

**BREVET DE TECHNICIEN
SUPÉRIEUR**

**CONCEPTION DE PRODUITS
INDUSTRIELS**

ÉPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 2 heures

Coefficient : 1

La calculatrice (conforme à la circulaire N°99-186 du 16-11-99) est autorisée

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront dans l'appréciation des copies

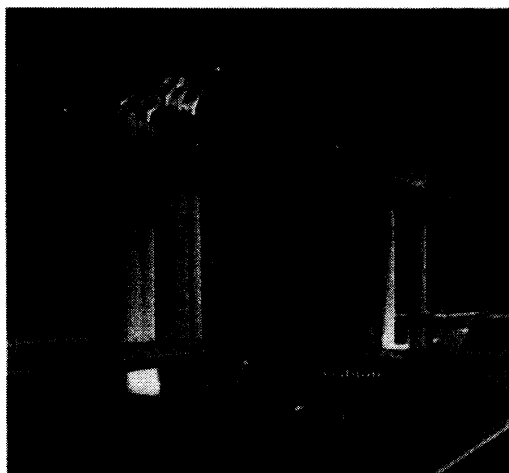
IMPORTANT :

Ce sujet comporte 8 pages numérotées de 1/8 à 8/8 + la page de présentation.

Trois DOCUMENTS – REPONSES à remettre avec la copie

**Assurez-vous qu'il est complet ; s'il est incomplet,
veuillez le signaler au surveillant de la salle qui vous en remettra un autre exemplaire.**

Le sixième pont en cours de construction sur la Seine, constitue une réalisation majeure à Rouen. La solution choisie pour cet ouvrage est le principe d'un pont levant représenté ci-dessous.



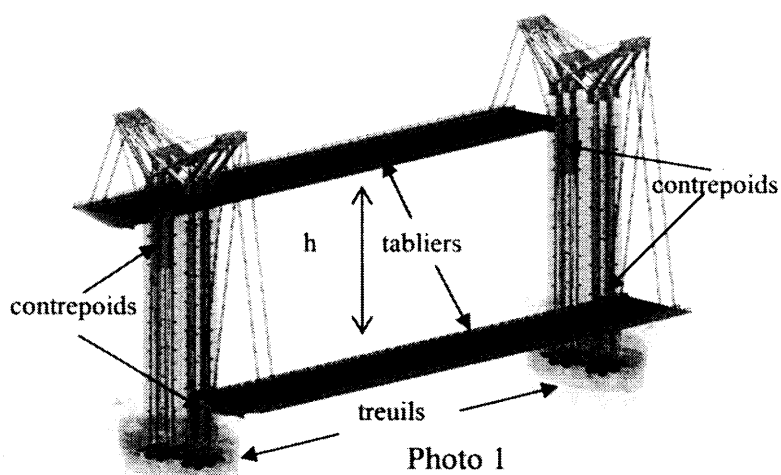
**Le problème comporte quatre parties indépendantes.
Les puissances calculées seront arrondies au kW.**

I – ETUDE DU SYSTEME DE LEVAGE (2,5 points)

Le système de levage est constitué des deux tabliers, indépendants, d'un ensemble de contrepoids et de huit treuils, quatre par tablier.

Caractéristiques du système :

- Masse d'un tablier : $M = 1300 \text{ t}$;
- Vitesse de montée d'un tablier : $v = 4,5 \text{ m.min}^{-1}$;
- La hauteur de levage : $h = 45 \text{ m}$;
- L'intensité de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$.



BTS CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS	SUJET	Session 2006
Epreuve U52 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 1
CPE5PHA		Page 1/8

I-1. Montrer que la puissance P_{tablier} nécessaire pour lever verticalement un tablier est d'environ 1 MW.

Quel que soit le résultat trouvé, on prendra $P_{\text{tablier}} = 1000 \text{ kW}$ pour toute la suite du problème.

I-2. Les contrepoids participent à cette mise en mouvement et fournissent une puissance motrice de 600 kW, en déduire la puissance totale P_t fournie par l'ensemble des 4 treuils pour lever un tablier.

I-3. Calculer le temps de montée t_m d'un tablier en minute.

II – ETUDE D'UN TREUIL (5 points)

Un treuil est constitué de quatre ensembles moteur-réducteur de vitesse. Chaque réducteur de vitesse est relié à un pignon qui entraîne la couronne.

Les caractéristiques d'un treuil sont les suivantes :

- Rapport de réduction de vitesse : $R_V = 219$;
- Rapport du nombre de dents Couronne-Pignon : $R_{CP} = 7,5$;
- Rendement du réducteur : $\eta_R = 0,88$;
- Rendement de l'ensemble Pignon-Couronne-Tambour : $\eta_{PCT} = 0,95$;
- La puissance utile nominale fournie par le treuil est $P_{UNT} = 90 \text{ kW}$.

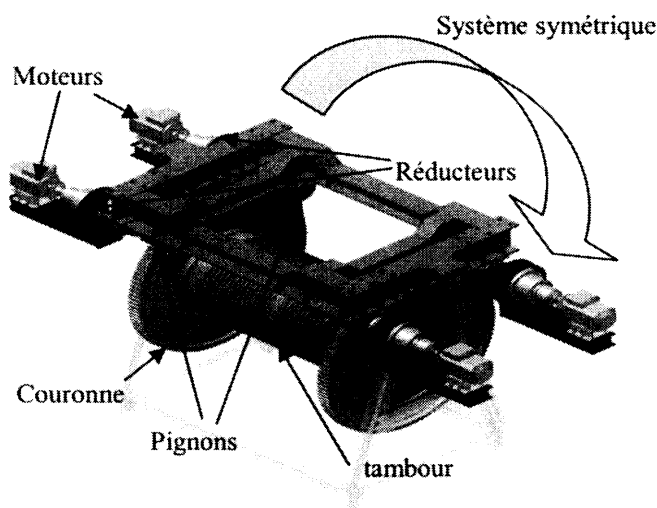
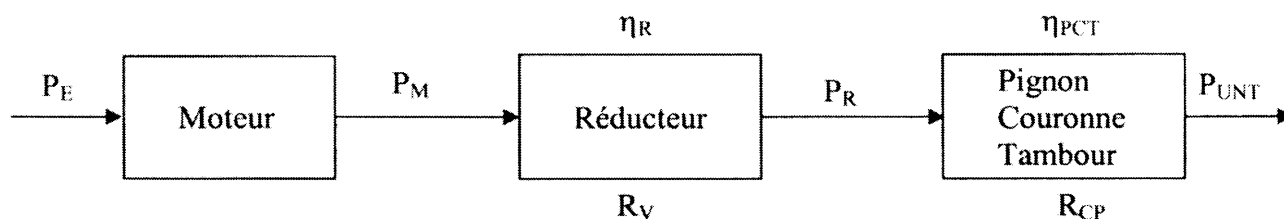


Photo 2



On suppose que la puissance est uniformément répartie sur les 4 pignons constituant un treuil.

BTS CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS	SUJET	Session 2006
Epreuve U52 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 1
CPE5PHA		Page 2/8

II-1. Calculer la puissance P_R développée par un réducteur de vitesse.

II-2. Calculer la puissance P_M fournie par un moteur.

II-3. Sachant que la vitesse du pignon est de $6,765 \text{ tr.min}^{-1}$, calculer les vitesses de rotation n_M du moteur et n_T du tambour.

II-4. Dédurre de la question précédente le moment du couple utile T_U fourni par le moteur lors du levage du tablier.

II-5. Dédurre de la question II-3., le diamètre D du tambour si la vitesse d'enroulement du câble est de $4,5 \text{ m.min}^{-1}$.

III – ETUDE D'UN MOTEUR ASYNCHRONE (6,5 points)

Le réseau EDF 230 V - 400 V alimente les 32 moteurs asynchrones de cet ouvrage.

Les caractéristiques d'un des moteurs sont données ci-dessous :

V	Hz	tr.min ⁻¹	kW	cos φ	A
230 / 400	50	1475	37	0,85	68 / 118

III-1. Déterminer le nombre de pôles d'un moteur asynchrone.

III-2. Déterminer le couplage des enroulements du stator du moteur et compléter la **Figure 1** du **DOCUMENT-REPONSE 1**, page 6/8, en indiquant les connexions permettant de réaliser ce couplage.

III-3. Calculer le moment du couple utile nominal T_{UN} .

III-4. Pendant la phase de montée du tablier le moment du couple résistant est constant et égal à $T_r = 175 \text{ N.m}$. Représenter la caractéristique T_r en fonction de n sur la **Figure 2** du **DOCUMENT-REPONSE 1**, page 6/8, et déterminer graphiquement les coordonnées du point de fonctionnement.

III-5. Dédurre de la question précédente le glissement g_c en charge.

III-6. Dédurre des questions précédentes, la puissance utile P_{Uc} en charge.

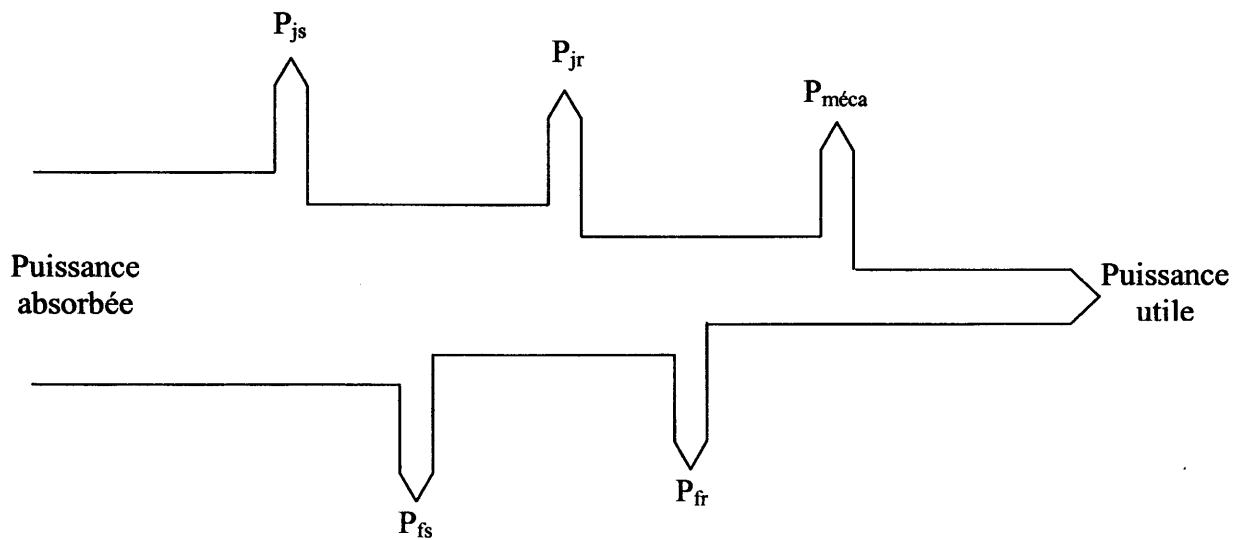
III-7.

- La résistance mesurée entre phase à chaud est $R = 0,25 \Omega$;
- Le courant de ligne en charge est $I = 52,6 \text{ A}$;
- Les pertes fer au stator sont égales à 795 W ;
- Les pertes fer au rotor et les pertes mécaniques sont négligeables ;
- Les pertes joules au rotor sont égales à 365 W .

III-7.1. Calculer les pertes par effet joule au stator P_{js} .

BTS CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS	SUJET	Session 2006
Epreuve U52 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 1
CPE5PHA		Page 3/8

III-7.2. Avec l'aide du bilan des puissances ci-après, déduire la puissance absorbée par le moteur P_{abs} .

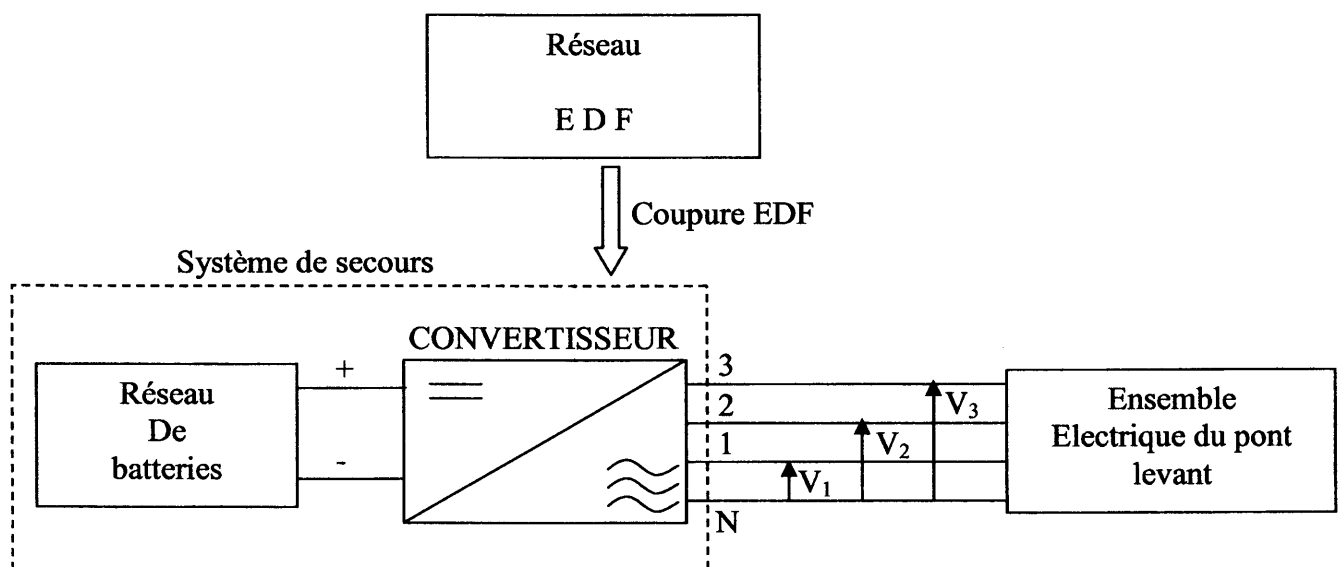


III-8. Calculer le rendement η_c d'un moteur.

III-9. Calculer le facteur de puissance $\cos\varphi_c$ en charge.

IV – ETUDE DU SYSTEME DE SECOURS (6 points)

Afin de supplanter le réseau EDF en cas de coupure, un système de secours est prévu pour alimenter l'ensemble de l'ouvrage en énergie électrique. Le système est schématisé ci-dessous



IV-I. Quel est le nom de ce convertisseur ? Quelle est la conversion réalisée ?

BTS CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS	SUJET	Session 2006
Epreuve U52 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 1
CPE5PHA		Page 4/8

IV-2. Le schéma de principe pour une phase est donné **Figure 3** sur le **DOCUMENT-REPONSE 2**, page 7/8. L'allure de la tension v de sortie du convertisseur est représenté **Figure 4** du **DOCUMENT-REPONSE 2**, page 7/8, compléter le tableau en déterminant l'état « passant » ou « bloqué » des interrupteurs électroniques commandés K_1 , K_2 , K_3 et K_4 .

IV-3. Déterminer la valeur efficace V de la tension instantanée v .

IV-4. Dédurre de la question précédente la valeur de E .

IV-5. Le schéma complet du convertisseur pour une phase est donné **Figure 5** du **DOCUMENT REPONSE 3**, page 8/8. La charge est de nature inductive.

Le courant de ligne i est représenté sur le **DOCUMENT-REPONSE 2**, page 7/8.

Compléter la **Figure 6** du **DOCUMENT-REPONSE 3**, page 8/8, en représentant les composants « passants » par un interrupteur « fermé » et les composants « bloqués » par un interrupteur ouvert pendant les différentes phases de conduction ; on considère que sur l'intervalle de temps [5ms, 10 ms] les transistors bipolaires T_1 et T_3 sont passants.

IV-6. La capacité du réseau de batteries indiquée par le constructeur est de 80 kV.Ah. Sachant que la motorisation du pont nécessite une puissance apparente $S = 60$ kVA, calculer la durée maximale d'autonomie de secours du système motorisé lorsque celui-ci consomme sa puissance apparente maximale (On admettra que le rendement du convertisseur est de 100%).

BTS CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS	SUJET	Session 2006
Epreuve U52 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 1
CPE5PHA		Page 5/8

DOCUMENT-REPONSE 1

A remettre avec la copie

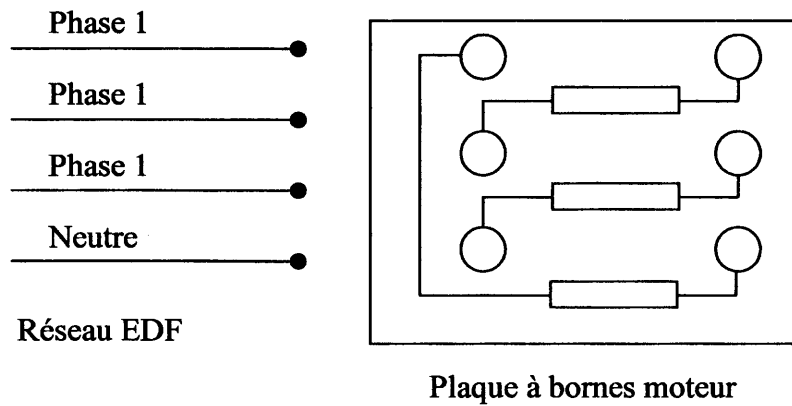


Figure 1

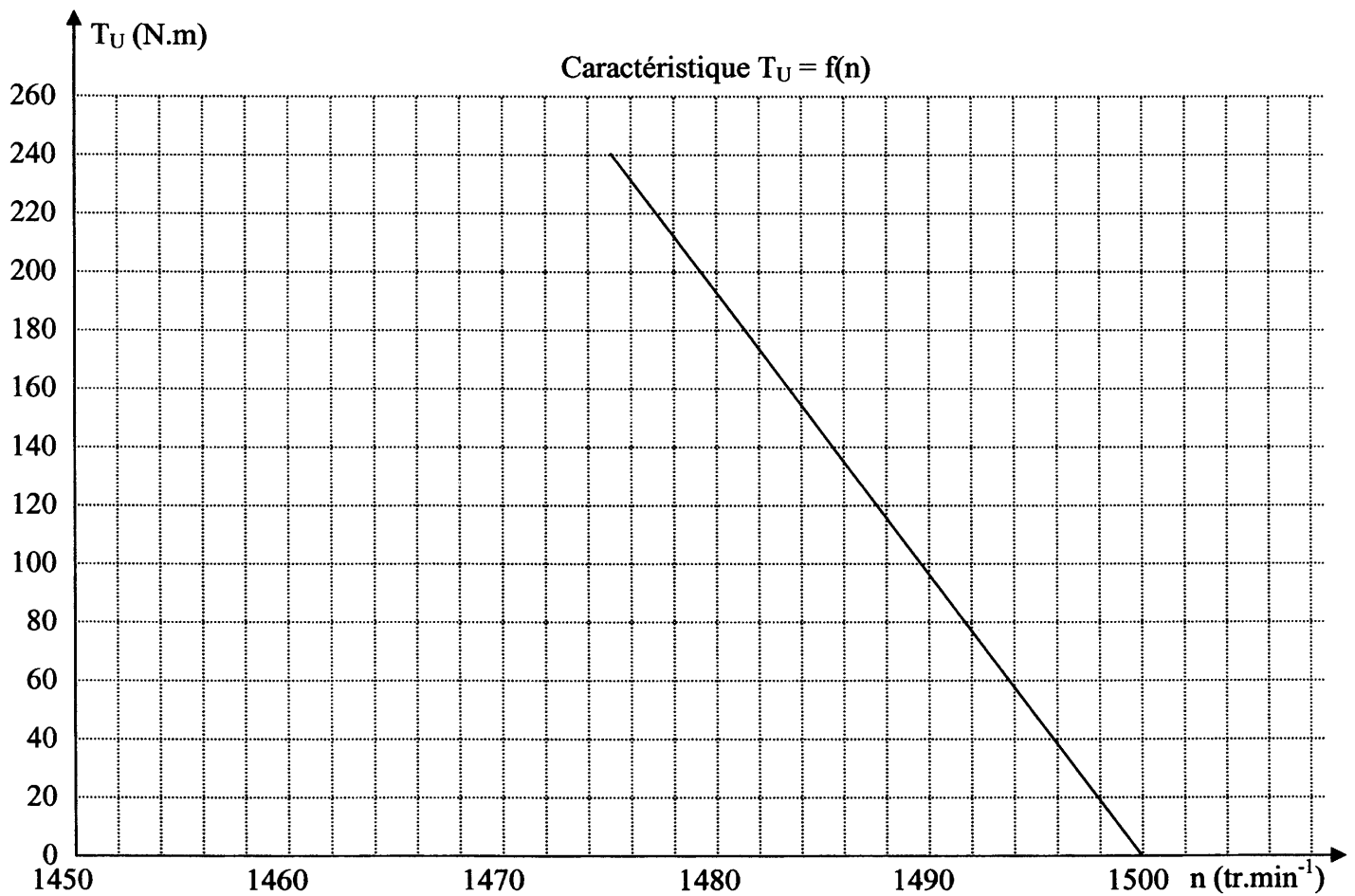


Figure 2

BTS CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS	SUJET	Session 2006
Epreuve U52 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 1
CPE5PHA		Page 6/8

DOCUMENT-REPONSE 2

A remettre avec la copie

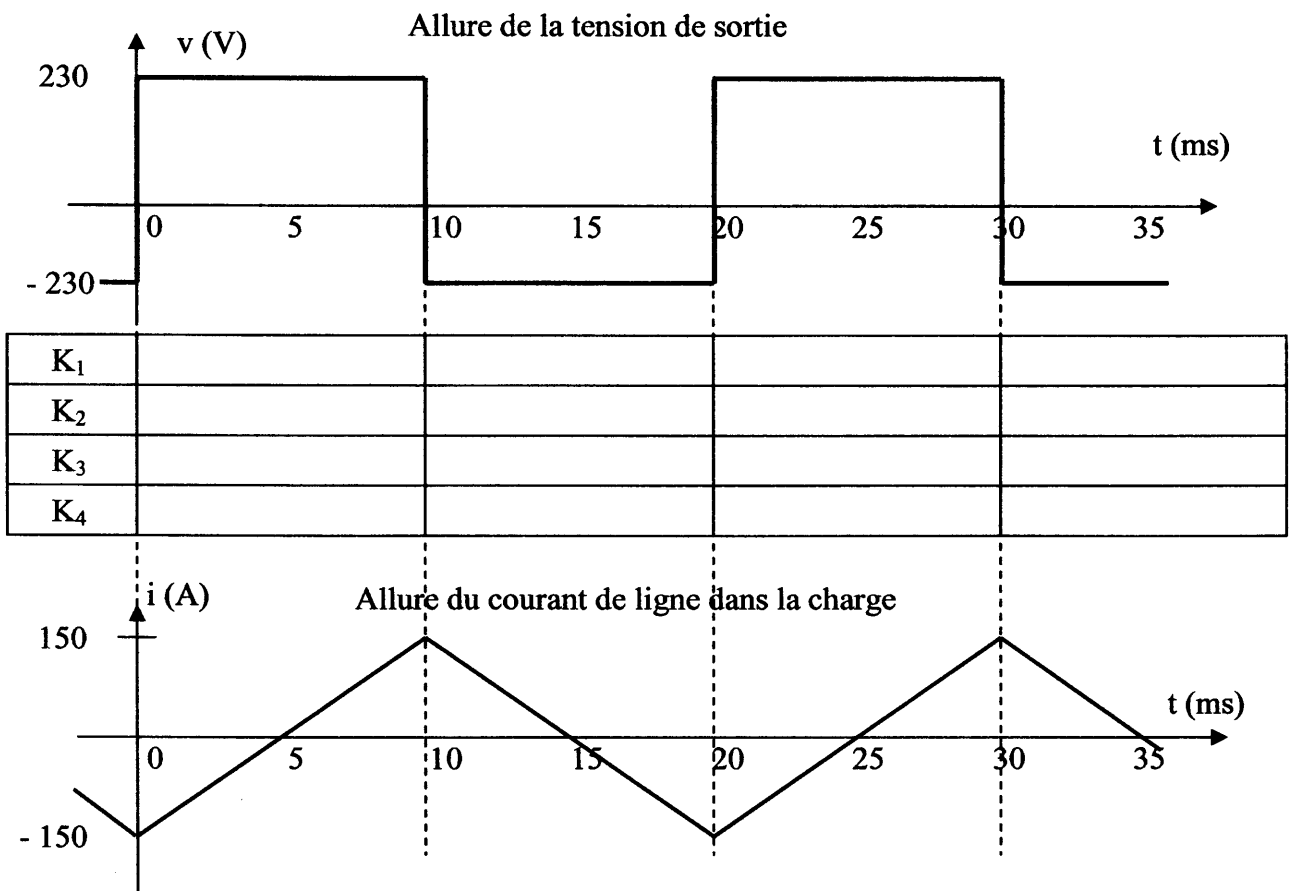
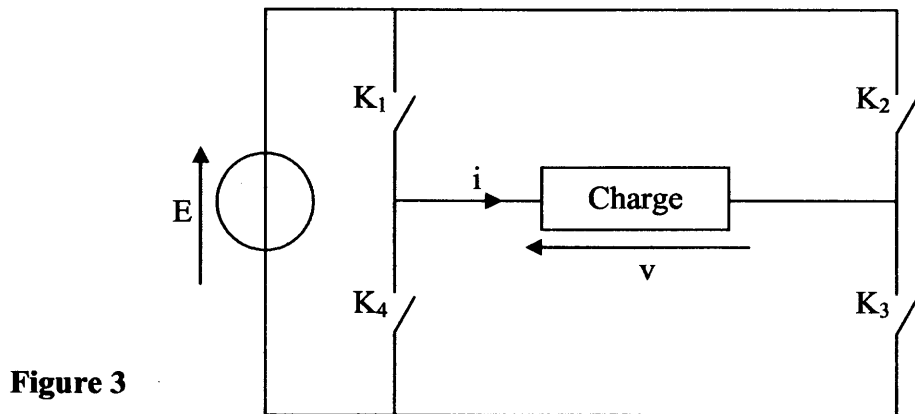


Figure 4

BTS CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS	SUJET	Session 2006
Epreuve U52 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 1
CPE5PHA		Page 7/8

DOCUMENT-REPONSE 3

A remettre avec la copie

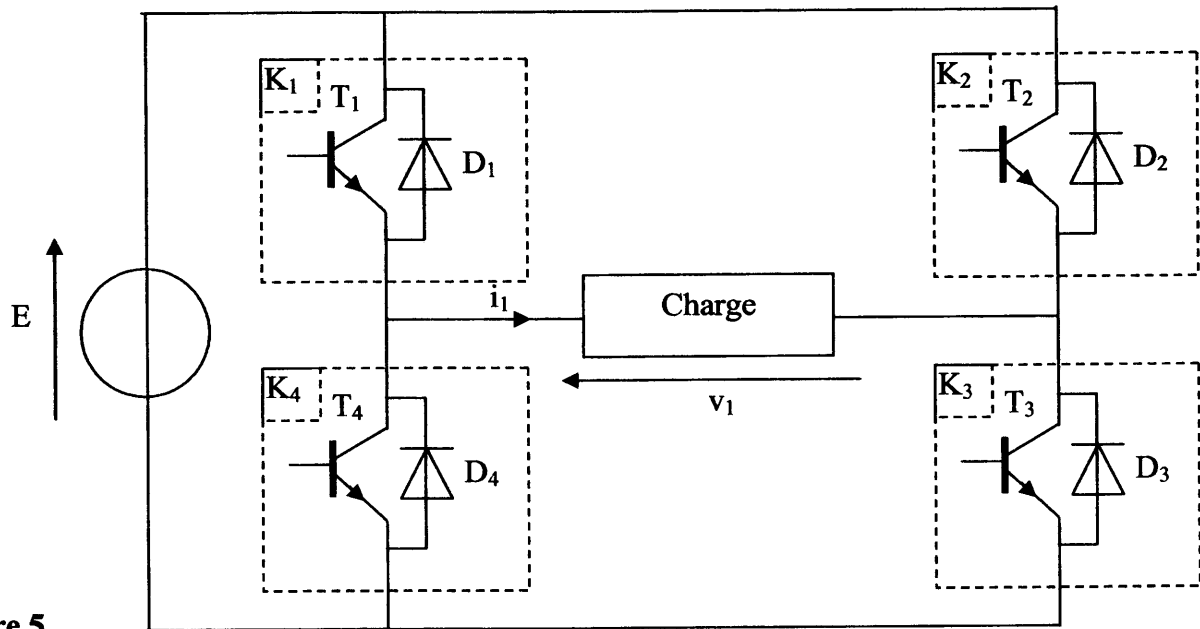
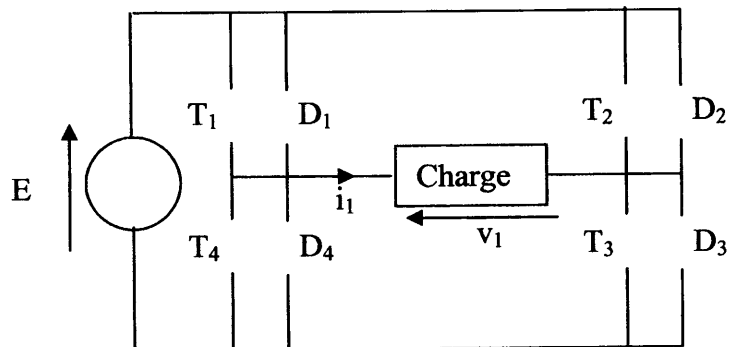
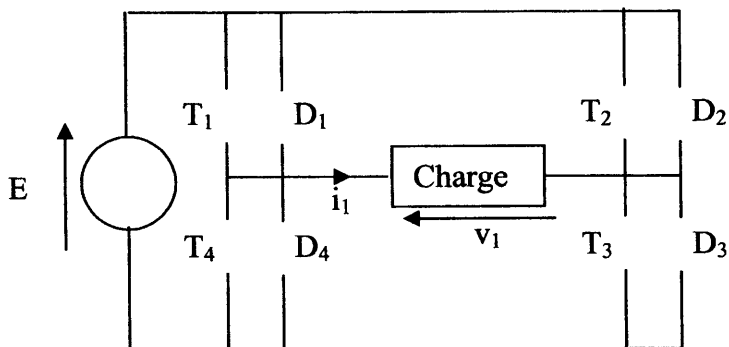


Figure 5

Intervalle : $0 < t < 5$ ms

Intervalle : $10 < t < 15$ ms



Intervalle : $5 < t < 10$ ms

Intervalle : $15 < t < 20$ ms

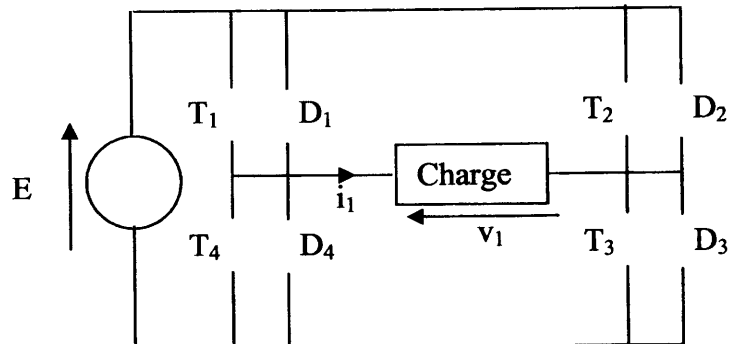
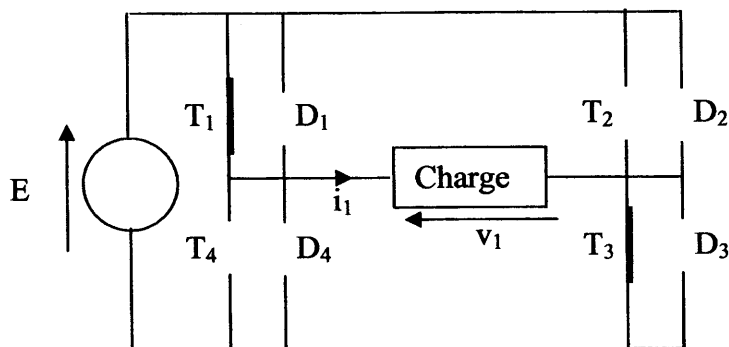


Figure 6

BTS CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS	SUJET	Session 2006
Epreuve U52 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 1
CPE5PHA		Page 8/8