

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL ÉQUIPEMENTS ET INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES

SESSION 2001

Épreuve SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

(Unités : U.11, U.12, U.13)

Durée : 6 heures 45 min.

Coefficient : 5

Cette épreuve comprend 3 sous-épreuves.

Sous-épreuve A1 : étude d'un système à dominante électrotechnique (durée 4 heures, coefficient 2)

Sous-épreuve B1 : mathématiques et sciences physiques (durée 2 heures, coefficient 2)

Sous-épreuve C1 : travaux pratiques de sciences physiques (durée 45 min., coefficient 1).

SOUS-ÉPREUVE A1 (Unité U.11)

Étude d'un système à dominante électrotechnique

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

Ce sujet comporte : - 1 dossier comprenant le matériel demandé et documents réponses, de couleur blanche, à rendre avec la copie.

- 1 feuille de réponse technique de couleur verte.

Matériel autorisé : CALCULATRICE

Circulaire n° 99-36 du 16 novembre 1999 : "Le matériel autorisé comprend toutes les calculatrices de poche, y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante.

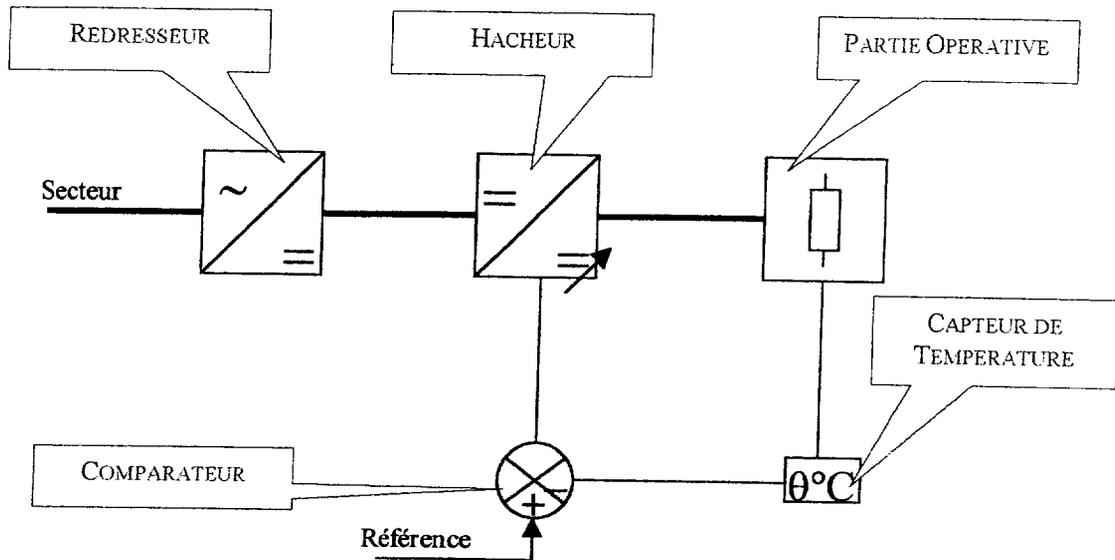
Les échanges de machines entre candidats, la consultation des notices fournies par les constructeurs ainsi que les échanges d'informations par l'intermédiaire des fonctions de transmission des calculatrices sont interdits."

ATTENTION
DOSSIER À RENDRE AVEC LA COPIE

1^{ère} PARTIE

ALIMENTATION RESISTANCE DE CHAUFFAGE

Question 1.1: Identifier les différentes parties du schéma fonctionnel. (2,5 pts)



Question 1.2. : LE REDRESSEUR (12 pts)

a) Pour un pont non commandé ou commandé ($\alpha = 0^\circ$), calculer les valeurs suivantes : (7 pts)

	PD2 (entre phases)		PD3	
	Calculs	résultats	Calculs	résultats
U_{\max}	$400 \times \sqrt{2}$	566 V	$400 \times \sqrt{2}$	566 V
U_{moy}	$\frac{2 \times 566}{\pi}$	360 V	$\frac{3 \times 566}{\pi}$	540,5 V
U_{eff}			$U_{\text{moy}} \times 1,001$	541 V
β	$\sqrt{\left(\frac{400}{360}\right)^2 - 1}$	48,4%	$\sqrt{\left(\frac{541}{540,5}\right)^2 - 1}$	4,3%

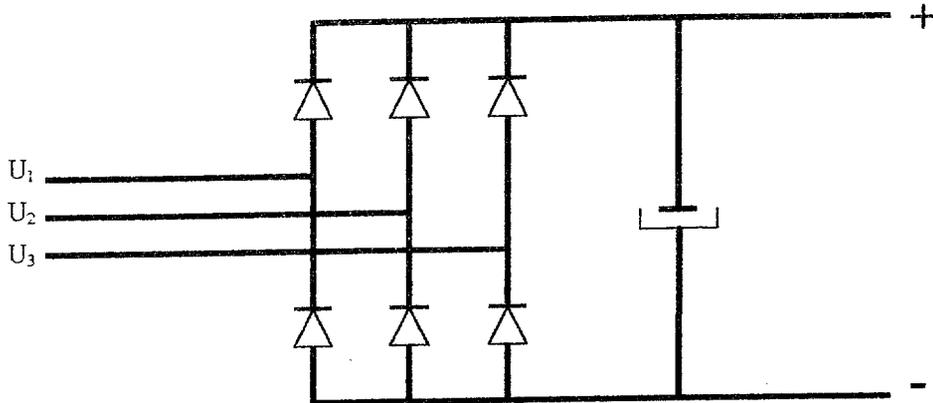
b) Choisir le type de pont permettant d'obtenir les caractéristiques de sortie suivantes : (1 pt)

Tout Diodes	PD2	✓
	PD3	
Tout Thyristors	PD2	
	PD3	

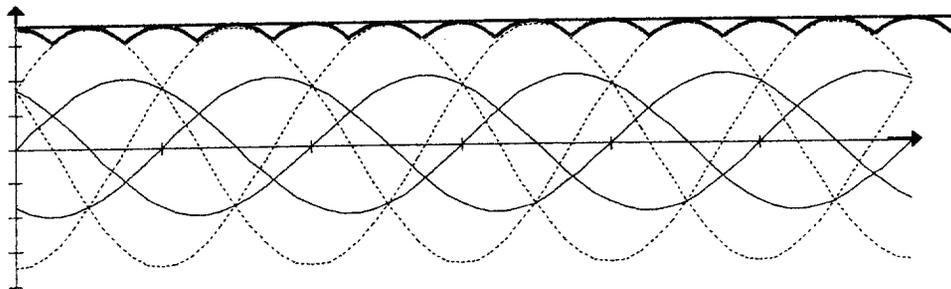
- c) Proposer une solution technologique pour réduire l'ondulation de la tension en sortie de l'étage de redressement. (1 pt)

Mise en parallèle de condensateur de filtrage

- d) Réaliser le schéma de principe du redressement avec filtrage. (3 pts)



Question 1.3. : Représenter l'allure de l'oscillogramme de la tension redressée sans filtrage puis avec un filtrage parfait (utiliser 2 couleurs différentes) pour un PD3. (3 pts)

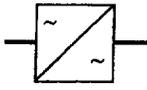
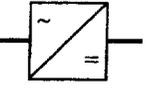
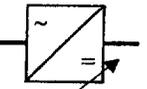
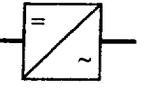
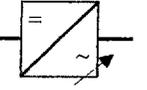
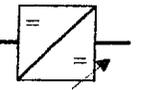


Question 1.4. : **LE HACHEUR** (13 pts)

- a) Parmi les composants de puissance suivants, quels sont ceux qui peuvent être utilisés dans un hacheur série ? (cases à cocher) (2 pts)

DIODE	<input type="checkbox"/>
TRANSISTOR MOS	<input checked="" type="checkbox"/>
TRANSISTOR BIPOLAIRE	<input checked="" type="checkbox"/>
TRIAC	<input type="checkbox"/>
THYRISTOR	<input checked="" type="checkbox"/>
THYRISTOR GTO	<input checked="" type="checkbox"/>

b) Compléter le tableau suivant : (5 pts)

FONCTION	Symboles	désignation
ALTERNATIF FIXE → ALTERNATIF FIXE		Transformateur
ALTERNATIF FIXE → ALTERNATIF VARIABLE		gradateur
ALTERNATIF FIXE → CONTINU FIXE		Redresseur
ALTERNATIF FIXE → CONTINU VARIABLE		Redresseur commandé
CONTINU FIXE → ALTERNATIF FIXE		Onduleur
CONTINU FIXE → ALTERNATIF VARIABLE		Onduleur autonome
CONTINU FIXE → CONTINU VARIABLE		Hacheur

c) Deux températures de fonctionnement peuvent être sélectionnées, compléter le tableau suivant sachant que la caractéristique $\theta^{\circ}\text{C} = f(U)$ est de la forme $y = ax$. (1 pt)

Température	tension	puissance
200°C	289 V	8,15 kW
280°C	405 V	16 kW

d) Choix du transistor de puissance : (1.5 pts)

I_{\max}	39,5 A
V_{CE}	540,5 V
Référence	ESM 3006 / 3007

e) Pour la température de 280°C, hachage à 2,5 kHz et $U_{\text{moy}} \text{ d'entrée} = 540,5\text{V}$, compléter le tableau suivant : (3.5 pts)

Tension moyenne à la sortie du hacheur	405 V	(0,5 pt)
Rapport cyclique du signal de sortie	0,75	(1 pt)
Représenter la tension de sortie du hacheur sur deux périodes $U_s = f(t)$		(2 pts)

Question 1.5. : Soit le schéma de principe de la commande du hacheur suivant : (9,5 pts)

a) Que devient cette fonction si les 4 résistances sont identiques, en déduire son nom ? (3 pts)

Justification:

$$V_s = \frac{2R}{R} \left(\frac{R}{2R} \cdot V_c - \frac{R}{2R} \cdot V_m \right)$$

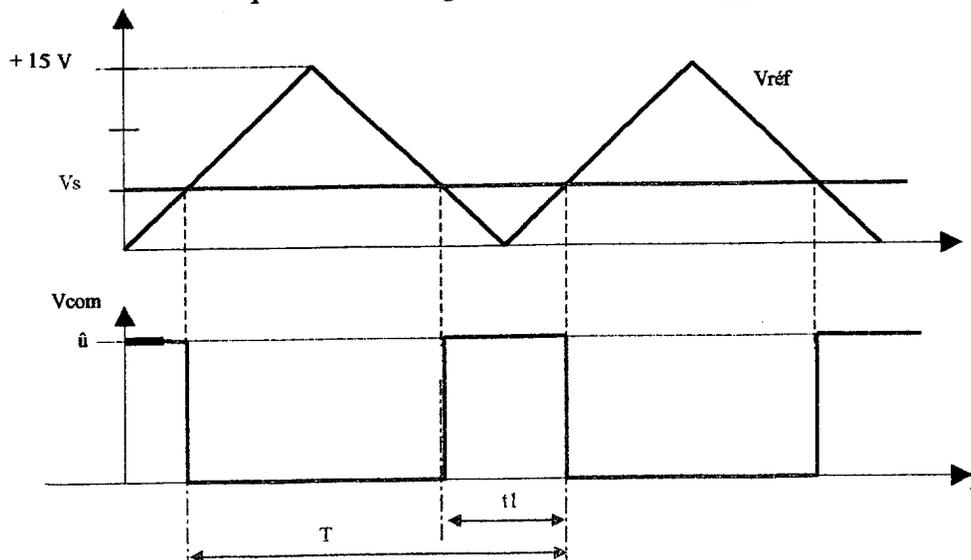
$$V_s = \frac{2R}{R} \cdot \frac{R}{2R} (V_c - V_m)$$

$$V_s = V_c - V_m$$

Fonction

SOUSTRACTEUR

b) Le comparateur du "module 2" donne un signal carré à rapport cyclique variable (V_{com}), représentez ce signal et calculez son rapport cyclique pour une tension $V_s = 5\text{ V}$: (5 pts)



Calculs:

échelle
1 cm = 0,1 ms

$$T = 0,5 \text{ ms}$$

$$t_1 = 0,165 \text{ ms}$$

$$\alpha = t_1/T = 0,33$$

c) Pour ce rapport cyclique de la commande, donner la valeur de la tension moyenne appliquée aux bornes de la charge : (1,5 pts)

Calculs : $U_{moy} = \alpha \cdot U$

Avec : $\alpha = 0,33$; $U = 540,5 \text{ V}$

Soit : $U_{moy} = 178 \text{ V}$

2^{ème} PARTIE

PONT ROULANT

Question 2.1. : compléter le tableau suivant: (9 pts)

	Calculs	résultats
Vitesse rapide après le réducteur nr1	$nr1 = 30 \cdot \omega1 / \pi$ avec $\omega1 = v1/r = 0,2/0,1 = 2 \text{ rd/s}$ $nr1 = 30 \times 2 / \pi = 19$	19 tr/mn $0,32 \text{ s}^{-1} (\text{tr/s})$
Vitesse lente après le réducteur nr2	$nr2 = 30 \cdot \omega2 / \pi$ avec $\omega2 = v2/r = 0,02/0,1 = 0,2 \text{ rd/s}$ $nr2 = 30 \times 2 / \pi = 1,9$	$1,9 \text{ tr/mn}$ $0,032 \text{ s}^{-1} (\text{tr/s})$
Vitesse Rapide du moteur n1	$n1 = nr1 \cdot 1/R$ $n1 = 19 \times 150$	2850 tr/mn
Vitesse lente du moteur n2	$n2 = nr2 \cdot 1/R$ $n2 = 1,9 \times 150$	285 tr/mn
Puissance mécanique utile Pm	$Pm = F \cdot v1$ $Pm = 1000 \times 9,8 \times 0,2$	1960 W
Puissance utile du moteur Pu	$Pu = Pm / \eta_r$ $Pu = 1900 / 0,9$	2178 W

Question 2.2. : donner les caractéristiques du moteur à commander: (9 pts)

<i>tension</i>	$230 / 400 \text{ V}$
<i>Pnominale</i>	$2,2 \text{ kW}$
<i>Vitesse nominale</i>	2850 tr/mn
<i>Rendement</i>	$0,82$
<i>Facteur de puissance</i>	$0,89$
<i>Référence</i>	$LS 90 L$

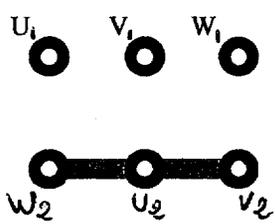
Question 2.3. : pour un moteur LS 90L (2.2 kW), compléter le tableau suivant : (à l'aide des documents techniques 1/5 et 3/5) (8 pts)

	formules	résultats
Courant nominal	$I_n = \frac{P_n}{U \times \sqrt{3} \times \cos \varphi \times \eta}$	4,35 A
Courant de démarrage	$I_d = 6.8 \times I_n$	29,6 A
Couple nominal	$C_n = P_n / \omega$	7,4 Nm
Couple de démarrage	$C_d = 2.9 \times C_n$	21,4 Nm

Question 2.4. : préréglage des consignes vitesse à donner au variateur sachant que la consigne vitesse est réglable entre 0 et 10 V. (4 pts)

Réf 1	10 V
Réf 2	1 V

Question 2.5. : quel couplage faudra-t-il prévoir sur le moteur ? (6 pts)

Couplage	Plaque à bornes
Etoile ou Y ou 	

3^{ème} PARTIE

LA DISTRIBUTION

Question 3.1. : Compléter le tableau suivant. (16 pts)

Avant compensation	I	$I = P_a / U \sqrt{3} \cos\varphi$	1235 A
	Q	$Q = U.I \sqrt{3} \sin\varphi$	464,78 kVAR
	S	$S = U.I \sqrt{3}$	856,14 kVA
	Cos φ réclamé		0,955
Après compensation	I'	$I' = P_a / U \sqrt{3} \cos\varphi_{\text{réclamé}}$	1087 A
	Q'	$Q' = U.I' \sqrt{3} \sin\varphi_{\text{réclamé}}$	222,99 kVAR
	S'	$S' = U.I' \sqrt{3}$	753,1 kVA

Question 3.2. : (8 pts)

Q _c	$Q_c = Q - Q'$	241,8 kVAR
C	$C = Q_c / 3 \times U^2 \times \omega$	1600 μ F

*Choix de la batterie de condensateurs en couplage triangle.
Donner la valeur de la capacité d'un condensateur.*