

# Informatique

## **Dérivation – Euler**

*Asservissement MCC*

## Exercice 1: Asservissement MCC

### Contexte

On rappelle les équations du moteur à courant continu :

(1)	$u(t) = e(t) + Ri(t) + L \frac{di(t)}{dt}$	Equations électriques du moteur à courant continu
(2)	$e(t) = k_e \omega(t)$	
(3)	$c_m(t) = k_c i(t)$	
(4)	$c_f(t) = f \omega(t)$	Couple de frottement proportionnel à la vitesse de rotation
(5)	$c_m(t) - c_f(t) - c_r(t) = J \frac{d\omega(t)}{dt}$	Equation issue du principe fondamental de la dynamique



Avec :

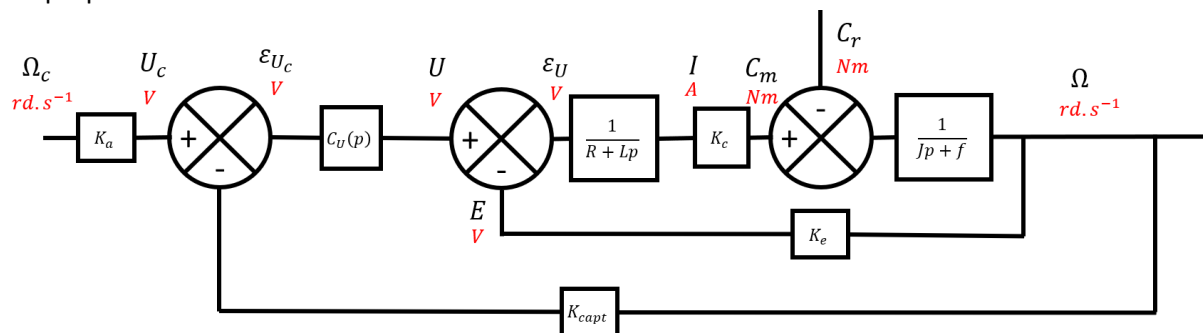
- $u(t)$  : Tension d'entrée aux bornes du moteur (V)
- $e(t)$  : Force contre électromotrice (V)
- $i(t)$  : Intensité (A)
- $\omega(t)$  : Vitesse de rotation du moteur ( $rad.s^{-1}$ )
- $c_m(t)$  : Couple moteur ( $N.m$ )
- $c_f(t)$  : Couple de frottement ( $N.m$ )
- $c_r(t)$  : Couple résistant ( $N.m$ )
- $L$  : Inductance de la bobine (H)
- $f$  : coefficient de frottement visqueux ( $N.m.s.rd^{-1}$ )
- $J$  : Inertie équivalente en rotation de l'arbre moteur ( $Kg.m^2$ )
- $R$  : Résistance électrique du moteur ( $\Omega$ )
- $k_e$  : Constante de force électromotrice ( $V.rad^{-1}.s$ )
- $k_c$  : Constante de couple ( $N.m.A^{-1}$ )

On donne :

$$R = 0,45 \Omega \quad ; \quad L = 0,0046 H \quad ; \quad k_e = 0,169 V.rad^{-1}.s \quad ; \quad k_c = 0,17 N.m.A^{-1}$$

$$f = 0,01 N.m.s.rd^{-1} \quad ; \quad J = 0,01 Kg.m^2 \quad ; \quad c_r = 0 Nm$$

On propose l'asservissement suivant :



$$\omega_c = 1 rds^{-1} \quad ; \quad K_{capt} = 10 V.s.rd^{-1} \quad ; \quad K_a = K_{capt} \quad ; \quad C(p) = K_p + \frac{K_i}{p} \quad \begin{cases} K_p = 0,4 \\ K_i = 7,29 \end{cases}$$

## Questions

Dans la suite, on partira de conditions initiales nulles.

L'utilisation de numpy est interdite.

La fonction de transfert du correcteur  $C(p) = \frac{U(p)}{\varepsilon_{u_c}(p)}$  est issue de la transformée de Laplace d'une équation différentielle liant  $u(t)$  et  $\varepsilon_{u_c}(t)$ .

**Question 1: Traduire la fonction de transfert du correcteur en une équation différentielle temporelle**

**Question 2: Proposer le système de 3 équations différentielles du premier ordre permettant de simuler cet asservissement avec la méthode d'Euler**

On l'écrira sous la forme :

$$\begin{cases} \frac{di(t)}{dt} = \dots \\ \frac{d\omega(t)}{dt} = \dots \\ \frac{du(t)}{dt} = \dots \end{cases}$$

**Question 3: Programmer la résolution Euler explicite des équations pour un échelon de vitesse de 1 rd/s sur 0,2 secondes avec 1000 points (on ne manipulera que des listes et « odeint » ne sera pas utilisé)**

**Question 4: Tracer l'évolution de la vitesse moteur et de son intensité en fonction du temps**

**Question 5: Réaliser la même résolution en utilisant « odeint »**

**Question 6: Réaliser le modèle XCOS de l'asservissement et comparer les résultats obtenus**