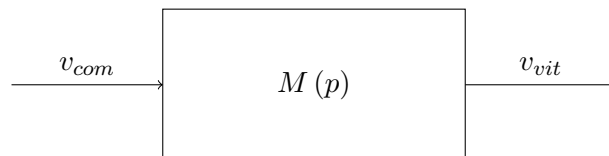


TP 1 : Caractérisation d'un banc moteur

1 Cahier des charges

Ce premier TP vise à caractériser théoriquement et expérimentalement un banc moteur. **Les résultats de mesure seront utilisés en TD et dans une future séance de TP**, il vous est donc vivement de soigner les résultats que vous allez ré-utiliser.

L'objectif est de monter un banc moteur qui permette de contrôler une vitesse de rotation Ω à partir d'une tension de commande v_{com} . Nous réduirons le système à une boîte noire afin de l'asservir au cours d'une prochaine séance. On cherche donc à la fin du TP à avoir une vision simple de l'ensemble du système sous la forme :



où $M(p)$ est la fonction de transfert définie par :

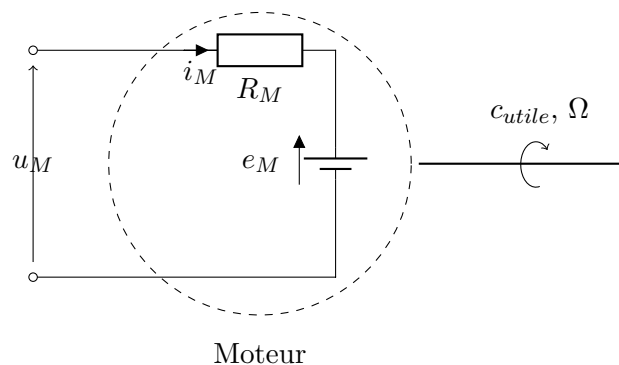
$$M(p) = \frac{v_{vit}}{v_{com}}$$

avec v_{vit} une tension image et proportionnelle à la vitesse de rotation Ω .

La partie 2) est une partie théorique, la partie 3) est une caractérisation expérimentale du banc moteur. Ces deux parties sont indépendantes l'une de l'autre, à l'exception de deux sous questions (21.(b) et 22.(b)), **mais sont toutes à traiter**.

2 Pilotage du moteur - constitution du banc

On néglige l'inductance L_M de la machine à courant continu utilisée. La résistance de l'induit de la machine est nommée R_M . On a donc le schéma électrique suivant :



Les équations électriques de la machine à courant continu sont donc :

$$\begin{cases} u_M(t) = e_M(t) + R_M \cdot i_M(t) \\ e_M = K \cdot \Omega(t) \end{cases}$$

où K est la constante caractéristique du moteur. les équations mécaniques au niveau du rotor sont :

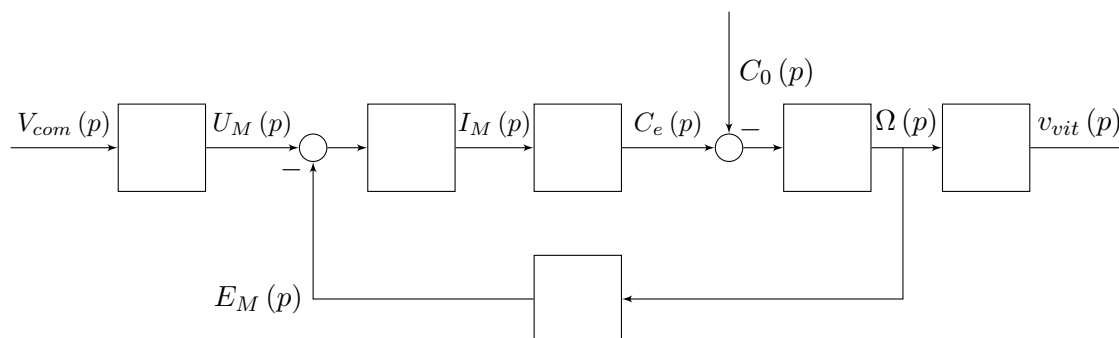
$$\begin{cases} J \frac{d\Omega(t)}{dt} = c_{utile}(t) \\ c_{utile}(t) = c_e(t) - c_{perte}(t) \\ c_e(t) = K \cdot i_M(t) \\ c_{perte}(t) = c_0(t) \end{cases}$$

avec :

- Ω la vitesse angulaire en $rad \cdot s^{-1}$,
- J le moment d'inertie du banc moteur en $kg \cdot m^2$,
- c_{utile} le couple utile disponible sur l'arbre moteur en $N \cdot m$,
- c_e le couple électromagnétique du moteur en $N \cdot m$,
- c_{perte} ou c_0 les couples de perte par frottement sec en $N \cdot m$.

Par ailleurs :

- la vitesse du rotor est mesurée à l'aide d'un capteur ayant un gain noté K_{vit} ,
 - Le moteur est alimenté à travers un hacheur de gain K_H , permettant de délivrer un signal de puissance à partir de v_{com} .
1. En utilisant les propriétés de la transformée de Laplace, passer les équations électriques et mécaniques de la machine dans le domaine de Laplace. On supposera toutes les conditions initiales nulles.
 2. Le banc moteur est à vide (pas de charge mécanique, donc rien sur la génératrice reliée mécaniquement au moteur). Compléter le schéma bloc suivant :



3. On considère que les frottements sont négligeables et on pose $C_0(p) = 0$.

(a) Du point de vue système, à quoi correspond cette condition ?

(b) Simplifier le schéma afin de retrouver la fonction de transfert $M(p) = \frac{v_{vit}}{v_{com}}$.

4. On met la fonction de transfert sous la forme :

$$M(p) = \frac{K}{1 + Tp}$$

- (a) Que vaut K en fonction des paramètres électro-mécaniques ? Quelle est son unité ?
- (b) Que vaut T en fonction des paramètres électro-mécaniques ? Quelle est son unité ?
- (c) Quel est l'ordre du système 'Banc Moteur' ?

3 Caractérisation expérimentale du banc

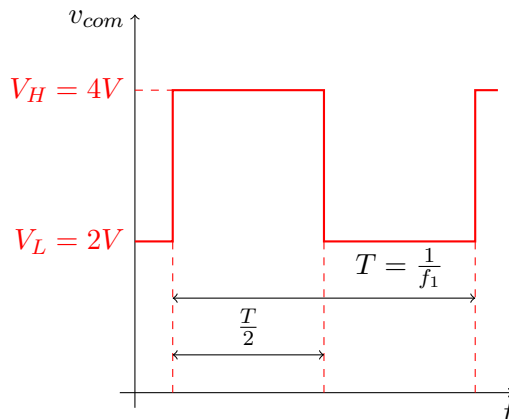
Réaliser le montage du banc moteur en boucle ouverte présenté en Annexe 1. **Avant la mise sous tension, faire vérifier le montage par l'enseignant.** Toute mise sous tension non validée sera prise en compte dans la notation du TP.

3.1 Caractéristique Statique

- 5. En utilisant le GBF en mode DC, (bouton 'Utility', puis 'DC' en 'On'), pour v_{vit} allant de $0V$ à $8V$ avec un pas de $0,5V$, faire un relevé de :
 - la vitesse en tour par seconde affichée sur le capteur,
 - v_{vit} visualisée à l'oscilloscope.
- 6. Convertir la vitesse en tour par minute
- 7. Tracer sur une feuille de papier millimétré la vitesse en tours par minute en fonction de v_{com}
- 8. Que se passe-t'il physiquement pour les faibles valeurs de v_{com} ?
- 9. Dans quelle zone la relation entre v_{com} et Ω est-elle linéaire ?
- 10. Rajouter sur l'axe des ordonnées la correspondance Ω vers v_{vit} . Quel est le coefficient directeur a_1 de la courbe v_{vit} en fonction de v_{com} dans la zone linéaire ?

3.2 Réponse temporelle en boucle ouverte

11. On applique sur le GBF un signal d'allure rectangulaire défini dans le graphique suivant :



- (a) La tension imposée en entrée du montage assure-t'elle un fonctionnement en zone linéaire ?
- (b) A partir de quelle fréquence f_1 voit-on la vitesse se stabiliser à une valeur finale ?

Dans la suite de cette partie on se place à une fréquence légèrement inférieure à f_1 .

- 12. Sur une feuille de papier millimétré, faire un relevé **précis** de la tension v_{vit} au cours de la première alternance du signal d'entrée ($v_{vit} = V_H$).
- 13. Quel nom donne-t'on à ce type de relevé ?
- 14. Que vaut v_{vit0} , la tension v_{vit} avant la transition V_L vers V_H sur le signal de commande ?
- 15. Que vaut $v_{vit\infty}$, la tension v_{vit} avant la transition V_H vers V_L sur le signal de commande ?
- 16. Calculer :

$$a_2 = \frac{v_{vit\infty} - v_{vit0}}{V_H - V_L}$$

Quelle est son unité ?

- 17. Quel est le temps $T_{63\%}$ mis par le système pour arriver à 63% de son excursion de v_{vit0} à $v_{vit\infty}$?
- 18. Quel est le temps $T_{95\%}$ mis par le système pour arriver à 95% de son excursion de v_{vit0} à $v_{vit\infty}$?

3.3 Réponse fréquentielle en boucle ouverte

On applique en entrée du système un signal sinusoïdal allant de V_L à V_H , la fréquence de ce signal étant réglable.

- 19. Trouver la fréquence f_2 permettant d'avoir v_{vit} déphasé de $-\frac{\pi}{4}$ par rapport à v_{com} . **Expliquer la méthode de mesure utilisée.**
- 20. pour une fréquence $f \ll f_2$, mesurer :

$$a_3 = \frac{\Delta v_{vit}}{V_H - V_L}$$

3.4 Synthèse des résultats obtenus

- 21. On s'intéresse aux valeurs trouvées pour les paramètres a .

(a) Complétez le tableau suivant :

	valeur	unité
a_1		
a_2		
a_3		

- (b) A quoi correspond ce paramètre a (1, 2 ou 3) ?

- (c) Quelle est l'erreur relative maximale entre les différentes mesures ? Laquelle vous semble la plus adaptée/aisée ?

22. (a) Complétez le tableau suivant :

	valeur	unité
$T_{63\%}$		
$\frac{T_{95\%}}{3}$		
$\frac{1}{2\pi f_2}$		

- (b) De même qu'à la question précédente, ces trois mesure permettent d'observer un même paramètre, lequel est il ?
- (c) Quelle est l'erreur relative maximale entre les différentes mesures ? Laquelle vous semble la plus adaptée/aisée ?

RAPPEL : Les salles de TP servent à différents groupes, merci de ranger le matériel que vous avez rajouté à votre paillasse à l'endroit où vous l'avez pris.

Annexe 1 : Schéma de câblage du banc moteur

Le câblage du banc moteur en boucle ouverte est donné dans la figure suivante :

