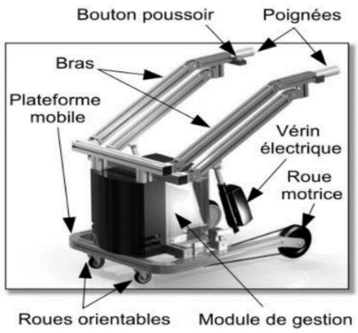
# TD8 : Schéma fonctionnels

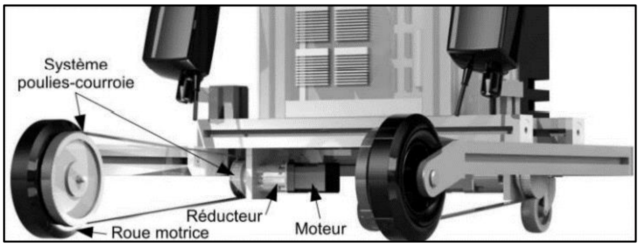
## Robot d'assistance aux personnes à mobilité réduite

## Présentation du système

Le système étudié est un robot d'assistance aux personnes âgées ou à mobilité restreinte. Il permet de soutenir une personne assise à se lever, marcher et s'assoir. Il est alimenté par des batteries Lithium rechargeables assurant un mouvement asservi des bras grâce à des vérins électriques. Le déplacement est assuré par des moteurs synchrones Brushless.




Notre attention est portée sur le mouvement du robot en direction de l'avant sur une surface plane. Pour ce faire, le cahier des charges énonce deux niveaux de vitesse : une vitesse minimale de 0,5 m/s (soit 1,8 km/h) et une vitesse maximale de 1 m/s (soit 3,6 km/h). Il est impératif que cette vitesse ne varie pas en fonction de la charge transportée.




Le robot déambulateur est équipé d'une poignée droite munie d'un bouton poussoir à bascule qui permet de contrôler le mouvement en avant et en arrière ainsi que la rotation à gauche et à droite. Ce bouton peut être enfoncé à deux niveaux différents pour activer les différentes fonctions

- 1^er^ niveau : se déplacer ou tourner à vitesse lente $V=V_{min}$ ;
- 2^ème^ niveau : se déplacer ou tourner à vitesse rapide $V=V_{max}$.

**Hypothèse :**

L'autopilotage du moteur Brushless (B4240-24) conduit du point de vue comportemental à un modèle équivalent à celui d'un moteur à courant continu (MCC).

Les paramètres du moteur Brushless ainsi que le couple résistant équivalent à l'arbre moteur :

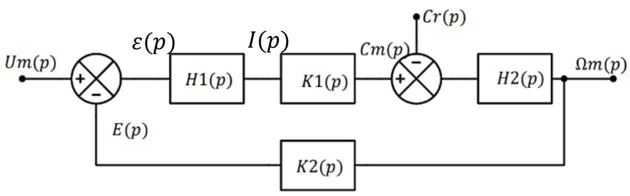
| Résistance statorique | Inductance statorique | Constante de couple | Constante de fém | Couple résistant |
|---|---|---|---|---|
| R = 1.5 Ω | L = 2.1 mH | $K_T$ = 0.0355 N.m/A | $K_E$ = 0.0234 V.s/rad | Cr=27.5mN.m |

Les équations de la machine synchrone sont les suivant :

| | |
|---|---|
| Equation 1 : $um(t) = L\frac{di(t)}{dt} + Ri(t) + e(t)$ | Equation 3 : $j\frac{d\Omega m(t)}{dt} = Cm(t) - Cr(t)$ |
| Equation 2 : $e(t) = Ke\,\Omega m(t)$ | Equation 4 : $Cm(t) = K_T\,i(t)$ |

On note que j représente le moment d'inertie totale ramené à l'arbre moteur, sa valeur est égale $0.25\times10^{-3}$ kg.m²

Le moteur est représenté par le schéma-blocs suivant :




**Q.1°/** Ecrire les quatre équations du moteur dans le domaine de Laplace. On rappelle que les conditions initiales sont nulles

**Q.2°/** A partir des données et des équations du modèle équivalent, donner les expressions littérales des transmittances H1(p), K1(p), H2(p) et K2(p) ?

**Q.3°/** En déduire l'expression de Ωm en fonction de Um et Cr et mettre le résultat sous la forme :

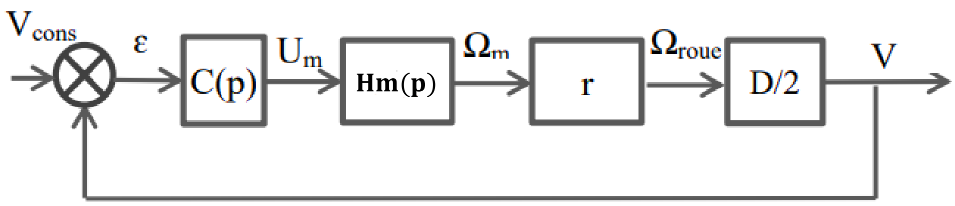
$\Omega m(p) = Ha(p).Um(p) + Hb(p).Cr(p)$ . Que vaut les fonctions transferts Ha(p) et Hb(p) ?

**Q.4°/** Montrer qu'en régime permanent (t → ∞) on peut écrire : $\Omega mf = \frac{Umo}{k_e} - \frac{R.Cro}{k_e.k_T}$

**Q.5°/** Le système est-il insensible aux perturbations (variations de la charge) ?

**Q.6°/** Que doit-être la valeur de Um pour avoir Ωm =514,53rad/s ? (équivalent à V=1m/s) et aussi pour avoir Ωm =257,27 rad/s ? (équivalent à V=0.5m/s)

Pour améliorer les performances du système, on introduit alors un asservissement de vitesse qu'on peut modéliser par le schéma-bloc suivant :




- le diamètre des deux roues motrices est D = 150 mm.
- les ensembles {réducteur + dispositif poulies-courroie} ont un rapport de réduction : r = 0.026.
- La fonction de transfert du moteur insensible à la perturbation : $H(p) = \frac{Km}{(1+\tau 1.p)(1+\tau 2.p)}$ avec Km=28 rad/s.V

  $\tau 1 = 1.4\,ms$ et $\tau 2 = 0.29s$.
- $C(p) = kc\left(1 + \frac{1}{Ti.p}\right)$ désigne la fonction de transfert du correcteur proportionnel intégral.

On choisit Ti égale à la constante de temps dominante

**Q.7°/** Exprimer la fonction de transfert en boucle ouverte

**Q.8°/** Exprimer la fonction en boucle fermée et la mettre sous la forme suivant : $FTBTF(p) = \frac{Kbf}{1 + \frac{2m}{\omega n}p + \frac{1}{\omega n^2}p^2}$

Que vaut les expressions de $Kbf, m$ et $\omega n$ ?