

SESSION 2004

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

Conception de Produits Industriels

SOUS-EPREUVE U 52 : PHYSIQUE APPLIQUEE

Durée : 2 heures

Coefficient : 1

Matériel autorisé :

Une calculatrice de poche à fonctionnement autonome, sans imprimante et sans aucun moyen de transmission, à l'exclusion de tout autre élément matériel ou documentaire. (Circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999 ; BOEN n°42).

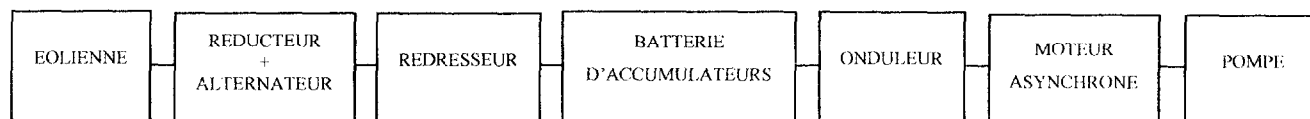
La clarté du raisonnement et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.

Document à rendre avec la copie : Page 6/6

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.
Le sujet comporte 6 pages, numérotées de 1 à 6.

Code sujet : CPE5PHA

Une installation électrique, située dans un site isolé, comporte notamment un moteur asynchrone entraînant une pompe. De part sa localisation géographique, mais également des conditions climatiques favorables, cette installation est alimentée par une éolienne. On se propose donc d'étudier le système électrique suivant :



L'étude portera plus particulièrement sur :

- le réducteur et l'alternateur
- l'onduleur et le moteur asynchrone alimentant la pompe.
- le système permettant de mesurer la fréquence de rotation des pâles de l'éolienne.

Chaque partie est indépendante des autres.

I – Étude de l'alternateur triphasé et du réducteur (5 points)

Le stator est couplé en étoile, voir le document annexe 1.a, page 4/6. Pour le fonctionnement nominal, on visualise sur le document annexe 1.b l'allure de la tension v_1 .

I-1 Déterminer la période T et la fréquence f de cette tension.

I-2 Déterminer la valeur efficace V_1 de cette tension.

L'alternateur est relié aux pâles de l'hélice par l'intermédiaire d'un réducteur de rapport de

transformation $k = \frac{n_A}{n_H} = 2,5$ avec :

- n_A : fréquence de rotation de l'alternateur
- n_H : fréquence de rotation de l'hélice.

L'hélice tourne à la fréquence nominale $n_H = 400 \text{ tr.min}^{-1}$.

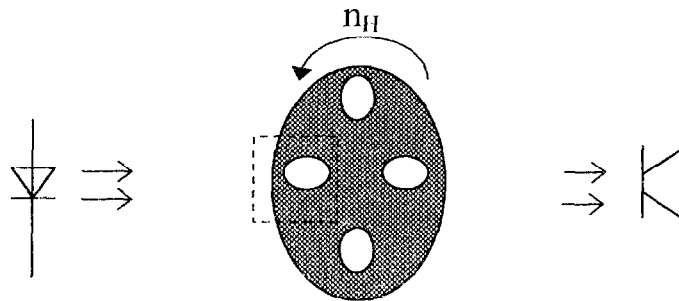
I-3 Déterminer la fréquence de rotation nominale n_A de l'alternateur.

I-4 Calculer le nombre de paires de pôles p de l'alternateur.

II – Étude du capteur de vitesse (6 points)

Pour mesurer la fréquence de rotation des pâles de l'éolienne, on utilise un capteur de vitesse composé principalement d'une diode électroluminescente et d'un phototransistor. Entre la LED et le phototransistor, on place un disque solidaire de l'éolienne. Ce disque, percé de 4 trous, tourne à la même fréquence de rotation que les pâles de l'éolienne. La diode émet des radiations lumineuses dans la zone hachurée du disque. Chacune des sous-parties peut être traitée séparément.

BTS CONCEPTION de PRODUITS INDUSTRIELS	SUJET	Session 2004
Epreuve U52 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 1
CODE : CPE5PHA		Page 1/6



A - Etude de la diode électroluminescente (D.E.L)

La caractéristique simplifiée de la D.E.L est présentée sur le **document réponse 2**, page 6/6.

II-A.1 Identifier l'état de la diode (passante ou bloquée) dans les zones A et B. Justifier la réponse puis compléter le **document réponse 1**, page 6/6.

II-A.2 On réalise le montage présenté document annexe 2, page 4/6, exprimer u_d en fonction de R_1 , E et i_d dans la zone B. On donne : $E = 5V$; $R_1 = 300 \Omega$

II-A.3 Déterminer graphiquement le point de fonctionnement de la diode électroluminescente.

II-A.4 Pour le montage considéré, la diode émet-elle des radiations lumineuses ? Justifier la réponse.

B - Etude du phototransistor

Les éléments du montage représenté document annexe 3, page 4/6, sont calculés pour que le phototransistor fonctionne en bloqué-saturé. A l'état saturé : $u_1 = 0V$, à l'état bloqué : $i_{C1} = 0A$.

II-B.1 Que vaut la tension u_1 lorsque le phototransistor est éclairé ?

II-B.2 Que vaut la tension u_1 lorsque le phototransistor n'est pas éclairé ?

C - Mesure de la vitesse de rotation de l'éolienne

Lorsque le disque est en rotation, on relève l'allure de la tension u_1 (tension aux bornes du phototransistor). Celle-ci est représentée sur le document annexe 4, page 5/6.

II-C.1 Quel est le temps, T_e , mis par l'éolienne pour effectuer un tour (justifier la réponse)?

II-C.2 En déduire la fréquence de rotation, n_e , de l'éolienne exprimée en $tr.min^{-1}$.

BTS CONCEPTION de PRODUITS INDUSTRIELS	SUJET	Session 2004
Epreuve U52 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 1
CODE : CPE5PHA		Page 2/6

III-Étude de l'onduleur, du moteur asynchrone et de la pompe (9 points)

Chaque sous-partie peut être traitée séparément.

III-A - Etude du moteur asynchrone au point de fonctionnement nominal

On considère dans cette partie que les tensions alimentant le moteur asynchrone constituent un réseau triphasé équilibré 130V / 230V, 50 Hz. La plaque signalétique du moteur est présentée document annexe 5, page 5/6.

L'étude est réalisée au point de fonctionnement nominal du moteur asynchrone.

Le moteur tourne à une fréquence de rotation : $n = 935 \text{ tr.min}^{-1}$.

III-A.1 Déterminer le couplage des enroulements du stator, justifier à l'aide d'un schéma annoté.

III-A.2 Quelle est la valeur efficace de l'intensité du courant traversant un enroulement statorique ?

III-A.3 Calculer la puissance active P_a absorbée le moteur.

III-A.4 On mesure à chaud la résistance R entre deux phases : $R = 1,5\Omega$. Déterminer les pertes par effet Joule P_{JS} au niveau du stator.

III-A.5 Les autres pertes sont égales à 200 W.

III-A.5.1 Calculer la puissance utile P_U du moteur.

III-5.2 En déduire le rendement η du moteur.

III-A.5.3 Calculez le moment du couple utile T_U .

III-B - Etude de l'ensemble moteur / pompe

Les caractéristiques mécaniques du moteur et de la pompe sont représentées sur le **document – réponse 2**, page 6/6 (à rendre avec la copie).

III-B.1 Quelle est la condition pour que le moteur, en charge, puisse démarrer ?

III-B.2 Déterminer la fréquence de rotation $n_{(M+P)}$ du moteur de l'ensemble moteur / pompe en régime stationnaire.

III-B.3 Calculer le glissement g du moteur.

III-B.4 Déterminer le moment du couple résistant T_R exercé par la pompe.

III-C - Etude de l'onduleur

L'onduleur étudié est un variateur de vitesse fonctionnant à rapport $\frac{U}{f}$ constant. On admet que, ainsi alimenté, les parties utiles des caractéristiques mécaniques forment un réseau de droites parallèles.

BTS CONCEPTION de PRODUITS INDUSTRIELS	SUJET	Session 2004
Epreuve U52 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 1
CODE : CPE5PHA		Page 3/6

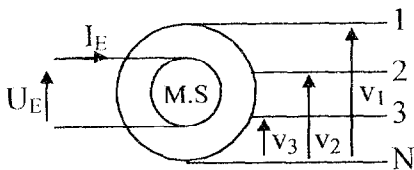
III-C.1 La fréquence des tensions délivrées par l'onduleur est égale à $f_2 = 30 \text{ Hz}$; quelle est alors la valeur efficace U_2 des tensions composées d'alimentation ?

III-C.2 Quelle est la nouvelle vitesse de synchronisme n_2 ?

III-C.3 Déterminer graphiquement, sur le **document réponse 2**, page 6/6, la fréquence de rotation de l'ensemble moteur pompe lorsque le moteur est alimenté par ces tensions de fréquence $f_2 = 30 \text{ Hz}$. Justifier.

Documents annexes

document annexe 1.a

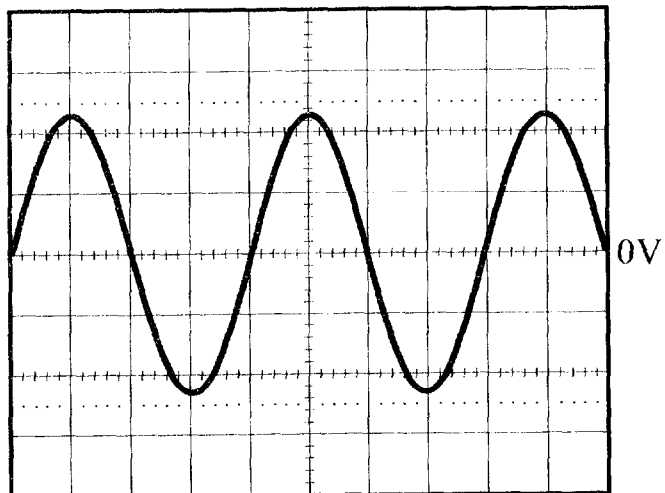


document annexe 1.b

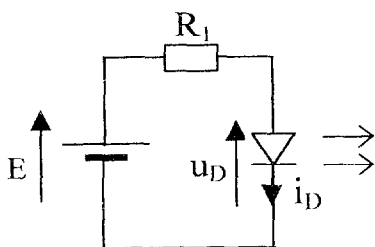
Pour relever cet oscillogramme, on a utilisé une

sonde atténuatrice de rapport $\frac{1}{50} = \frac{\text{valeur lue}}{\text{valeur réelle}}$

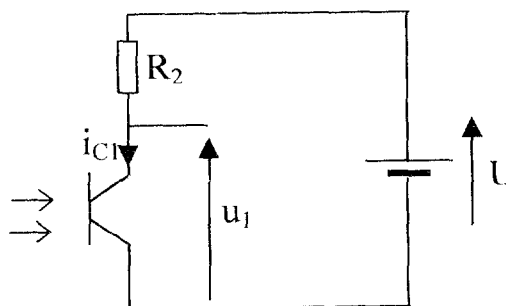
Calibres : 2 V.div^{-1} ; 5 ms.s^{-1}



document annexe 2

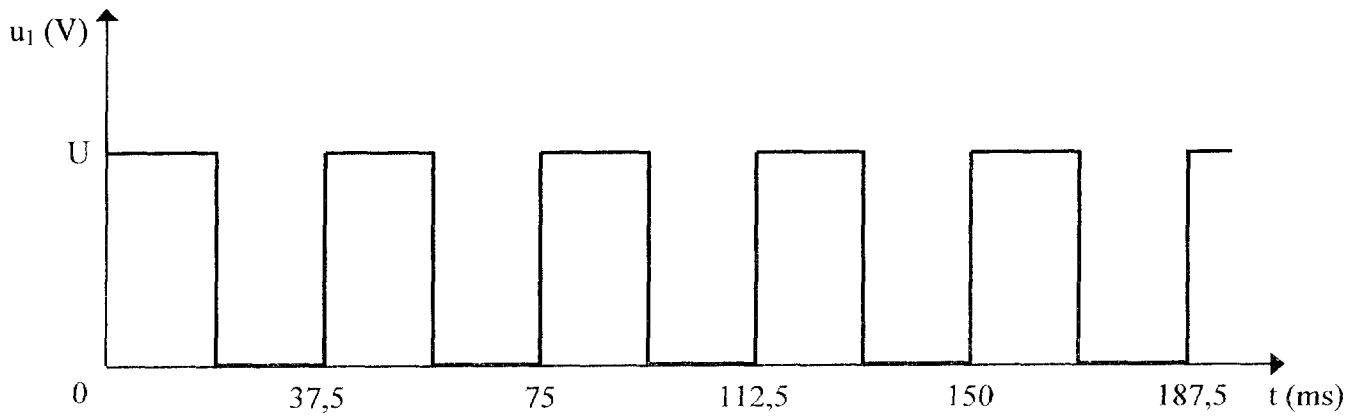


document annexe 3



BTS CONCEPTION de PRODUITS INDUSTRIELS	SUJET	Session 2004
Epreuve U52 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 1
CODE : CPE5PHA		Page 4/6

document annexe 4



document annexe 5

Mot. 3 LS 80LT
N°5188565 BJ
017 kg

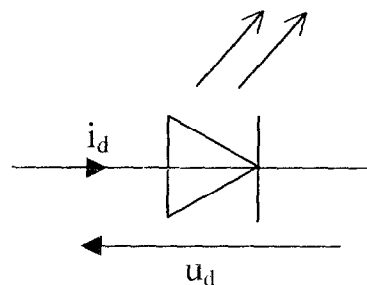
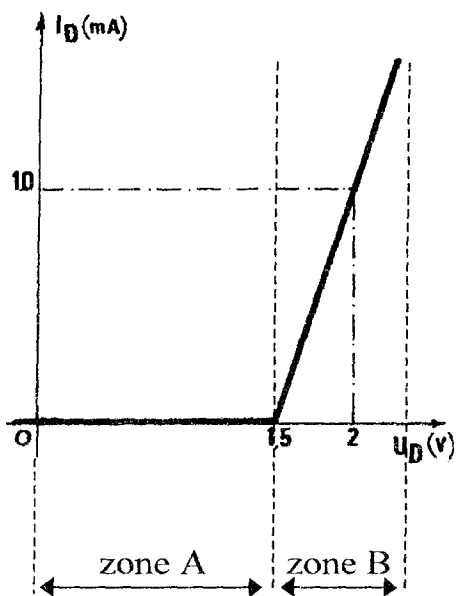
IP 551 cl F 40 °C SI

V	Hz	tr.min ⁻¹	kW	cosφ	A
D	50	935	1,1	0,78	4,8
230					
Y					2,8
400					

Made in France

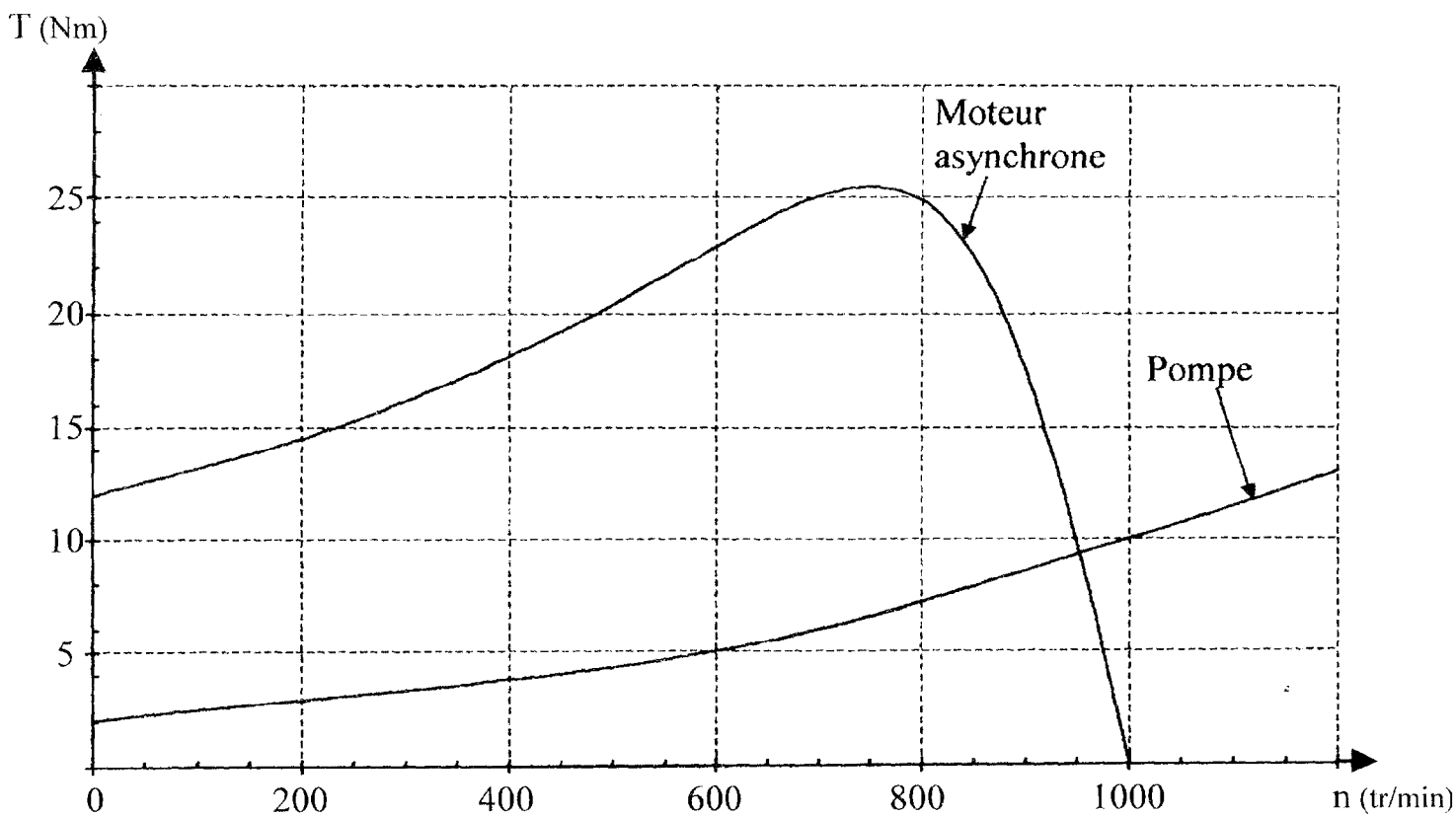
BTS CONCEPTION de PRODUITS INDUSTRIELS	SUJET	Session 2004
Epreuve U2 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 1
CODE : CPE5PHA		Page 5/6

document réponse 1



Etat de la LED		
----------------	--	--

document réponse 2



BTS CONCEPTION de PRODUITS INDUSTRIELS	SUJET	Session 2004
Epreuve U52 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 1
CODE : CPE5PHA		Page 6/6