

**Génie électrique**  
**1<sup>ère</sup> TSI 1-2**  
**Devoir Surveillé : N°3**

**SYSTÈME À ÉTUDIER :**

***ENTRAÎNEMENT D'UN COMPRESSEUR A VIS***

*Le sujet se compose de deux parties indépendantes :*

- ✎ Partie A : Etude de la motorisation du compresseur*
- ✎ Partie B : Etude du convertisseur DC-DC*

*↳ Consignes aux élèves :*

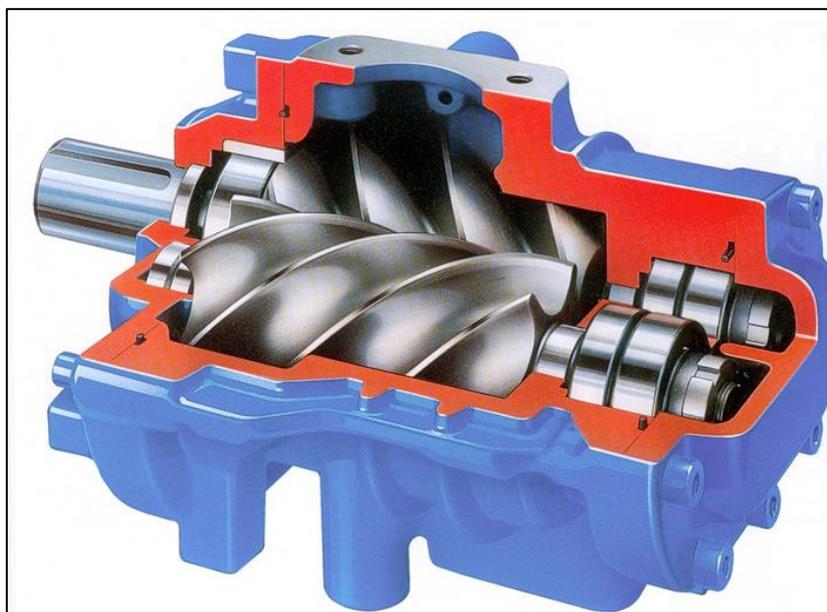
- ♦ Dans le cas où un(e) étudiant(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.
- ♦ L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire est rigoureusement interdit.
- ♦ Il est rappelé aux candidats que la qualité de la rédaction, la clarté et la précision des explications entreront pour une part importante dans l'appréciation des copies.

## I- PRESENTATION DU SYSTEME

Le compresseur à vis est de **compresseur volumétrique** dont les pistons se présentent sous forme de vis. C'est le modèle de compresseur le plus utilisé de nos jours. Un rotor male et un rotor femelle tournent l'un vers l'autre, placés dans un bain d'huile, offrant une absence relative de frottement, et en conséquence de chaleur, tandis que le volume situé entre eux et le carter de compresseur diminue.

La pression obtenue dépend de la longueur et du profil de la vis d'une part, de la forme de l'orifice de refoulement, d'autre part.

L'élément de compression à vis n'est équipé d'aucune soupape et il n'existe aucune force mécanique susceptible de créer un quelconque déséquilibre. Il peut par conséquent fonctionner à une vitesse d'arbre élevée et combiner un débit important et de faibles dimensions extérieures.



**Capacités de compression :** La gamme de compresseurs rotatifs à vis fonctionne à une puissance comprise entre 4 KW et 250 KW, pour une pression nominale allant de 5 à 13 bar.

**Applications types :** Agro-alimentaire, brassage, militaire, aérospatial, automobile, industrie, électronique, fabrication, pétrochimique, biomédical, hôpitaux, pharmaceutique, instrumentation.

## Partie A : ETUDE DE LA MOTORISATION DU COMPRESSEUR

Dans cette partie on s'intéresse à la détermination des caractéristiques mécaniques et électriques de la machine d'entraînement du compresseur à vise.

- **Hypothèse et caractéristiques du moteur à courant continu :**

- On néglige les frottements mécaniques ainsi que toute cause de pertes autre que l'effet Joule.
- La machine est à excitation séparée et le courant d'excitation est maintenu constant.
- Tension nominale d'induit :  $U_n = 220 \text{ V}$
- Vitesse de rotation nominale :  $\Omega_n = 157 \text{ rad.s}^{-1}$
- Résistance de l'induit :  $R = 0,95 \Omega$
- Constante de f.é.m :  $K = 1,25 \text{ V.s.rad}^{-1}$

### I. Caractéristiques de la charge : Compresseur

La loi couple-vitesse de cette charge mécanique est représentée par le graphe ci-dessous :

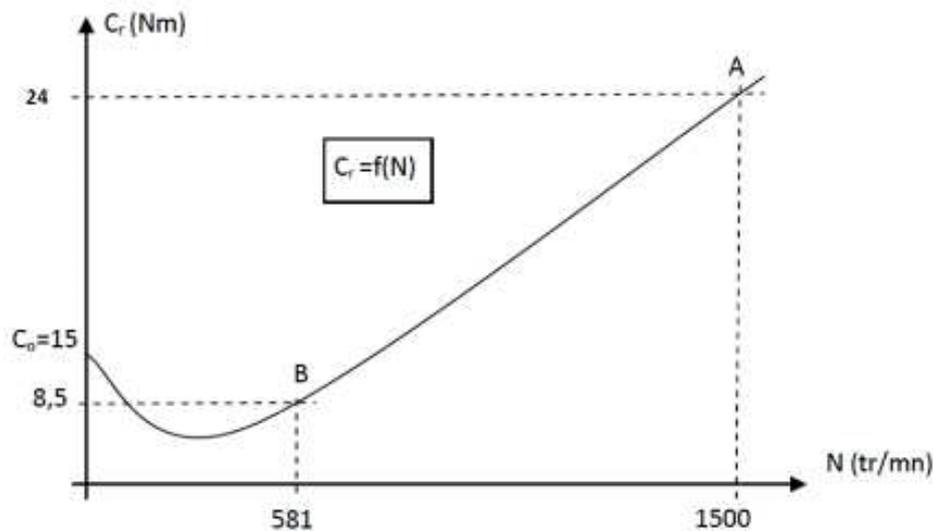


Figure 1

**Q1 :** Quelle est la relation entre la vitesse  $\Omega$  exprimée en radians par seconde et la fréquence  $N$  en tours par minute ? Calculer la fréquence de rotation nominale  $N_n$ .

**Q2 :** Donner le schéma électrique équivalent du moteur (convention récepteur).

**Q3 :** Calculer la force électromotrice nominale  $E_n$  et le courant nominal absorbé  $I_n$ .

**Q4 :** Calculer la valeur nominale du couple électromagnétique  $C_{em}$  et de la Puissance électromagnétique  $P_{em}$ .

**Q5 :** Calculer la puissance absorbée  $P_a$ , la puissance utile  $P_u$ , et le rendement du moteur fonctionnant dans les conditions nominales.

## II. Ensemble MCC-CHARGE au point de fonctionnement A

**Q6 :** Déduire des données de la figure 1 les valeurs de la force électromotrice  $E_A$  et l'intensité du courant  $I_A$  correspondant à ce point de fonctionnement.

**Q7 :** Quelle valeur  $U_A$  doit prendre la tension qui alimente le moteur ?

**Q8 :** Quelle relation d'inégalité entre les couples doit être satisfaite pour que le groupe moteur machine puisse démarrer ?

## III. Condition de démarrage

A l'instant du démarrage, on applique au moteur une tension  $U_D = 22,8$  V.

**Q9 :** Calculer l'intensité du courant absorbé à cet instant. En déduire la valeur du couple électromagnétique au démarrage.

**Q10 :** Le démarrage du groupe est-il possible ? Justifier.

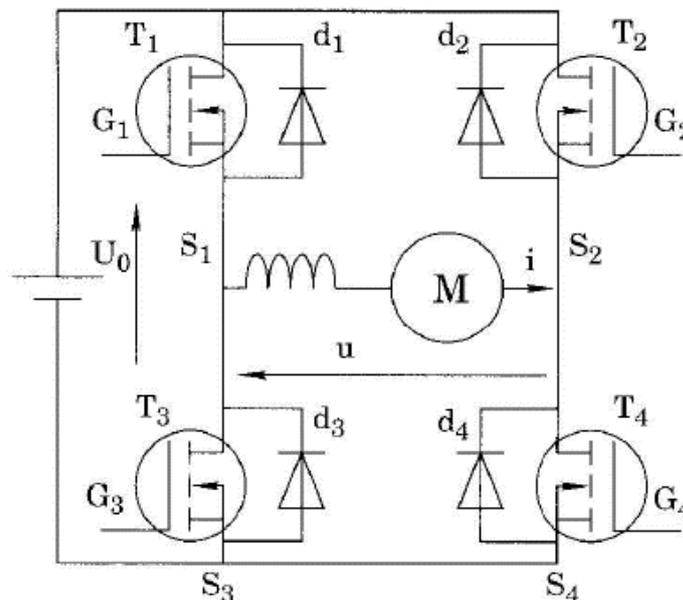
## Partie B : ETUDE DU CONVERTISSEUR DC-DC

Pour contrôler le couple et la vitesse d'entraînement du compresseur à vis, Le montage utilisé est un hacheur en pont à transistors MOSFET représenté sur la figure 2.

Les transistors et les diodes sont supposées idéales. L'ensemble Moteur + bobine de lissage est assimilé dans cette partie à une charge L,E.

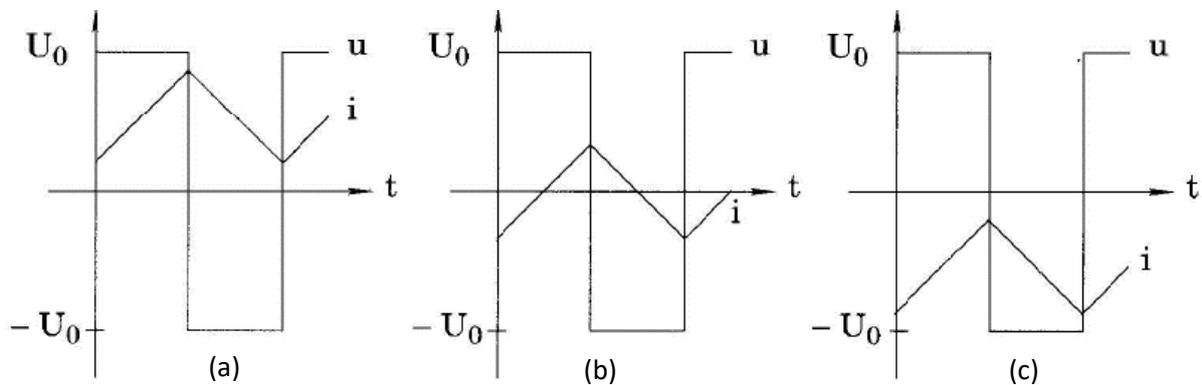
Soit  $T$  la période et  $\alpha$  le rapport cyclique de hachage :

- De  $0$  à  $\alpha T$  les transistors 1 et 4 sont commandés à la fermeture
- De  $\alpha T$  à  $T$  les transistors 2 et 3 sont commandés à la fermeture.



**Figure 2: Montage hacheur 4 quadrants**

La figure 3 montre l'allure du courant et de la tension d'induit correspondant à trois types de fonctionnement différents.



**Figure 3**

**Q1 :** Préciser sur chacun de ces relevés, à chaque instant, parmi les 4 transistors et les 4 diodes, les composants en conduction ?

**Q2 :** Déterminer  $U_{\text{moy}}$  la valeur moyenne de  $u(t)$  en fonction de  $U_0$  et  $\alpha$ .

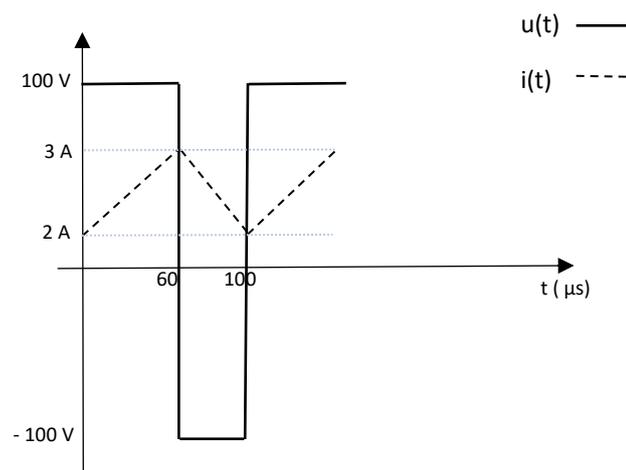
**Q3 :** En déduire l'expression de la fem  $E$  en fonction de  $U_0$  et  $\alpha$ .

On considère l'allure (a) de la figure 3, on notera  $I_{\text{min}}$  et  $I_{\text{max}}$  les valeurs de  $i(t)$  aux instants  $t = 0$  et  $t = \alpha T$ .

**Q4 :** Etablir les expressions de  $i(t)$  pour  $t$  compris entre  $0$  et  $\alpha T$  puis entre  $\alpha T$  et  $T$  en fonction de  $U_0$ ,  $L$ ,  $E$ ,  $I_{\text{min}}$  et  $I_{\text{max}}$ .

**Q5 :** Exprimer l'ondulation de courant en fonction de  $U_0$ ,  $\alpha$ ,  $T$  et  $L$ .

**Q6 :** Déduire du relevé de la figure 4 la valeur de  $L$ .



**Figure 4**