

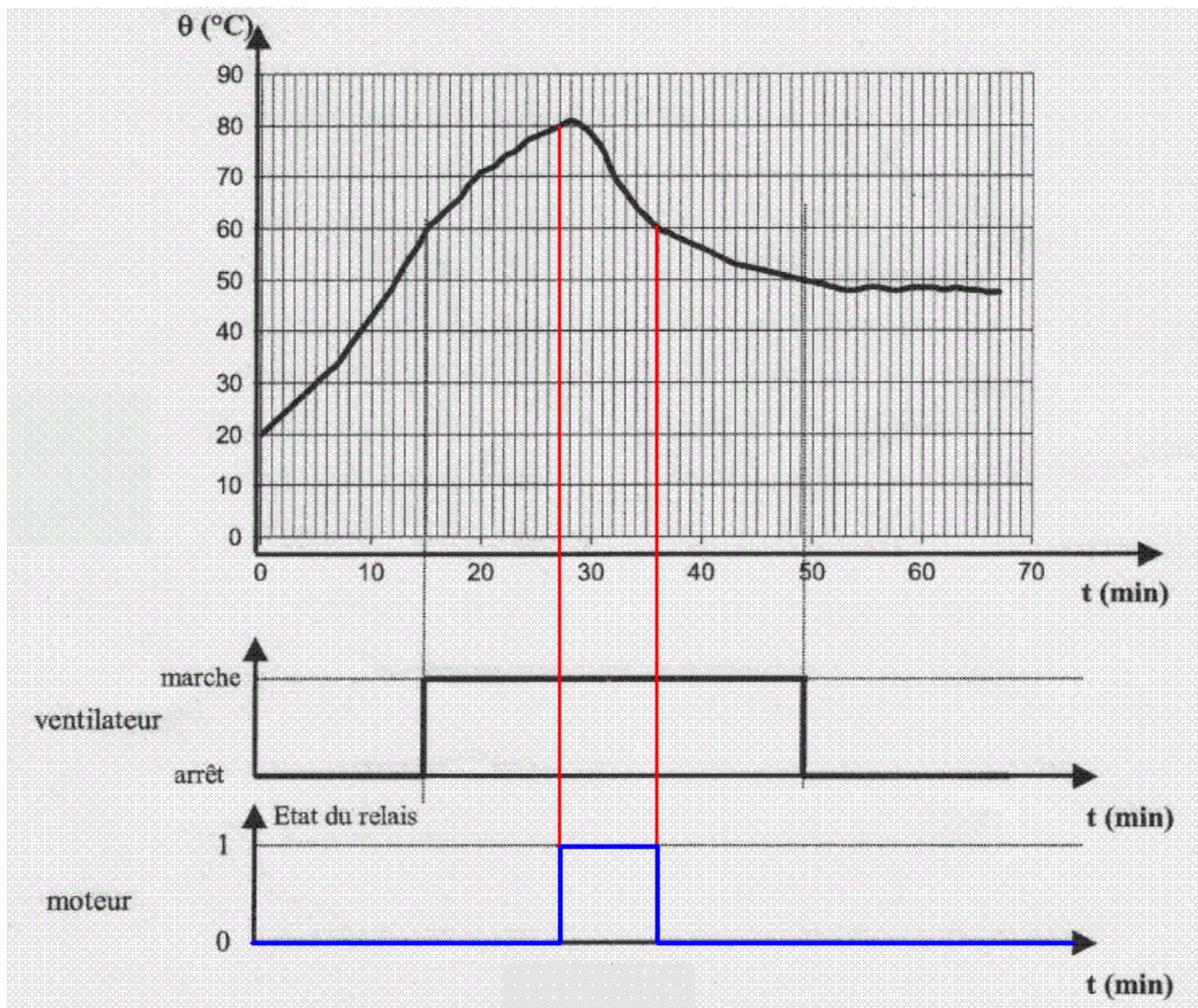
BTS Mécanique et Automatismes Industriels
Session 2008

Éléments de correction de l'épreuve de Physique appliquée

Attention !
Il y a une erreur dans l'énoncé dans la partie B.
J'ai pris $\eta_N = 94\%$ au lieu de 96% .

A. Étude du refroidissement du moteur

A.1. Fonctionnement des dispositifs



A.2. Dispositif de sécurité

2.1. Capteur de température

2.1.1. L'intensité du courant absorbée par l'entrée inverseuse est nulle car l'amplificateur opérationnel est supposé parfait.

2.1.2. Formule du diviseur de tension :

$$v_e = \frac{R_{Th}}{R_0 + R_{Th}} V_{alim}$$

La tension v_e dépend de la température car la résistance R_{Th} de la thermistance dépend, évidemment, de la température.

2.1.3.

Document 1 page 5 :

$$R_{Th2} = 450 \Omega$$

$$R_{Th3} = 270 \Omega$$

2.1.4.

$$V_2 = \frac{R_{Th2}}{R_0 + R_{Th2}} V_{alim} = \frac{450}{1000 + 450} \cdot 12 = 3,7 \text{ V}$$

$$V_3 = \frac{R_{Th3}}{R_0 + R_{Th3}} V_{alim} = \frac{270}{1000 + 270} \cdot 12 = 2,55 \text{ V}$$

2.2. Détection

2.2.1. L'amplificateur opérationnel ne fonctionne pas en régime linéaire car l'amplificateur opérationnel n'a pas de contre-réaction (document 2 page 5).

2.2.2. Il s'agit d'un comparateur inverseur à deux seuils (montage trigger inverseur).

2.2.3.

Document 3 page 5 :

$$V_H = 3,65 \text{ V}$$

$$V_L = 2,45 \text{ V}$$

Les deux seuils correspondent quasiment aux tensions V_2 et V_3 . Ces valeurs sont donc conformes au fonctionnement souhaité.

B. Étude du moteur asynchrone

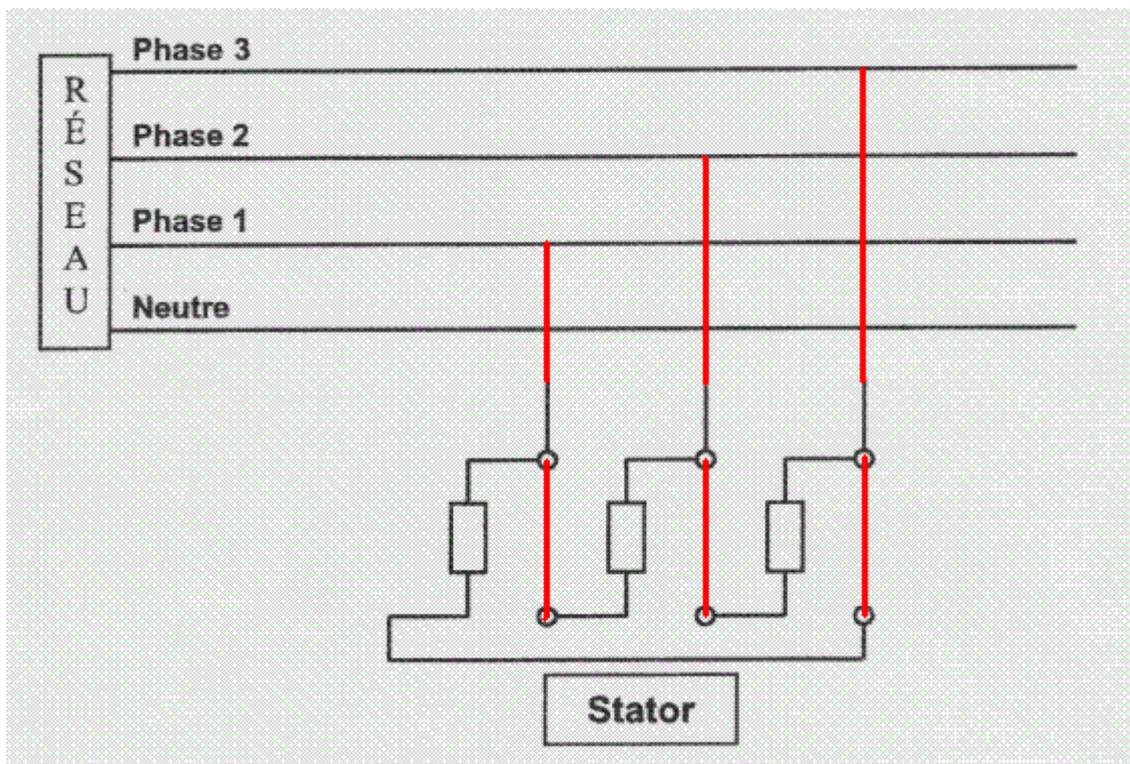
B.1. Exploitation des caractéristiques

1.1.

Moteur asynchrone 48 V / 83 V : cela signifie que la tension efficace nominale aux bornes d'un enroulement statorique est 48 V.

Réseau triphasé 48 V - 50Hz : cela veut dire que la tension efficace entre phases du réseau est 48 V.

Il faut donc coupler le stator en triangle.



1.2.

A vide, le moteur tourne pratiquement à la fréquence de synchronisme n_s .

La fréquence de rotation nominale est donnée par le constructeur : 1440 tr.min^{-1}
Cette fréquence est légèrement inférieure à la fréquence de synchronisme.

$$n_s (\text{tr/s}) = \frac{f (\text{Hz})}{p}$$

On en déduit que le moteur possède 2 paires de pôles ($p = 2$) et :

$$n_s = 50 / 2 = 25 \text{ tr/s} = \mathbf{1500 \text{ tr/min}}$$

Glissement pour le fonctionnement nominal :

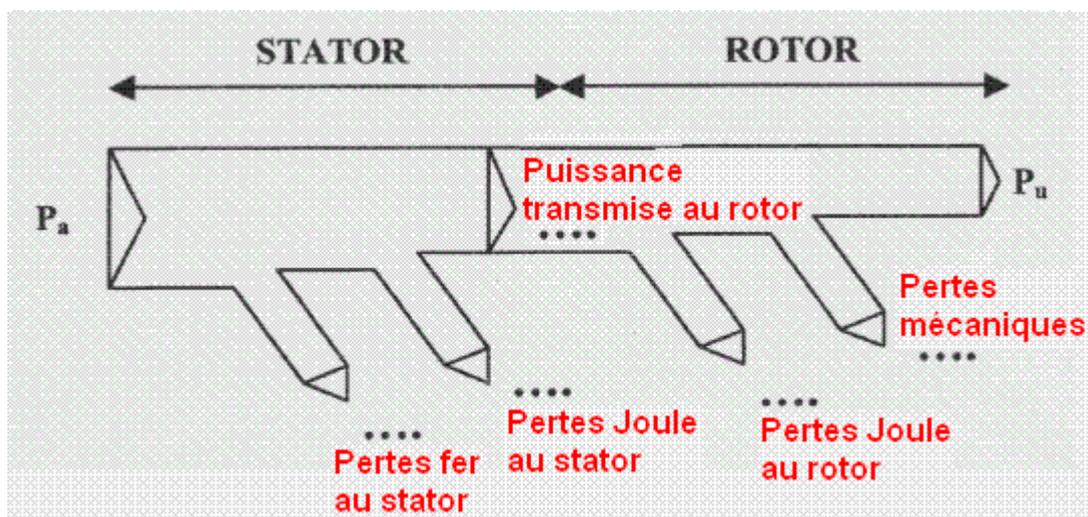
$$g = \frac{1500 - 1440}{1500} = 0,04 = 4 \%$$

1.3.

37 N.m correspond au couple nominal.

B.2. Bilan des puissances au fonctionnement nominal

2.1.



2.2.

$$\eta_N = \frac{P_u}{P_a}$$

$$P_a = \frac{P_u}{\eta_N} = \frac{5,6}{0,94} = 5,957 \text{ kW}$$

$$I = \frac{P_a}{\sqrt{3}U \cos \varphi} = \frac{5957}{\sqrt{3} \cdot 48 \cdot 0,87} = 82,4 \text{ A}$$

2.3.

$$P_{Js} = \frac{3}{2} R_a I^2 = \frac{3}{2} \cdot 0,002 \cdot 82,4^2 = 20,3 \text{ W}$$

2.4.

Bilan de puissance :

$$\text{Puissance transmise au rotor} = 5957 - 0 - 20 = 5937 \text{ W}$$

$$P_{Jr} = 5937 - 100 - 5600 = 237 \text{ W}$$

Autre méthode :

On sait que :

$$P_{Jr} = \text{glissement} \times \text{Puissance transmise au rotor}$$

$$= 0,04 \times 5937 = 237 \text{ W}$$

C. Etude de la commande du moteur

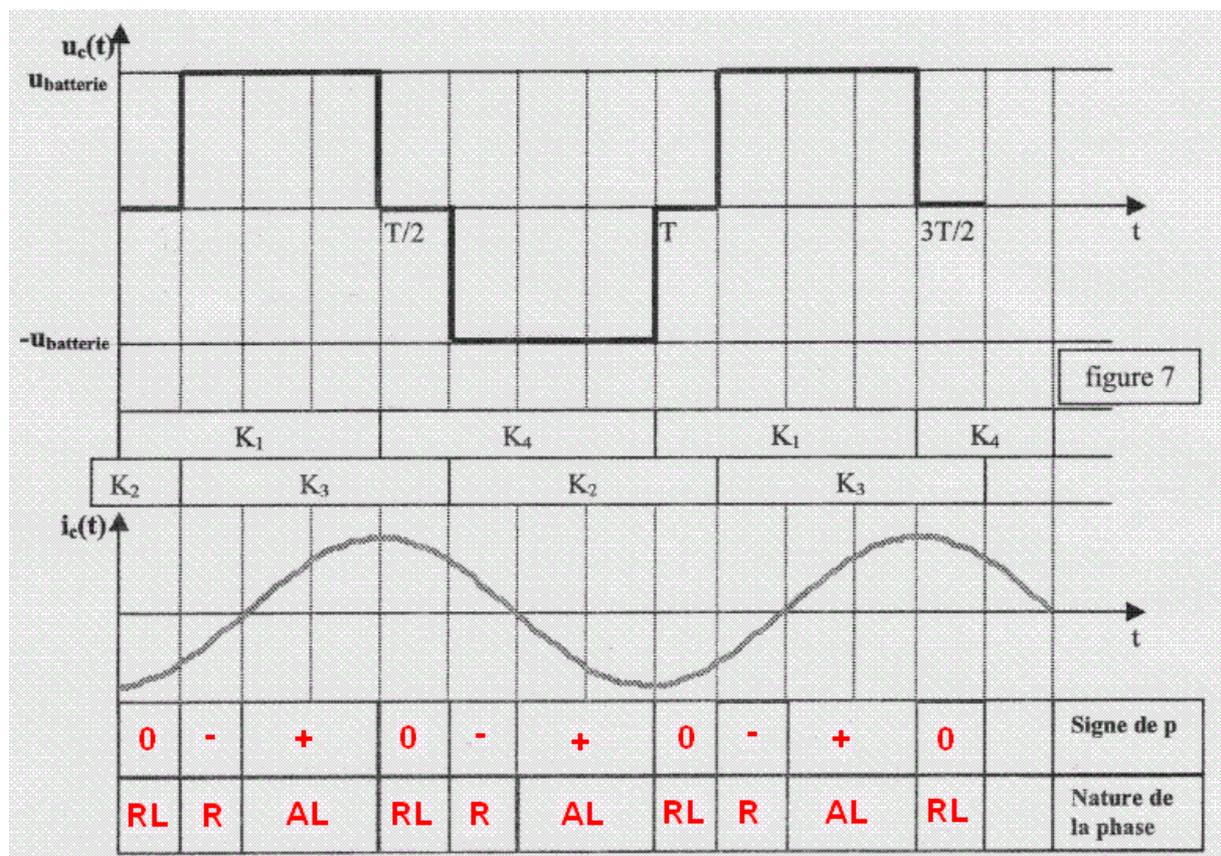
C.1. Etude simplifiée de l'onduleur

1.1. $p = u_c i_c$

$p > 0$: alimentation (la batterie fournit de l'énergie électrique à la charge)

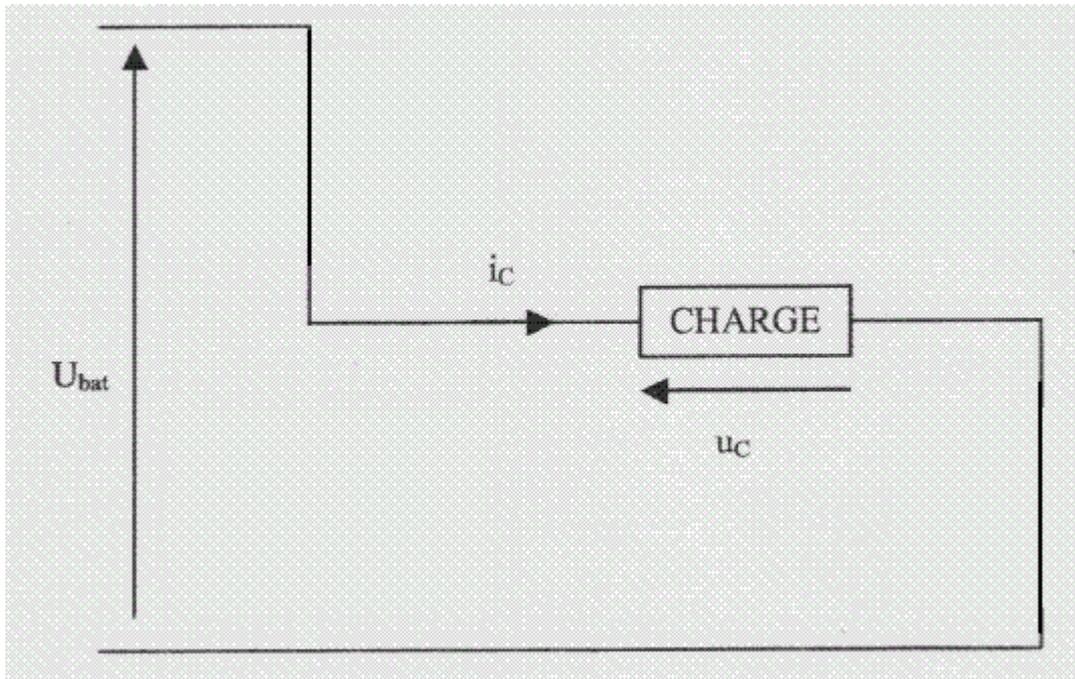
$p < 0$: récupération (la charge fournit de l'énergie électrique à la batterie)

$p = 0$: phase de roue libre ($u_c = 0 \text{ V}$)



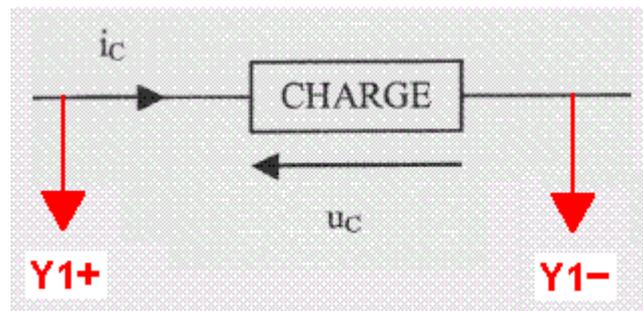
1.2.1.
Dans cet intervalle, K_1 et K_3 conduisent.

1.2.2.



On a bien : $u_c = + U_{Bat}$

1.3.1.
Avec un oscilloscope à entrées différentielles (voie 1) :



1.3.2.
On branche simplement le voltmètre (en mode AC) aux bornes de la charge.
En mode DC, le voltmètre mesure la valeur moyenne de la tension : 0 V.

C.2. Réglage de la vitesse du moteur

2.1. Marche avant

- A : fonctionnement à vide
- B : fonctionnement nominal

2.2. Marche arrière

2.2.1.

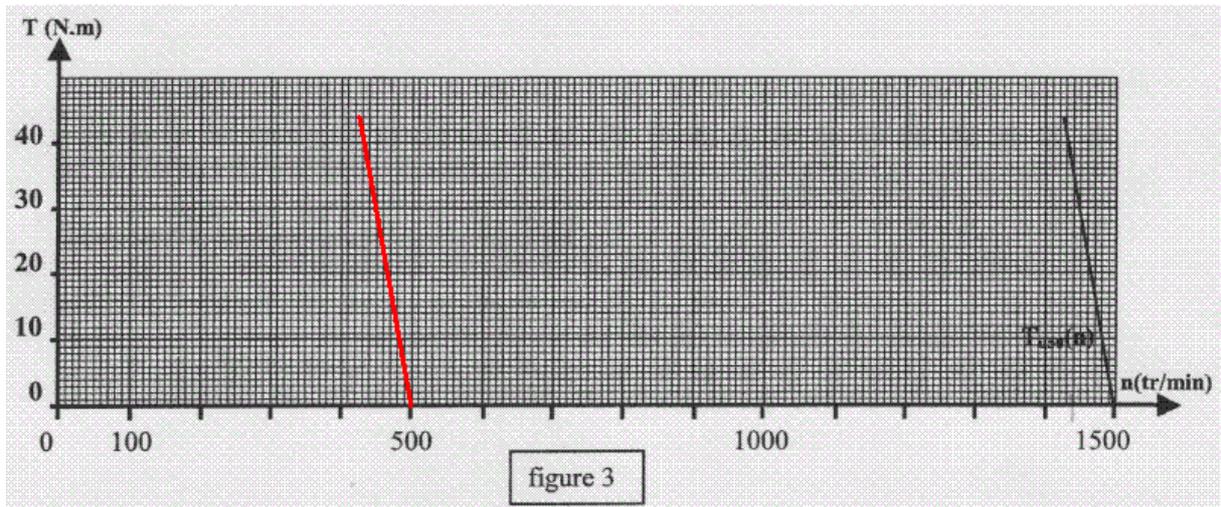
Pour passer de 15 km/h à 5 km/h, il faut diviser la fréquence des courants par 3 :

$$f_R = 50 \text{ Hz} / 3 = 16,7 \text{ Hz}$$

$$U_R = U / 3 = 48 / 3 = \mathbf{16 \text{ V}}$$

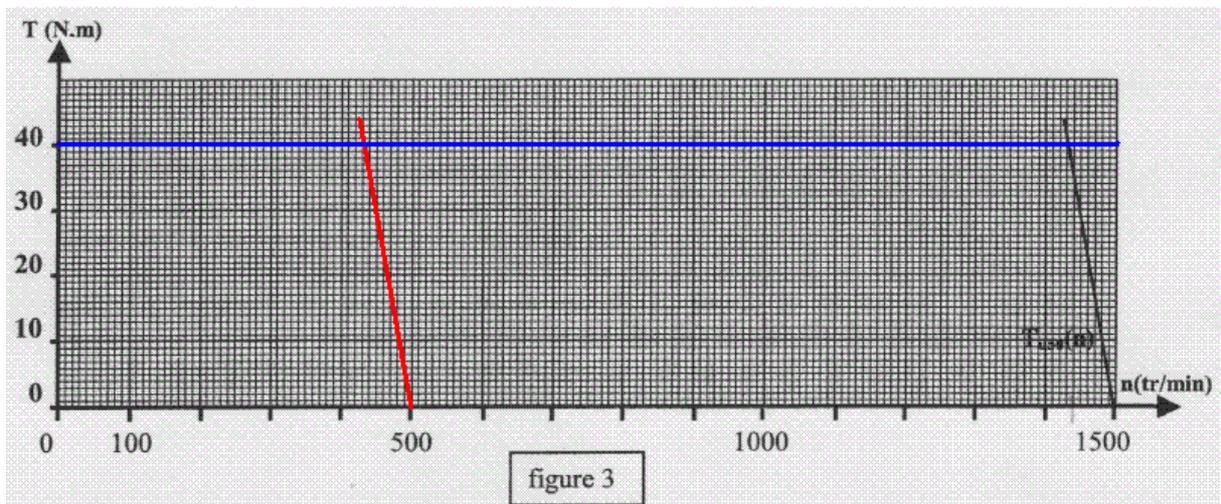
2.2.2.

$$n_S = 1500 / 3 = \mathbf{500 \text{ tr/min}}$$



2.3. Point de fonctionnement

2.3.1.



2.3.2.

Graphiquement : 1435 tr/min

$$1435 \times 1500 / 15 = 14,35 \text{ km/h}$$