



TE055

Propriedades básicas dos sistemas
realimentados

Prof^a Juliana L. M. lamamura

Propriedades básicas dos sistemas realimentados

- Rastreamento
- Rejeição de perturbações
- Sensibilidade ao ruído
- Sensibilidade paramétrica
- Erro em regime permanente
- Tipos de sistemas

Rastreamento

- Capacidade do sistema de controle de seguir uma referência.

$$Y(s) \approx R(s)$$

Rastreamento

- Capacidade do sistema de controle de seguir uma referência.

$$Y(s) \approx R(s)$$

- O erro entre a referência e a saída do sistema deve ser pequeno.

$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{DG}{1+DG} \rightarrow 1$$

$$DG \gg 1$$

Rejeição de perturbações

- Deseja-se minimizar a função de sensibilidade à perturbação:

$$\frac{Y(s)}{W(s)} = \frac{G}{1+DG} \rightarrow 0$$

Rejeição de perturbações

- Deseja-se minimizar a função de sensibilidade à perturbação:

$$\frac{Y(s)}{W(s)} = \frac{G}{1+DG} \rightarrow 0$$

$$|1+DG| \text{ elevado} \Rightarrow DG \text{ elevado} \Rightarrow \frac{Y(s)}{W(s)} \approx \frac{1}{D}$$

Rejeição de perturbações

- Deseja-se minimizar a função de sensibilidade à perturbação:

$$\frac{Y(s)}{W(s)} = \frac{G}{1+DG} \rightarrow 0$$

$$|1+DG| \text{ elevado} \Rightarrow DG \text{ elevado} \Rightarrow \frac{Y(s)}{W(s)} \approx \frac{1}{D}$$

- *Bom rastreamento \rightarrow boa rejeição a perturbações*

Sensibilidade ao ruído

- Observa-se que o ruído afetará pouco a saída do sistema se a função de sensibilidade ao ruído for minimizada:

$$\frac{Y(s)}{V(s)} = \frac{-DG}{1+DG} \rightarrow 0$$

- Para isso, $|DG|$ deve ser baixo.
- Porém, vimos anteriormente que é desejável que $|DG|$ tenha um valor elevado.

Sensibilidade ao ruído

- Normalmente o ruído tem componentes importantes em altas frequências.
- Logo, pode-se utilizar uma função DG com amplitudes elevadas em baixas frequências, e baixas amplitudes em altas frequências.

$$\frac{Y(s)}{V(s)} = \frac{-DG}{1+DG} \rightarrow 0$$

Sensibilidade paramétrica

- Os parâmetros do sistemas podem sofrer alterações devido ao desgaste, mudanças nas condições de operação (pressão, temperatura, sobretensões...).
- Na realidade os parâmetros não correspondem exatamente aos do modelo.

Sensibilidade paramétrica

- Pode-se calcular a sensibilidade do ganho T em relação ao parâmetro P , em regime permanente, da seguinte forma:

$$S_P^T = \frac{P}{T} \frac{dT}{dP}$$

Erro em regime permanente

- Sinal do erro:

$$E(s) = R(s) - Y(s)$$

- Erro em regime permanente:

$$e_{rp} = \lim_{t \rightarrow \infty} (r(t) - y(t))$$

$$e_{rp} = \lim_{s \rightarrow 0} sE(s)$$

Erro em regime permanente

- Referência:

$$r(t) = \frac{t^k}{k!}$$

$$R(s) = \frac{1}{s^{k+1}}$$

$$k = 0, 1, 2, \dots$$

k (grau)	Entrada:
0	degrau
1	rampa
2	parábola

Erro em regime permanente

- Sistemas estáveis podem ser classificados por tipos em relação às entradas de referência e/ou perturbação.

Erro em regime permanente

- Sistemas do tipo 0, 1, 2 geram um erro constante para polinômios de entrada de graus 0, 1, 2, respectivamente.
 - Tipo 0 $\rightarrow r(t) = \text{degrau unitário}$
 - Tipo 1 $\rightarrow r(t) = \text{rampa unitária}$
 - Tipo 2 $\rightarrow r(t) = \text{parábola unitária}$

Erro em regime permanente para sistemas com realimentação unitária

Entrada	$r(t)$	$R(s)$	e_{rp} p/ sistema tipo 0	e_{rp} p/ sistema tipo 1	e_{rp} p/ sistema tipo 2
Degrau	1	$\frac{1}{s}$	$\frac{1}{1 + K_p}$	0	0
Rampa	t	$\frac{1}{s^2}$	∞	$\frac{1}{K_v}$	0
Parábola	$\frac{t^2}{2}$	$\frac{1}{s^3}$	∞	∞	$\frac{1}{K_a}$