

Manipulation MCC2

Caractéristiques en charge des moteurs à courant continu shunt et série

1. Introduction

Au cours de cette manipulation nous vous proposons de comparer la machine à courant continu shunt (ou à excitation indépendante) et la machine à courant continu série du point de vue d'une caractéristique essentielle pour un moteur : la caractéristique mécanique ($C_{em}=f(\Omega)$). Nous déterminerons également le rendement de ces moteurs par une méthode directe.

2. Matériel mis à disposition

- Une alimentation à courant continu 110 V
- Une machine à courant continu shunt (qui peut bien sûr être également alimentée avec une excitation indépendante) avec ses enroulements d'induit (A – B), d'inducteur (C – D), compound (E – F, non utilisé ici) et de commutation (G – H).
- Une machine à courant continu série avec ses enroulements d'induit (A – B) et d'inducteur (E – F)
- Un pont de lampes
- Une alimentation continue variable en amplitude et munie d'une régulation de vitesse (VNTC). Cette alimentation peut également être utilisée en régulation de tension d'armature et de courant d'excitation.
- Un rhéostat d'excitation

3. L'interrogation portera sur :

Matière	Pages
Construction, fonctionnement et schémas équivalents des moteurs à courant continu shunt et série.	4.46-4.51 4.75, 2.31
Allure des courbes $\Omega = f(i_a)$, $C = f(i_a)$, $C_{em} = f(\Omega)$ pour les 2 types de moteurs.	4.59-4.86
Formules permettant de calculer le rendement d'une machine électrique série ou shunt, fonctionnant en moteur ou en dynamo, par une méthode directe et une méthode indirecte.	2.51-2.55 4.97
Equations de la machine à courant continu :	4.13;4.34 4.47;4.66

4. Manipulation

Généralités (20 minutes)

1. Que signifie mettre en charge un moteur ? Comment peut-on faire en pratique (2 solutions) ? Quelle solution allez-vous adopter compte tenu du matériel à votre disposition ?
2. Relevez les éléments importants de la plaque signalétique des deux machines que vous allez étudier. (1 CV (Cheval-vapeur) = 0,736 kW).

Relevé de la caractéristique mécanique du moteur série (90 minutes)

3. Prédétermination

- a) Proposez un schéma de câblage pour ce moteur. Le moteur sera alimenté par le VNTC. Cette alimentation dispose d'une limite de courant d'armature qui permet donc, notamment, de ne pas dépasser le courant nominal lors du démarrage. Il n'est ainsi pas nécessaire d'utiliser de rhéostat de démarrage. Le moteur série sera laissé avec un facteur de shuntage constant, il n'est donc pas nécessaire non plus de mettre de rhéostat d'excitation.

- b) Proposez un schéma de câblage permettant d'utiliser la machine shunt, alimentée avec une excitation indépendante, en dynamo qui dissipe sa puissance produite sur un pont de lampes. Quelle grandeur faut-il régler sur une dynamo (ou sur une source de tension de manière générale) ? Comment faire ? Rappelez l'utilité de l'enroulement de commutation.
- c) Réalisez votre câblage en y insérant directement les mesures nécessaires (voir VI Labview). Il n'y a pas de Ie moteur à mesurer puisqu'il est le même que le Ia. Vous n'utiliserez pas la sortie excitation du VNTC pour alimenter votre dynamo mais bien la source de tension continue classique.
- d) Expliquer les risques liés au fonctionnement de ce moteur à vide à l'aide de sa caractéristique mécanique théorique. Comment faut-il régler le rhéostat d'excitation et le pont de lampes avant le démarrage du moteur série pour s'assurer d'éviter ce risque ? Réglez vos rhéostats dans la bonne position. Rappel : Toutes les lampes sont câblées en parallèle. Les lampes sont éteintes lorsque le bouton correspondant est horizontal et allumées lorsqu'il est vertical.
- e) Par défaut, le VNTC dispose d'une régulation de vitesse. Cette régulation nous empêcherait évidemment de relever la courbe voulue. Vous allez donc changer le type de régulation en une régulation de tension d'armature et de courant d'excitation. Pour ce faire, alimentez l'électronique du VNTC grâce au bouton rouge tout en haut (à côté de l'afficheur de vitesse). Ouvrez le VI Labview et cliquez sur le bouton permettant de charger les paramètres liés à la régulation de tension. A partir de maintenant, le registre 1.05 permet de fixer la consigne de tension d'armature en % de 110V. Le registre 6.09 permettra de régler le courant d'excitation mais il ne sera pas utilisé pour cet essai-ci.
- f) Prédéterminez l'allure des courbes que vous allez relever pour ce moteur série $\Omega = f(I_a)$, $C = f(I_a)$ et $C = f(\Omega)$.

4. Essai

- a) Récapitulez la marche à suivre durant votre essai :
 - Quelle doit être la valeur initiale des différents rhéostats et du registre 1.05 (vous souhaitez relever les caractéristiques de votre moteur à sa tension nominale) ?
 - Que devez-vous faire varier pour relever la caractéristique mécanique ?
 - Que devez-vous surveiller pendant votre essai (2 grandeurs) ? Pensez au fonctionnement de votre dynamo. Que pouvez-vous faire si cette grandeur liée à la dynamo atteint sa valeur nominale ?
- b) Réalisez votre essai. La partie puissance du VNTC s'alimente grâce à la clé située sur la gauche. Le démarrage se fait en poussant sur le bouton vert. Attention à alimenter le circuit d'excitation de votre dynamo ! Vous prendrez un point de mesure toutes les 5 lampes et veillerez à ne pas dépasser 1100 tours/minute. Pour arrêter, il suffit de pousser sur le bouton rouge à droite du VNTC. N'imprimez pas encore vos courbes, attendez que le 2e essai soit réalisé.

Relevé de la caractéristique mécanique du moteur shunt (75 minutes)

5. Prédéterminations

- a) Proposez un schéma de câblage pour ce moteur. Le moteur sera alimenté par le VNTC qui dispose de 2 circuits séparés pour l'excitation et l'armature (le moteur sera donc utilisé en excitation indépendante). En plus du registre 1.05, vous utiliserez également le registre 6.09 qui permet de régler le courant d'excitation en % de 4A. Cependant, il y a une limite à 110V sur la tension d'excitation appliquée (cela signifie que si on met la valeur 1000, il circulera 4A seulement si la tension nécessaire est de moins de 110V, sinon on aura 110V et un courant plus faible que la consigne).
- b) Proposez un schéma de câblage permettant d'utiliser la machine série en dynamo qui dissipe sa puissance produite sur un pont de lampes. Dans le cas de cette machine, l'excitation est en série avec l'armature. Il n'est donc pas possible d'alimenter de manière indépendante l'excitation (voir point 15 pour le fonctionnement).
- c) Réalisez votre câblage en y insérant directement les mesures nécessaires (voir VI Labview). Attention à déplacer toutes les mesures qu'il y avait sur la machine série vers la machine shunt et inversement. N'oubliez pas de mesurer Ie sur le moteur.
- d) Quels doivent être les réglages des 2 registres du VNTC (1.05 et 6.09) au moment du démarrage du moteur ? Justifiez. Vous souhaitez ensuite augmenter la vitesse pour amener la machine à 1000 tours/minute à vide. Sur quels réglages pouvez-vous agir et dans quel sens ? Y a-t-il encore un risque lié au fonctionnement de cette machine à vide ?
- e) L'excitation de la dynamo série n'étant pas alimentée, il pourrait paraître impossible de récolter une tension induite au niveau de l'armature de la machine. Cependant, la machine a déjà été alimentée et le circuit magnétique est constitué de fer... Expliquez comment vous pourriez réussir à amorcer votre machine en

profitant de ce fait. Pourquoi la tension ne monte pas indéfiniment ? Comment faudra-t-il régler les lampes pour faciliter cet amorçage ? Vous n'avez qu'une chance sur deux pour que ce processus fonctionne, expliquez. Que faudrait-il changer si ça ne fonctionne pas (2 solutions) ?

- f) Récapitulez la marche à suivre durant votre essai en vous inspirant du point 9 et de vos réponses aux questions des points 14 et 15.

6. Essai

Réalisez votre essai. Si vous avez éteint votre VNTC, il faut recharger les paramètres de régulation de tension à l'aide du VI. N'oubliez pas de régler votre vitesse à 1000 tours/minute à vide avant de commencer à amorcer la dynamo. Prenez à nouveau un point de mesure toutes les 5 lampes. Vous remarquerez qu'à un moment votre dynamo va se désamorcer. Attendez bien qu'elle le soit complètement et prenez un dernier point de mesure avant d'arrêter. Imprimez les 3 courbes et sauvez vos résultats dans un fichier Excel.

Calcul du rendement et conclusions (30 minutes)

7. Pour vos 2 moteurs, donnez les équations permettant de calculer le rendement par une méthode directe. Ouvrez votre fichier de résultats dans Excel et calculez le rendement. Faites attention aux unités utilisées. Tracez sur un même graphique (de type « XY (Scatter) ») 2 courbes de rendement en fonction du courant d'armature réduit (c'est-à-dire divisé par la valeur du courant nominal de la machine correspondante).
8. Comparez les caractéristiques $\Omega = f(I_a)$, $C = f(I_a)$ et $C = f(\Omega)$ obtenues pour les 2 moteurs avec les courbes théoriques. Si vous constatez une différence, justifiez-là (les informations données au point 3 pourraient vous être utiles).
9. Quels sont les avantages de chacun de ces moteurs ? Expliquez ce que signifie « la puissance électrique est autorégulée » lorsque l'on parle d'un moteur série. Donnez un exemple d'application pour chaque type de moteur.

Calcul du rendement avec la méthode indirecte (30 minutes)

10. Expliquez ce qu'est la méthode indirecte (cfr cours page 2.54). Donnez les formules permettant de calculer le rendement d'une machine shunt en fonctionnement moteur ou dynamo par une méthode indirecte.
11. Quels sont les avantages d'une méthode indirecte ? Pourquoi une méthode indirecte est-elle plus précise qu'une méthode directe pour le calcul du rendement d'une machine électrique ?