

LE SYSTÈME SCOOT'ELEC

PREMIERE PARTIE

TRAVAUX PRATIQUES

TEMPS CONSEILLE

- | | |
|--|---------------------------|
| • analyse du travail pratique demandé : | 1 heure 30 minutes |
| • mise en œuvre du travail pratique demandé : | 2 heures |
| • évaluation de la qualité des résultats obtenus. : | 0 heure 30 minutes |

ETUDE D'UN SCOOTER ELECTRIQUE

A. Analyse technique préliminaire

Vous avez à votre disposition le banc didactique du scooter électrique Scoot'Elec et les mesureurs nécessaires pour étudier son comportement dans certaines situations de fonctionnement.

Ce banc, équipé d'un motovariateur à courant continu, permet d'étudier le comportement du scooter lors de différents types de déplacements : à plat, en montée ou en descente.

Deux dossiers techniques et une notice sont également fournis :

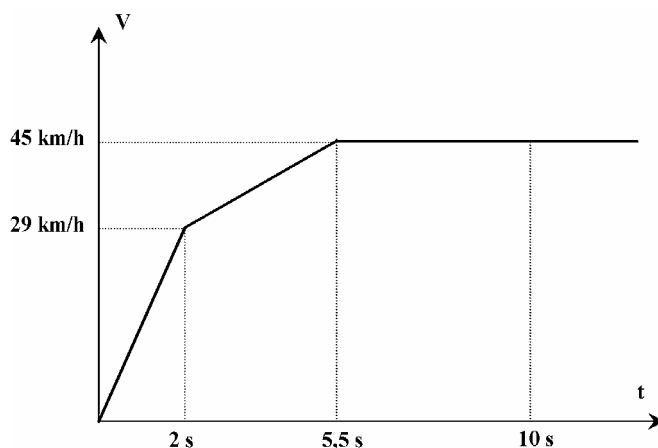
- le dossier du scooter électrique ;
- celui du banc didactique ;
- la notice du variateur de vitesse (WNTC - Cegelec) du moteur du banc ¹.

L'analyse technique préliminaire proposée permettra d'effectuer les différents réglages nécessaires pour faire les relevés demandés en partie B.

Ce travail de préparation doit être conduit à partir d'une lecture attentive des documents mis à disposition. Les démarches adoptées pour parvenir aux résultats seront explicitées.

1. ÉTUDE GÉNÉRALE

- 1.1 **Le scooter électrique** se déplace à sa vitesse maximale. Calculez la fréquence de rotation de l'arbre de sortie du moteur d'entraînement de l'engin.
- 1.2 **Le banc didactique** : la roue du scooter a été remplacée par un réducteur pignon-couronne. Déterminez la fréquence de rotation de l'arbre du banc didactique correspondant à la vitesse maximale du Scoot'Elec.
- 1.3 **Les performances du scooter pendant la phase d'accélération** sur un terrain horizontal sont données par le diagramme simplifié suivant :



On souhaite vérifier ce comportement en relevant sur le banc l'évolution de $v = f(t)$:

- Calculez la valeur de la tension délivrée par la dynamo tachymétrique pour la vitesse maximale du scooter ;
- Déduisez-en les réglages à effectuer sur l'oscilloscope utilisé (calibres de l'entrée Y et de la base de temps). Exprimez le calibre de l'entrée Y en km/h/div.

- 1.4 **Distances parcourues par le scooter, départ arrêté** : justifiez les valeurs des accélérations indiquées dans le dossier technique du scooter, page 4.

¹ Cette notice est disponible en version "papier" et sur support informatique (logiciel en anglais).

- 1.5 **L'intensité absorbée** : par construction, le couple moteur maximum du scooter électrique est limité à 14 Nm.
- Quelle est l'intensité du courant fourni par les batteries dans ces conditions?
 - Déduisez-en les réglages à effectuer sur l'oscilloscope utilisé pour relever $i_{\text{batteries}} = g(t)$ pendant la phase d'accélération.

2. LE MODULATEUR D'ÉNERGIE

Le schéma simplifié du modulateur d'énergie du scooter est représenté en page 6 du dossier technique.

2.1 Types de convertisseurs :

- Quel est le type du convertisseur associé à l'induit du moteur ?
- Quel est le type du convertisseur associé à l'inducteur du moteur ?

2.2 Le scooter effectue sur un terrain horizontal le cycle de fonctionnement suivant : arrêt – accélération – déplacement à vitesse constante – freinage électrique – arrêt :

- Caractériser ce cycle dans le plan couple – vitesse du moteur d'entraînement ;
- Indiquez dans un tableau le sens de circulation des courants dans l'induit et l'inducteur du moteur, pour chacune des phases du cycle.

2.3 Le scooter se déplace horizontalement à vitesse constante. Représentez les allures :

- de la d.d.p. u_a aux bornes de l'induit du moteur et de l'intensité i_a qui le traverse ;
- de la d.d.p. u_e aux bornes de l'inducteur et de l'intensité i_e qui le traverse.

Indiquez l'état correspondant de chaque interrupteur du modulateur d'énergie.

2.4 Le scooter descend une pente et sa vitesse est maintenue constante par un freinage électrique :

- Quelle est la condition électrique de ce freinage ?
- Le commutateur d'induit est inactif pendant le freinage électrique : comment peut-on tout de même contrôler le courant d'induit du moteur ?

3. LE BANC DIDACTIQUE

On souhaite transposer sur le banc le comportement du scooter piloté par un conducteur de 70 kg. Par souci de simplification, on supposera que les pertes de la chaîne cinématique du scooter sont négligeables.

3.1 Déterminez le moment d'inertie du scooter et de son conducteur ramené à l'axe de la roue. Déduisez le moment d'inertie de l'ensemble des parties tournantes qu'il faut placer sur le banc didactique pour assurer la transposition voulue.

3.2 Lors d'un déplacement horizontal du scooter, sans vent, l'effort de traction à la jante de la roue motrice s'exprime par : $F_j = 0,02.M.g + 0,30.V^2$

- Déduisez l'effort à la jante nécessaire pour maintenir, dans les conditions précédentes, le scooter à sa vitesse maximale autorisée.
- Quel est alors le couple fourni par le moteur du scooter ?

3.3 Le scooter doit pouvoir démarrer dans une côte à 17 %.

- Déterminez le couple à fournir par son moteur pour que ce démarrage soit possible.
- Calculez le couple que doit fournir le moteur du banc didactique pour reproduire cette situation.

4. LE MOTOVARIATEUR DU BANC

Le banc didactique est équipé d'un motovariateur à courant continu, destiné à créer un couple réglable appliqué au scooter pour reproduire les diverses situations de fonctionnement.

Le variateur de vitesse de type WNTC (CEGELEC) est configuré en commande de couple par une consigne externe. On vous demande, à partir de la documentation technique du variateur (sur papier ou sur support informatique), de déterminer ou de justifier les valeurs de certains de ses paramètres.

Rappel : le scooter est chargé avec une masse de 70 kg.

4.1 Configuration du variateur :

Les registres 4.12 et 4.13 permettent de configurer le variateur en commande de couple ou de vitesse.

- Compte tenu de la programmation effectuée, indiquez le mode de fonctionnement du motovariateur.

4.2 On veut reproduire sur le banc le fonctionnement du scooter en côte à 5,5 % :

Le moteur du banc va développer le couple T nécessaire, qui constituera pour le moteur d'entraînement du scooter un couple résistant :

- Quel sera le quadrant de fonctionnement du moteur du banc ?
- Calculez la valeur du couple T que doit fournir le moteur.

La consigne de couple est fixée par une tension externe appliquée sur l'entrée analogique "Couple" du variateur. Après numérisation et mise à l'échelle, cette référence est inscrite dans un registre du menu 4, avec la valeur N. Compte tenu du moteur utilisé et de la configuration du variateur, on admettra que l'on a ici : $N = 90 * T$.

- Identifiez ce registre et déterminez la valeur à y inscrire.

B. Mesurages

On souhaite vérifier les performances du scooter piloté par un conducteur de 70 kg, sur différents profils de route.

1. DEMARRAGE ET ACCELERATION SUR TERRAIN HORIZONTAL

On observe le comportement du scooter lorsqu'il passe de l'arrêt à sa vitesse maximale sur un terrain horizontal. On admettra que cette situation est correctement représentée en faisant appliquer au moteur du banc un couple constant de 1,5 Nm.

1.1. Mesures :

- Déterminez la valeur à placer dans le registre "consigne de couple" du variateur (menu 4). Après vérification, programmez ce registre.
- Installez l'instrumentation nécessaire pour relever les évolutions temporelles :
 - de la vitesse du scooter : $v = f(t)$;
 - du courant moyen fourni par ses batteries : $I_b = g(t)$;
 - du courant d'induit moyen du moteur de l'engin : $I_a = h(t)$;
 - du courant inducteur moyen correspondant : $I_e = j(t)$.
- Après validation par un examinateur, démarrez le banc à pleine puissance et effectuez les relevés.

1.2. Conclusions et commentaires :

- Quelle est la vitesse maximale atteinte ? Quelle est la distance parcourue par le scooter en 10 secondes ? Le cahier des charges est-il respecté ?
- Quelle est, dans les conditions de l'essai, l'autonomie théorique des batteries du scooter à vitesse de déplacement maximale ? Justifiez la différence observée avec la donnée du constructeur.
- Commentez les relevés $I_a(t)$ et $I_e(t)$. A l'aide du schéma électrique du modulateur d'énergie du scooter, comparez point par point $(I_a + I_e)$ et I_b .

2. DEPLACEMENT EN MONTEE DANS UNE COTE A 5,5 %

2.1. Mesures :

- Quelle est la valeur du couple que doit fournir le moteur du banc pour tenir compte des frottements à plat et de la pente ?
- Déterminez la consigne de couple correspondante à appliquer au variateur. Après validation, appliquez cette consigne.
- Placez le banc à pleine vitesse ; lorsque le régime établi est atteint, relevez :
 - l'intensité du courant fourni par les batteries I_b et la d.d.p. aux bornes U_b ;
 - le courant d'induit du moteur du scooter I_a et la tension d'induit U_a ;
 - le courant d'inducteur I_e et la tension correspondante U_e .

2.2. Exploitation des résultats :

Calculez, pour le point de fonctionnement considéré, les puissances mises en jeu au niveau de la batterie du scooter et de son moteur d'entraînement. Caractérissez les transferts d'énergie.

3. DEPLACEMENT EN DESCENTE

Le scooter se déplace en descente selon trois pentes différentes successivement. Le moteur du banc fournit pour cela respectivement les couples suivants :

- $T_1 = 4 \text{ Nm}$;
- $T_2 = 5 \text{ Nm}$;
- $T_3 = 6 \text{ Nm}$.

3.1. Mesures :

Pour chacune de ces trois valeurs :

- a. Appliquez sur l'entrée consigne de couple la tension nécessaire ;
- b. Après validation par un examinateur, démarrez le banc avec la poignée de commande du scooter presque au repos. Lorsque le régime établi est atteint, effectuez les mêmes relevés qu'en montée.

3.2. Exploitation des résultats :

Caractérissez les transferts d'énergie entre la batterie et le moteur du scooter pour chacun des trois points de fonctionnement.

LE SYSTÈME SCOOT'ELEC

SECONDE PARTIE

EXPLOITATIONS PEDAGOGIQUES TRAVAUX PRATIQUES

TEMPS CONSEILLE

- **conception** de l'exploitation pédagogique : **2 heures**
- **mise en forme** de l'exploitation pédagogique : **1 heure**
- **présentation** de l'exploitation pédagogique au jury : **1 heure** (temps imposé)

→ La présentation de l'exploitation pédagogique au jury (durée 1 heure) sera organisée de la façon suivante :

- ◆ **exposé du candidat** : 20 minutes **maximum** (le jury n'intervient pas).
- ◆ **entretien avec le jury sur les choix pédagogiques retenus et sur les technologies mises en œuvre** : 40 minutes **maximum**

Proposition(s) d'exploitation(s) pédagogique(s) :

→ A partir du travail pratique réalisé, des relevés déjà effectués ou à l'aide de nouveaux relevés :

1°) **On demande** au candidat de proposer une séquence pédagogique ayant pour objet l'un des thèmes suivants :

Etude de la fonction commander la puissance par ondulation d'énergie :

Le candidat mettra en évidence :

- la réversibilité de la charge, du convertisseur d'énergie, du variateur et de la source ;
- ou**
- la façon de régler un point de fonctionnement du scooter, d'obtenir différents états.

2°) **Néanmoins**, le candidat peut proposer au jury pendant la première heure une autre exploitation pédagogique qui lui semblerait plus pertinente.