

Moteur synchrone (Mines-Ponts – extrait)

Le robot Philæ avait notamment pour mission de forer le sol de la comète sur une profondeur de 40 cm. Il n'a pu réaliser pleinement cette partie de sa mission car le site sur lequel il s'est finalement posé après trois rebonds était trop incliné. Il a cependant pu faire de très nombreuses mesures dont l'analyse permettra de mieux comprendre la formation du système solaire. Dans cette partie nous allons étudier les caractéristiques techniques du moteur de sa foreuse. Il s'agit d'un moteur synchrone associé à un onduleur de tension. Cette structure permet de concevoir un dispositif robuste de forte puissance, délivrant un fort couple et présentant une bonne durée de vie, toutes ses qualités étant ici nécessaires. Afin de simplifier l'étude, les pertes mécaniques ainsi que les pertes fer de ce moteur synchrone seront négligées. Finalement, le moteur sera assimilé à une machine synchrone diphasée dont les deux enroulements statoriques sont identiques.

III.A. — Essais préliminaires

L'inducteur du moteur synchrone de la foreuse de Philæ est à aimants permanents et possède 8 pôles, soit 4 paires de pôles.

Chaque bobinage du stator possède une résistance de $0,03\ \Omega$.

L'intensité nominale du courant dans un enroulement du stator est $I_N = 155\text{ A}$. Pendant une durée limitée, elle peut atteindre la valeur maximale $I_M = 185\text{ A}$.

La machine est étudiée en convention récepteur.

Le modèle équivalent à une phase de l'induit est représenté sur la figure 3. Les tensions et courants sont supposés sinusoïdaux de pulsation $\omega = 2\pi f$. Afin de déterminer les paramètres du modèle, divers essais ont été effectués :

- Essai n°1 : sur un banc d'essais, on a entraîné la machine synchrone à vide par l'intermédiaire d'un moteur auxiliaire à la vitesse $n = 1500\text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$. Aux bornes d'une phase, on a mesuré une tension simple de 57 V .

Cet essai correspond à des intensités nulles dans les bobinages statoriques.

- Essai n°2 : avec une alimentation électrique appropriée, on a effectué un essai de la machine en moteur à $1500\text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$ pour lequel $\psi = 0$, $I = I_M = 185\text{ A}$, et $V = 72\text{ V}$.

□ **16** — On admet qu'en régime permanent de vitesse, la condition de synchronisme pour un moteur possédant p paires de pôles s'écrit $\omega = p\Omega$, où Ω désigne la vitesse de rotation du rotor en $\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$.

Après avoir justifié cette relation, déterminer la fréquence des tensions statoriques quand $n = 1500\text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$.

□ **17** — Représenter le diagramme vectoriel relatif à l'essai n°2. La résistance R n'étant pas négligée, en déduire la valeur de L .

□ **18** — La valeur efficace de la force contre-électromotrice E a pour expression $E = \Phi_0 \omega$. Quelle est l'unité de la constante Φ_0 ? Que représente-t-elle ? De quels paramètres de la machine dépend-elle ? Montrer que $E = A\Omega$, où A est une constante dont on précisera l'expression et la valeur numérique. Dans toute la suite on négligera la chute de tension ohmique ainsi que les pertes par effet Joule dans les circuits statoriques.

□ **19** — Tracer un diagramme vectoriel représentatif d'un point de fonctionnement quelconque dans le cas où $0 < \psi < \frac{\pi}{2}$. En déduire une relation entre V , E , φ et ψ .

□ **20** — Déterminer l'expression de la puissance électrique absorbée par le moteur P_a en fonction de V , I et φ puis en fonction de E , I et ψ . Quelle relation existe-t-il entre cette puissance électrique P_a et la puissance mécanique électromagnétique P_m reçue par le rotor ?

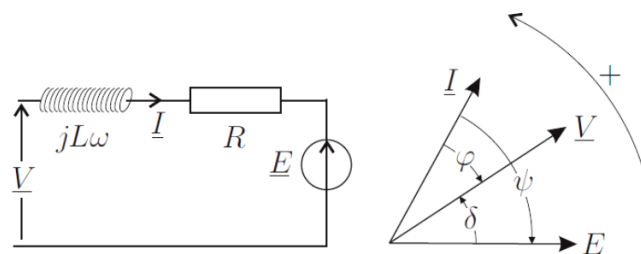


FIG. 3 – Schéma électrique et diagramme vectoriel d'une phase du moteur.

▣ 21 — Exprimer le couple électromagnétique C développé par le moteur en fonction de A , I et ψ . Pour une intensité efficace I donnée, que doit-on faire pour maximiser le couple développé par la machine ? De quelle unique variable le couple dépend-il alors ? A quel autre moteur ce fonctionnement fait-il penser ?

▣ 22 — On se placera sur un point de fonctionnement à $\psi = 0$, $I = I_N$, et $n = 1500 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$. Que vaut le moment du couple C développé par le moteur ? Représenter le diagramme vectoriel représentatif du fonctionnement. Placer les vecteurs représentatifs des complexes $\underline{E}$, $\underline{V}$, $\underline{I}$. En déduire les expressions de V et φ . Calculer leurs valeurs numériques correspondantes.

Un petit supplément de chimie...

1. Donner les configurations électroniques de O et N ($Z = 8$ et 7 respectivement)
En déduire celles de P et S sachant qu'ils se trouvent respectivement immédiatement sous N et O.
2. Déduire les structures de Lewis de NO_2 , HNO_3 , HPO_3 , H_3PO_4 et H_2SO_4 .
Les éléments N, P et S sont au centre de la structure dans chacun des composés étudiés et les quatre composés hydrogénés sont des acides (tri- et diacides pour les deux derniers).
3. Prévoir leurs géométries en utilisant la théorie VSEPR.
4. Ecrire les différentes formes mésomères de ces molécules.