

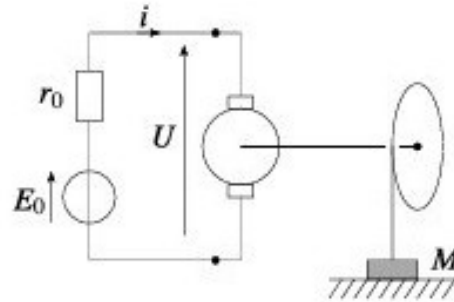
TD 30 – MACHINES À COURANT CONTINU (OBJECTIF PSI)

1. Moteur à courant continu qui soulève une masse

Une machine à courant continu de constante de couplage Φ_0 , de résistance interne r et d'auto-inductance L , est utilisée pour soulever une masse M . L'axe du rotor de la MCC est relié à une poulie de rayon a , sur laquelle est enroulé un fil inextensible de masse nulle relié à la masse M .

Un couple de frottement s'exerce sur l'axe du rotor $\Gamma_f = -f\Omega$, le moment d'inertie de l'ensemble rotor + poulie, par rapport à l'axe de rotation, est noté J . On néglige les pertes fer. La masse est soulevée à vitesse v_0 constante.

Calculer, en fonction de v_0 , le courant i absorbé par la MCC et la valeur de la force électromotrice E_0 du générateur.



2. Rendement d'un moteur à courant continu

Un moteur à courant continu de constante de couplage $\Phi_0 = 0,12$ Wb, de résistance interne $r = 0,45 \Omega$, d'inductance propre $L = 20$ mH et dont les valeurs nominales de tension et courant sont $U_n = 40$ V et $I_n = 6$ A, est utilisé pour entraîner une charge mécanique exerçant un couple $\Gamma_c = 0,5$ N·m.

On néglige les pertes mécaniques.

On alimente l'induit de la machine avec alimentation électrique stabilisée en tension, qui délivre une force électromotrice $E_0 = 40$ V. La MCC tourne à la vitesse de rotation $\Omega > 0$.

1. Faire un schéma de l'induit de la machine à courant continu, alimenté par la source de tension force électromotrice E_0 .
2. Déterminer la valeur de l'intensité du courant i circulant dans l'induit, de la vitesse de rotation Ω , et du rendement de la conversion de puissance effectuée. La machine fonctionne dans les conditions nominales ?

3. Rendement d'une génératrice à courant continu

Une génératrice à courant continu de constante de couplage $\Phi_0 = 0,12$ Wb, de résistance interne $r = 0,45 \Omega$, d'inductance propre $L = 20$ mH et dont les valeurs nominales de tension et courant sont $U_n = 40$ V et $I_n = 6$ A, est utilisée pour alimenter une charge électrique symbolisée par une résistance $R_c = 3 \Omega$.

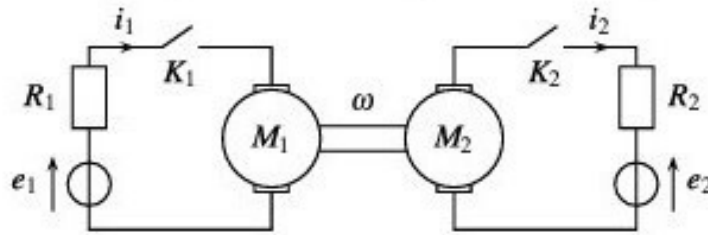
On néglige les pertes mécaniques.

La machine est entraînée par une turbine qui exerce sur son rotor un couple de moment $\Gamma_t = 0,5$ N·m. La MCC tourne à la vitesse de rotation $\Omega > 0$.

1. Représenter le schéma électrique de l'induit alimentant la charge électrique et préciser l'expression du couple électromagnétique qu'exerce la machine, en fonction de l'intensité du courant d'induit.
2. Calculer les valeurs de l'intensité du courant dans la charge et la vitesse de rotation de la machine.
3. Définir, puis calculer le rendement de conversion de la machine. La machine fonctionne dans les conditions nominales ?

4. Association de deux machines à courant continu (d'après Centrale)

Deux machines à courant continu M_1 et M_2 à aimants permanents, identiques, sont associées sur le même arbre mécanique, selon le schéma suivant. La constante électromécanique entre les grandeurs mécaniques (couple et vitesse) et les grandeurs électriques (courant et tension) est notée ϕ_0 .



La vitesse de rotation de l'arbre est notée $\omega(t)$. Elle est positive quand M_1 fonctionne en moteur (et développe une f.é.m. $e_1(t)$ positive) et M_2 en génératrice.

On néglige dans cette partie les pertes fer et les pertes mécaniques (sauf indication contraire).

1. On s'intéresse au régime permanent dans lequel les deux interrupteurs K_1 et K_2 sont fermés et les forces électromotrices e_1 et e_2 ont pour valeur respective E_1 et E_2 avec $E_1 > E_2 > 0$.

a. Quels sont, en fonction des courants i_1 et i_2 orientés comme sur la figure ci-dessus, les couples électromagnétiques T_1 et T_2 appliqués sur l'arbre commun par les deux machines ?

b. Soit J le moment d'inertie des parties mobiles des deux machines à courant continu et de l'arbre commun de rotation. Quelle est l'équation mécanique de l'ensemble ? Quelle relation relie i_1 et i_2 en régime permanent ?

c. On note $R'_1 = R_1 + R$ et $R'_2 = R_2 + R$ où R est la résistance de chaque machine. Que valent en régime permanent i_1 , i_2 , u_1 , u_2 et ω en fonction des éléments du montage ?

2. Dans les questions suivantes, on s'intéresse aux régimes permanents consécutifs à chaque suite d'opérations. e_1 est constante et vaut E_1 . Les deux machines sont initialement au repos.

a. À l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur K_1 . K_2 reste ouvert dans toute cette question. Quelles sont les valeurs en $t = 0^+$, immédiatement après la fermeture de K_1 , de i_1 , i_2 , u_1 , u_2 et ω ?

Quelles sont les valeurs en régime permanent de i_1 , i_2 , u_1 , u_2 et ω (dont la valeur est notée Ω_1) ? Les machines à courant continu sont-elles motrices ou génératrices ?

b. Dans cette question, $e_2 = 0$. À partir du régime permanent de la question précédente, on ferme l'interrupteur K_2 .

Quelles sont les valeurs en régime permanent de i_1 , i_2 , u_1 , u_2 et ω (dont la valeur est notée Ω_2) ? Qui de Ω_1 ou de Ω_2 est le plus grand ?

c. À la suite du régime permanent précédent, on augmente e_2 jusqu'à $E_2 < E_1$. Quelle est la valeur en régime permanent de ω (noté Ω_3) ? Classer par ordre décroissant Ω_1 , Ω_2 et Ω_3 .

d. On impose alors $e_2 = E_2 = E_1$.

Quelles sont les valeurs en régime permanent de i_1 , i_2 , u_1 , u_2 et ω ?

e. On augmente e_2 jusqu'à une valeur $E_2 > E_1$.

Quels sont en régime permanent les signes de i_1 et i_2 ? On note Ω_4 la valeur de ω en régime permanent. Qui de Ω_1 ou de Ω_4 est le plus grand ? Les machines à courant continu sont-elles motrices ou génératrices ?

f. On diminue e_2 jusqu'à la valeur $E_2 = E_1$. On prend en compte un couple de perte $-T_p$ avec $T_p > 0$.

Dans le cas particulier où $R'_1 = R'_2 = R'$, calculer les valeurs en régime permanent de i_1 et i_2 . Les machines à courant continu sont-elles motrices ou génératrices ?