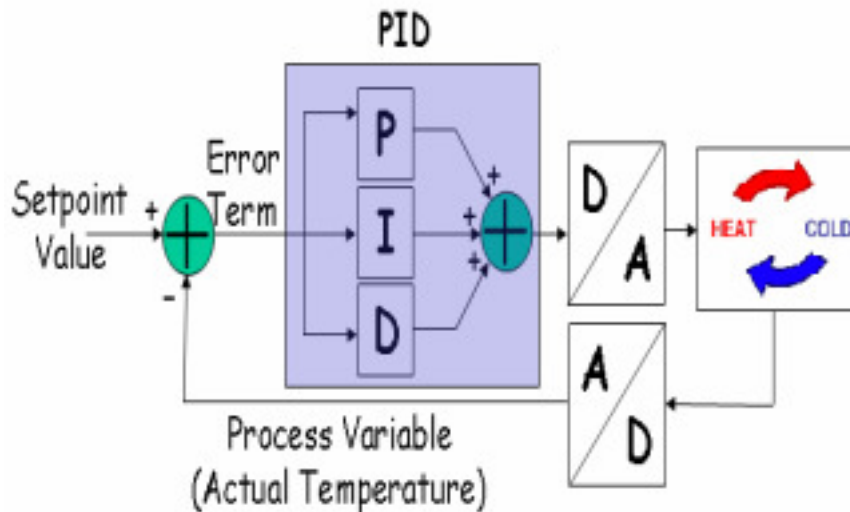


Un enfocament simple i analític per al sintonitzat robust de controladors PID

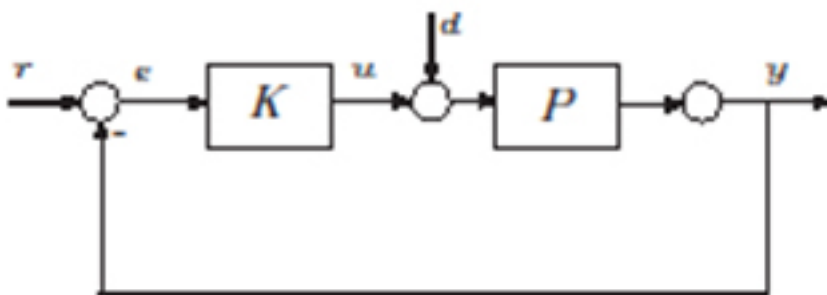
04/2010 - **Telecomunicacions, Electrònica i Informàtica.**

Un sistema de control realimentat negativament permet mantenir la sortida d'un procés a prop del valor desitjat encara que n'hi hagi perturbacions. L'estratègia més comuna és obtenir primer un model matemàtic pel procés a controlar i, en base a aquest model, sintonitzar l'algorisme de control. En contraposició a molts mètodes de caire empíric, aquest article proposa una manera analítica de sintonitzar un controlador de tipus PID en base a un model de primer ordre més temps mort. L'objectiu és l'obtenció de respostes suaus.



La retroalimentació negativa és un mecanisme de control mitjançant el qual un sistema respon per compensar les desviacions respecte d'un estat desitjable que es vol mantenir. A l'exemple del termòstat, el sistema reacciona refredant l'ambient quan se supera la temperatura desitjada; per contra, si la temperatura no és prou alta, el sistema reacciona escalfant l'ambient. A la indústria de processos, el controlador comercial més àmpliament utilitzat és el controlador de tipus PID.

Un sistema de control realimentat negativament es compon de dos components bàsics: el procés físic (o planta) P i el controlador K. El procés té una entrada, anomenada variable de control i denotada per u. La sortida del procés es denota per y, i és la variable controlada. La lectura d'aquesta variable normalment prové d'algun sensor.



L'objectiu del sistema és mantenir la sortida del procés a prop d'un cert valor desitjat o de referència, denotat per r. Per tant, el que interessa és mantenir petit l'error $e = r - y$ al llarg del temps tot i que es puguin produir perturbacions en el sistema, denotades per d. El controlador K té una entrada, l'error e, i una sortida, el senyal de control u. La idea de la realimentació (feedback en anglès), tot i la seva senzillesa, és extremadament útil. Un exemple senzill ve donat per un termòstat: quan la temperatura en una cambra arriba a un cert llindar superior ($r + e$), el termòstat es desactiva perquè la temperatura comenci a baixar. Quan la temperatura baixa fins a un cert llindar inferior ($r - e$), el termòstat es torna a engegar. D'aquesta manera, una certa temperatura promig (r) es va mantenint. Podem expressar aquesta estratègia de control matemàticament:

$$u(t) = \begin{cases} u_{\max} & \text{si } e(t) > \varepsilon \\ 0 & \text{si } e(t) < -\varepsilon \end{cases}$$

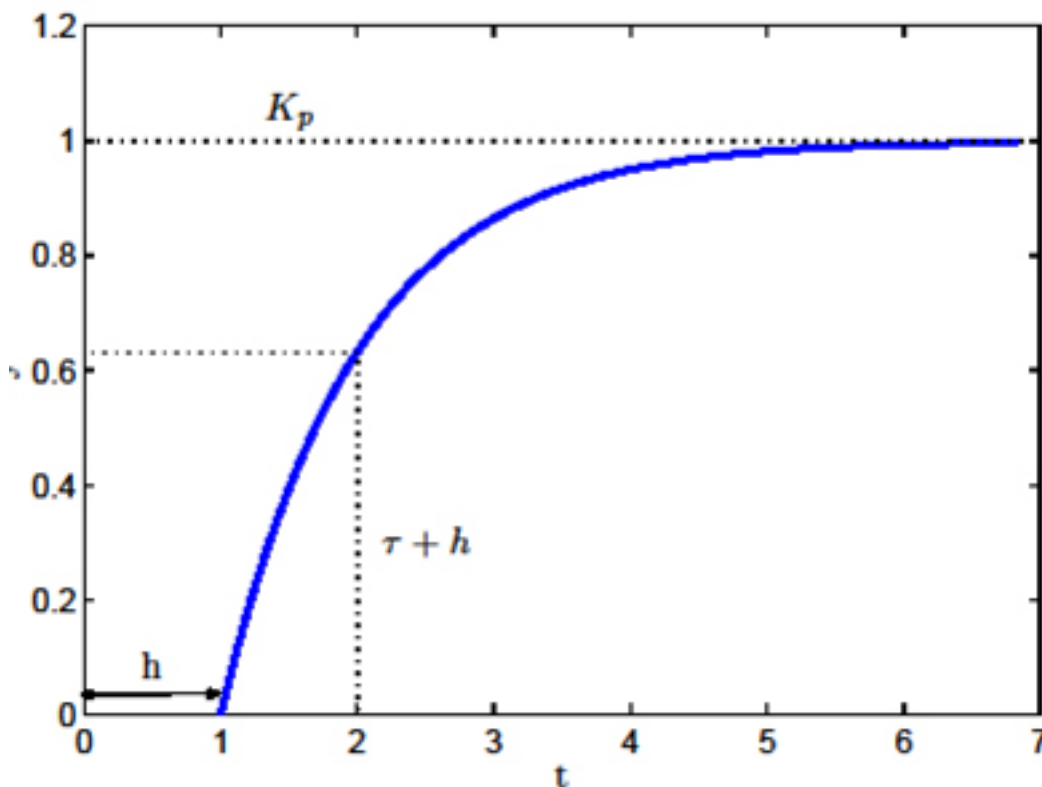
a on u_{max} representa l'acció de control que es fa servir quan el termòstat està actiu. La raó per la qual la realimentació negativa és tan interessant és perquè permet mantenir la sortida del procés aprop del valor desitjat encara que n'hi hagi perturbacions (pensem que algú obrís una finestra a l'habitació a on tenim el termòstat) o canvis en el procés a controlar. A nivell industrial, l'algorisme de control més emprat té la forma:

$$u(t) = K \left(e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(\tau) d\tau + T_d \frac{de(t)}{dt} \right)$$

i d'aquí el seu nom: Proporcional-Integral-Derivatiu (PID). El procediment de trobar el valor dels paràmetres K , T_i , T_d s'anomena sintonitzat. Tot i que existeixen moltes regles de sintonia per controladors PID, cada any n'apareixen de noves. En part això és degut a l'ús tan extès d'aquest tipus de controladors a la indústria, a on els beneficis de millorar les sintonies poden ser considerables. L'estratègia més comú és obtenir primer un model matemàtic pel procés a controlar i, en base a aquest model, sintonitzar el PID. És sempre convenient considerar el model més senzill possible. En aquesta línia, un model de tres paràmetres molt senzill pel procés P és l'anomenat de Primer Ordre amb Temps Mort. La resposta d'aquest model davant un esglaó unitari, definit com

$$u(t) = \begin{cases} 0 & \text{si } t < 0 \\ 1 & \text{si } t \geq 0 \end{cases}$$

es mostra a la figura de sota



a on K_p , t , h , són, respectivament, el guany, la constant de temps i el temps mort (o retard) del procés. La constant de temps és el temps que triga el sistema en assolir el 63.2% del seu valor final (K_p vegades la magnitud de l'esglaó a l'entrada, en aquest cas 1) a partir de què el retard (h) ha transcorregut. A la figura, $K_p = t = h = 1$. Si supossem que la distribució de la temperatura a l'habitació del termòstat és prou homogènia, la gràfica de dalt podria agafar-se com un model de paràmetres concentrats per l'evolució de la temperatura davant d'un increment esglaonat en l'energia entregada pel forniment de calor.

En contraposició a molts mètodes de caire empíric, aquest article proposa una manera analítica de sintonitzar un controlador de tipus PID en base a un model de Primer Ordre més Temps Mort. L'objectiu és l'obtenció de respostes suaus: volem que la sortida del sistema segueixi la referència el més ràpid possible evitant sobrepics (es produeix sobrepic quan y supera el valor

de referència r). La suavitat també fa referència a què l'acció de control no canviï de manera excessivament brusca, evitant fer malbé els sistemes d'actuació.

Salvador Alcántara

Departament de Telecomunicació i Enginyeria de Sistemes

"Simple Analytical min-max Model Matching Approach to Robust Proportional-Integrative-Derivative Tuning with Smooth Set-Point Response". Alcántara, S; Pedret, C; Vilanova, R; Zhang, WD. INDUSTRIAL & ENGINEERING CHEMISTRY RESEARCH, 49 (2): 690-700 JAN 20 2010.