

DEUXIEME BTS BLANC
2023
PHYSIQUE APPLIQUÉE
FILIERE : ELT
Durée 5H - Coefficient : 4

L'épreuve de physique appliquée comporte quatre matières :

- Electrotechnique
- Automatique
- Electronique Analogique
- Electronique de Puissance.

Chaque candidat recevra (4) quatre copies.

Chaque matière sera traitée sur une copie spécifique.

A la fin de la composition, les copies seront ramassées par lots en fonction des matières.

ELECTROTECHNIQUE

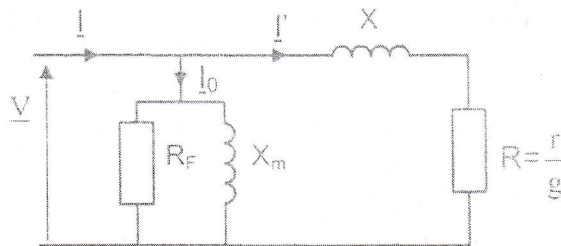
Un moteur asynchrone alimenté par un réseau triphasé 230V/400V- 50Hz servant à l'extraction de copeaux et poussières dans une scierie possède les caractéristiques suivantes :

110 kW; 1484 tr.min⁻¹; 230V/400V; $\eta = 0,946$; $\cos\phi = 0,85$; $f = 50\text{Hz}$.

Pour obtenir la caractéristique mécanique de la machine asynchrone, on utilise le modèle équivalent simplifié d'une phase du moteur représenté à la figure 1.

On néglige les pertes mécaniques ainsi que les pertes par effet Joule au stator : $p_M \approx 0$ et $p_{JS} \approx 0$.

Modèle par phase de la machine asynchrone en régime permanent
(Figure ci-dessous)



Des essais ont été réalisés sur le moteur afin de calculer la valeur de chaque élément du modèle équivalent.

-Essai à vide sous tension nominale : $n_0 \approx 1500 \text{ tr.min}^{-1}$; $P_0 = 5,10 \text{ kW}$ et $I_0 = 86 \text{ A}$.

-Essai en charge nominale : les valeurs sont celles de la plaque signalétique : 110 kW ; 1484 tr. min⁻¹ pour $f = 50 \text{ Hz}$; 230V/400V ; $\eta = 0,946$; $\cos\phi = 0,85$; et il a été mesuré au stator : $P_a = 116 \text{ kW}$ et $I = 198 \text{ A}$.

- 1- Quel couplage faut-il adopter pour le stator du moteur asynchrone ? Justifier.
- 2- Déterminer le nombre de pôles du moteur asynchrone.
- 3- Donner la signification physique de chaque élément constitutif du schéma équivalent de la figure 1.
- 4- A la charge nominale, en considérant \underline{V} comme origine des phases, déterminer \underline{I}_0 , \underline{I} et \underline{I}' . Déduire la valeur efficace de \underline{I}' .
- 5- Déterminer les éléments du schéma équivalent : R_F , X_m , g , r et R .
- 6- Exprimer la puissance P_{tr} transmise au rotor en fonction de r/g et du courant \underline{I}' .
- 7- Exprimer le couple utile T_u en fonction de r , g , \underline{I}' et Ω_s .

8- On considère dans les conditions de fonctionnement nominal que $X \ll r/g$,
En tenant compte de cette hypothèse, le moment du couple utile peut
alors s'écrire sous la forme simple $T_u = A \cdot (\Omega_s - \Omega)$, c'est-à-dire

$$T_u = K \cdot (n_s - n).$$

Montrer que le coefficient K a pour expression $K = \frac{3V^2}{r \cdot \Omega_s^2} \cdot \frac{2\pi}{60}$, si les

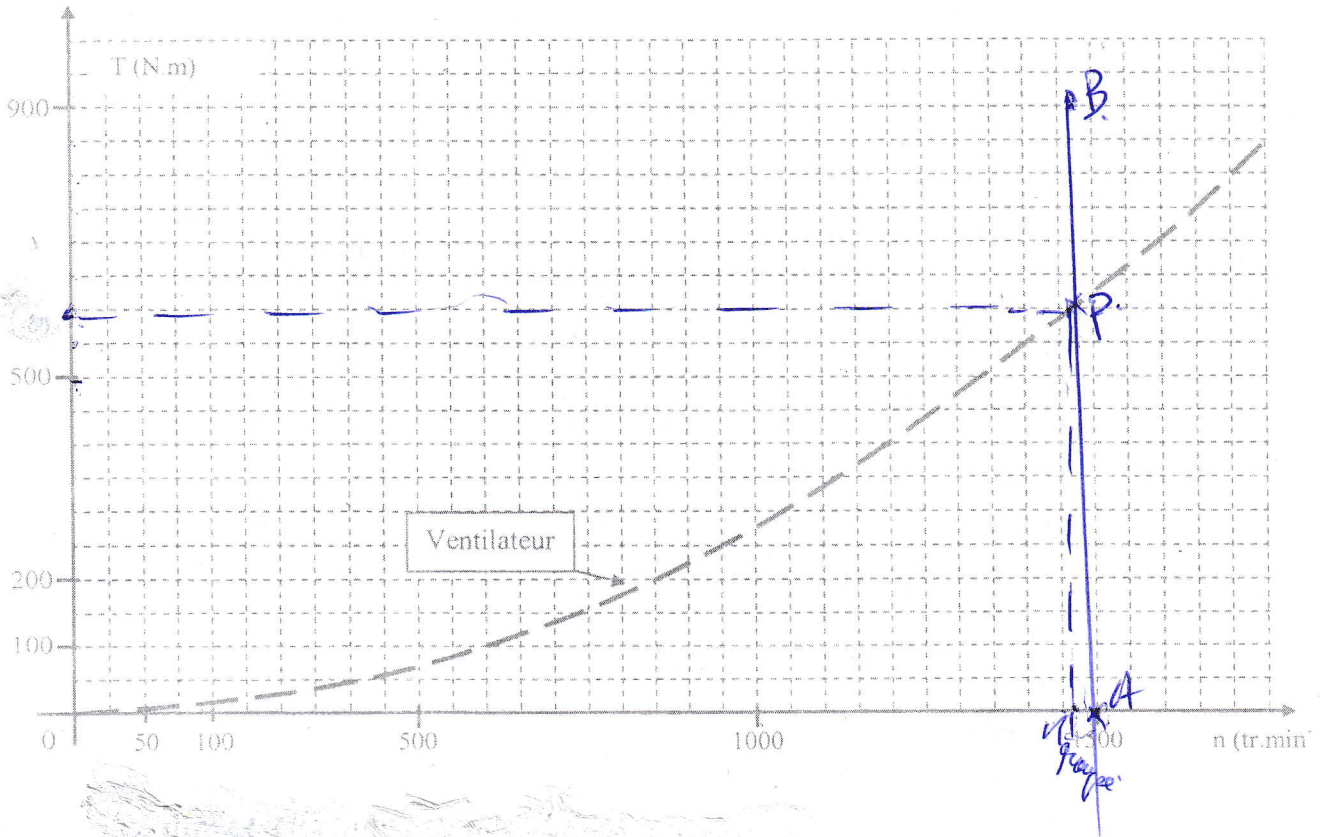
vitesse sont exprimées en tr/min.

9- Calculer K à l'aide des valeurs nominales.

10-Tracer cette droite tracer la partie utile de la caractéristique mécanique du
moteur, dans le même repère que la caractéristique mécanique du ventilateur
(document réponse moteur asynchrone). On placera les points de
fonctionnement correspondant à $T_u = 0$ et $T_u = 900 \text{ Nm}$.

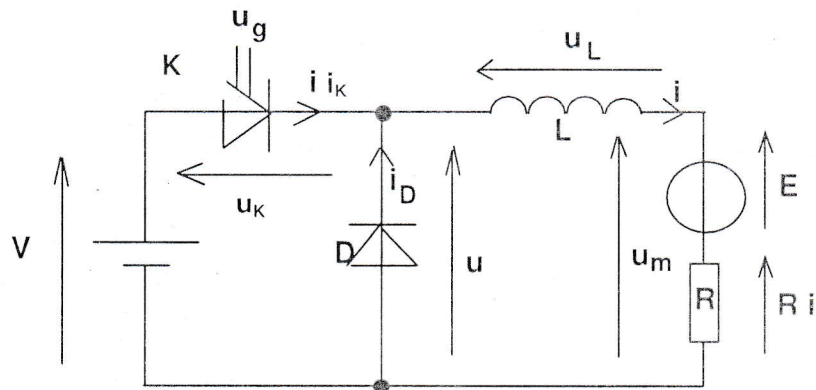
11-Déduire graphiquement n, la vitesse du groupe moteur- ventilateur ainsi
que le couple utile T_u développé par le moteur à partir du point de
fonctionnement.

DOCUMENT REPOSE ELECTROTECHNIQUE
(A rendre avec la copie)



ELECTRONIQUE DE PUISSANCE

Le schéma ci-dessous est celui d'un hacheur série.



La tension u_g commande l'interrupteur électronique K. C'est une tension en créneaux représentée sur le document-réponse.

1) Calculer sa fréquence f et la valeur de son rapport cyclique α .

Analyse du fonctionnement du hacheur.

L'interrupteur K et la diode D sont supposés parfaits.

La tension d'alimentation est : $V = 300 \text{ V}$.

Quand $u_g > 0$ l'interrupteur K est fermé.

Quand $u_g < 0$ l'interrupteur K est ouvert.

2) Donner les valeurs de u_k et de u pour chacune des deux phases de fonctionnement du hacheur, sachant que le courant dans le moteur ne s'annule jamais.

3) Représenter sur le document réponse les graphes $u(t)$, $i_k(t)$ et $i_D(t)$.

4) Exprimer la valeur moyenne U_{moy} de $u(t)$ en fonction de V et de α .

5) Rappeler la valeur moyenne $U_{L\text{moy}}$ de $u_L(t)$.

6) Exprimer alors U_{moy} en fonction de E , R et I_{moy} , valeur moyenne de $i(t)$.

7) Dans les conditions du document réponse, donner la valeur de I_{moy} .

8) En déduire la valeur numérique de E .

Rappel :

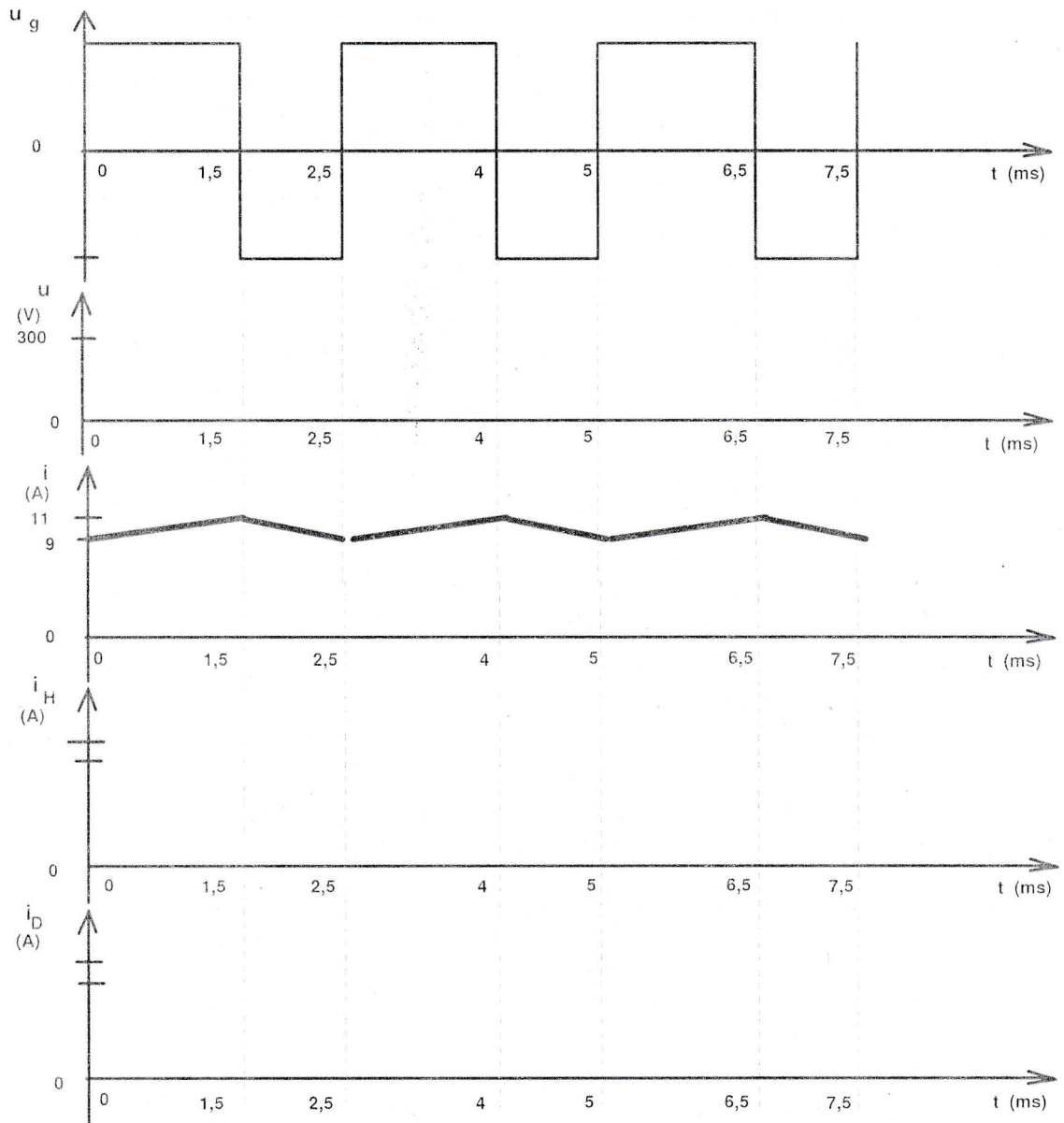
L'ondulation du courant peut se caractériser par $I_{\text{max}} - I_{\text{min}}$ où I_{max} et I_{min} sont les

valeurs extrémales de l'intensité du courant, on donne :
$$I_{\text{max}} - I_{\text{min}} = \frac{\alpha V (1 - \alpha)}{L f}$$

9) Indiquer deux façons de diminuer l'ondulation pour une valeur de α donnée.

10) Déterminer la valeur de l'inductance pour avoir un fonctionnement conforme au document réponse.

DOCUMENT REPOSE ELECTRONIQUE DE PUISSANCE
(A rendre avec la copie)



AUTOMATIQUE

Un arbre de transmission est entraîné par un moteur à combustion interne. On désire contrôler la vitesse de rotation de l'arbre par l'ouverture de la valve du moteur à combustion interne. On note $n(t)$ la vitesse de rotation de l'arbre et par $\theta(t)$ l'ouverture de la valve. Les essais ont permis de déterminer la fonction de transfert du système :

$$T(P) = \frac{\theta(P)}{N(P)} = \frac{1}{0,01P^2 + 0,11P + 0,1}$$

$N(P)$ et $\theta(P)$ sont respectivement les transformées de LAPLACE de $n(t)$ et $\theta(t)$.

On insère le système dans une boucle à retour unitaire.

- 1) Déterminer la fonction de transfert en boucle fermée $F(P)$ du système.
- 2) Etudier la stabilité du système en boucle fermée en utilisant le critère de Routh.
- 3) Déterminer l'erreur de position du système.

On corrige le système en insérant dans la chaîne directe un correcteur de

fonction de transfert $C(P) = 5 + 0,3P + \frac{33,33}{P}$

- 4) Représenter le schéma fonctionnel du système ainsi obtenu et déterminer sa fonction de transfert en boucle fermée.
- 5) Etudier la stabilité du système corrigé.

ELECTRONIQUE ANALOGIQUE

On considère le montage de la figure 1, l'amplificateur opérationnel est considéré comme idéal et fonctionne en régime linéaire.

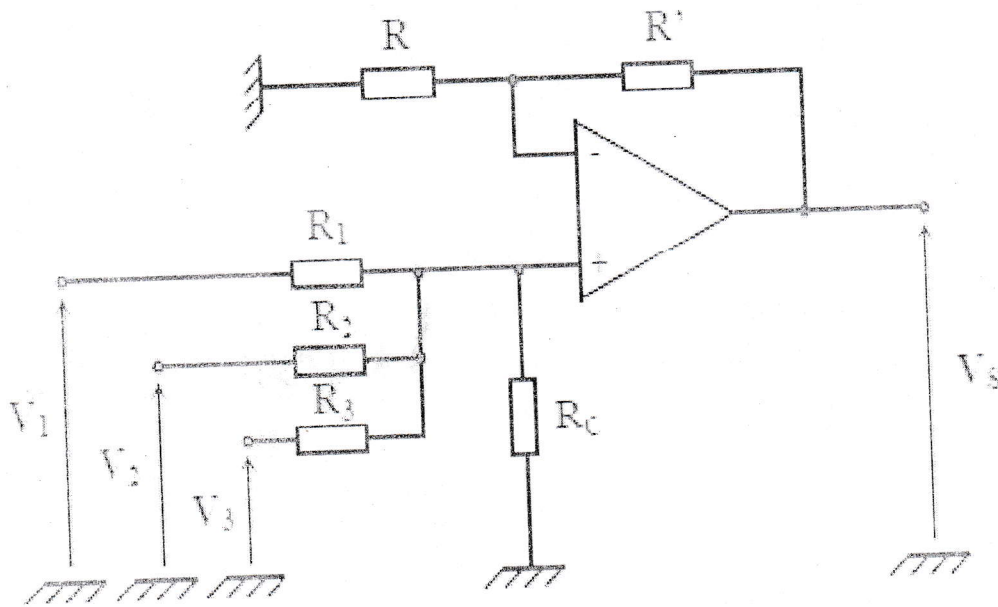


Figure 1

- 1- Donner les caractéristiques d'un amplificateur opérationnel parfait.
- 2- Donner les équations de fonctionnement d'un amplificateur opérationnel en régime linéaire.
- 3- Citer les limites de fonctionnement d'un amplificateur opérationnel.
- 4- Exprimer la tension de sortie V_s en fonction des tensions d'entrées V_1 , V_2 et V_3 et des résistances utilisées dans le montage.
- 5- La tension de sortie V_s se met sous la forme $V_s = K.(V_1 + V_2 + V_3)$, lorsqu'on prend $R_1 = R_2 = R_3 = R_c$.
 - 5-1 Exprimer K en fonction de R et R' .
 - 5-2 On désire réaliser la fonction sommateur non inverseur délivrant une sortie $V_s = (V_1 + V_2 + V_3)$. On donne $R = 10k\Omega$, déterminer R' .
 - 5-3 Donner la relation entre R et R' pour avoir une tension de sortie égale à la valeur moyenne des trois tensions d'entrées.