

Simulation de Chaîne Correcteur PID - Moteur CC pour la stabilisation des constantes de GA-optimisateur des constantes PID

Timo Demos-Tacos

February 16, 2021

1 Introduction

Après avoir implémenté un algorithme génétique capable de corriger de manière automatique des coefficients PID, on s'intéresse à un autre problème avant de l'utiliser pour faire un asservissement réel : Comment choisir certaines constantes utilisées dans GA, afin d'augmenter la vitesse de convergence et assurer la convergence vers un équilibre maximale? Il y a 2 réponses. Le premier est purement théorique : Il faut formaliser mathématiquement le processus d'évolution décrit dans GA et estimer un coefficient PID. Dans ce cas un estimateur est un individu avec le meilleur score dans la population numéro n . Sachant que la première population est générée de manière aléatoire, un individu est représenté comme une variable aléatoire (Séction 2). Deuxième approche est de simuler la sortie de la chaîne Correcteur PID - Moteur CC pour des systèmes d'ordre différentes et de trouver, de manière empirique les meilleurs constantes possibles (Séction 3).

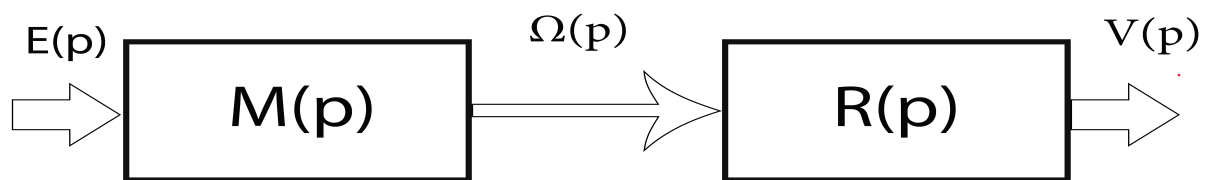
1.1 A subsection

2 Approche théorique

3 Simulation

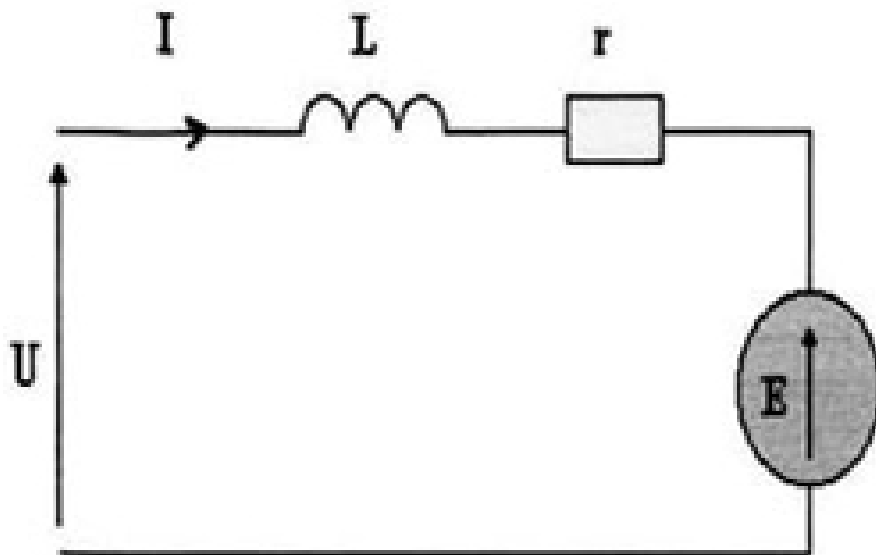
3.1 Fonction de Transfert

Calculons d'abord la fonction de transfert du système qu'on veut asservir en vitesse. Comme système on choisit le robot qui se déplace grâce à un moteur de courant continu. On a, donc un schéma bloc suivant, qui décrit une partie de la chaîne du système :



3.2 Fonction de transfert du moteur à courant continu ($M(p)$)

On peut modéliser le moteur CC par une approche classique. On obtient un modèle équivalent en régime dynamique :



Il est facile de démontrer qu'en appliquant le principe fondamental de la dynamique, il est facile d'obtenir la fonction de transfert :

$$M(p) = \frac{K_0}{1 + (\tau + \tau e)p + \tau^2 e p^2} \quad (1)$$

où $\tau = \frac{RJ}{K^2 + Rf}$, et $\tau e = \frac{L}{R}$, et $K_0 = \frac{K}{K^2 + Rf}$

Pour plus d'informations, voir ici, par exemple

On les ordres de grandeur de moteurs utilisés(nom du moteur) :

$$R = 10\Omega, J = 10^{-3}kg \cdot m^2, f = 0.45, L = 20mH, K = 0.19SI \quad (2)$$

D'où $\tau e = 20 \cdot 10^{-4}$, $\tau = 2.2 \cdot 10^{-3}$, $K_0 = 4.2 \cdot 10^{-2}$

3.3 Fonction de transfert du système mécanique (R(p))

On modélise la courbure du sol par une simple sinusoïde

$$r(t) = A \cdot \sin(\omega_v t) \quad (3)$$

où $\omega_v = \frac{2\pi v}{s_0}$

Comme l'angle d'inclinaison est très petite on a :

$$N = mg, \sin \alpha \approx \tan \alpha \approx \alpha \quad (4)$$

La liaison moteur-roue est un pivot idéal.

La force des frottements fluides(projection en x, en supposant la vitesse faible) :

$$- K_f \cdot v \quad (5)$$

La force motrice :

$$F_m = \frac{J}{r} \cdot \frac{d\omega}{dt} \quad (6)$$

La force des frottements solides (en supposant système à l'équilibre dynamique, se déplaçant depuis longtemps à une vitesse de consigne) :

$$- K_s \sigma mg \quad (7)$$

On a $\sigma = \frac{A\omega_v r \epsilon}{2\langle v \rangle} = \pi \cdot \frac{Av}{s_0 \langle v \rangle} \cdot r \epsilon$

Les ordres de grandeurs et la description des constantes utilisées :

$A = 0.001m$ est une amplitude de la courbure, $m = 5kg$ la masse de robot, l'angle moyen de surface avec l'horizontal, $r = 0.03m$ rayon de la roue, $s_0 = 0.04m$ longueur caractéristique de la courbure, $J = 10^{-3}kg \cdot m^2$ moment d'inertie de la roue, $\epsilon = 0.008m$ l'épaisseur de la roue, $\langle v \rangle = 1 \frac{m}{s}$ la vitesse moyenne, $K_f = 1.7 \cdot 10^{-4}SI$ (loi de Stokes) la constante des frottements fluides, la constante des frottements solides et $K_s = 0.45SI$ la constante de frottements solide par unité de surface.

On obtient une équation différentielle (PFD) :

$$\frac{J}{r} \cdot \frac{d\omega}{dt} - K_f \cdot v - K_s \cdot \frac{A\pi r \epsilon m g}{s_0 < v >} \cdot v = m \cdot \frac{dv}{dt} \quad (8)$$

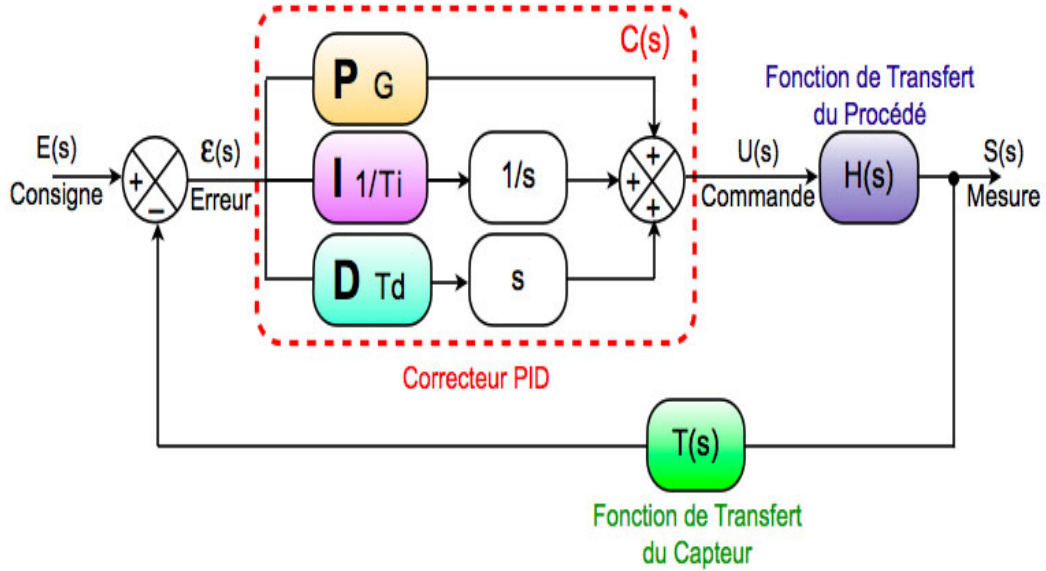
Alors

$$R(p) = \frac{\frac{J}{rK_1}p}{\frac{m}{K_1}p + 1}, K_1 = K_f + K_s \cdot \frac{A\pi r \epsilon m g}{s_0 < v >} \quad (9)$$

On $K_1 \approx 5.86 \cdot 10^{-4} SI$

3.4 Chaîne directe

Rajoutons maintenant un correcteur PID et calculons la fonction de transfert de la chaîne directe. Le schéma bloc général est ci-dessous, avec $T(s) = 1$ et $H(s) = M(s)R(s)$:



Dans notre cas la consigne est constante $v_c(t) = c$, soit dans le domaine de Laplace $V_c(p) = \frac{c}{p}$

3.5 Extraction de sortie temporelle