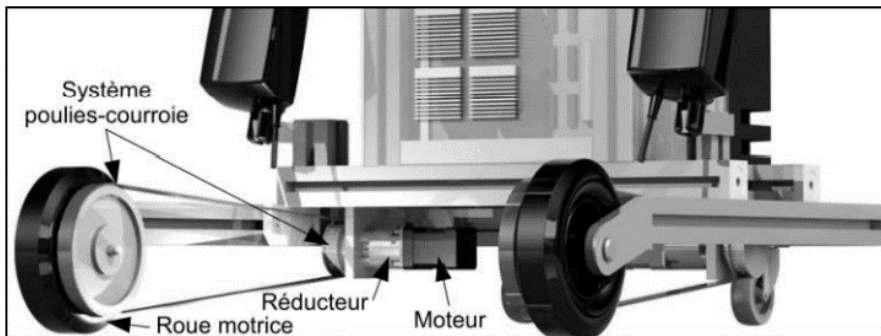
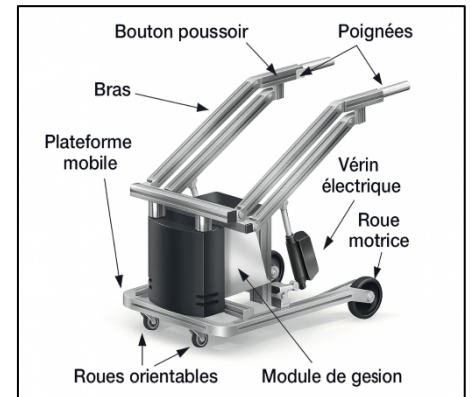


## TD2 : Contrôle de vitesse d'un Tramway (CNC2019)

### I. Présentation

Le système étudié est un robot d'assistance destiné aux personnes âgées ou à mobilité réduite, facilitant les actions de se lever, marcher et s'asseoir. Alimenté par des batteries lithium, il utilise des vérins électriques pour les mouvements des bras et des moteurs Brushless pour le déplacement. L'étude se concentre sur son avance en ligne droite, avec une vitesse régulée entre 0,5 m/s et 1 m/s. Cette vitesse doit rester constante, quelle que soit la charge transportée par le robot.



Le robot déambulateur est équipé d'une poignée comportant un bouton poussoir à deux positions. La première position permet d'activer un déplacement ou une rotation à vitesse réduite ( $V = V_{\min}$ ), tandis que la seconde position autorise un mouvement à vitesse plus élevée ( $V = V_{\max}$ ). Ce dispositif assure la commande des déplacements en marche avant et arrière, ainsi que des rotations vers la gauche et vers la droite. La propulsion du robot est réalisée à l'aide d'une machine synchrone de type Brushless (modèle **B4240-24**).

### II. Etude du moteur de déplacement du déambulateur

Le déplacement du robot est assuré par un moteur synchrone triphasé à aimants permanents (modèle B4240-24), alimenté par un système de tensions triphasé équilibré. Cependant, pour simplifier, nous considérons qu'il s'agit d'un moteur triphasé à commande rectangulaire. En régime permanent, le moteur synchrone est modélisé par le modèle de Behn Eschenburg représentant une phase du stator (Figure 1).



On note :

- $V$  : Valeur efficace de la tension statorique simple ;
- $I$  : Valeur efficace du courant statorique ;
- $\Omega$  : Vitesse de rotation du moteur en (rad/s) ;
- $\varphi$  : Déphasage entre le courant  $I_i$  et la tension  $V_i$  pour la  $i^{\text{ème}}$  phase ;
- $\Psi$  : Déphasage entre la f.e.m.  $E_i$  et le courant  $I_i$  ;
- $p = 4$  : nombre de paires de pôles ;
- $L = 2,1 \text{ mH}$  : l'inductance cyclique ;
- $R$  résistance d'une phase (supposée négligeable).
- $K = 0,0234 \text{ V.s/rad}$  : constante de la fem, on rappelle  $E = K \cdot \Omega$  (avec  $E$  valeur efficace de  $e$ ) ;

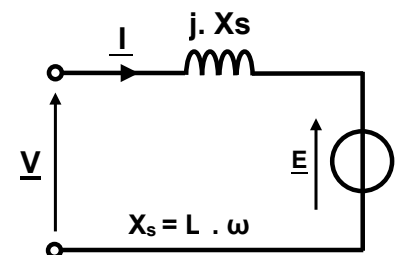


Figure 1

**Hypothèses :**

Les pertes fer et les pertes mécaniques sont supposées négligeables.

- **Question 1 :** Déterminer la pulsation  $\omega$  ainsi que la fréquence  $f$  des grandeurs statoriques lorsque la machine fonctionne à une vitesse de rotation de **3600 tr/min**.
- **Question 2 :** Représenter, pour un angle  $\psi$  quelconque, le diagramme vectoriel de la machine pour le fonctionnement moteur (le courant  $\underline{I}$  est en retard par rapport à  $\underline{E}$ ). On choisira la tension  $\underline{E}$  comme origine des phases.
- **Question 3 :** Établir l'expression de la puissance absorbée par le moteur :
  - En fonction de  $V$ ,  $I$  et  $\varphi$  ;
  - Puis en fonction de  $E$ ,  $I$  et  $\psi$ .
- **Question 4 :** Montrer que le couple électromagnétique peut s'écrire sous la forme :  $C = K_c I \cos(\psi)$ 

Que vaut l'expression de la constante  $K_c$ .
- **Question 5 :** Pour un couple électromagnétique et une vitesse de rotation imposés, déterminer la valeur de l'angle d'autopilotage  $\psi$  permettant de minimiser le courant dans les enroulements du moteur.

En régime moteur, pour  $n = 4000 \text{ tr/min}$  et  $I = 2\text{A}$ , calculer :

- **Question 6 :** La valeur efficace de la tension simple  $V$ .
- **Question 7 :** Le couple électromagnétique  $C$ .