Repaso

Prof. Miguel Torres T.

Departamento de Ingeniería Eléctrica
Pontificia Universidad Católica de Chile

IEE2613 Control Automático

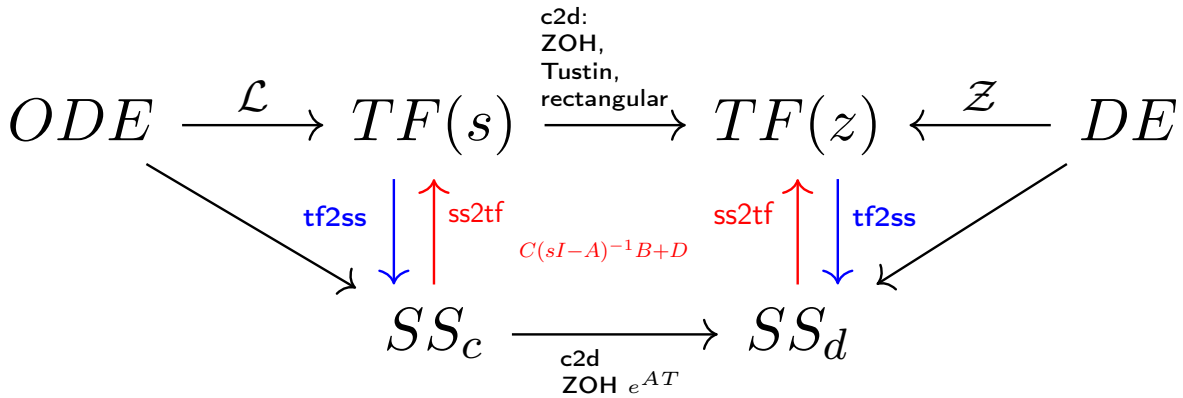


Contenidos

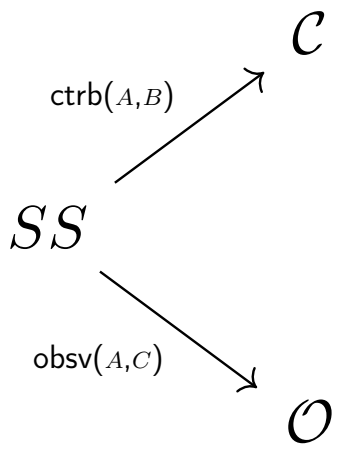
1. Lista de Chequeo para Diseño de Controles Automáticos

Lista de chequeo para diseño de controles automáticos

1. Modelar



2. Verificar la controlabilidad y observabilidad



3. Caracterizar la respuesta del sistema en lazo abierto: típicamente respuesta al escalón en lazo abierto (*step testing*).

Lista de chequeo para diseño de controles automáticos

4. Diseñar el controlador
    1. Definir estructura: PID, PPFSF, LQR, LQG, LQI
    2. Sintonizar el controlador
        1. Analizar la estabilidad del sistema en lazo cerrado: Routh-Hurwitz, LGR, Nyquist, Bode.
        2. Calcular márgenes de ganancia y fase: Diagramas de Nyquist, Bode o Nichols.
        3. Caso control PID pueden servir los métodos de Ziegler-Nichols de lazo abiertoo lazo cerrado.
5. Simular y evaluar desempeño del controlador en lazo cerrado.

Números complejos

1. $e^{j\theta} = \cos(\theta) + j\sin(\theta)$
2. $z = R + jX \Rightarrow z = re^{j\theta}, \quad r = \sqrt{R^2 + X^2}, \quad \theta = \arctan\left(\frac{X}{R}\right)$
3. $R = r\cos(\theta), \quad X = r\sin(\theta)$
4. $z_1 = a + jb = r_1 e^{j\theta_1}, \quad z_2 = c + jd = r_2 e^{j\theta_2}$
5. $z_1 \cdot z_2 = r_1 r_2 e^{j(\theta_1+\theta_2)}$
6. $\frac{z_1}{z_2} = \frac{r_1}{r_2} e^{j(\theta_1-\theta_2)}$

Gráficos de Bode

Asumiendo $a > 0$:

1. $(s+a)$, $(-s+a)$, $(s-a)$, $(-s-a)$ tienen todos magnitud cuando $s = j\omega$:
$$M = \sqrt{\omega^2 + a^2}$$
2. Por lo tanto, ¡primero ubicar los polos o ceros en $s = a$!
3. Segundo, ¡cuidado con la fase! Saquen el coeficiente y dibujen el vector:
   1. $a(a^{-1}s+1)$, $a(-a^{-1}s+1)$, $-a(-a^{-1}s+1)$, $-a(a^{-1}s+1)$
   2. $\angle 1 + j\omega \in [0°, 90°)$
   3. $\angle 1 - j\omega \in [0°, -90°)$
   4. $\angle -1 + \angle 1 - j\omega \in 180° + [0°, -90°)$
   5. $\angle -1 + \angle 1 - j\omega \in -180° + [0°, 90°)$

   Tratar de que los ángulos estén entre $-180°$ y $180°$. Recuerde que para cualquier ángulo θ, $\theta = \theta + k \cdot 360°$, $k \in \mathbb{Z}_0^+$. *Phase unwrapping.*
4. Ayúdese con un LGR. Sirve bosquejar rápidamente donde están los polos y ceros y entender cómo se mueven antes de calcular MG y MF.

Relocalziación de Polos

1. El sistema debe estar en forma canónica controlable. Si no está, debe pasarlo a esa forma.
2. $\mathbf{u} = -\mathbf{K}\mathbf{x} + K_p(r - y) = -\mathbf{K}\mathbf{x} + K_p(r - \mathbf{C}\mathbf{x})$.
3. $\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{B}\mathbf{u}$
4. $\dot{\mathbf{x}} = [\mathbf{A} - \mathbf{B}\mathbf{K} - K_p\mathbf{B}\mathbf{C}]\mathbf{x} + K_p\mathbf{B}r$.
5. $\Rightarrow \quad a_i - K_{i+1} - b_i K_p = \alpha_i \quad \Rightarrow \quad K_{i+1} = \alpha_i - a_i + b_i K_p$.
6. ¿De dónde se obtienen α_i?
7. $\bar{q}^d(s) = (s-p_1)(s-p_2)\cdots(s-p_n) = s^n + \alpha_{n-1}s^{n-1} + \cdots + \alpha_1 s + \alpha_0$.