



**LE RÉSEAU DE CRÉATION  
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été mis en ligne par le Réseau Canopé  
pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

**Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.**

# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR INDUSTRIALISATION DES PRODUITS MÉCANIQUES

## U32 - SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES

**SESSION 2017**

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

**Matériel autorisé :**

Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique sous réserve que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999).

**Documents à rendre avec la copie :**

Documents réponses 1, 2 et 3 : page 6/7

Documents réponses 4, 5 et 6 : page 7/7

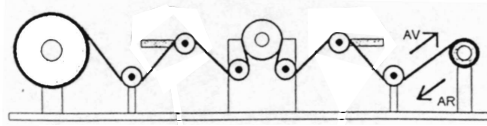
Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Le sujet se compose de 7 pages, numérotées de 1/7 à 7/7.

BTS INDUSTRIALISATION DES PRODUITS MÉCANIQUES		Session 2017
U32 - Sciences physiques appliquées	Code : IPE3SP	Page : 1/7



Dans un atelier de production, un système d'enrouleur et de dérouleur de tôle est motorisé par des machines à courant continu.



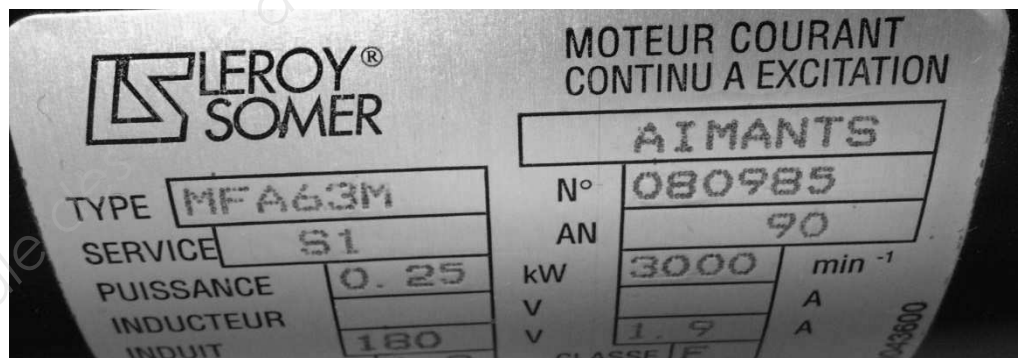
Les plaintes de bruit excessif et les interventions, jugées trop fréquentes, de l'équipe de maintenance sur ce système, ont permis de mettre en évidence une usure anormale des roulements.

L'objectif de ce sujet est d'analyser le fonctionnement du variateur de vitesse et de comprendre les problèmes rencontrés sur ce système. Enfin vous étudierez une solution pour y remédier.

Pour simuler ce système en laboratoire, deux machines à courant continu identiques sont accouplées, une fonctionne en moteur et l'autre en génératrice pour faire varier le couple résistant :



Plaque signalétique des machines utilisées :



Liste du matériel de mesure disponible dans le laboratoire :

- Un multimètre ordinaire avec les positions  $V_{dc}$ ,  $V_{ac}$ ,  $A_{dc}$ ,  $A_{ac}$  et  $\Omega$
- Un multimètre TRMS avec les positions  $V_{dc}$ ,  $V_{ac}$ ,  $V_{ac+dc}$ ,  $A_{dc}$ ,  $A_{ac}$ ,  $A_{ac+dc}$  et  $\Omega$
- Un oscilloscope numérique à 2 voies
- Une sonde de tension en position 1/200
- Une pince ampèremétrique en position 100mV/A

## 1) Étude de la tension d'alimentation

Vous souhaitez visualiser la tension d'alimentation du variateur sur la voie 1 de l'oscilloscope (cf. document réponse 1 page 6/7) à l'aide de la sonde de tension en position 1/200.

1.1 Donner le rôle de la sonde.

1.2 On rappelle que la tension d'entrée du variateur s'exprime :

$$v_e = 230\sqrt{2} \sin(100\pi t)$$

1.2.1 Calculer la valeur de crête  $V_{e\max}$ , en déduire la valeur maximale de la tension à la sortie de la sonde  $V_{osc\max}$ .

1.2.2 Donner le réglage du calibre de la voie 1 permettant d'utiliser le maximum de l'écran.

1.2.3 Entourer le calibre choisi sur le document réponse 1 (page 6/7).

1.3

1.3.1 Calculer la période du signal et déterminer la base de temps à sélectionner pour visualiser une période à l'écran.

1.3.2 Entourer le réglage choisi sur le document réponse 1 (page 6/7).

1.4 Tracer le relevé que l'on doit obtenir sur l'écran de l'oscilloscope en prenant l'origine ( $t = 0$ ) à gauche de l'écran. Préciser où vous réglez le 0 V.

## 2) Étude du fonctionnement du variateur

2.1 Proposer sur le document réponse 2 (page 6/7) un montage permettant de mesurer :

\*  $\langle I \rangle$  la valeur moyenne de l'intensité du courant absorbé par le moteur

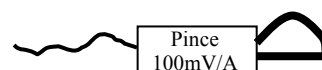
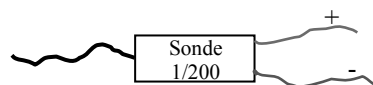
\*  $\langle V_s \rangle$  la valeur moyenne de la tension de sortie du variateur

Parmi la liste de matériel proposé page 2/7, préciser le type de multimètre à utiliser ainsi que la position de leur commutateur.

2.2 En utilisant les représentations ci-dessous pour la sonde de tension et la pince ampèremétrique, proposer sur le document réponse 2 (page 6/7) un montage permettant de visualiser à l'oscilloscope :

\* voie 1 : image de  $i(t)$  la valeur instantanée de l'intensité du courant absorbé par le moteur

\* voie 2 :  $v_s(t)$  la valeur instantanée de la tension de sortie du variateur



2.3 Deux essais à vide ont été réalisés, un à  $1000 \text{ tr.min}^{-1}$  et l'autre à  $3000 \text{ tr.min}^{-1}$  (cf. document réponse 3 page 6/7). On rappelle que, lorsque  $i = 0$ , on a  $v_s = E$ , avec  $E$  force électromotrice.

BTS INDUSTRIALISATION DES PRODUITS MÉCANIQUES		Session 2017
U32 - Sciences physiques appliquées	Code : IPE3SP	Page : 3/7

2.3.1 Indiquer la force électromotrice  $E$  à l'aide d'une flèche sur les deux relevés du document réponse 3 (page 6/7).

2.3.2 A partir de ces relevés, et en prenant en compte le rapport d'atténuation de la sonde, montrer que :

\* Pour une vitesse de  $1000 \text{ tr.min}^{-1}$   $E \approx 50 \text{ V}$

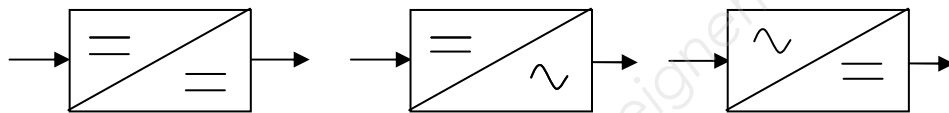
\* Pour une vitesse de  $3000 \text{ tr.min}^{-1}$   $E \approx 150 \text{ V}$

2.4 On rappelle que la force électromotrice  $E$  est proportionnelle à la vitesse angulaire  $\Omega$  ( $E = k \times \Omega$  avec  $k$  constante en  $\text{V.s.rad}^{-1}$ ).

2.4.1 Observer la plaque signalétique et expliquer comment est produit le champ magnétique d'excitation dans la machine.

2.4.2 Calculer  $k$  à l'aide des résultats précédents.

2.5 Reporter sur votre copie parmi les symboles suivants, le convertisseur utilisé dans le variateur et donner son nom :



### 3) Analyse du problème

3.1 Quatre essais en charge à  $3000 \text{ tr.min}^{-1}$  ont été réalisés en faisant varier la valeur de la résistance de charge de la génératrice (cf. document réponse 4 page 7/7). Observer la plaque signalétique puis préciser en justifiant lequel des quatre essais est le plus proche du point de fonctionnement nominal.

3.2

3.2.1 Indiquer sur le relevé de la charge 3 les valeurs maximale et minimale de l'intensité du courant  $I_{\max}$  et  $I_{\min}$ .


3.2.2 Mesurer leur valeur en prenant en compte le rapport  $100\text{mV/A}$  de la pince. En déduire l'ondulation  $\Delta I = I_{\max} - I_{\min}$  et montrer que le taux d'ondulation  $\Delta I\% = \frac{\Delta I \times 100}{\langle I \rangle}$  vaut environ 350.

3.3 Le couple moteur est proportionnel à l'intensité du courant :  $c(t) = 0,458.i(t)$ .

3.3.1 Calculer alors le couple maximal et le couple minimal.

3.3.2 En déduire les conséquences sur le système avec une telle ondulation de l'intensité du courant.

### 4) Étude d'une solution

4.1 On souhaite insérer une bobine de lissage dans le montage. La placer sur le document réponse 5 (page 7/7). On rappelle le symbole d'une bobine :  
()

BTS INDUSTRIALISATION DES PRODUITS MÉCANIQUES		Session 2017
U32 - Sciences physiques appliquées	Code : IPE3SP	Page : 4/7

4.2 On définit le facteur de forme d'un courant  $F$  par  $F = \frac{I_{\text{eff}}}{\langle I \rangle}$  avec  $I_{\text{eff}}$  valeur efficace de l'intensité du courant et  $\langle I \rangle$  sa valeur moyenne.

4.2.1. Pour mesurer le facteur de forme, il faut choisir un appareil de mesure capable de mesurer la valeur efficace d'un tel courant ainsi que sa valeur moyenne. Parmi la liste de matériel proposé page 2/7, préciser le type de multimètre à utiliser pour mesurer la valeur efficace  $I_{\text{eff}}$  du courant absorbé par le moteur ainsi que la position du commutateur.

4.2.2. Placer cet appareil sur le schéma du document réponse 5 (page 7/7).

4.2.3. Calculer le facteur de forme en utilisant les valeurs du document réponse 6 (page 7/7) et comparer avec celui obtenu dans les mêmes conditions sans la bobine sur le document réponse 4 (page 7/7).

4.2.4. Expliquer les conséquences de cette modification sur le système.

4.3

4.3.1 Comparer les taux d'ondulation du courant avec et sans bobine.

4.3.2 Donner la valeur optimale théorique de ce taux qui permettrait de réduire au maximum le bruit et les vibrations sur le système.

4.3.3 Tracer alors sur le document réponse 6 (page 7/7) l'allure de l'intensité du courant optimal théorique.

**DOCUMENT RÉPONSE 1**


**Base de temps**

0,2s 0,1s 50ms  
 0,5s 20ms  
 1s 10ms  
 2s 5ms  
 5s 2ms  
 1ms

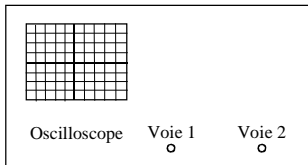
**Calibre Voie 1**

0,2 0,1 50mV  
 0,5 20mV  
 1 10mV  
 2 5mV  
 5V 5mV

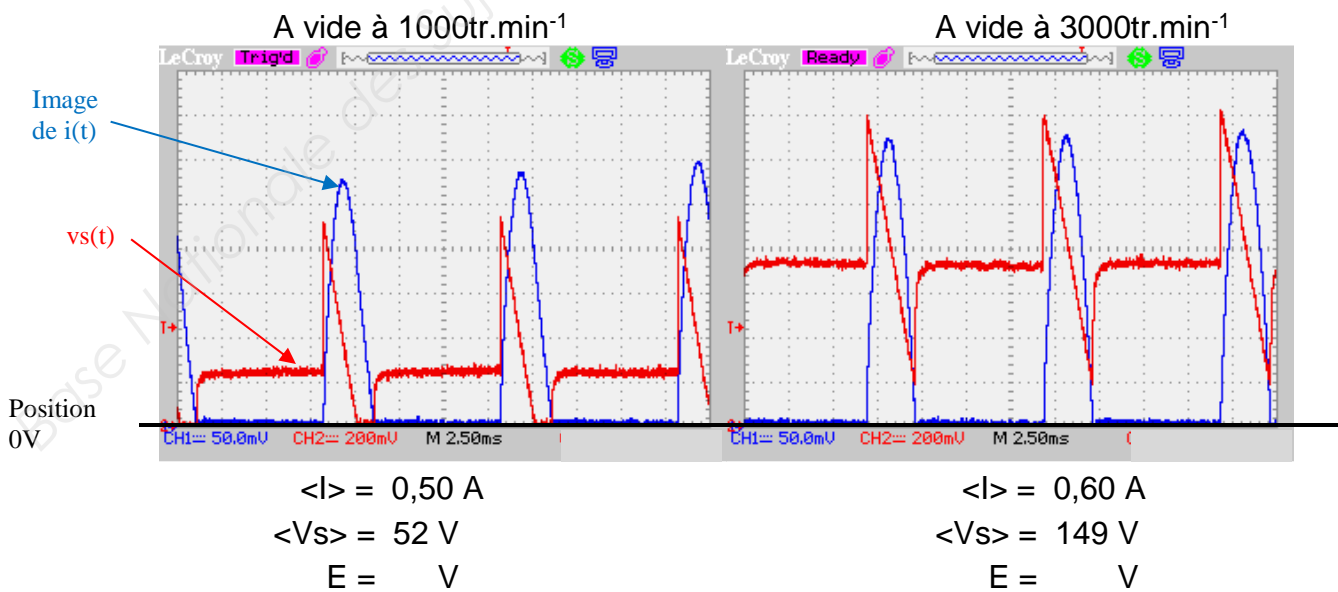
**Calibre Voie 2**

0,2 0,1 50mV  
 0,5 20mV  
 1 10mV  
 2 5mV  
 5V 5mV

**DOCUMENT RÉPONSE 2**



**DOCUMENT RÉPONSE 3**

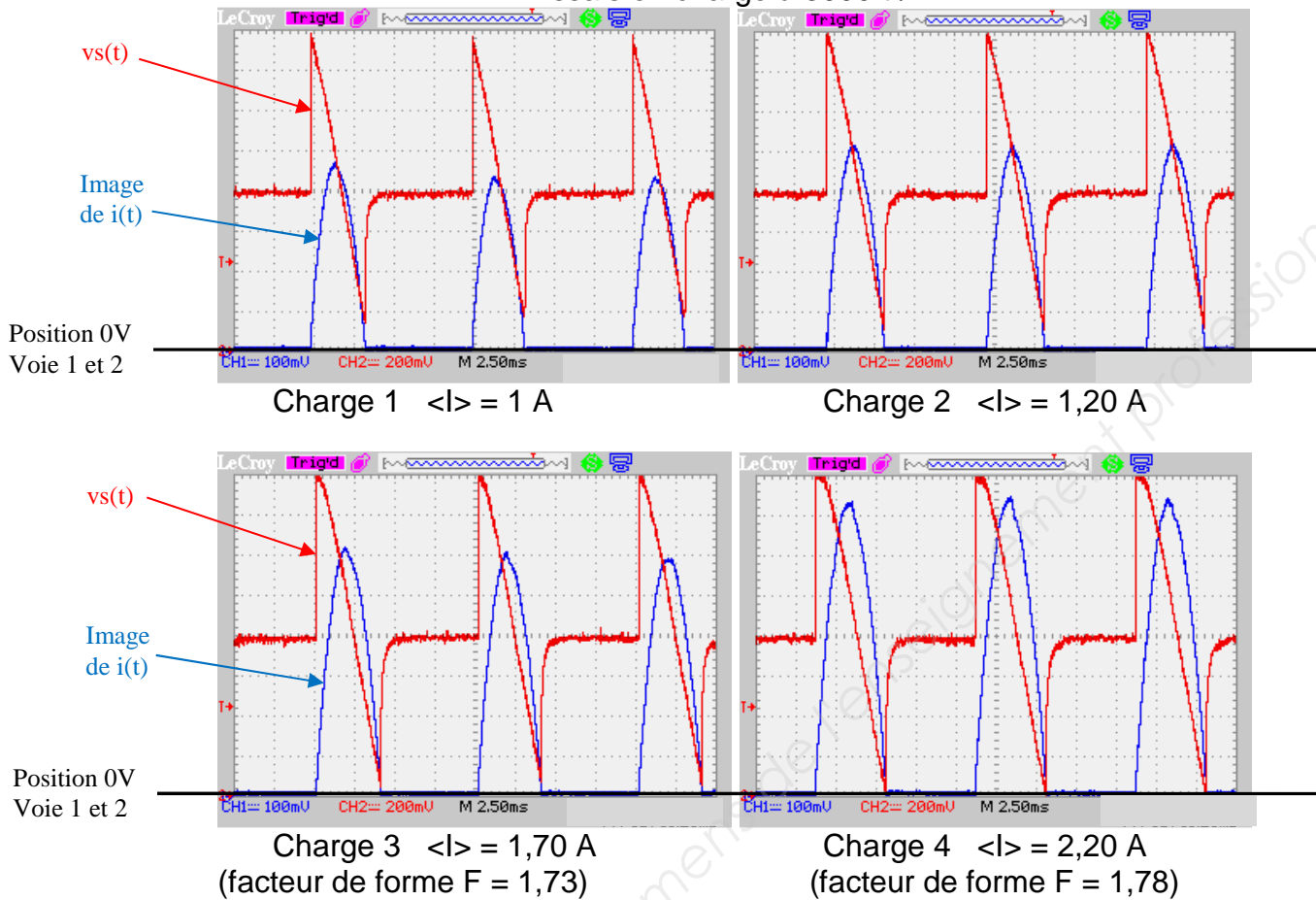






**DOCUMENT RÉPONSE 4**

Essais en charge à 3000 tr/min

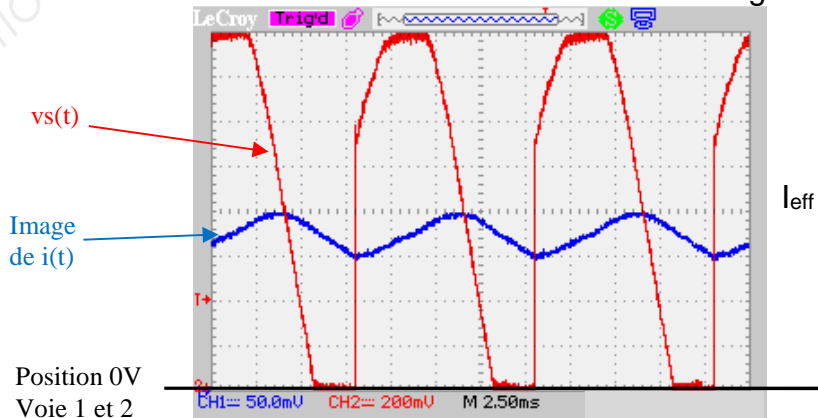


**DOCUMENT RÉPONSE 5**



**DOCUMENT RÉPONSE 6**

Essai à 3000 tr.min<sup>-1</sup> avec bobine de lissage et charge 3



$I_{eff} = 1,78 \text{ A}$   $\langle I \rangle = 1,73 \text{ A}$   
 $\Delta I\% = 30\%$