

# MP21 – PRODUCTION ET CONVERSION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

12 juin 2021

Nicolas Barros & Abel Feuvrier

*Oui*  
MR C

Du producteur au consommateur et des  
intermédiaires à plus savoir qu'en foutre

---

*Noir Désir, L'Europe*

## Niveau : PSI

## Commentaires du jury

## Bibliographie

✦ *Poly TP électromag, Ferrand*

→ Tout

## Points à faire en préparation

- Caractérisation de la MCC à vide
- Caractérisation de la MCC en charge
- Caractérisation du transfo parfait en tension et intensité
- Caractérisation des pertes fer du transfo
- Caractérisation du redressement

## Expériences

- ✦ Caractérisation de la MCC à vide
- ✦ Caractérisation de la MCC en charge
- ✦ Caractérisation du transfo :  $m$  et pertes fer
- ✦ Redressement par pont de Graetz

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Production d'énergie : machine à courant continu</b>	<b>2</b>
1.1	Étude à vide . . . . .	2
1.2	Étude en charge . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Conversion d'énergie</b>	<b>3</b>
2.1	Transformateur . . . . .	3
2.1.1	Transformateur parfait . . . . .	3
2.1.2	Mesures des pertes fer . . . . .	3
2.2	Redressement par pont de Graetz . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Questions et commentaires</b>	<b>4</b>

## Introduction

On pique (sans vergogne) la très bonne idée de nos excellents camarades Antoine et Valentin : on va illustrer le fonctionnement des principaux composants de la grille réseau EDF. On leur pique aussi leur plan, parce qu'il claque. Pour les bases théoriques, LP20 pour la MCC, LP46 pour le transfo, et on a pas encore fait les diodes.

## 1 Production d'énergie : machine à courant continu

On débranche l'induit avant l'inducteur sinon ça explose (notre agreg et/ou la salle).

On se place évidemment en mode générateur (cf MP35 pour la théorie). On se retrouve assez vite avec :

$$\begin{cases} U_g = k\Phi_g\omega - r_g I_g \\ C = k\Phi_g I_g + C_r \end{cases} \quad (1)$$

### 1.1 Étude à vide

Pour caractériser la MCC à vide, on va mesurer  $k\Phi_g$ .

#### Caractérisation de la MCC à vide

⚡ Poly Ferrand

☺ hop hop hop

Matos : la MCC et ses alims Langlois, plein de multimètres, câbles normaux et câbles sécu, rhéostat de 10  $\Omega$  pour le démarrage (P61.4 par exemple)

On relie toutes les masses entre elles avec les fils stylés. On alimente les inducteurs du moteur et de la génératrice en parallèle sous la tension nominale  $U_e = 110$  V et mesurer l'intensité  $I_e$  dans l'inducteur de la génératrice. Démarrer le moteur en alimentant son induit et en utilisant un rhéostat de démarrage qu'on court-circuite ensuite. Laisser l'induit de la génératrice à vide et mesurer sa tension  $U_g$ .

Pour différentes tensions  $U_m$  dans l'induit du moteur (inférieures à 110 V), c'est-à-dire différentes vitesses angulaires  $\omega$ , mesurer la tension à l'induit de la génératrice  $U_g$ .

Comme  $I_g = 0$  lors d'une étude à vide, tracer  $U_g$  en fonction de  $\omega$  et remonter à  $k\Phi_g$  par régression linéaire (on trouve environ 0.60 V.s/rad).

### 1.2 Étude en charge

On va bosser à  $\omega$  constant.

#### Caractérisation de la MCC en charge

⚡ Poly Ferrand

☺ zou

Matos : idem + rhéostat de 100  $\Omega$ .

Brancher un rhéostat de 100  $\Omega$  P61.9 sur l'induit de la génératrice. Mesurer la tension  $U_g$  à ses bornes et l'intensité  $I_g$  dans ce circuit.

Pour plusieurs valeurs de résistance  $R$ , ajuster la tension injectée dans l'induit du moteur de façon à retrouver une fréquence de rotation  $f = 10$  Hz puis mesurer le couple  $C$ , la tension  $U_g$  et les intensités  $I_g$  et  $I_e$ .

Attention aux limites en intensité des différents composants. Pas déconner avec ça devant le jury. En revanche, en préparation, il est possible qu'il soit nécessaire d'aller un peu au-delà du régime nominal pour avoir une belle courbe.

Tracer l'évolution de  $U_g$  en fonction de  $\omega$ . Tracer  $U_g = k\Phi_g\omega - r_g I_g$  pour retrouver  $k\Phi_g$  (qu'on connaît déjà) et  $r_g$  (quelques ohms).

Tracer l'évolution du couple  $C$  en fonction de  $I_g$ . Tracer  $C = k\Phi_g I_g + C_r$  pour retrouver (une troisième fois)  $k\Phi_g$  et obtenir  $C_r$  (de l'ordre de 0,1 N.m).

Et on a caractérisé la MCC.

↓ *En vrai EDF sort de l'alternatif. Pour le transmettre, on utilise des lignes à haute tension, mais chez nous on branche pas notre ordi sur du 10 kV (ou alors une seule fois). Il faut des transformateurs.*

## 2 Conversion d'énergie

### 2.1 Transformateur

#### 2.1.1 Transformateur parfait

Voir la LP46 pour la théorie. Dans le modèle du transformateur parfait, on arrive (aux signes près) à :

$$\begin{cases} N_1 i_1 = N_2 i_2 \\ \frac{u_1}{N_1} = \frac{u_2}{N_2} \end{cases} \quad (2)$$

On peut donc complètement caractériser le transformateur parfait par son coefficient  $m = N_2/N_1$ .

#### Caractérisation du transformateur parfait

⚡ Poly Ferrand

⊖ vroum vroum

On fabrique un transfo maison avec deux bobines (de nombre de spires différents, sinon ça perd de son intérêt) et un noyau, constitué des éléments P60.30 et P60.13 <sup>a</sup>.

On balance la sortie de l'alternostat dans le primaire (en mesurant tension et intensité) et on branche un multimètre en sortie. On peut alors faire deux mesures de  $m$  :

- En mesurant  $u_1$  et  $u_2$  : on a  $u_1 = m u_2$  et on sous-estime  $m$ .
- En mesurant  $i_1$  et  $i_2$  : on a  $i_2 = m i_1$  et on surestime  $m$ .

a. sur lesquels on peut bien voir le feuilletage qui sert à réduire les courants de Foucault !

#### Remarques sur l'alternostat

**Protocole d'allumage :** Avant d'allumer l'alternostat P57.6, tourner la molette sur 5%, ne rien brancher à ses bornes puis le mettre en route. Mettre la molette au minimum et brancher le boîtier prise/cordons de sécurités P57.14. On peut maintenant utiliser l'alternostat. Le redescendre à 0 avant toute manipulation, on a des grosses tensions.

Un alternostat = un transformateur à rapport variable. C'est une bobine et un noyau, comme d'habitude, mais l'induit est fermé par des balais de position réglable (via la molette), ce qui permet de modifier son rapport  $m$ .

↓ *Le modèle du transfo parfait peut être affiné.*

#### 2.1.2 Mesures des pertes fer

Avec le schéma équivalent prenant en compte les pertes fer (cf poly Ferrand), on a :

$$\begin{cases} P_f = u_1^2/R \\ u_1 = \sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{(L\omega)^2}} i_1 \end{cases} \quad (3)$$

On peut donc caractériser les pertes fer en mesurant  $R$  et  $L$ .

### Caractérisation des pertes fer dans le transformateur

⚡ poly Ferrand

⊖ tut tut

Pour différentes valeurs de  $u_1$ , on mesure  $P_1$  et  $i_1$  (au wattmètre), on en déduit  $R$  et  $L$  avec les régressions linéaires idoines.

↓ Il y a des machines qui marchent en continu, il faut redresser notre tension sinusoïdale.

## 2.2 Redressement par pont de Graetz

Le montage de la figure 1 permet de redresser le signal (pour une explication plus complète, voir le poly). On va essayer de quantifier ça.

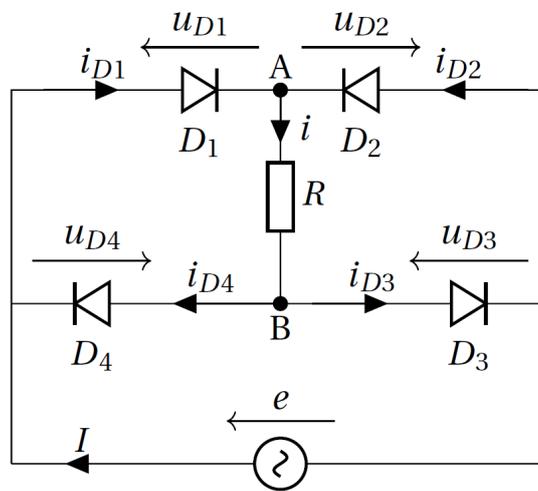


FIGURE 1 – Pont de Graetz

### Caractérisation du redressement

⚡ Poly Ferrand

⊖ tagada tagada

On réalise le montage de la figure 1 avec les diodes 1N4007 P29.4 et le rhéostat de  $1000 \Omega$  P61.1. On ajoute, en parallèle de la résistance, un condensateur P58.21, et on prend les tensions  $E$  en sortie de l'alternostat et  $U$  aux bornes de la résistance **via les sondes P37.12** (trop grosses tensions).

Pour  $RC$  assez petit, on a  $\Delta U = \frac{\pi E}{RC\omega}$ . On peut donc tracer  $\Delta U$  en fonction de  $1/C$  (seulement trois points possibles) ou  $1/R$  (il faut alors sortir la résistance du circuit pour la mesurer à l'ohmmètre).

Attention à pas cramer les diodes. Si ça marche pas, tu as sûrement cramé 2 diodes.

## Conclusion

Si on est chaud, on peut ouvrir sur les machines à courant pas continu.

## 3 Questions et commentaires

voir les excellentes questions réponses sur le MP21 Chauchat Dorel