UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

TE055

Propriedades básicas dos sistemas realimentados

Profª Juliana L. M. Iamamura

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.

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

$$DG >> 1$$

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:

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

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

Rejeição de perturbações

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

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

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

- *Bom rastreamento → 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 da função de transferência T em relação ao parâmetro P, em regime permanente, da seguinte forma:

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

Erro em regime permanente

- Sinal do erro:

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

- Erro em regime permanente:

$$e_{rp} = \lim_{t \to \infty} \left(r(t) - y(t) \right)$$

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

Erro em regime permanente

- Referência:

$$r(t) = \frac{t^k}{k!} \qquad R(s) = \frac{1}{s^{k+1}} \qquad k = 0,1,2\ldots$$

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 → r(t) = degrau unitário
  - Tipo 1 → r(t) = rampa unitária
  - Tipo 2 → r(t) = 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	$\frac{t^2}{2}$	$\frac{1}{s^3}$	∞	∞	$\frac{1}{K_a}$