

# CONVERTISSEURS STATIQUES

TD

CPGE

Compétences visées: B2-09, B2-10, C1-09, C1-10

v1.1

*Lycée Jean Zay - 21 rue Jean Zay - 63300 Thiers - Académie de Clermont-Ferrand*

## MODÈLE ÉLECTRIQUE D'UNE BORNE RÉTRACTABLE SOLAIRE

### 1 Présentation

Le dispositif étudié est un système permettant de limiter ou d'interdire la circulation dans des zones à accès réservé (FIGURE 1). Ce dispositif comporte :

- un caisson intégrant la partie opérative, à savoir une borne motorisée rétractable dans le sol,
- un caisson intégrant la partie commande comportant :
  - ◇ une platine électronique de gestion,
  - ◇ une batterie d'alimentation électrique du système,
  - ◇ des cellules photovoltaïques assurant la charge de la batterie.

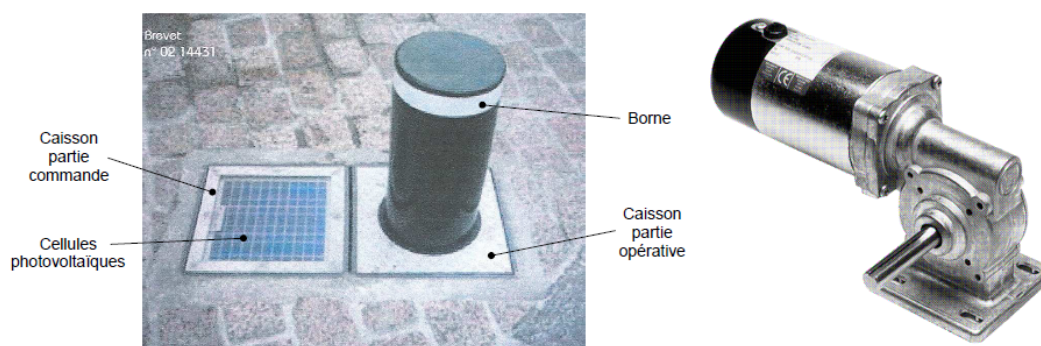


FIGURE 1 – Vue d'ensemble du système - Photo du motoréducteur

#### Objectif

L'objectif général de l'étude est de modéliser le système pour quantifier sa consommation énergétique et son autonomie. Nous nous intéressons ici à établir le modèle électrique équivalent du motoréducteur. Les valeurs de chaque paramètre seront identifiées à partir de différents résultats d'essais.

Le système est équipé d'un motoréducteur à courant continu. Celui-ci est l'association d'un moteur à aimants permanents de tension nominale 12V et d'un réducteur de rapport 1/60 (FIGURE 1). L'induit du moteur peut être représenté par son schéma électrique équivalent, faisant intervenir sa résistance notée  $R_m$ , son inductance notée  $L_m$ , et sa force électromotrice notée  $E_m$ .

## 2 Travail demandé

**Question 1** Sachant que l'on note  $I_m$  le courant absorbé par le moteur et  $U_m$  sa tension d'alimentation, représenter le schéma équivalent de l'induit du moteur en utilisant une convention récepteur.

### 2.1 Essai rotor bloqué

On alimente le moteur avec une tension réduite et parfaitement continue, tout en maintenant le rotor bloqué.

**Question 2** Montrer que cet essai permet de déterminer la valeur de  $R_m$ , dont on donnera l'expression.

**Question 3** Lors d'un essai rotor bloqué, on mesure  $U_m = 2,511 \text{ V}$  et  $I_m = 2,7 \text{ A}$ . Déduire de cet essai la valeur numérique de  $R_m$ .

### 2.2 Essai en charge

La vitesse angulaire de l'arbre moteur est notée  $\Omega_m$ .

**Question 4** En considérant le courant  $I_m$  parfaitement continu, exprimer  $K_m$ , la constante de fem du moteur, en fonction de  $U_m$ ,  $R_m$ ,  $I_m$  et  $\Omega_m$ .

Lors d'un essai en charge, on mesure :  $U_m = 12 \text{ V}$  ;  $I_m = 2,7 \text{ A}$  (parfaitement continu) et  $\Omega_m = 206,28 \text{ rad/s}$ .

**Question 5** Déduire de cet essai la valeur numérique de  $K_m$ .

### 2.3 Détermination de l'inductance d'induit $L_m$ .

Le moteur est déconnecté du système pour être alimenté par le montage suivant (FIGURE 2).

La tension  $E_H$  est constante et sa valeur est positive. Le courant  $i_m(t)$  est toujours strictement positif.

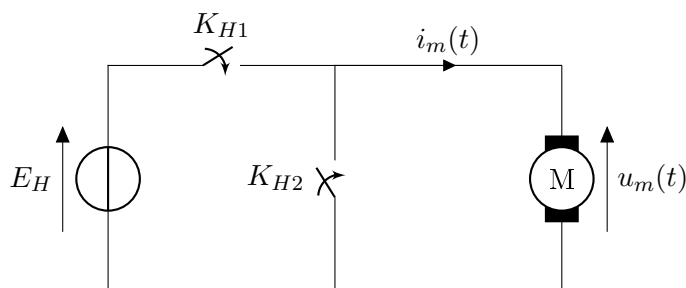


FIGURE 2 – Essai du moteur avec un convertisseur électronique

$K_{H1}$  et  $K_{H2}$  sont des interrupteurs électroniques considérés parfaits. Le convertisseur est commandé de façon périodique, de période  $T_H$ , et présente deux phases différentes de fonctionnement :

- pendant la première phase, de durée  $\alpha.T_H$  (avec  $0 < \alpha < 1$ ),  $K_{H1}$  est passant et  $K_{H2}$  bloqué.
- pendant la seconde phase, soit le reste du temps,  $K_{H1}$  est bloqué et  $K_{H2}$  passant.

**Question 6** Quel nom porte ce convertisseur électronique ? Comment appelle-t-on la grandeur notée  $\alpha$  ?

Le convertisseur est constitué d'une diode et d'un transistor.

**Question 7** Dessiner le schéma du montage en faisant apparaître l'emplacement de ces composants.

**Question 8** Parmi les sigles suivants, déterminer lesquels correspondent à des technologies de transistor : GTI, MOS, IGBT, AOC et MMX. Quelles sont les fréquences maximales de fonctionnement de chacun de ces composants ? (donner uniquement un ordre de grandeur).

L'étude est menée en régime permanent. La période  $T_H$  ayant une valeur très inférieure à  $\frac{L_m}{R_m}$ , la résistance  $R_m$  sera négligée pour les 6 questions suivantes.

**Question 9** Exprimer  $\langle U_m \rangle$ , la valeur moyenne de la tension  $u_m(t)$  en fonction de  $\alpha$  et  $E_H$ . Détailler le calcul.

**Question 10** Exprimer la fem du moteur  $E_m$ , en fonction de  $\alpha$  et  $E_H$ . Préciser les hypothèses qui mènent à cette relation.

**Question 11** Donner l'expression de  $i_m(t)$  lorsque  $K_{H1}$  est fermé. On notera  $I_{m_{\min}}$  la valeur du courant au début de cette phase de fonctionnement.

**Question 12** En déduire l'expression de  $L_m$ , en fonction de  $E_H$ ,  $T_H$ ,  $\alpha$  et  $\Delta I_m$ , l'ondulation de courant (définie par :  $\Delta I_m = I_{m_{\max}} - I_{m_{\min}}$ ).

La FIGURE 3 montre la tension appliquée au moteur et le courant qu'il absorbe lors d'un essai réalisé avec le convertisseur électronique.

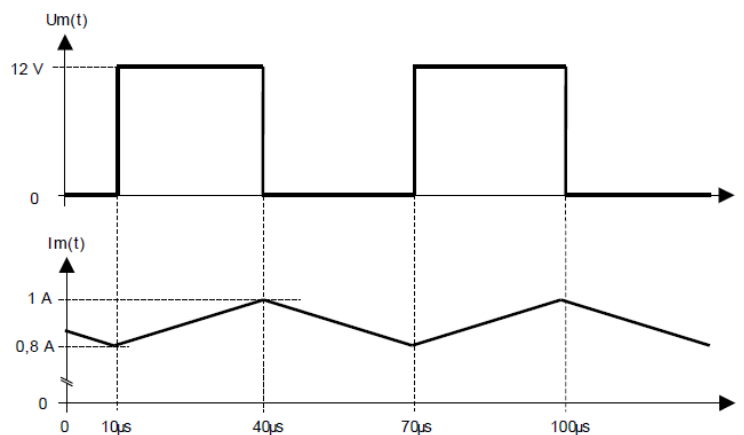


FIGURE 3 – Tension et courant du moteur avec le convertisseur électronique

**Question 13** Déduire les valeurs numériques de  $E_H$ ,  $T_H$ ,  $\alpha$  et  $\Delta I_m$  correspondantes à cet essai.

**Question 14** En déduire la valeur numérique de  $L_m$ .