# Compte rendu TP1 – Partie 1

Si on représente le moteur par $J_m$ , $f_m$ , $k_c$ , $k_e$ , $R$ et $L$ , on obtient la représentation d'état suivante :

$$\dot{x}(t) = \begin{pmatrix} \dot{\theta}(t) \\ \ddot{\theta}(t) \\ \dot{I}(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & -\frac{f_m}{J_m} & \frac{k_c}{J_m} \\ 0 & -\frac{k_e}{L} & -\frac{R}{L} \end{pmatrix} x(t) + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \frac{1}{L} \end{pmatrix} u(t)$$

Si on souhaite observer indépendamment les variables d'état du moteur, on a en plus :

$$y(t) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} x(t)$$

Pour chaque moteur, on obtient comme valeurs propres :

$$\lambda = \left\{ \frac{-(J_m R + L f_m) \pm \sqrt{(R J_m + L f_m)^2 - 4(k_e k_c + R f_m) L J_m}}{2 L J_m} ; 0 \right\}$$

On peut alors en déduire le coefficient d'amortissement qui vaut :

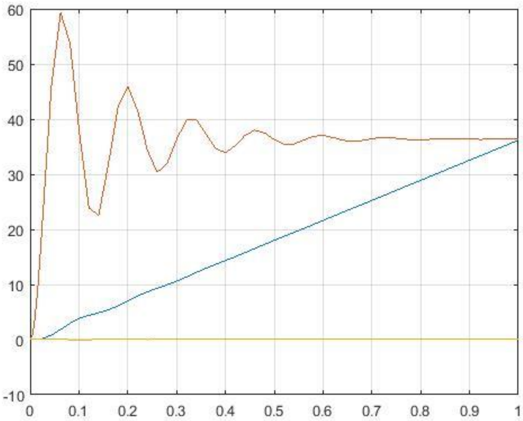
$$\xi = \frac{R J_m + L f_m}{2(k_e k_c + R f_m)} . \sqrt{\frac{k_e k_c + R f_m}{L J_m}}$$

On a alors :

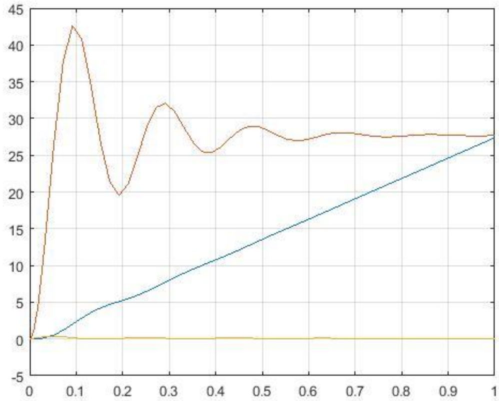
- Pour le moteur 1 : $\lambda = \{-6{,}7 - 47{,}5i ; 0 ; -6{,}7 + 47{,}5i\}$ et $\xi = 0{,}14$
- Pour le moteur 2 : $\lambda = \{-6{,}3 - 32{,}7i ; 0 ; -6{,}3 + 32{,}7i\}$ et $\xi = 0{,}19$

On peut alors simuler le comportement dynamique des moteurs sous Matlab/Simulink.

Pour un essai indiciel en boucle ouverte, on obtient les évolutions suivantes, où la courbe en bleu représente la position angulaire du moteur, celle en rouge la vitesse angulaire et la jaune l'intensité électrique.

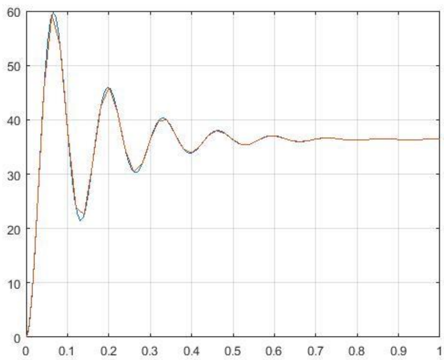


*Représentation des variables d'état du moteur 1*

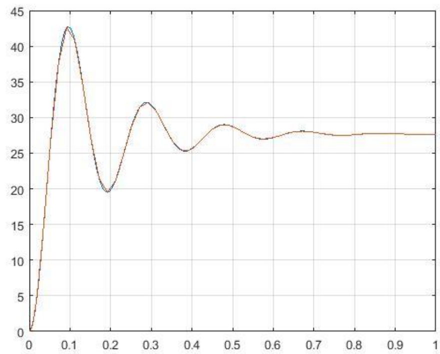


*Représentation des variables d'état du moteur 2*

Si on compare la vitesse angulaire avec un test de *step* sous Matlab, on obtient des courbes identiques :

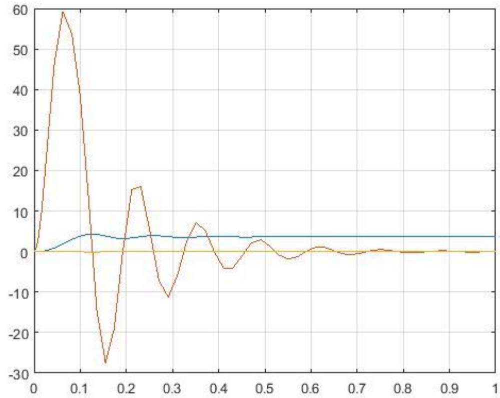


*Comparaison pour le moteur 1*

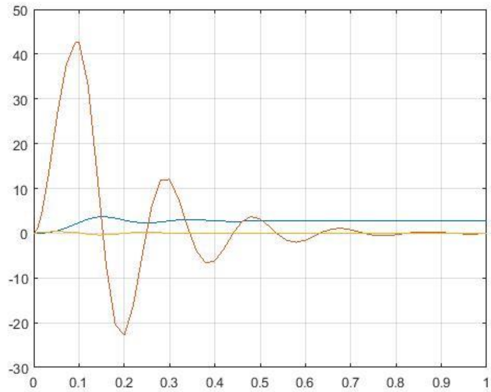


*Comparaison pour le moteur 2*

Pour un essai impulsionnel en boucle ouverte, on obtient les évolutions suivantes, où la courbe en bleu représente la position angulaire du moteur, celle en rouge la vitesse angulaire et la jaune l'intensité électrique.



*Réponse impulsionnelle du moteur 1*

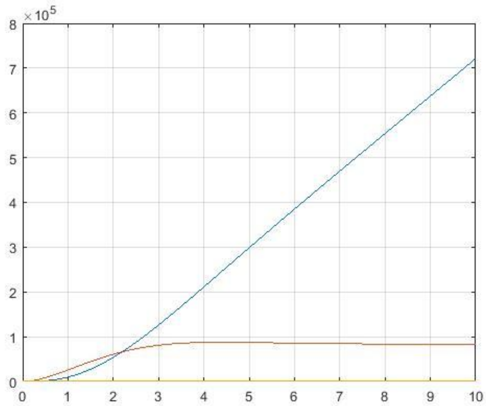


*Réponse impulsionnelle du moteur 2*

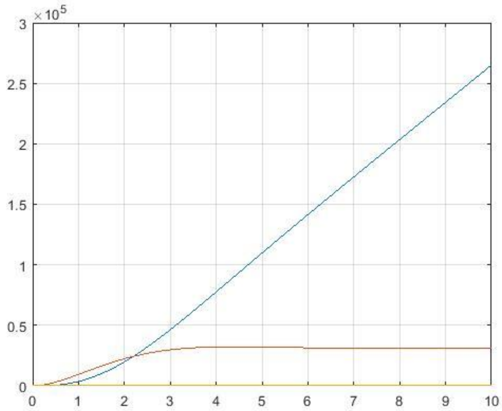
## Retour d'état

Si on souhaite avoir un coefficient d'amortissement de 0,7 avec $\omega_0 = 1$, il faut que les valeurs propres $\lambda$ soient égales à $-0{,}7 \pm 0{,}714i$ . On peut ainsi vérifier que le système est stable, car les parties réelles de ces valeurs propres sont négatives.

Ainsi, on obtient la réponse du moteur suivante :

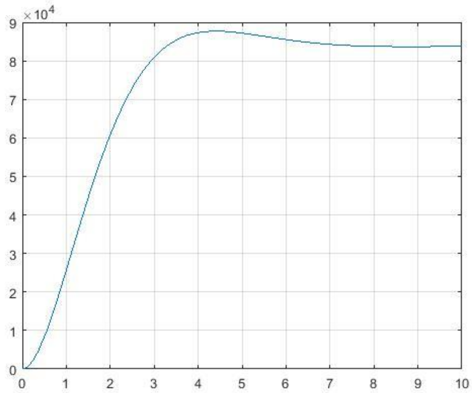


*Réponse indicielle du moteur 1 après retour d'état*

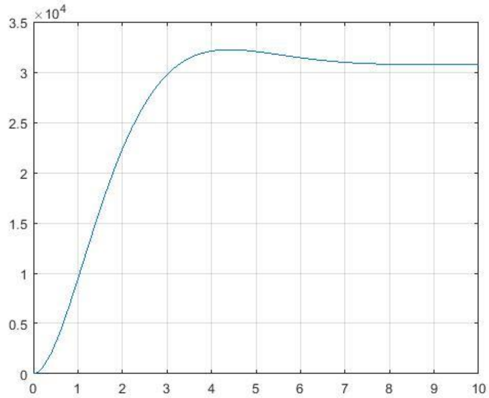


*Réponse indicielle du moteur 2 après retour d'état*

On remarque que les vitesses angulaires se stabilisent, du fait du coefficient d'amortissement $\xi = 0.7$ :



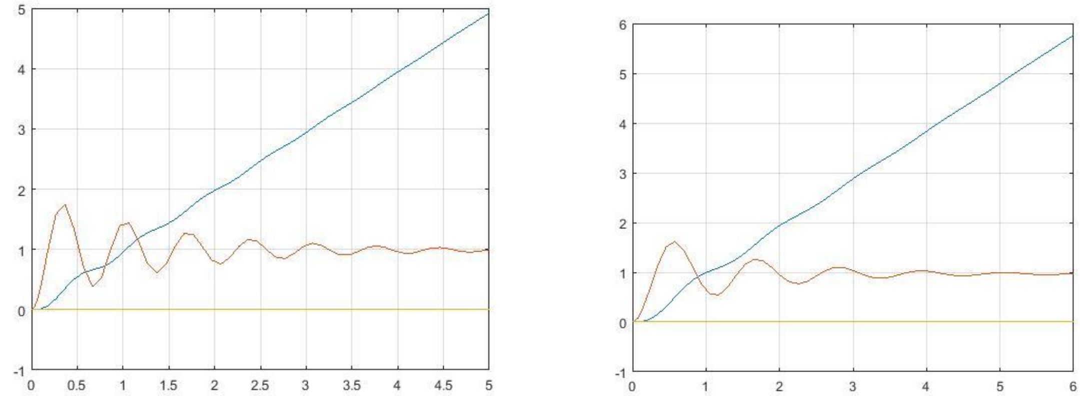
*Evolution de la vitesse angulaire du moteur 1 après un essai indiciel*



*Evolution de la vitesse angulaire du moteur 2 après un essai indiciel*

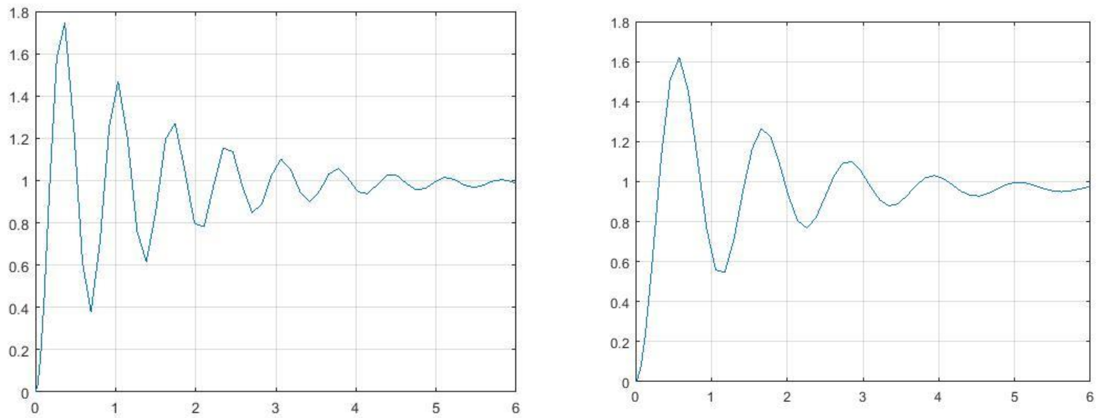
# **Contrôle en vitesse**

En effectuant un contrôle en vitesse du moteur, on obtient l'évolution de la position, de la vitesse et de l'intensité des moteurs suivantes :




*Evolution des variables d'état des moteurs (à gauche : moteur 1 ; à droite : moteur 2)*

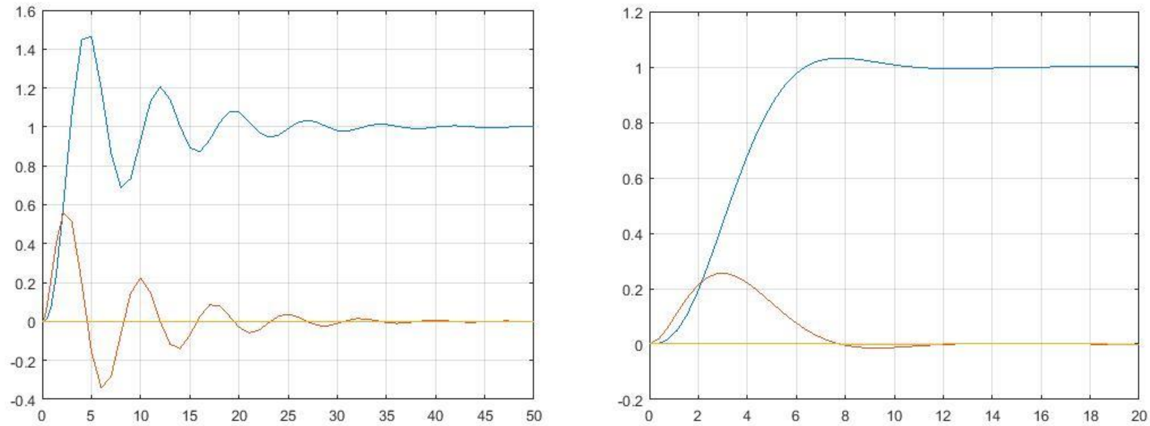
On remarque que la vitesse met plus de temps à se stabiliser, même en profitant du gain offert par le coefficient d'amortissement $\xi = 0.7$ :




*Vitesse angulaire des moteurs en fonction du temps (en secondes)*

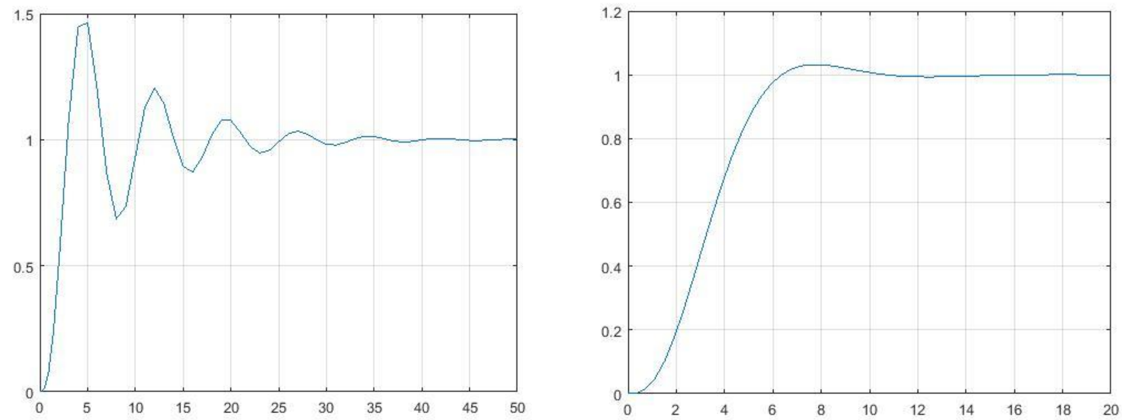
# <u>Contrôle en position</u>

En effectuant un contrôle en position du moteur, on obtient les évolutions de position (en bleu), de vitesse angulaire (en rouge) et d'intensité (en jaune) suivantes :




*Evolution des variables d'état des moteurs (à gauche : moteur 1 ; à droite : moteur 2)*

On remarque que la position tend vers une valeur constante, tandis que la vitesse tend vers 0 : c'est le principe même d'un contrôle en position




*Evolution des positions angulaires des moteurs*