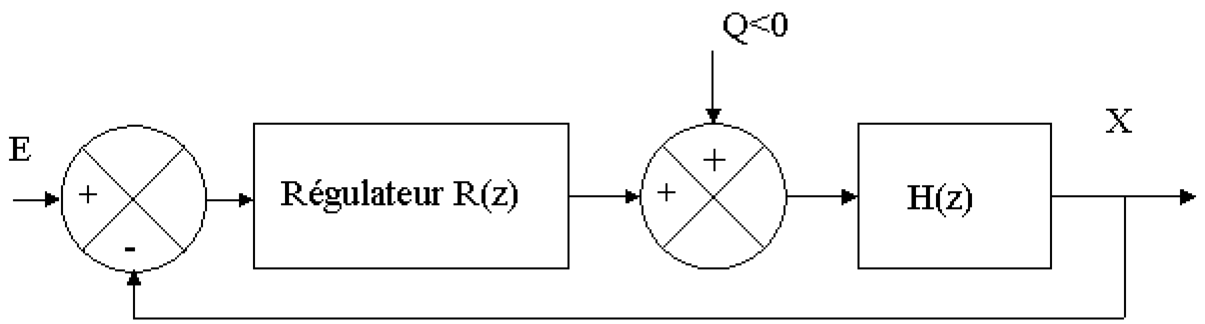
Régulation numérique de température : effet d'une perturbation

Introduction
Régulation Proportionnelle
Régulation Proportionnelle-Intégrale

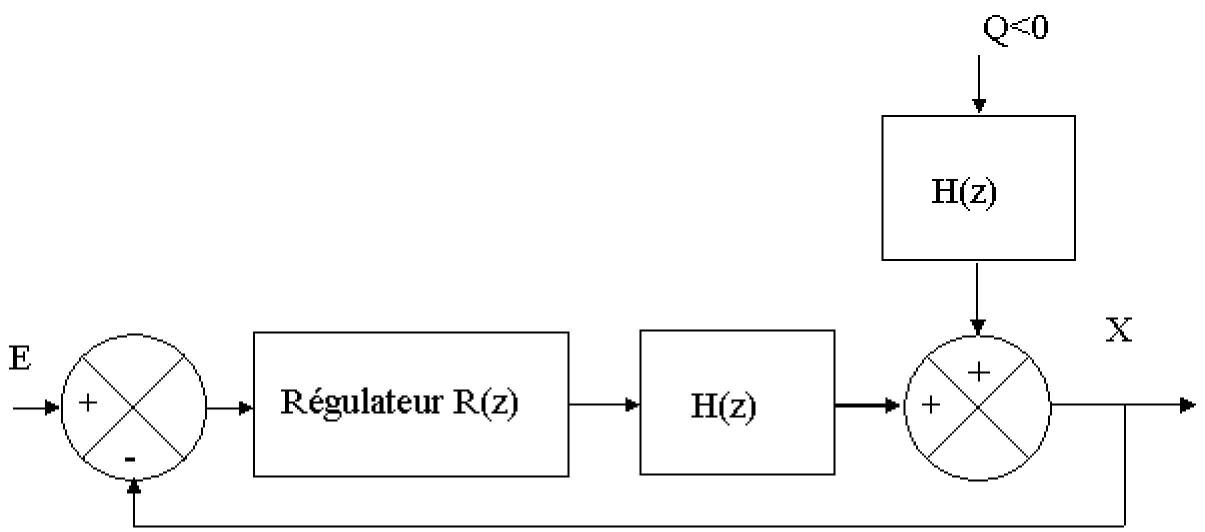
Introduction

La perturbation est définie dans l'animation. La modélisation peut-être la suivante :



Avec : $H(z) = \dfrac{1 - e^{-\frac{T}{\tau}}}{z - e^{-\frac{T}{\tau}}}$

Qu'on peut mettre aussi sous la forme :



En l'absence de consigne (E=0), l'effet de la perturbation Q sur la sortie X :

$$\frac{X}{Q} = \frac{1}{1+A}.H(z)$$ avec : $A = R(z).H(z)$

Régulation Proportionnelle

$$A = G.H(z)$$

$$\Rightarrow \frac{X}{Q} = \frac{z - e^{-\frac{T}{\tau}}}{z - e^{-\frac{T}{\tau}} + G\left(1 - e^{-\frac{T}{\tau}}\right)} \cdot \frac{1 - e^{-\frac{T}{\tau}}}{z - e^{-\frac{T}{\tau}}} = \frac{1 - e^{-\frac{T}{\tau}}}{z - e^{-\frac{T}{\tau}} + G\left(1 - e^{-\frac{T}{\tau}}\right)}$$

Cette fonction possède un pôle réel : $z_P = e^{-\frac{T}{\tau}} + G\left(e^{-\frac{T}{\tau}} - 1\right)$

Ce pôle est nul pour : G=4,55

La période d'échantillonnage étant choisie : $T = 0,2\tau$

La fonction de transfert en boucle fermée se réduit à : $\frac{X}{Q} = 0,18z^{-1}$

La perturbation n'apparaissant que pendant une seule période, l'effet sur la sortie X est le suivant. On suppose ici Q unitaire, et on observe les échantillons successifs de X :

Q_k	Q_{k-1}	X_k	commentaires
0	0	0	Conditions initiales
-1	0	0	Apparition de la perturbation Q
0	-1	-0,18	Effet de Q sur la sortie X
0	0	0	Elimination de l'effet de Q

L'effet de la perturbation est éliminé complètement grâce à la régulation proportionnelle car la perturbation est de type impulsionnelle.

Régulation Proportionnelle-Intégrale

$$A = G\frac{z - e^{-\frac{T}{\tau}}}{z-1}.H(z)$$

$$\Rightarrow \frac{X}{Q}(E=0) = \frac{z-1}{z - 1 + G\left(1 - e^{-\frac{T}{\tau}}\right)} \cdot \frac{1 - e^{-\frac{T}{\tau}}}{z - e^{-\frac{T}{\tau}}}$$

Comment va réagir la boucle à la perturbation lorsque la valeur du gain G=5,52 (réponse pile de la boucle fermée). On conserve : T=0,2τ

Dans ces conditions :

$$\frac{X}{Q} = \frac{z-1}{z}.\frac{0{,}18}{z-0{,}82} = \frac{018z^{-1} - 0{,}18z^{-2}}{1-0{,}82z^{-1}}$$

Ainsi : $X_k = 0{,}82.X_{k-1} + 0{,}18Q_{k-1} - 0{,}18Q_{k-2}$

Les échantillons successifs sont les suivants :

<table>
<tr><th>Q_k</th><th>Q_{k-1}</th><th>Q_{k-2}</th><th>X_{k-1}</th><th>X_k</th><th>Commentaires</th></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>Conditions initiales</td></tr>
<tr><td>-1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>Apparition de la perturbation Q</td></tr>
<tr><td>0</td><td>-1</td><td>0</td><td>0</td><td>-0,18</td><td>Effet de Q sur la sortie X</td></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>-1</td><td>-0,18</td><td>+0,032</td><td>Dépassement par rapport au régime initial</td></tr>
<tr><td colspan="6">Pour les échantillons suivants, la commande va diminuer, mais le modèle du processus n'est défini que pour la montée en température. X va donc diminuer, mais probablement assez lentement si le four est bien isolé.</td></tr>
</table>