

MP31-MACHINE À COURANT CONTINU

5 février 2022

Mathieu Berdous & Forest Vincent

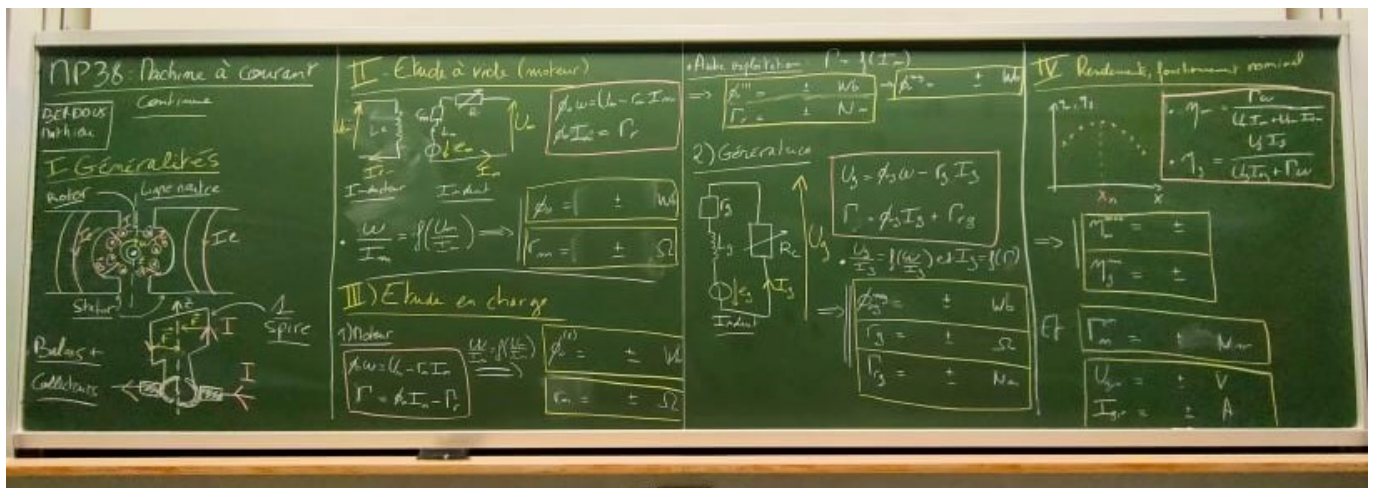
Table des matières

1 Généralités	2
2 Étude à vide (moteur)	2
3 Étude en Charge	2
4 Rendement fonctionnement nominal	3
5 Remarques personnelles	3

Bibliographie

- Jolidon *Physique expérimentale - Optique, magnétisme, électrotechnique, mécanique, thermodynamique et physique non linéaire*
- J-M. BREBEC - HPrépa *Électronique 2ème année PSI-PSI**
- Fascicule de TP *Électromagnétisme*

Tableau



1 Généralités

Équations de fonctionnement en régime permanent :

$$\phi_o \omega = U_m - r_m I_m$$

$$\Gamma = \phi_o I_m - \Gamma_r$$

avec ϕ_o le flux magnétique au niveau du rotor, ω la vitesse de rotation du rotor, r_m la résistance interne de l'induit, I_m et U_m le courant et la tension au niveau de l'induit, Γ le couple qui s'exerce sur l'arbre de la MCC et Γ_r le couple lié aux différents frottements mécaniques.

Remarque : les précautions à prendre pour mettre en route et éteindre la MCC sont décrites dans le fascicule de TP ainsi que dans le Jolidon. Pour résumer, il est important de mettre une résistance de charge en sortie de l'induit pour éviter un courant trop important à l'allumage et il faut toujours couper la tension aux bornes de l'induit avant celle aux bornes de l'inducteur pour éviter un emballement du moteur.

2 Étude à vide (moteur)

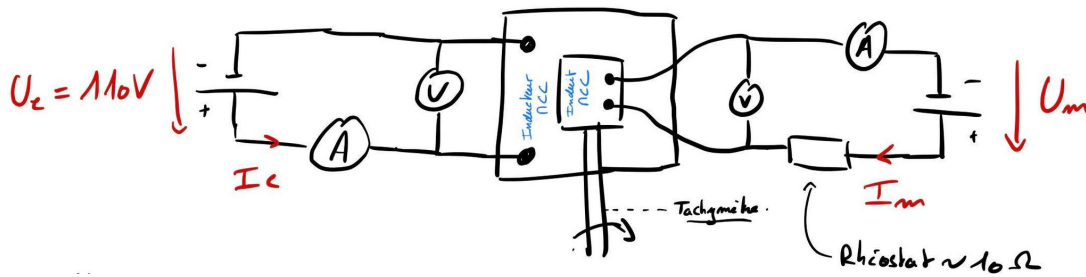


FIGURE 1 – Montage étude moteur à vide

A vide, c'est-à-dire lorsqu'aucun couple résistif ne s'applique sur l'arbre du moteur ($\Gamma = 0$), les équations qui régissent le fonctionnement du moteur deviennent :

$$\phi_o \omega = U_m - r_m I_m$$

$$\phi_o I_m = \Gamma_r$$

Le but de cette manipulation est de déterminer les caractéristiques internes du moteur (ϕ_o et r_m). On impose différentes tensions aux bornes de l'induit (entre 0V et 110V environ), et on relève le courant I_m et la vitesse de rotation ω . On trace $\frac{\omega}{I_m} = f(\frac{U_m}{I_m})$, une régression linéaire donne accès à ϕ_o et à r_m .

3 Étude en Charge

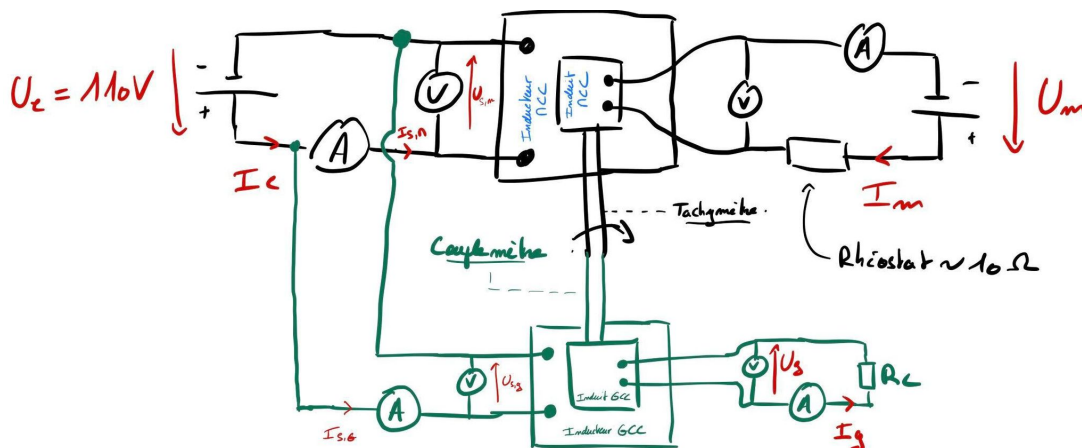


FIGURE 2 – Montage étude moteur/génératrice en charge

On travaille à vitesse de rotation constante. L'idée est de faire varier la résistance de charge R_c , ceci fait varier le courant I_g et donc le couple résistif lié au fonctionnement de la génératrice. L'intérêt du montage est qu'on peut à la fois étudier le fonctionnement du moteur et celui de la génératrice. Pour différentes valeurs de R_c , on modifie U_m pour se ramener à une vitesse de rotation de 10 Hz. Ensuite, on relève les valeurs des courants et des tensions pour toutes les parties du montage (inducteur et induit du moteur, inducteur et induit de la génératrice), ainsi que le couple qui s'exerce sur l'arbre du moteur grâce au couple-mètre.

On peut ensuite tracer :

- $\frac{\omega}{I_m} = f(\frac{U_m}{I_m})$, pour avoir accès à r_m et ϕ_o comme lors de l'étude à vide,
- $\Gamma = f(I_m)$ pour retrouver ϕ_o d'une autre manière et pour avoir accès à Γ_r ,
- faire de même avec I_g et U_g pour avoir accès aux grandeurs caractéristiques de la génératrice ($\frac{\omega}{I_g} = f(\frac{U_g}{I_g})$ pour r_g et $\phi_{o,g}$ et $\Gamma = f(I_g)$ pour $\phi_{o,g}$ et Γ_r).

4 Rendement fonctionnement nominal

Les rendements du moteur et de la génératrice sont donnés par :

$$\eta_{MCC} = \frac{P_{meca}}{P_{elec,induit} + P_{elec,inducteur}} \text{ et } \eta_{GCC} = \frac{P_{elec,induit}}{P_{meca} + P_{elec,inducteur}}$$

Soit :

$$\eta_{MCC} = \frac{\Gamma\omega}{U_m I_m + U_{s,m} I_{s,m}} \text{ et } \eta_{GCC} = \frac{U_g I_g}{\Gamma\omega + U_{s,g} I_{s,g}}$$

A partir de toutes les mesures prises dans la partie précédente on peut tracer l'évolution du rendement du moteur et de la génératrice en fonction des grandeurs pertinentes pour chacun. C'est-à-dire $\eta_{MCC} = f(\Gamma)$ et $\eta_{GCC} = f(U_g)$ et/ou $\eta_{GCC} = f(I_g)$. On obtient des courbes en cloche dont les maxima correspondent aux plages de fonctionnement nominaux.

5 Remarques personnelles

Le plan est trop long, il faut enlever certaines manip au choix, je pencherais pour enlever l'étude du moteur en charge (ne faire que la génératrice en charge). On relève quand même les grandeurs nécessaires au calcul du rendement du moteur mais on ne fait pas l'exploitation de l'étude en charge du moteur au tableau.

Montage surprise

Détermine avec le matériel disponible la vitesse du son. Le matériel disponible est :

- un émetteur d'ondes sonores,
- un récepteur,
- un oscilloscope,
- un GBF,
- un banc de mesure.

On envoie une onde sonore de fréquence connue (40 kHz) avec l'émetteur et on mesure la période spatiale de l'onde grâce au banc de mesure et à l'oscilloscope. On retrouve la célérité du son à partir de la relation entre période spatiale et période temporelle ($c = \lambda\nu$). Pour diminuer les incertitudes on mesure plusieurs périodes spatiales.

Questions

- **La vitesse du son est-elle modifiée par un vent orthogonal à la direction de propagation de l'onde sonore ? Et lorsque le vent est dans la direction de propagation du son ?** La vitesse du son dépend du référentiel d'étude. Pour avoir la vitesse du son dans le référentiel de la salle en présence de vent il faut donc utiliser une loi de composition des vitesses à partir du référentiel dans lequel l'air est au repos : la vitesse du son n'est donc pas modifiée pour un vent transverse mais elle l'est pour un vent dans la direction de propagation de l'onde sonore.

- **Y a-t-il d'autres convertisseurs électromécaniques ?** On peut citer la machine synchrone et asynchrone qui fonctionnent avec des courants alternatifs.
- **Y a-t-il d'autres types de conversions de puissance ?** Conversion d'énergie thermique en énergie mécanique (moteur de Stirling) ou d'énergie chimique en énergie mécanique (moteurs à combustion des voitures, piles électrochimiques).
- **Différence diesel et essence ?** Dans un moteur Diesel il n'y a pas de bougie, c'est une brusque compression qui met feu au combustible.
- **Vous avez dit : "la Machine à courant est le convertisseur le plus simple" commentez.** D'un point de vue historique c'est celle qui a été découverte en premier. On voit qu'il suffit de mettre en mouvement un circuit dans un champ fixe pour créer un courant et une tension continue par induction.
- **L'alternatif permet-il de réduire les pertes par effet Joule ?** Non à cause de l'effet de peau. Pour du 50 Hz, les courants s'établissent dans une couche d'environ 10mm à la surface des câbles. Puisque la résistance augmente lorsque la section du câble diminue, l'effet de peau augmente considérablement la résistance et donc les pertes par effet Joule. En revanche, il est plus simple d'adapter les tensions/courants en alternatif (transformateurs) ce qui permet de transporter l'énergie électrique à haute tension et faible courant pour réduire l'effet Joule.
- **Comment changer l'alternatif en continu ?** Un redresseur puis moyennneur.
- **Le montage de redresseur le plus simple ?** Pont de diodes.
- **Allume l'alimentation de l'inducteur à environ 100V, explique d'où vient ce bruit ?** Vibration des composants de l'alimentation à cause du 50 Hz du secteur.
- **Machine de Type Shunt, machine en série ?** Shunt : on alimente l'induit et l'inducteur par deux alimentations indépendantes, pour un montage en série, on alimente l'induit et l'inducteur en les branchant en série.
- **Pourquoi en alternatif on mesure quelque chose au voltmètre ?** On mesure les petites fluctuations autour de la valeur de la tension continue.
- **En cas d'emballement la vitesse tend-elle vraiment vers l'infini ?** Non la machine explose avant.
- **Explique comment on éteint la machine.** Il faut éteindre l'induit avant l'inducteur pour éviter un emballement du moteur.
- **Réexplique ta conclusion sur les courbes de rendement obtenues.** Le rendement passe par un maximum, c'est à cette valeur que le moteur est optimisé pour fonctionner (couple nominal). Le plateau montre que le moteur a une plage de fonctionnement nominal ce qui est bénéfique puisque le rendement est donc maximal pour diverses régimes.
- **Dans les barrages alternatif ou continu ?** Il y a des problèmes d'usure avec les MCC et le réseau de transport de l'électricité est en alternatif donc alternatif pour les barrages.
- **Qu'est qui génère du courant continu et qu'on branche au réseau ?** Les panneaux solaires qu'on transforme en alternatif via un moteur à courant continu. Ce moteur fait tourner une machine asynchrone qui délivre du courant alternatif transportable sur le réseau électrique.

Remarques

- Le montage est bien mais trop long donc coupe des parties expérimentales et/ou aller plus vite dans la gestion des données (Utiliser Excel?). Le plan est ok.
- Attention à la retranscription des valeurs au tableau, il y a eu quelques coquilles sur ce qui a été écrit au tableau.
- Si on a besoin d'un peu de temps pour réfléchir, il vaut mieux prendre 30/60 secondes sans parler et bien se concentrer plutôt que de perdre 3 min à essayer de continuer "d'animer" en réfléchissant.
- Attention à l'appropriation du matériel (ne pas dire "ma" machine etc...)!!!
- On peut penser aux rails de Laplace comme premier exemple de générateur de courant continu.
- Mettre des panneaux pour indiquer ce que les multimètres mesurent étaient une très bonne idée.

- Les 15 premières minutes étaient vraiment bonnes, posture ouverte et bonne prestance à l'oral. Dommage que le rythme se soit perdu à partir du milieu du montage, il faut continuer d'avoir confiance en ce que l'on fait même si il y a des imprévus et que tout ne se passe pas parfaitement.
- Pas d'erreur de manipulation de la MCC, pas de mise en danger, cependant ne pas prendre de mesures de sécurité superflues devant le jury (tant qu'on ne l'éteint pas, on peut modifier la tension de l'inducteur sans couper l'induit).
- Pas besoin de contenu didactique en montage, que ce soit en introduction ou en conclusion, le temps gagné aurait pu permettre de tout faire dans les temps.
- Pour le montage surprise, les protocoles attendus sont toujours assez simples, ne pas chercher trop compliqué.