

CONCOURS DE RECRUTEMENT DES PROFESSEURS CERTIFIES
CAPET EXTERNE 96
GENIE ELECTRIQUE Option B
EPREUVE PRATIQUE

IDENTIFICATION ET REGLAGE D'UN ENSEMBLE VARIATEUR DE VITESSE
MACHINE A COURANT CONTINU ET CHARGE A COUPLE CONSTANT
ASSOCIEE

Eléments de correction

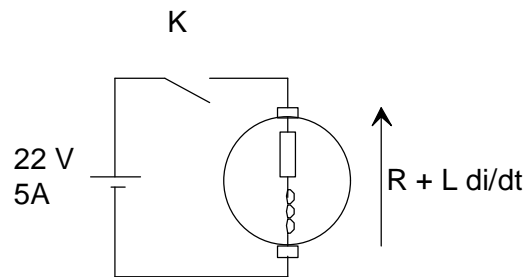
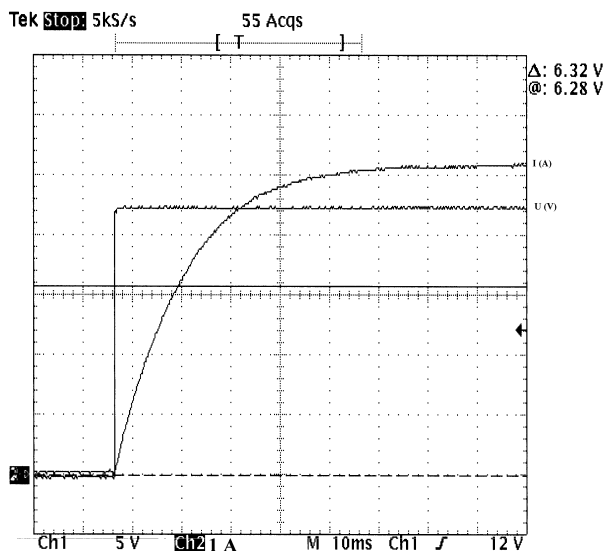
Le TP a été réalisé sur un banc de machines limité à 1.2 kW (220V 7.2A). Le variateur est du type Cegelec WNTC câblé en 220 Volts triphasé, calibre 25 Ampères nominal .

PARTIE 1

L'identification de la constante de temps de l'induit et de la résistance peut être réalisée en un seul essai d'établissement de courant dans l'induit à partir d'un échelon de tension. La source délivrant l'échelon de tension doit être de bonne qualité de façon à pouvoir négliger son temps de réponse devant la constante de temps de l'induit.

1.1 Modélisation du moteur

Les mesures ont donné :



$R = 4 \text{ Ohms}$ $L/R = 16 \text{ milli-secondes}$
 $L = 64 \text{ milli-Henry}$ $Ke = Ki = 1,37 \text{ V/rad/s}$

1.2 Paramétrage du variateur

Attention : Pour pouvoir modifier les registres du variateur il faut écrire dans le registre

$$\#97 = 149$$

1.21 Paramétrage du variateur

- Limitation de courant :

Le variateur propose dans le registre 30 une limitation unique pour le pont tête et le pont bêche. Quand ce registre contient 999 le courant maximum délivré par le variateur est 1,5 fois son courant nominal soit 37,5 Ampères .

On limite le courant dans l'induit à sa valeur nominale qui est de 7.5 Ampères . Cela conduit à déposer dans le registre 30 une valeur 288

$$\# 30 = 288$$

- Limitation de vitesse :

On limite la vitesse de la machine à 1500 tr/mn dans les deux sens de marche .

Pour cela on dispose des registres de limitation de vitesse avant (reg #24) et arrière (reg #25)

Il faut connaître le gain de la mesure vitesse pour déposer des valeurs adéquates dans ces registres . La valeur numérique du retour vitesse est lisible dans le registre 3.

Une mesure nous donne : $N = 1166 \text{ tr/mn}$ #3 = 780

Pour limiter N à + 1500 tr/mn il faut écrire dans les registres 24 et 25 la valeur 999.

$$\#24 = \#25 = 999$$

1.22 Il faut Configurer le variateur en mode couple par les registres:

$$\#159=0 \quad \#160=1 \quad \#161=0 \quad \#162=0$$

On accède à la consigne de couple par le registre #28. Pour mesurer le courant de décollage , on impose #28 = 0 puis on augmente progressivement sa valeur. La mesure donne #28 =24 pour $I_d = 0.65 \text{ Ampère}$

$$C_r = K_i I_d = 1.37 * 0.65 = 0.89 \text{ Nm}$$

1.23 Il faut conserver la configuration en asservissement de couple afin d'obtenir un démarrage à courant constant, et déposer dans la consigne de couple une valeur de 35

Relevés de Δt :

$$\# 28 = 40$$

$$\Delta t_1 = 15.7 \text{ s} \quad \text{accélération}$$

$$\Delta t_2 = 17.5 \text{ s} \quad \text{décélération}$$

$$I_m = 1.4 \text{ A}$$

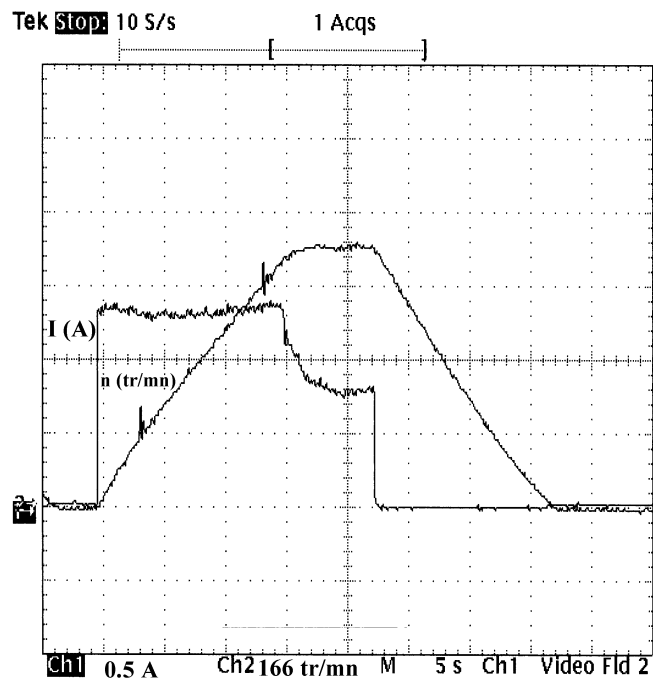
A l'établissement de la vitesse on peut écrire :

$$\sum C_m = J \frac{d\Omega}{dt_1}$$

$$C_m - C_r = J \frac{\Delta\Omega}{\Delta t_1}$$

Au ralentissement on a par ailleurs

$$J \frac{d\Omega}{dt_2} = -C_r = J \frac{\Delta\Omega}{\Delta t_2}$$



En faisant le rapport et en admettant une approximation linéaire on obtient:

$$\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} = \frac{C_m - C_r}{C_r}$$

$$C_r = C_m \frac{\Delta t_1}{\Delta t_1 + \Delta t_2}$$

$$C_r = 1.37 * 1.4 * 15.6 / (15.6 + 17.5) = 0.91 \text{ Nm}$$

- Ce résultat voisin du précédent montre la prédominance des couples de frottement

Mesure de J

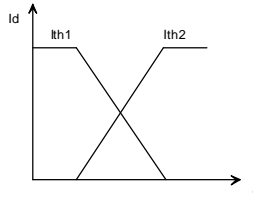
$$J = C_r \frac{\Delta t_2}{\Delta\Omega} = 0.907 \frac{17.5}{62.8} = 0.252 \text{ kg m}^2$$

- Résultat voisin du moment d'inertie du volant d'inertie : 0.23 kg.m²

Partie N° 2

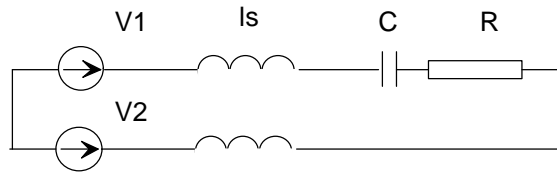
2.1 Détermination de l'allure des courbes

Lors d'une commutation du TH1 vers le TH3, il se produit un court circuit biphasé. La tension composée U12 passe par zéro pendant le temps d'empiétement. Les condensateurs des cellules de protection associées aux thyristors 1 et 3 sont déchargés car TH1 et TH3 conduisent simultanément. Id constant, I1 décroissant, I2 croissant.

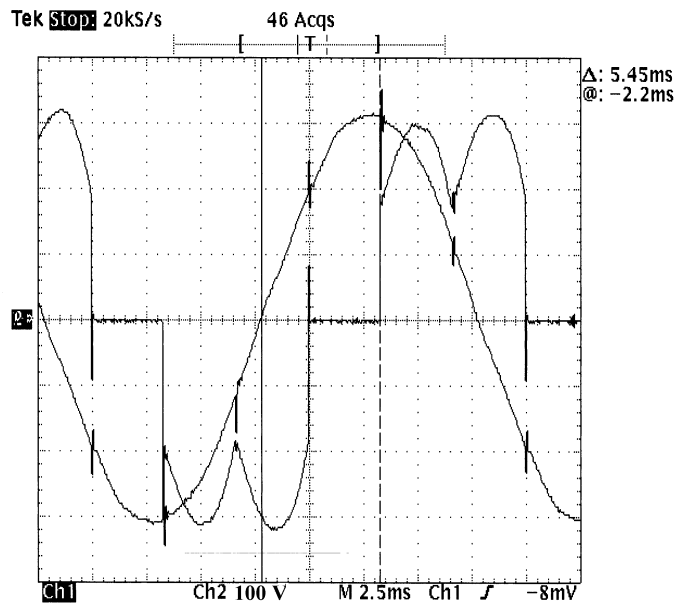


Id constant quand I1 s'annule, TH1 se bloque. La cellule RC est placée dans une maille RLC avec U12 présentant une réponse oscillante.

On observe un régime oscillant sur I1.



Après ce transitoire on retrouve $U_{12} = V_1 - V_2$
Mesure de l'angle de commutation

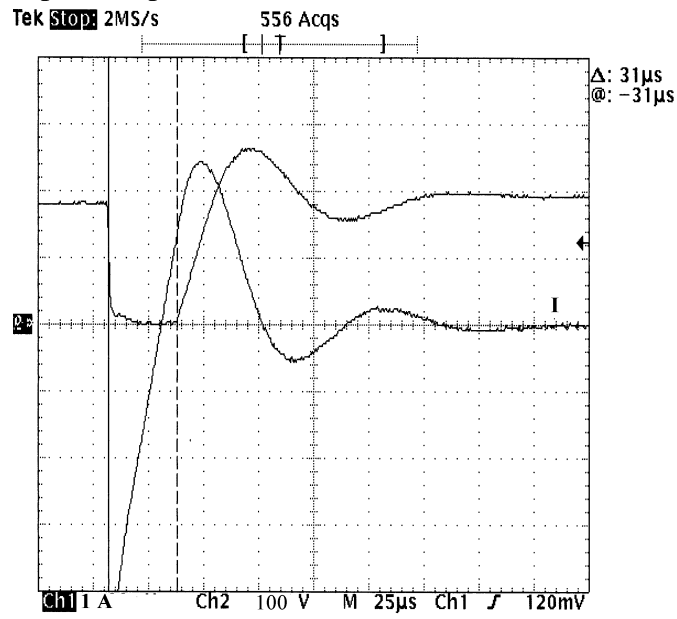


L'angle de retard entre U12 et I1 est de 98°

$$\Psi = 98^\circ - 60 = 38^\circ$$

On trouve $\Psi = 38^\circ$

2.2 Mesure du temps d'empiétement



Le temps d'empiétement donne $t_c = 31 \mu s$

La pulsation de l'oscillation de courant donne $f = 32 \text{ kHz}$

2.31 Détermination de l_s

La valeur du courant I_d est constant ($I_d = 5 \text{ A}$), U_{max} relevé est de 311 V

$$\cos(\Psi) - \cos(\Psi + \mu) = \frac{2 l_s \omega I_d}{U_{\text{max}}}$$

$$l_s = \frac{U_{\text{max}} [\cos(\Psi) - \cos(\Psi + \mu)]}{2 \omega I_d}$$

$$l_s = \frac{311 \cos 38 - \cos 38.56}{2 * 314 * 5}$$

$$l_s = 0.6 \text{ mH}$$

2.32 Détermination de R et C

$$U_c = e^{-\frac{Rt}{2L}} (A \cos \omega t + B \sin \omega t) + V_1 - V_2$$

On prend pour $L = 2\text{ls}$

$V_1 - V_2 = U_{10}$ (tension U_1 juste avant l'empêchement)

à $t = 0$ $u_c = 0$, d'où $A = -U_{10}$

détermination de i_c

$$i_c = C \frac{d u_c}{dt}$$

$$i_c = -\frac{R}{2L} e^{-\frac{Rt}{2L}} [-U_{10} \cos \omega t + B \sin \omega t] + e^{-\frac{Rt}{2L}} [U_{10} \omega \sin \omega t + B \omega \cos \omega t]$$

à $t = 0$ $i_c = 0$

$$i_{c0} = \frac{RC}{2L} U_{10} + B\omega \text{ donc } B = -\frac{RC}{2L\omega} U_{10}$$

$$i_c = e^{-\frac{R}{2L}t} U_{10} C \omega \left(1 + \frac{R^2}{4L^2 \omega^2}\right) \sin \omega t$$

$$i_c = K e^{-\frac{R}{2L}t} \sin \omega t$$

$$K = U_{10} C \omega \left(1 + \frac{R^2}{4L^2 \omega^2}\right)$$

On prend les maximums pour $t_1 = 3T/4$ et $t_2 = 7T/4$ pour limiter l'influence du Toff des thyristors ($10\mu\text{s}$)

$$i_{c1} = K e^{-\frac{3RT}{8L}} \text{ et } i_{c2} = K e^{-\frac{7RT}{8L}}$$

d'où

$$\frac{i_{c1}}{i_{c2}} = e^{\frac{RT}{2L}}$$

$$R = 4 \text{ls} f \ln \frac{i_{c1}}{i_{c2}}$$

$$R = 4 * 0.6 * 10^{-3} * 6 * 10^3 * \ln \left(\frac{0.52}{0.07} \right)$$

$$R = 28 \Omega$$

Le constructeur indique $R = 33 \Omega$

Détermination de la valeur de C

On admet que:

$$\omega = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

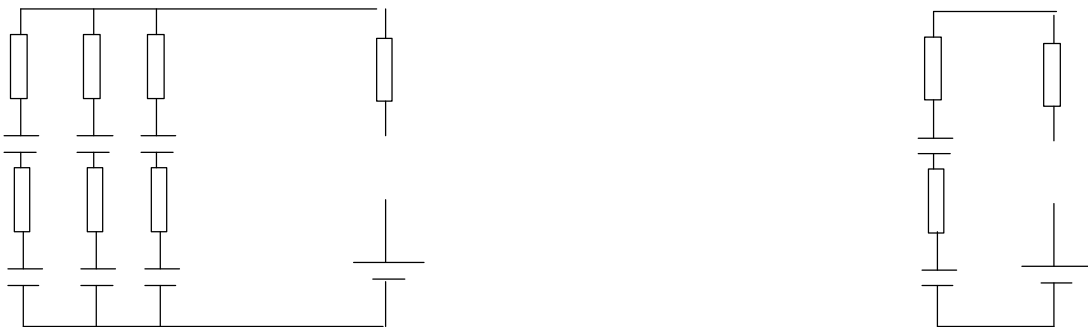
ici $\omega = 2\pi f$

$$C = \frac{1}{(2\pi f)^2 L} = \frac{1}{(2\pi * 12 \cdot 10^3)^2 \cdot 2 \text{ ls}} = 0,146 \mu\text{f}$$

le constructeur donne 0.1 μF

2.4 Relevé N°5 Détermination de la fréquence d'oscillation .

Lorsque le courant s'annule, tous les thyristors sont bloqués. La FEM de la machine impose un échelon de tension à un système RLC tel que (en négligeant l'influence du réseau)



On obtient au moment de l'application de l'échelon de tension une réponse oscillante dont la pulsation sera peu différente de

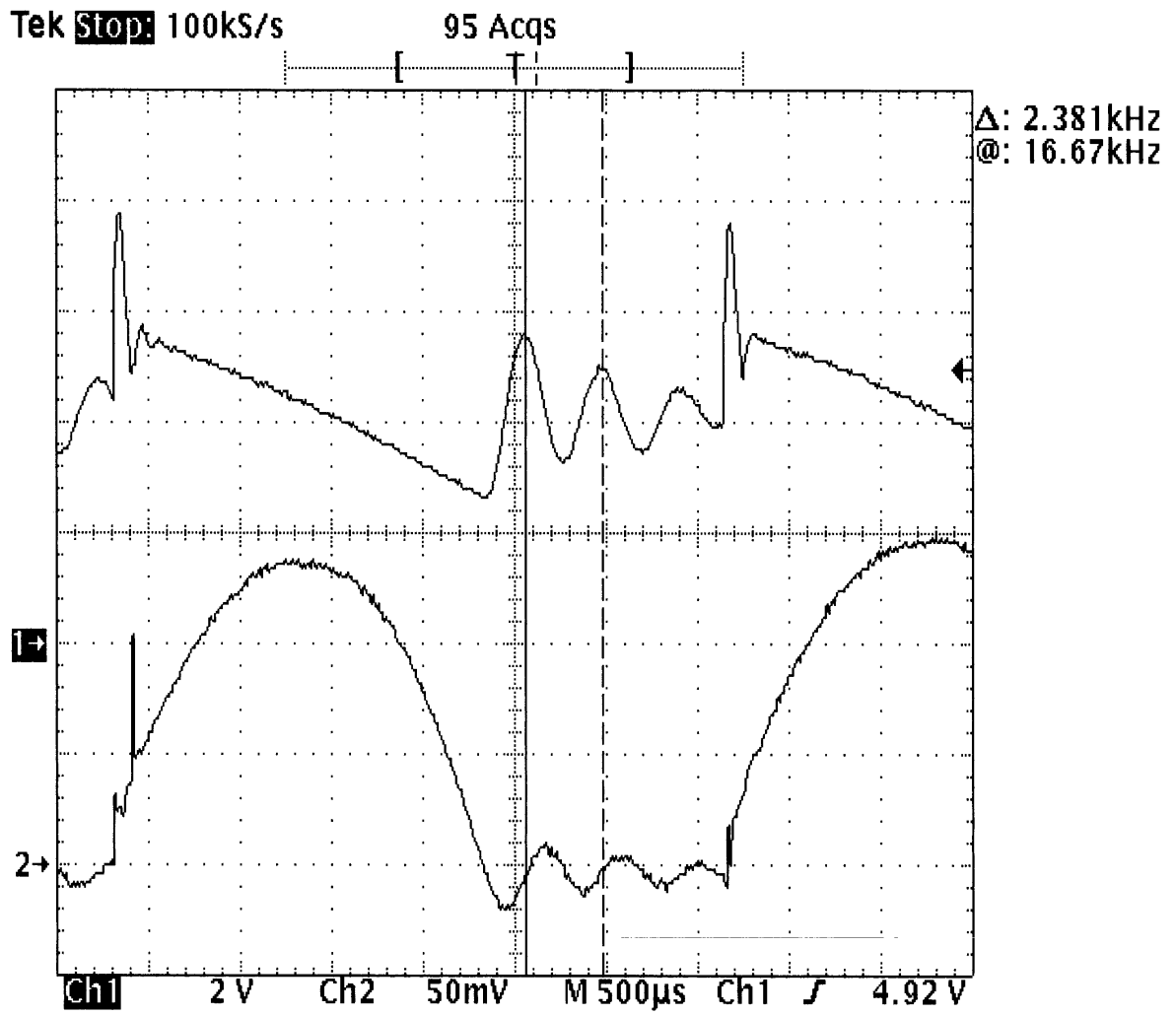
$$\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}$$

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

On peut estimer que

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{60 \cdot 10^{-3} * \frac{3}{2} \cdot 0.146 \cdot 10^{-6}}}$$

$$f = 1.4 \text{ KHz}$$



La mesure donne $f = 2\text{kHz}$.

On constate que les valeurs obtenues sont cohérentes avec les données constructeur.