



Universidade Federal do Pará
Curso de Engenharia Elétrica e da Computação

Laboratório de Sistema de Controle - Experiência 2
Identificação de Sistemas de Primeira e Segunda Ordem

2.1 Objetivo

Ao processo de obtenção dos parâmetros de um sistema, a partir dos sinais temporais de entrada e saída, se denomina identificação.

O objetivo desta aula é apresentar algumas técnicas de identificação para sistemas de primeira e segunda ordem.

Na identificação direta, os sinais de entrada e de saída do próprio sistema a ser identificado são usados para determinação de seus parâmetros.

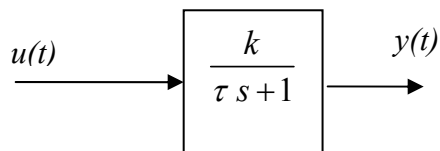
Quando se realimenta o sistema a ser identificado por um ganho constante e se identifica o sistema realimentado, podem-se ainda obter indiretamente os parâmetros do sistema a ser identificado, através de uma transformação matemática adequada.

2.2 Identificação Direta

Neste tipo de identificação, o sinal de entrada $u(t)$ mais utilizado é um degrau de amplitude U .

a) Identificação de um sistema de primeira ordem

O modelo de um sistema de primeira ordem na forma padrão é:



Onde $y(t)$ é a saída, k é o ganho estático e τ é a constante de tempo do sistema.

Os parâmetros k e τ podem ser obtidos através da resposta em regime $y(\infty)$, da amplitude da entrada U e do tempo de resposta a 5%, $t_{r5\%}$:

$$k = \frac{y(\infty)}{U} \quad \text{e} \quad \tau = \frac{t_{r5\%}}{3}$$

O tempo de resposta a 5%, é o tempo necessário para o sinal de saída atingir e permanecer dentro de uma faixa de 5% do seu valor em regime (atingir 95% do valor final). Para um sistema de primeira ordem: $y(t_{r5\%}) = 0.95y(\infty)$

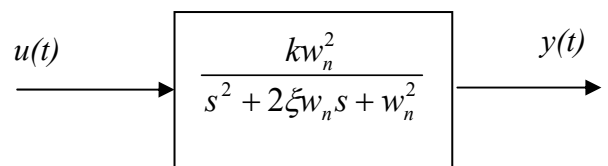
EXPERIMENTO 1

Simule o sistema S_1 , em malha aberta, usando como entrada o degrau de amplitude 2.

Meça $y(\infty)$, e $t_{r5\%}$, e obtenha então os parâmetros k e τ do processo.

b) Identificação de um sistema de segunda ordem

O modelo padrão de um sistema de segunda ordem é:



Onde ξ é o coeficiente de amortecimento e w_n é a frequência natural do sistema.

Os parâmetros k , ξ e w_n podem ser obtidos através de $y(\infty)$, de U , do máximo sobre sinal M_p e do tempo de pico t_p .

$$k = \frac{y(\infty)}{U}, \quad t_p = \frac{\pi}{w_d} \text{ com } w_d = w_n \sqrt{1 - \xi^2} \text{ e } M_p = e^{-\xi\pi / \sqrt{1 - \xi^2}}$$

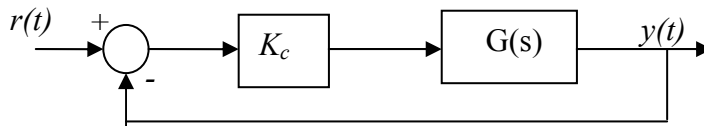
EXPERIMENTO 2

Simule em malha aberta, usando como entrada o degrau de amplitude 1, o sistema a ser identificado S_2 .

Meça $y(\infty)$, t_p e M_p e obtenha então os parâmetros do sistema.

2.3 Identificação Indireta

Seja $G(s)$ o sistema a ser identificado. Este tipo de identificação é feito em dois passos. Primeiramente realimentamos $G(s)$ com um ganho K_c .



Onde $r(t)$ é o sinal de referência. Usando para referência um degrau de amplitude R , medimos $y(t)$ e identificamos o sistema realimentado: $M(s) = \frac{k_c G(s)}{1 + K_c G(s)}$

A função de transferência desejada é obtida da equação acima: $G(s) = \frac{1}{k_c} \frac{M(s)}{1 - M(s)}$

a) Identificação de um sistema de primeira ordem

Se $G(s)$ for de primeira ordem, $M(s)$ também o será, tendo a forma: $M(s) = \frac{k}{\tau s + 1}$

EXPERIMENTO 3

- Simule em malha aberta, usando como entrada o degrau de amplitude 1, o sistema a ser identificado S_3 e observe que sua resposta é lenta.
- Realmente com um ganho $K_c = 4.5$ e usando como referência o degrau unitário, identifique o sistema realimentado $M(s)$.
- Determine $G(s)$ conforme indicado.

b) Identificação de um sistema de segunda ordem

Se $G(s)$ for de segunda ordem, $M(s)$ também o será, tendo a forma: $M(s) = \frac{k w_n^2}{s^2 + 2\xi w_n s + w_n^2}$

EXPERIMENTO 4:

- Simule em malha aberta, usando como entrada o degrau de amplitude 1, o sistema S_4 a ser identificado. Observe que não há sobressinal;
- Realmente com um ganho $K_c=1$, e usando como referência o degrau unitário, identifique o sistema realimentado $M(s)$;
- Determine $G(s)$ conforme indicado.