le couple en fonction de la vitesse avec la caractéristique du moteur. On remarque son couple de démarrage M_0 dont voici l'expression et puis sa vitesse à vide qui contient plus de couple Ω_0 et on a également écrit son expression ici. De quelle manière est ce qu'ils dépendent de la tension d'alimentation ? On le remarque tout de suite, ils sont les deux directement proportionnels à cette dernière, à cette tension d'alimentation et donc, si je divise la tension d'alimentation par 2 par exemple, je vais diviser le couple de démarrage en 2 environ et puis je vais diviser également la vitesse à vide par 2 environ et on se rend compte que dans ce cas-là, ma nouvelle caractéristique de couple, c'est aussi une droite qui est parallèle à la droite précédente.

Notes

Summary

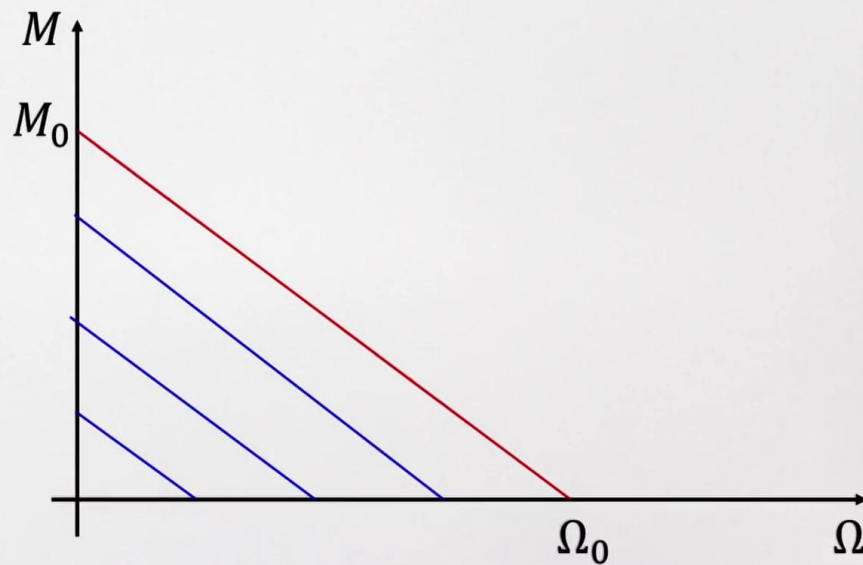


0m 04s

Effet sur la caractéristique couple-vitesse

$$M_0 = k_u \hat{\phi}_a \frac{U}{R}$$

$$\Omega_0 = \frac{U}{k_u \hat{\phi}_a}$$



En variant la tension d'alimentation, je vais avoir la possibilité de varier de manière quasiment infinie mes caractéristiques de couple; je peux avoir une caractéristique toute petite ou avec un couple de démarrage très faible et puis une tension très faible avec une petite tension ou une vitesse à vide très faible avec une petite tension plutôt, ou bien avoir la caractéristique limite à la tension limite à laquelle mon alimentation peut fonctionner. Avec ça, je peux parcourir tous les points qui sont sous la caractéristique de couple donc si j'ai un moteur et une tension variable, je peux régler n'importe quel point de fonctionnement qui se trouve dans ce triangle ici.

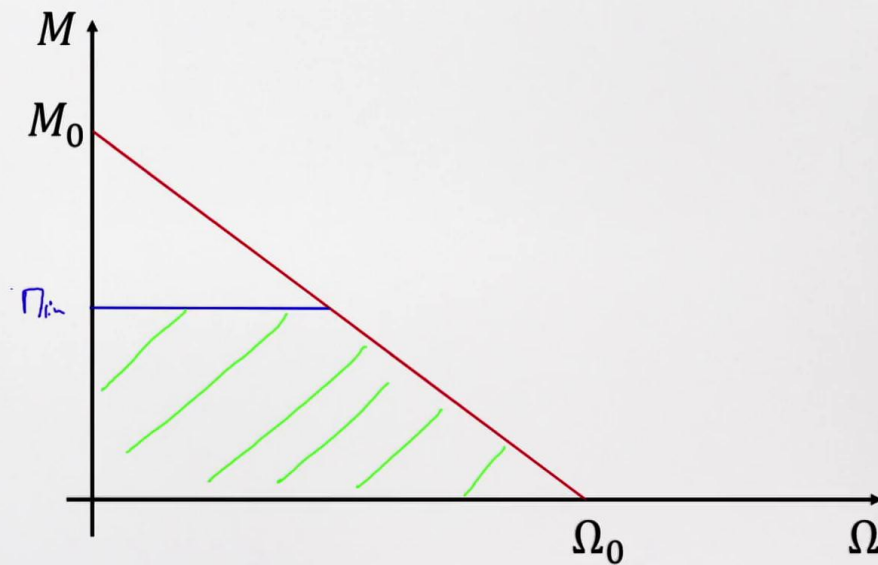
Notes

Summary



$$P_J = RI^2$$

$$M = k_u \hat{\phi}_a I$$

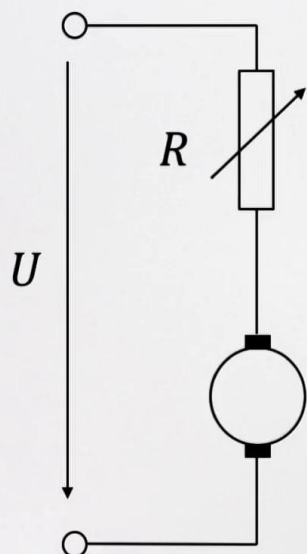


Il y a également des cas où on a intérêt à régler le courant pour diverses raisons : pour avoir un couple qui est réglé, il y a en tout cas une chose qui nous intéresse c'est de pas avoir un moteur qui chauffe trop. Pour ça, on se rend compte que si on veut limiter les pertes joules d'un moteur, il va falloir limiter le courant dans le moteur. Qu'est-ce que ça va avoir comme influence sur la caractéristique de couple ? Bien que le couple est directement proportionnel au courant, si on limite le courant dans le moteur, on va également limiter son couple. Si ça c'est le couple limite, on va avoir la possibilité de se déplacer n'importe où dans cette surface mais ces points-là de fonctionnement ne seront plus atteignables simplement parce que soit l'onduleur ne permet pas de les atteindre ou l'électronique de l'alimentation, je devrais dire, soit simplement on n'a pas envie de les atteindre parce que le moteur chaufferait trop. On a en tout cas pas envie d'y rester. Voilà, on a vu l'influence de la variation de la tension et de la limitation du courant sur la caractéristique de couple. Il nous reste maintenant à voir comment est ce qu'on peut implémenter cette variation de tension.

Notes

Summary





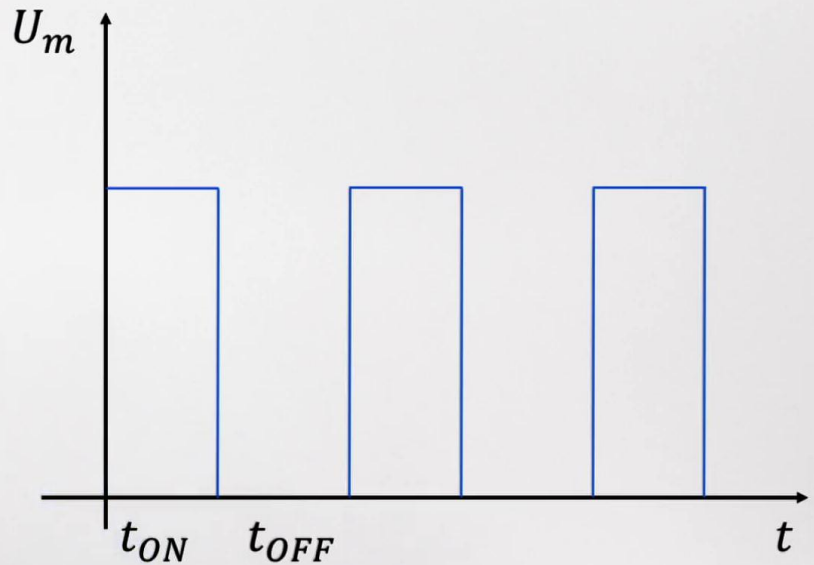
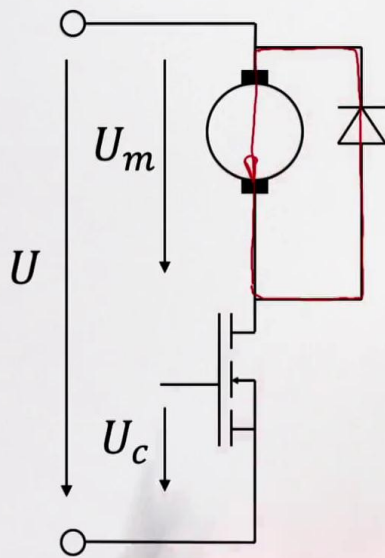
Historiquement, ce qu'on faisait lorsque on voulait varier la tension moteur avec une tension d'alimentation fixe, c'est qu'on rajoutait une résistance variable parce que c'était beaucoup plus facile d'avoir une résistance variable qu'une source de tension variable et ça on le faisait volontiers dans les trains ou dans les entraînements électriques où on voulait varier la vitesse du moteur. C'est quelque chose qui a tendance à disparaître, j'ai cru que ça avait disparu jusqu'à ce que j'achète un petit moteur pour les bateaux de pêche, donc le moteur, c'est un petit moteur à courant continu qui est situé ici avec l'hélice et puis en fait la manière de pouvoir avoir une vitesse variable, c'est simplement qu'on a rajouté une résistance en série et puis qu'on peut sélectionner, c'est pas continu mais il y a quelques crans et ça, ça permet d'avoir une solution qui est meilleur marché que celle de l'électronique de puissance qui serait idéale de ce cas-là.

Notes

Summary



Implémentation: alimentation unipolaire



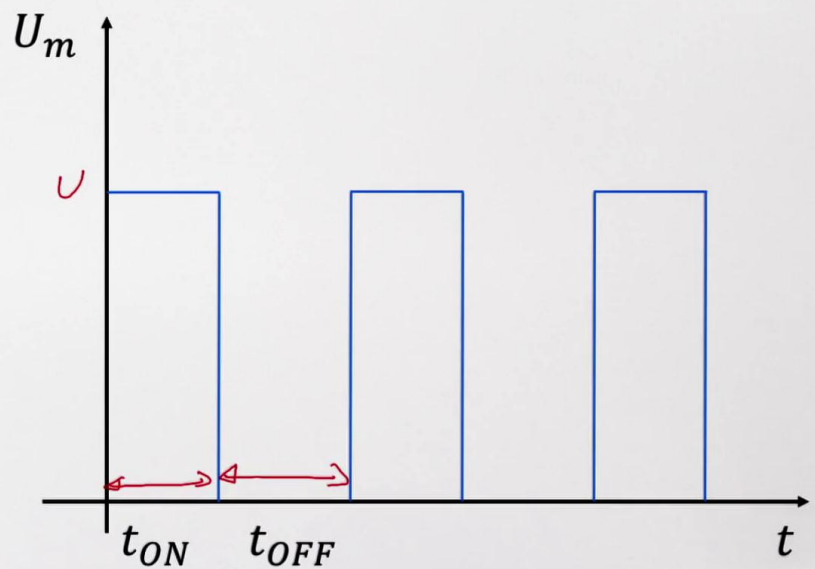
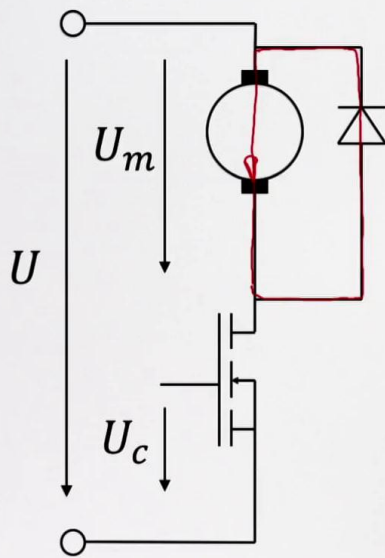
Puisqu'on parle d'électronique de puissance, comment est-ce qu'on réalise une alimentation à tension variable ? La manière la plus simple de faire les choses, c'est de mettre un transistor. Alors là, j'ai dessiné un transistor MOS mais ça peut être un bipolaire en série avec le moteur. Donc ça, c'est comme un interrupteur commandé avec une tension commande qui va être relativement faible et puis en enclenchant, déclenchant le transistor. On va arriver à régler la tension sur le moteur, on est obligé de mettre une diode de roue libre en parallèle ou en antiparallèle avec le moteur puisque le moteur est inductif et donc si on ne le fait pas, on a des surtensions qui peuvent nous faire casser tout le système. Comment est-ce qu'on fait pour faire varier la tension sur le moteur ? Simplement, lorsque le transistor qui est comme un interrupteur est enclenché, on a du courant qui circule dans le moteur. Le transistor est enclenché, on a du coup un courant I et puis lorsque je coupe le transistor, lorsque je lui commande de se déclencher c'est comme si j'ouvrais l'interrupteur, le courant veut toujours continuer mais il ne peut plus le faire dans le transistor puisqu'il est déclenché donc le courant va passer dans la diode de roue libre.

Notes

Summary



Implémentation: alimentation unipolaire



Donc tantôt sur le moteur je vais avoir soit la tension d'alimentation lorsque le transistor est enclenché soit la tension diode, on va supposer que c'est à peu près 0, ça serait 0,7 ou -0,7 volts ou moins 1 volt si c'est une diode de puissance, ça varie en fonction de la puissance. On va supposer que c'est 0 pour simplifier les choses. Donc quand le moteur est enclenché, j'ai la tension d'alimentation U et puis lorsque je coupe le transistor, je descends à $-0,7$ volts 0 volt puis je réenclenche, puis je redescends, puis je réenclenche, puis je redescends et la valeur moyenne de la tension, on peut la calculer en fonction du temps d'enclenchement et de déclenchement et du rapport entre ces deux. On peut calculer la valeur moyenne de la tension que voit le moteur. Ça c'est la manière la plus simple de réaliser une électronique qui nous permet de varier la tension sur le moteur. On voit par contre que cette tension ne peut être que positive. On ne peut pas avoir une tension négative avec ce montage.

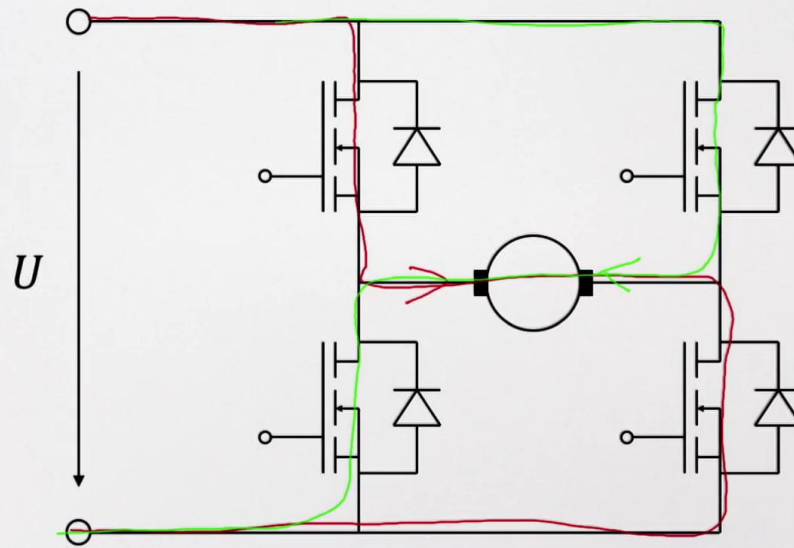
Notes

Summary



7m 24s

Implémentation: pont en H



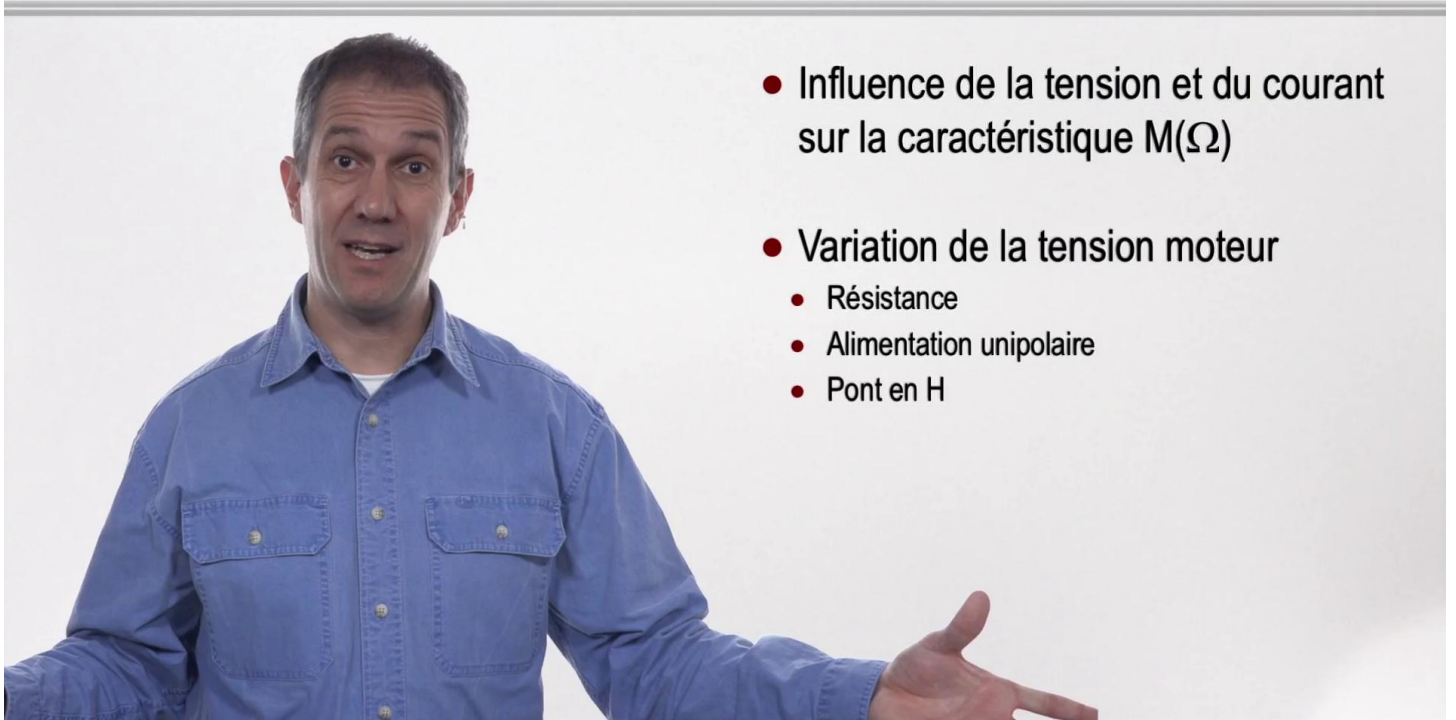
Pour avoir une tension négative ou un courant qui va dans les deux sens, c'est lié, on est obligé d'avoir un pont H avec 4 transistors qui a été représenté ici. Avec ces 4 transistors, on peut faire circuler du courant soit dans un sens typiquement en enclenchant ce transistor et ce transistor soit dans l'autre sens en enclenchant ces 2 ici et donc le courant va circuler et donc là, on a vraiment une manière d'avoir une alimentation qui nous permet d'avoir non seulement une tension positive variable sur le moteur mais aussi une tension qui peut être négative, il faut juste faire gaffe de ne pas alimenter les deux transistors de la même branche au même temps, ne pas enclencher celui-là et celui-là, ou celui-là et celui-là, ça fait un court-circuit et en général ça fume, ce n'est pas vraiment le but.

Notes

Summary



8m 48s



- Influence de la tension et du courant sur la caractéristique $M(\Omega)$
- Variation de la tension moteur
 - Résistance
 - Alimentation unipolaire
 - Pont en H

Voilà, aujourd'hui nous avons étudié l'influence de la variation de tension sur la caractéristique du moteur. Nous avons aussi vu qu'il était possible de limiter les pertes joules du moteur en limitant son courant et donc de limiter le couple du moteur. Historiquement, on utilisait une résistance pour faire varier la tension d'alimentation sur le moteur. Aujourd'hui, même si on trouve encore quelques applications qui fonctionnent sur ce principe, on utilise majoritairement des solutions à base d'électronique soit unipolaire donc avec un seul transistor lorsqu'on n'a pas besoin de tourner dans les deux sens ou bien alors d'un pont H dans le cas contraire. La commande électronique nous permet de moduler le temps d'enclenchement du moteur de manière à pouvoir régler sa tension d'alimentation ou alors de limiter le courant qui le traverse. C'est la base des entraînements électriques à vitesse variable.

Notes

Summary



10m 09s