Exercise Resumed approach

$$FTMA \rightarrow FTMF \rightarrow \underbrace{D_{(s)}\big|_{FTMF} = 0}_{\text{Routh Hurwitz / estabilidade}} \Rightarrow 1 + \boxed{FTLG} = 0$$

$FTLG \rightarrow$ LGR $\rightarrow$ Diagrama Bode $\rightarrow$ $MF|_K$; $MG|_K$

$FTLG \rightarrow e_{ss}$

Special case : realimentação unitária

$$\Rightarrow \boxed{FTMA = FTLG}$$

$$\Rightarrow \frac{N_{(s)}\big|_{FTMA}}{D_{(s)}\big|_{FTMA}} \Rightarrow \underbrace{D_{(s)}\big|_{FTMF}}_{\text{estabilidade}} = D_{(s)}\big|_{FTMA} + N_{(s)}\big|_{FTMA}$$

—— // ——

$$MG_{dB} = 20 \operatorname{Log} MG$$

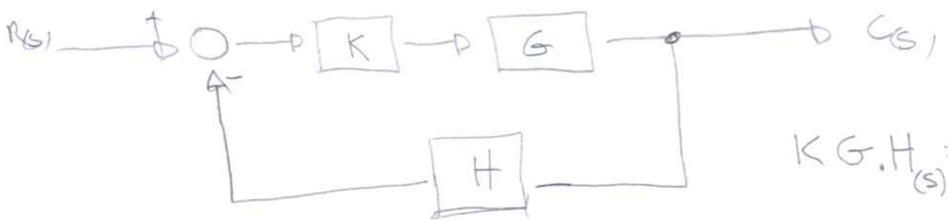
$$MG = \frac{1}{|GH(j\omega)|}\Bigg|_{\omega_\pi}$$

$$\omega_\pi \Rightarrow \operatorname{Arg}[\,GH(j\omega)\,] = -\pi$$

$$MF = 180^\circ + \operatorname{Arg}[\,GH(j\omega)\,]\big|_{\omega 1}$$

$$\omega 1 \Rightarrow |GH(j\omega)| = 1$$

—— // ——



$$KG.H_{(s)} = FTLG = \frac{N_{(s)FTLG}}{D_{(s)FTLG}}$$

$\rightarrow$ Bode
$\rightarrow$ LGR
$\rightarrow$ e_{ss}

$\Downarrow$

Routh Hurwitz $\leftarrow$ $D_{(s)}\big|_{FTMF} = D_{(s)}\big|_{FTLG} + N_{(s)}\big|_{FTLG}$

tesis tipos de Exercicios

1º Algebra dos Diagrama de Blocos.

- Diagrama de Blocos

↓

Funcao de transferencia

$$\frac{Y(s)}{R(s)} = G(s)$$

2º Modelacao de sistemas

- 1º Modelo representativo problema (Mecanico)

↓

equações representativa do modo (temporal)

ex: $\Sigma F_R = m a_t$

ex: $\Sigma T = J \alpha_{(t)}$

↓

Laplace equações.

↓

Funcao de transferencia $G(s)$

- 2º
  - Escrever equacoes
  - transformada
  - Dominio em Diagrama
  - Montar Diagrama
  - Funcões de transferencia $G(s) = \frac{Y(s)}{R_s}$

tesis tipos de Exercícios

3º Análise de sistemas no Domínio dos tempos.

— Diagrama

↓

(DC Gain) K ← Função transferência 1º grau $G(s) = \frac{Y(s)}{R(s)}$

$K = \lim_{s \to 0} G(s)$

↓

Resposta ao sinal
- $\frac{1}{s} \cdot G(s)$
- $\frac{1}{s^2} \cdot G(s)$
- $\frac{1}{s^3} \cdot G(s)$

↓

equações parciais $\tau = \xi \omega_n$

↓

$\mathcal{L}^{-1}$

↓

resposta Domínio dos tempos equação.

↓ τ ↓ $t_s = 4 \cdot \tau$

↓ t_p ↓ $y(\infty)$

↓ $t_r = t_{90\%} - t_{10\%}$ 10% → 90%

equação canónica

$$y(t) = K\left(1 - e^{-\frac{1}{\tau} t}\right)$$

testes tipo de
Exercícios

3º Análise de sistemas no domínio dos tempos

- Gráfico 1ª ordem

$\rightarrow Y(\infty) = K$

$\rightarrow \tau$

$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{K}{s+a} \qquad \tau = \frac{1}{a}$$

↓

$$K \rightarrow Y(\infty) = \lim_{t \to \infty} y(t) = \lim_{s \to 0} G(s)$$

- 2ª ordem

$G(s) \rightarrow \xi ; \omega_n ;$ tipo $- \xi > 1$

$- \xi = 1$

$- 0 < \xi < 1$

↓

Polos, zeros

↓

Resposta sinal $\frac{1}{s} ; \frac{1}{s^2} ; \frac{1}{s^3}$

↓

equações Parciais

↓

$\mathcal{L}^{-1} \rightarrow$ equações resposta temporal.

- 2ª ordem

Gráfico $\rightarrow t_p$

$\rightarrow Y(t_p)$

$\rightarrow Y(\infty)$ } $M_p \rightarrow \xi$ → ω_n

$\rightarrow K$

testes tipo de exercicios

3º Analise de sistemas no dominio dos tempos

- 2ª ordem

G(s) M_p t_s

formula canonica

$$\frac{K\ \omega_n^2}{s^2+2\xi\omega_n s+\omega_n^2} = G(s) \Big|_{K=1}$$

$M_p \rightarrow \xi$ — $\omega_n \leftarrow t_s$

ξ ↳ tipo ↳ polos

↓

G(s) com valores

- M_p t_p

$M_p \rightarrow \xi$ — $\omega_n \leftarrow t_p$

ξ ↳ tipo ↳ polos

} G(s) com valores

- t_s t_p

$t_s, t_p \rightarrow \xi ; \omega_n$

↳ tipo ↳ polos

} G(s) com valores

- G(s) com valores

↓

$\xi ; \omega_n$

$\xi, \omega_n \rightarrow \omega_d \rightarrow t_r$

tipo ← ξ

Polos ← ξ

M_p ← ξ

$\xi, \omega_n \rightarrow t_p$

$\xi, \omega_n \rightarrow t_s$

3º Analise de sistemas no dominio dos tempos

2ª ordem.

— Polos → $-\xi\omega_n$ → t_p

$-\xi\omega_n$ → ω_d → t_r

↳ ω_n → ω_d

ξ → tipo

→ M_p

t_s

— Modelo 2º ordem

↓

equação canonica

↳ $\begin{cases} 2\xi\omega_n \to K \\ \omega_n \end{cases}$

ξ → tipo.

M_p → ξ

— 2ª ordem tipo 0 sistema v nume polos igual a ϕ

" 1 " "

" 2 " "

↳ e_{ss}

continuar

apartir daqui

types of excercises. NB!!

FTMA

if $b = 0 \Rightarrow \lim_{s \to \emptyset} FTMA = K_p$

if $b = 1 \Rightarrow \lim_{s \to \emptyset} FTMA \cdot s = K_v$

if $b = 2 \Rightarrow \lim_{s \to \emptyset} s^2 \times FTMA = K_a$

$\downarrow$

e_{ss}

FTMF

sobre elongacção $\leftrightarrow M_p$

ξ, ω_n

forma canónica.

— // —

Graph $\to x(\infty)$, $\to t_p$, $\to x(t_p)$

$M_p \to \xi$,

ω_n

— // —

LGR

Bode

Nyquist

R(s)

$G(s) \to GH(s) \to e_{ss}$

$\downarrow$

$D(s) = N_{GH(s)} + D_{GH(s)}$

$\downarrow$

estabilidade

FTMA $\to$ FTMF $\to$ D(s) $\to$ Routh-Hurwitz.

$\downarrow$

Special cases and Rules.

$\frac{G(s)}{1+GH(s)} \to$ domínio dos tempos

— // —

FTMA $\to$ FTMF $\to$ $D_{(s)} = \emptyset \big|_{FTMF} \to$ Routh Hurwitz

4 casos especiais.

— // —

LGR ⇒ FTMA → $FTMF = \frac{N(s)}{D(s)}$

{ Polos
{ Zeros
- Angle Assymp
- centroid.

$D(s) = \emptyset \rightarrow \frac{d}{ds}K$ Quebra

$D(s) = \emptyset \,|_{s=j\omega}$ { $\omega = ?$ { $K = ?$

— // —

LGR → FTMA → FTMF → $D(s)$ → $\frac{d}{ds}K$
(pontos de Quebra)

Regra LGR
Polos
Zeros
centroide
Angulo Assympt.

$D(s) = \emptyset \,|_{s=j\omega}$
(intercepcão eixo imaginario)

— // —

(ex 3)

FTMA → FTMF → $D(s)$ → $\frac{d}{ds}K = \emptyset$ Quebras

LGR
- zeros
- polos
- δ centroide
- Angulo Assympt

$-1 = FTMA$
{ ou por equivalencia

caso especial
$D(s) = 0$
formato
$-1 = FTMA$

$\boxed{K > 0}$

→ $D(s) = 0 \,|_{s=j\omega}$
intersepcão
eixo imaginario

— // —

Analise tempos M_p, ξ, ω_n, etc

FTMF → $R(s) = \frac{1}{s}$; $\frac{1}{s^2}$; $\frac{1}{s^3}$

$R(s) \times$ FTMF → Partial Fractions → $\mathcal{L}^{-1}$ $t > 0$

tipos de exercicios NB!

FTMA → LGR

↳ FTMF denominador

↳ $\frac{d}{ds}k = 0 \Rightarrow$ pontos quebra eixo real & k, ω

↳ denominador = 0
intercepção eixo imaginário
↓
Ruth Hurwitz
∧
K ω

↓

b { 0 K_p, 1 K_v, 2 K_a

↓

e_{ss}

FTMA

↓

Diagrama de Bode

—//—

Dominio dos tempos

FTMA → FTMF → $\frac{1}{s} \times$ FTMF → soma produtos → $\mathcal{L}^{-1}$

↓ if

$\frac{K \cdot \omega_n^2}{s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2}$; $K=1$

—//—

$$\text{FTMF} = \left.\frac{K \quad \omega_n^2}{s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2}\right|_{K=1} \text{ if } R(s) = \frac{1}{s}$$

we can deduce $C(s)$ by parameters, bypassing $\mathcal{L}^{-1}\{\text{FTMF} \cdot \frac{1}{s}\}$

—//—

types exercícios NB!!

FTMA → b → 0 K_p → $\frac{1}{s}$; 1 K_v → $\frac{1}{s^2}$ → e_{ss}; 2 K_a → $\frac{1}{s^3}$

— // —

FTMA → Polos, Zeros → LGR → Pontos de Quebra → Dominador FTMF → $\frac{d}{ds}K = 0 <$ K, $w = \varepsilon$

⇔ $H_{(s)} = 1$

— // —

FTMA < $MF|_K$, $MA|_K$

— // —

FTMA → Bode de Assimptotas
↳ $|GH(s)|$ dB
↳ $\underline{|GH(s)}$

— // —

FTMF → Dominador → Estabilidade Routh Hurwitz ↳ K

FTMA → $LGR|_K$ → Ponto de Quebra → Dominador FTMF ↳ $\frac{d}{ds}K = 0 <$ K, $w = \varepsilon$

FTMA → Diagrama de Bode

type of exercises

FTMA ⇒ FTMF

⇓

$P(S) = \phi$

FTMF

⇓

$\boxed{FTLG} = -1$

⇓

$\boxed{LGR}$ Lista passos.

types of Exercises

FTMA $= GH(j\omega)$

1° $\arg[GH(j\omega)] = -\pi \Rightarrow MG = \frac{1}{|GH(j\omega_\pi)|}$

$MG_{dB} = 20 \log_{10} MG$

2° $|GH(j\omega_1)| = 1 \Rightarrow MF = 180° + \arg[GH(j\omega_1)]$

—— // ——

tirar do grafico bode a funcao de transferencia easy.

—— // ——

Abs is product

Arg is sum of angles

—— // ——

Ziegler-Nichols $\Rightarrow 0 < \xi < 1 \Rightarrow$ 2 complex poles

$\Downarrow$

Routh Hurwitz

if $c_{n-1} = 0$

and b_{n+1} $\wedge$ d_{n-1}

same sign

$\Rightarrow$ 2 complex poles

—— // ——

sistema $\Rightarrow$ FTMA