

# MP35 – Moteurs

31 mai 2021

Clément Gidel & Pascal Wang

**Niveau :**

**Commentaires du jury**

**Bibliographie**

✦ *Le nom du livre, l'auteur*<sup>1</sup>

→ Expliciter si besoin l'intérêt du livre dans la leçon et pour quelles parties il est utile.

**Prérequis**

➤ prérequis

**Expériences**

✦ Biréfringence du quartz

**Table des matières**

## Introduction

### Plan : Clément

On garde le plan de Tristan qui est solide.

MCC : Bonne idée de garder en tête qu'on a un dipole mécanique et que quand on présente on peut dire qu'on trace les caractéristiques de type Thevenin pour trouver les caractéristiques internes.

Pour Sterling, la droite de charge a l'air de marcher, c'est bien d'essayer de la présenter !

## Compléments/Questions

### Passage : Tristan

#### Plan

Intro : Moteurs omniprésents : thermiques dans transports individuels et électriques dans transports en commun.

I) Moteur de Sterling. On décrit le cycle thermodynamique et on explique succinctement l'étape qui fait que le moteur tourne. Capteur de volume et Pression permet de tracer le cycle. Paramètre d'acquisition : 5s car un cycle c'est environ 0.1s. On prend 2000 points, la fréquence d'échantillonnage vérifie bien le critère de Shannon. On a pas exactement un nombre entier de périodes mais on en sélectionne manuellement un nombre entier. Incertitudes estimée au réticule. On trouve une période  $T = 43.5 \pm 0.1ms$ .

On veut maintenant trace le cycle. L'incertitude est de  $0.1mL$  et  $10^{-3}Pa$  (on a pas dit comment mais j'imagine que c'est à cause des incertitudes constructeurs). On obtient un cycle assez différent mais on peut quand même calculer l'air pour trouver le travail fournit. On trouve  $W = 320 \pm 0.1mJ$ . L'incertitude est estimée grossièrement à 2% (j'ai pas trop compris comment). On peut alors calculer la puissance et l'incertitude associée :  $P = 7.4 \pm 0.1W$ .

On peut alors estimer la puissance thermique associée :  $152 \pm 2W$ . Attention, ce n'est pas un vrai rendement car on est pas en charge ! Elle tourne mais on récupère rien !

II) MCC. 1) Etude électrique.

On explique comment ça marche. On met la tension de l'inducteur à 110V car c'est la tension nominale du moteur. On veut vérifier la loi de la tension en fonction de la vitesse de rotation du moteur  $U_m/I_m = a\omega/I_m + b$ . On trouve bien une relation affine et le point pris en live est assez proche de celui fait en préparation. L'ordonnée à l'origine correspond à la résistance interne et est assez faible  $R_m = 130 \pm 0.3\Omega$  et  $K\phi_m = 560 \pm 80mw$ . Les incertitudes ont été prises avec les incertitudes constructeurs.

2) Etude mécanique. Cette fois ci on peut contrôler le couple en mettant en série un réostat avec l'induit de la génératrice. On peut alors tracer  $C_m = k\phi_m I_m - C_r$ . On trouve  $k\phi_m = 560 \pm 40mw$  et  $C_r = -(30 \pm 50)mN/m$ .

3) Rendement. On peut alors tracer le rendement en fonction du couple pour déterminer le point de fonctionnement nominal. On trouve un rendement maximal de 45%. On conclut rapidement sur le fait qu'on a étudié 2 moteurs importants et d'autres types de moteurs comme la MCC pour le métro ou bien TGV moteur synchrone ou asynchrone.

#### Commentaires/ questions

- Pourquoi on peut pas aller au delà pour le couple ? On est limité par le courant dans l'induit. On peut tracer couple en fonction vitesse de rotation, intérêt ? Machine idéale ? On peut partir des équations du tableau et enlever le couple résistif et la résistance de l'induit. On trouve alors que comme  $U_m$  et  $K\phi_m$  sont fixées alors  $\omega$  est fixé : droite horizontale. Ici  $C_m$  dépend alors de la charge, i.e de ce qu'on branche derrière. On a un générateur de vitesse de rotation avec une résistance interne donnée par la pente.
- Moteur Sterling : Décrire fonctionnement avec pistons. Les deux pistons sont reliés entre eux et décalés d'un quart de tour. Sources ? Chaude c'est l'air chaud et froide c'est l'air ambiant. Attention, il y a échange de gaz à l'intérieur du système mais pas avec l'extérieur.
- Comment on mesure volume ? Il faut initialiser le capteur, c'est en fait un capteur de position. Il connaît la position et la surface j'imagine. Pour la pression comment ça marche ? Jauge de contrainte ? Element dont la résistance qui varie linéairement avec la déformation on peut alors en déduire la contrainte en mesurant la déformation et ainsi la pression .

- ODG de variation de volume et pression? 12 mL et 40 000 Pa.
- Cycle réversible avec 2 sources?
- MCC, pq un rhéostat au démarrage?  $P_q$  100Ω? On fait le calcul  $R_m = 10/2 = 5\Omega$  donc avec 100 on est large! On a pris 10 V mais c'est plutôt 110 V. Il faut faire un choix entre soit démarrer lentement (l'idée est qu'on a des régimes transitoires ou l'intensité max ne dépasse pas 2A) pour éviter la sur-intensité ou soit mettre un rhéostat mais pas faire un mix des deux!
- Bilan de puissance? Sous 110 V et 2A on devrait récupérer 220W, mais on fournit seulement 100 W environ. Pertes pas hystérésis sachant qu'on est en courant continu? Courants de Foucault possibles dans le rotor ou les contre courants vont être possible. En fait le champ induit va induire des courants de Foucault. On peut feuilleter le matériau de manière à ce que les courants soient orthogonaux aux plans de feuilletage. Où sont les pertes fer dans les équations? Plutôt dans le couple résistant.
- ODG des pertes par frottement? On prend la mesure  $C_f \sim 45mN/m$  et  $\omega \sim 100rad/s$  on peut alors estimer les pertes pas frottement  $\sim C_f \omega \sim 4.5W$ . De plus  $R_m I_m^2 \sim 40W$  et  $U_e I_e \sim 70W$  donc on peut estimer le rendement nominal.
- Si on a un défaut d'isolement du rhéostat on a un pb, c'est bien de brancher la terre à la génératrice.
- Il faut prendre soin sur la partie MCC de faire gaffe à la lisibilité de ce qui se passe. On peut éventuellement faire un modélisation du rendement.
- Attention, pour Sterling il y a seulement un volume "contrôlé". Ca vaut éventuellement le coup de faire un petit schéma sur comment sont fait les pistons.
- Cycle de STerling, le seul moyen d'être isentropique c'est avec infinité de sources (??).
- Pour le moteur Sterling on reste un peu sur notre fin, mais bon quoi faire d'autre, faire une mesure en charge?
- 🚫 La courbe de rendement dépend de la tension d'alimentation : 60V ou 110V?
- 🚫 Insister sur le bilan de puissance pour la MCC. On se rend compte qu'une grande partie passe dans la création du champ magnétique.
- La génératrice sert de couple résistif! Même idée que pour une résistance variable dans un circuit électrique et ici on trace bien la caractéristique du dipole mécanique.
- Pour Stirling ça peut être bien de faire semblant de faire une mesure de charge typiquement.