

Ziegler-Nichols Control Tuning Method

Caio Simão Villela - RA 168342

Hebert Wandick - RA

Introdução

O método Ziegler-Nichols é uma ferramenta heurística para ajuste dos ganhos de um controlador P, PI ou PID. Ele foi desenvolvido em 1942 por J.G. Ziegler e N.B. Nichols, ambos americanos e engenheiros de controle.

O método foi escolhido pelo grupo após extensa pesquisa na internet, onde ele se provou ser comumente usado para aplicações em controle de temperatura em sistemas embarcados. O método Cohen-Coon, também fornecido nos slides, poderia ser utilizado para a nossa aplicação. De acordo com um dos sites fonte:

The well-known Ziegler-Nichols tuning rules work well only on processes with very long time constants relative to their dead times, and on level control loops. However, its performance is not good on flow, liquid pressure, and many other loops that require fast adjustment. In contrast, the Cohen-Coon tuning rules work well on virtually all self-regulating processes and were designed to give a very fast response.

A nossa aplicação, em teoria, necessita de ajustes rápidos de performance. No entanto, como nosso sistema embarcado é, por si só, lento em adquirir dados dos sensores e produzir um ajuste concreto pelo controlador (*tempo definido em 100ms*), o método Ziegler-Nichols há de funcionar suficientemente bem. Ademais, sobre o método Cohen-Coon:

The method's original design resulted in loops with too much oscillatory response and consequently fell into disuse.

Tal comprovação foi averiguada por meio de um paper intitulado **Comparison of Ziegler-Nichols, Cohen-Coon and Fuzzy Logic Controllers for Heat Exchanger Model**, cujo arquivo fonte está abaixo na bibliografia.

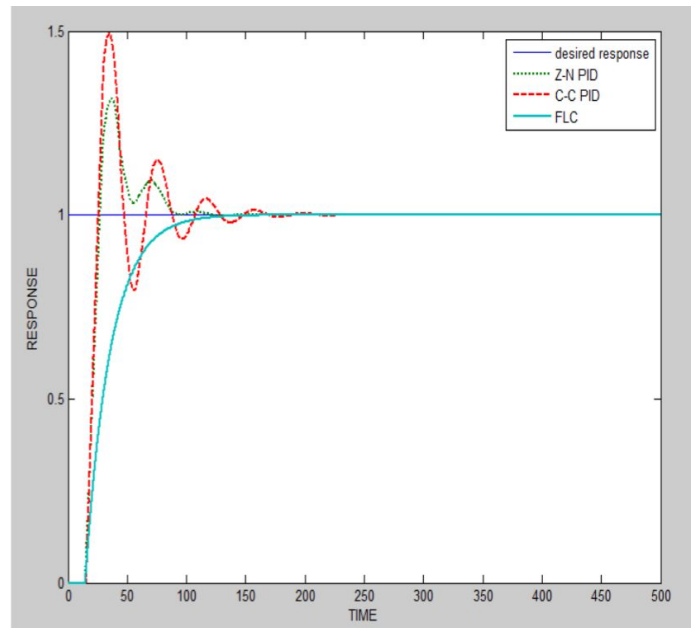


Fig- Comparison of Z-N, C-C and Fuzzy logic controller.

Fig. 1 - Comparando controladores Fuzzy, Ziegler-Nichols e Cohen-Coon

O controle fuzzy é, com certeza, o mais eficiente dos 3. No entanto, como sua aplicação se provou inviável pelo conhecimento e ferramentas a nosso dispor, optou-se a utilização do método **Ziegler-Nichols**.

Implementação

O processo de ajuste é iniciado zerando-se os ganhos K_i e K_d , e aumentando-se gradativamente o ganho K_p , até que a saída do sistema esteja oscilando de forma consistente (mesma amplitude, período definido). Deriva-se daí dois parâmetros importantes, K_u e T_u , o ganho de oscilação e o período da oscilação.

Os valores de K_i , K_p e K_d são então calculados a partir da seguinte tabela:

	K_P	T_I	T_D
P-only control	$K_U/2$		
PI control	$K_U/2.2$	$P_u/1.2$	
PID control	$K_U/1.7$	$P_u/2$	$P_u/8$

A tabela acima retorna valores de T_I e T_D , em vez dos ganhos em si. Esses valores são as constantes de tempo utilizadas para o cálculo dos ganhos integral e derivativo. Segue o cálculo dos ganhos a partir desses valores:

- $K_i = K_p * (T / T_i)$
- $K_d = K_p * (T_d / T)$

A variável T é o tempo discreto do nosso sistema (o tempo que se passa para chamarmos uma iteração PID), no nosso caso, 0.1 s.

<https://www.allaboutcircuits.com/projects/embedded-pid-temperature-control-part-6-zieglernichols-tuning/>

<https://newton.ex.ac.uk/teaching/CDHW/Feedback/Setup-PID.html>

<http://ijsetr.org/wp-content/uploads/2015/06/IJSETR-VOL-4-ISSUE-6-1917-1920.pdf>