



TRAVAUX DIRIGES DU 26 Février 2025

Epreuve : Electrotechnique

Durée : 3 heures

Classe : T^{le} F₃

Exercice 1

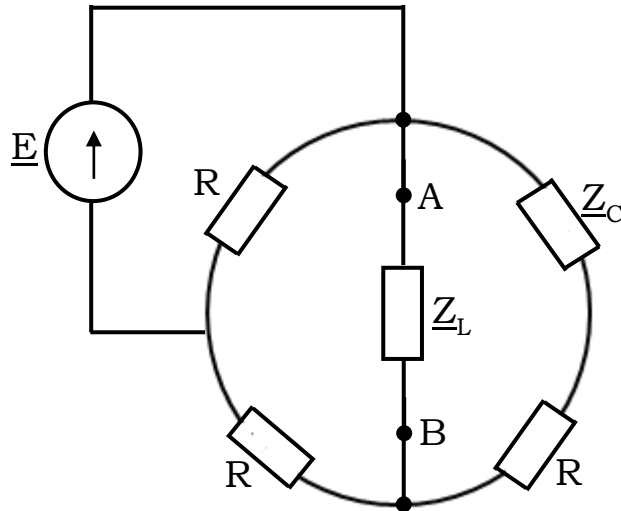


Figure 1

Pour le montage de la **figure 1** on donne : $\underline{E} = 100V$, $R = 20 \Omega$, $\underline{Z}_L = (20j) \Omega$ et $\underline{Z}_C = (-20j) \Omega$.

- 1) Déterminez les éléments \underline{Z}_{Th} et \underline{E}_{Th} du générateur de Thévenin équivalent au dipôle AB.
- 2) Déduisez-en les éléments \underline{Z}_N et \underline{I}_N du générateur de Norton équivalent au dipôle AB.
- 3) Déterminez alors le courant complexe qui traverse la charge \underline{Z}_L en utilisant le modèle équivalent de Thévenin du dipôle AB.
- 4) Reprenez la question 3 en utilisant cette fois-ci le modèle équivalent de Norton.
- 5) Déterminez la puissance consommée par la charge \underline{Z}_L .

Exercice 2

Le circuit de la figure 2 permet de réguler le système acoustique d'un équipement de radar électrique. Les amplificateurs utilisés sont supposés parfaits et fonctionnent en régime linéaire.

- 1) Exprimer la tension V_a en fonction de la tension d'entrée V_0 .
- 2) Préciser la fonction réalisée par l'AOP N°1 (U1).
- 3) Que peut-on dire des courants i et i^+ .
- 4) Etablir la loi des nœuds au point C.
- 5) Trouver l'expression de i_1 en fonction de V_a , V et R_1 .
- 6) Montrer que :
 - a) $V = R_3 i_3$;
 - b) $V_D = V + R_2 i_2$;
 - c) $V_D = 2 R_3 i_3$;
- 7) De la question précédente, déduire l'expression des courants :

- i_2 en fonction de i_3 , R_3 et R_2 ;
 - i_3 en fonction de V et R_3 ;
 - i_2 en fonction de V et R_2 .
- Déduire alors l'expression de i en fonction de V_a , V , R_1 et R_2 .
 - Quelle relation faut-il entre R_1 et R_2 pour que i soit indépendant de V .

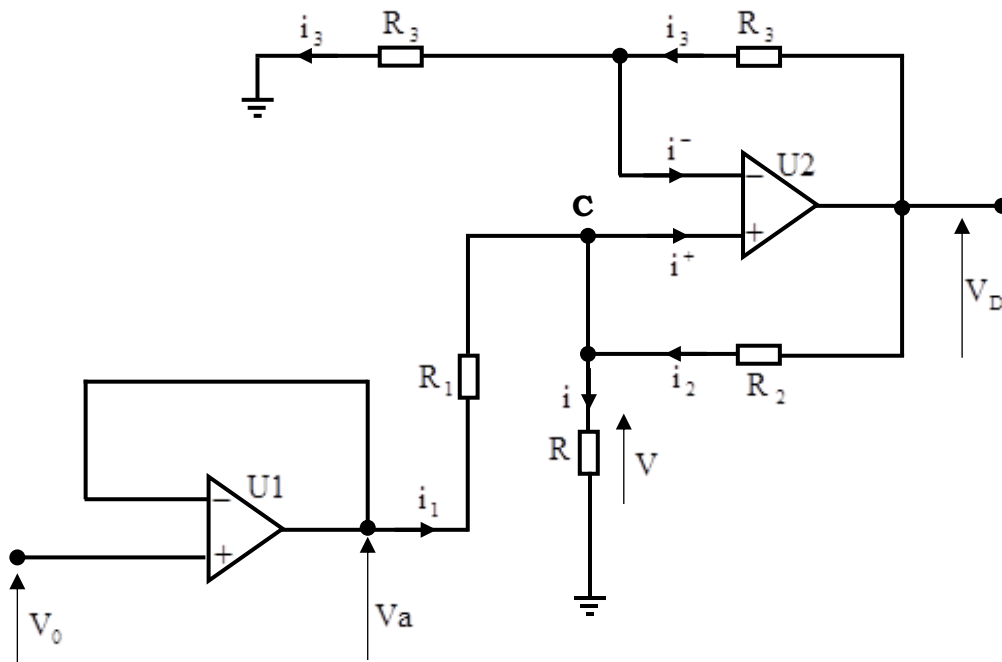


Figure 2

Problème

On se propose d'étudier un alternateur entraîné par un moteur shunt. Cet alternateur alimente un atelier comme l'indique la figure 3.

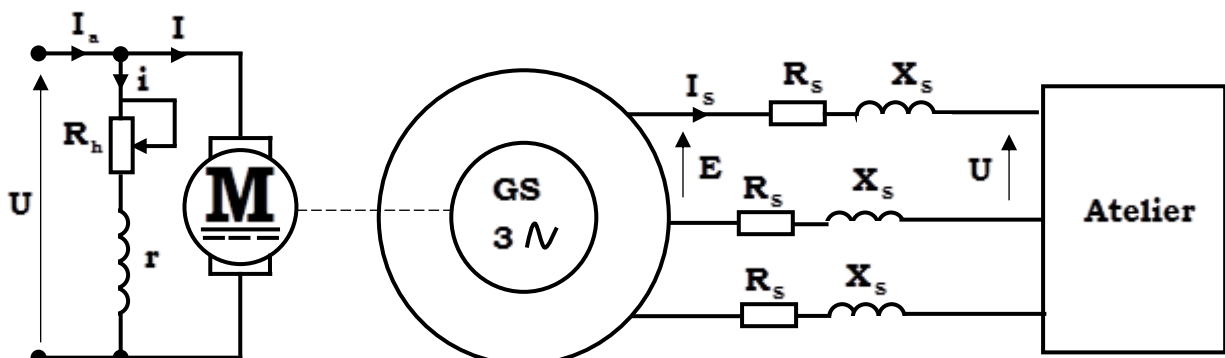


Figure 3

Partie I : Etude du moteur shunt

Le moteur shunt, parfaitement compensé, a les caractéristiques suivantes : Résistance de l'inducteur : $r = 120 \, \Omega$, résistance de l'induit : $R = 0,5 \, \Omega$. Le rhéostat d'excitation a une résistance $R_h = 100 \, \Omega$. Il est alimenté sous une tension $U = 220 \, V$ constante et absorbe un courant d'intensité $I_a = 21 \, A$ pour une vitesse $n = 1200 \, \text{tr/min}$. Le couple des pertes constantes est T_c et représente les 4% du couple électromagnétique T_{em} pour tous les régimes de fonctionnement.

- Calculer l'intensité du courant inducteur.
- Calculer la force électromotrice E .

- 3) Montrer que :
 - a) $E = 0,175 n$;
 - b) $\frac{T_u}{I} = 1,6 \text{ Nm/A}$;
 - c) $n = 1257 - 2,86 I$.

Avec T_u : Couple utile (Nm) ; n : Vitesse de rotation (tr/min) ; I : Courant dans l'induit (A).

- 4) Le couple utile peut s'écrire en fonction de la vitesse sous la forme $T_u = a - b.n$; déterminer les valeurs de a et b .
- 5) Le moteur entraîne l'alternateur dont le couple résistant est donné par l'équation $T_r = 1,44 \cdot 10^{-4} n^2$
 - a) Calculer la vitesse de rotation de l'ensemble (moteur et alternateur) puis en déduire la nouvelle valeur E' de la force électromotrice.
 - b) Calculer le rendement du moteur.

Partie II : Etude de l'alternateur

L'alternateur triphasé dont le stator est couplé en étoile comporte six pôles. Il est entraîné à une fréquence de rotation de 1000 tr/min. La résistance des enroulements statoriques mesurées à chaud entre deux bornes de phases a pour valeur $R = 0,4 \Omega$. Les pertes collectives sont évaluées à 300 W. L'inducteur de résistance $r = 15 \Omega$ est alimenté par une tension continue $U_e = 43,8 \text{ V}$.

- 1) Déterminer la fréquence des tensions fournies par cet alternateur.
- 2) Calculer la résistance R_s de chaque enroulement statorique de l'alternateur.
- 3) Cet alternateur débite un courant d'intensité $I_s = 26 \text{ A}$ pour une f.é.m synchrone d'un enroulement $E_s = 281 \text{ V}$, dans un atelier dont la puissance absorbée est mesurée par la méthode des deux wattmètres : $P_1 = 9810 \text{ W}$ et $P_2 = 4480 \text{ W}$.
 - a) Déterminer la tension U entre phases et le facteur de puissance de l'atelier.
 - b) Construire le diagramme de Behn-Eschemburg puis en-déduire la réactance synchrone X_s de la machine synchrone.
 - c) Calculer le rendement de l'alternateur.
 - d) Calculer la puissance mécanique P_m fournie par le moteur d'entraînement puis en déduire le couple correspondant.

FIN