

Analiza stabilității SRA folosind criteriul Bode

Aplicație

Fie SRA având partea fixată: $H(\Delta) = \frac{0.2(\Delta+2)(\Delta+200)(\Delta+500)}{\Delta(\Delta^2+100)(\Delta-5)}$

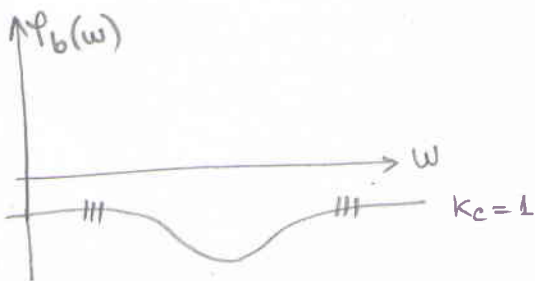
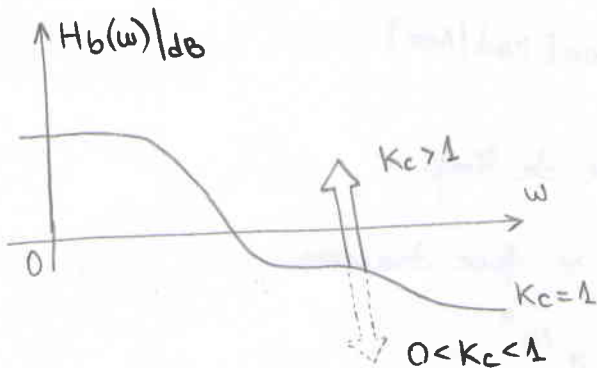
și compensatorul de tip PID: $H_c(\Delta) = K_c \cdot \frac{1+\Delta}{\Delta}$, $K_c > 0$

Să se analizeze stabilitatea SRA utilizând criteriul Bode. Discuție după K_c .

Rezolvare

Pas 1: Se trasează caracteristica logaritmică (CL) ale lui

$$H_b(\Delta) = H_c(\Delta) \cdot H(\Delta) = \frac{0.2 K_c (\Delta+1)(\Delta+2)(\Delta+200)(\Delta+500)}{\Delta^2(\Delta^2+100)(\Delta-5)} = K_c' \cdot H_b'(\Delta)$$



Tratarea debutează cu fixarea lui $K_c = 1$

$$\Rightarrow H_b(\Delta) = \frac{0.2(\Delta+1)(\Delta+2)(\Delta+200)(\Delta+500)}{\Delta^2(\Delta^2+100)(\Delta-5)}$$

Se factorizează cu coeficienți reali:

$$\Rightarrow H_b(\Delta) = \frac{0.2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 10^2 \cdot 5 \cdot 10^2 (1+\Delta)(1+0.5\Delta)(1+0.002\Delta)(1+0.005\Delta)}{100 \cdot 5 \cdot \Delta^2 (1+0.01\Delta^2)(-1+0.2\Delta)}$$

Se identifică următoarele elemente și parametri de trasare asociați:

$$K_b = -80$$

$$K_b|_{dB} = 20 \lg 80 = 20 \lg(2^3 \cdot 10) = 20(3 \cdot 0.3 + 1) = 38 \text{ dB}$$

Tipul funcției de transfer: $z_0 = 2 \Rightarrow$ panta e -40 .

$$(a): T_1 = 1 \text{ [sec]} \Rightarrow \omega_{c1} = \frac{1}{T_1} = 1 \text{ [rad/sec]}$$

$$(a): T_2 = 0.5 \text{ [sec]} \Rightarrow \omega_{c2} = \frac{1}{T_2} = 2 \text{ [rad/sec]}$$

$$(z): T_3 = 0.2 \text{ [sec]} \Rightarrow \omega_{c3} = \frac{1}{T_3} = 5 \text{ [rad/sec]}$$

$$(\hat{i}): T_4 = 0.1 \text{ [sec]} \Rightarrow \omega_{c4} = \frac{1}{T_4} = 10 \text{ [rad/sec]}$$

$$2 \xi_4 T_4 = 0 \Rightarrow \xi_4 = 0$$

$$\varepsilon(\omega_{c4})|_{dB} = -20 \lg 2 \xi_4 = +\infty$$

$$(a): T_5 = 0.05 \text{ [sec]} \Rightarrow \omega_{c5} = \frac{1}{T_5} = 200 \text{ [rad/sec]}$$

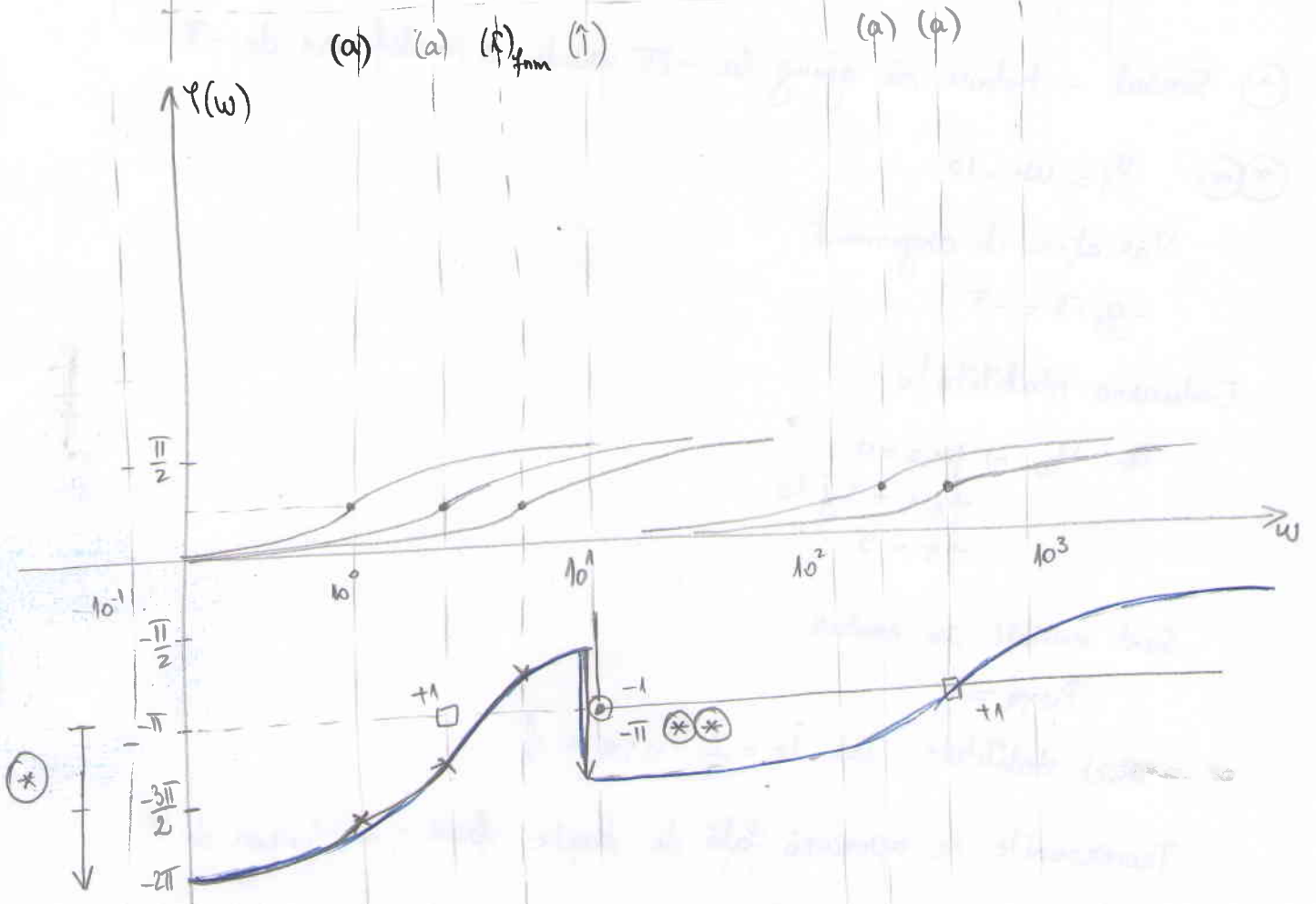
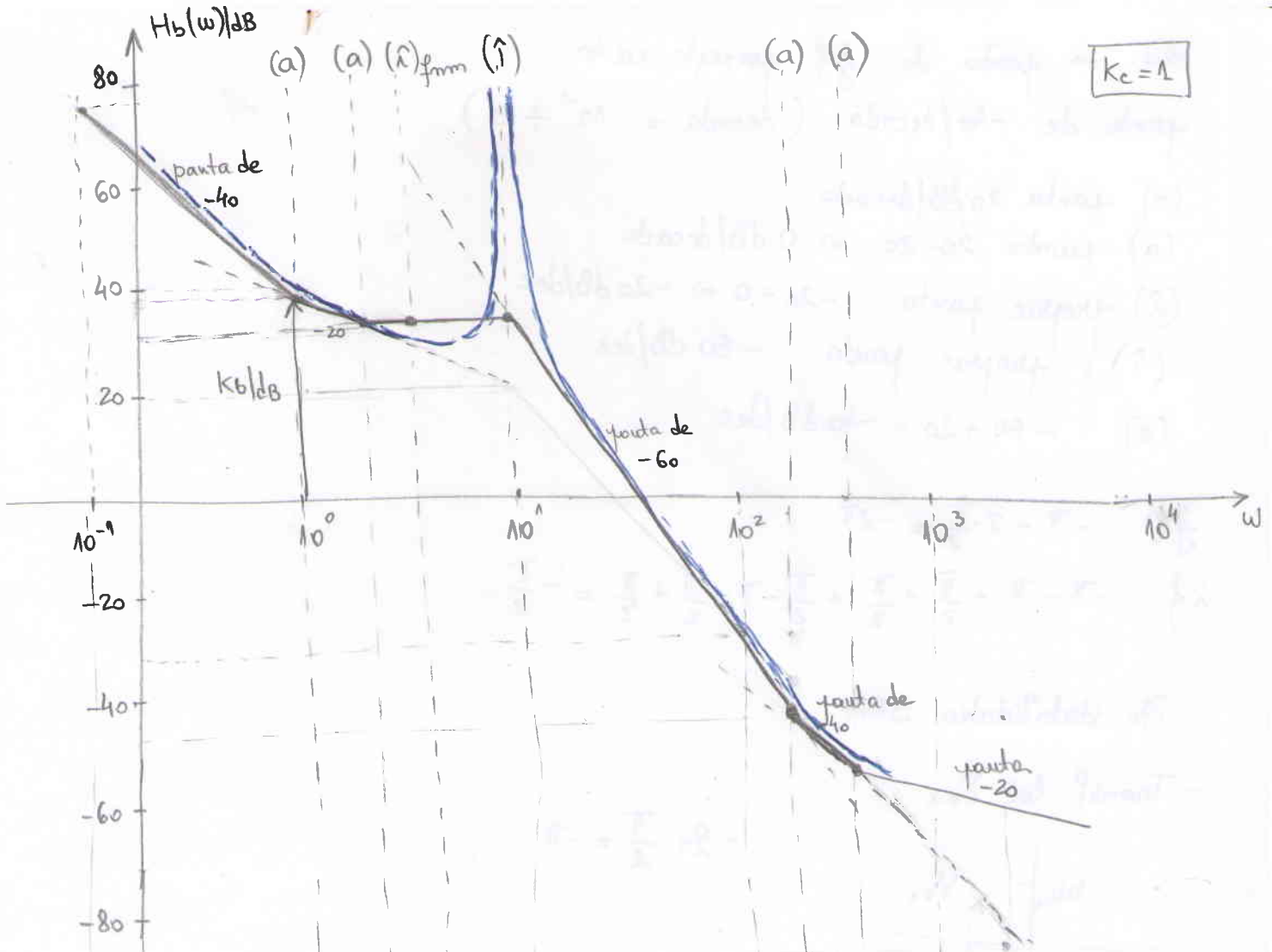
$$(a): T_6 = 0.002 \text{ [sec]} \Rightarrow \omega_{c6} = \frac{1}{T_6} = 500 \text{ [rad/sec]}$$

Se dau în ordine descrescătoare constantele de timp:

Se stabilește domeniul de pulsație în care se face trasarea

$$10^{-1} \leftarrow 1 \div 10 \div 100 \div 1000 \rightarrow 10^4$$

$$K_c = 1$$



38+ → panta de j.f. furneste cu 40
 panta de -40/decadă (decada = $10^{-1} \div 10^0$)

(a) panta 20 dB/decada

(a) panta 20-20 ⇒ 0 dB/decadă

(â) proprie panta -20+0 ⇒ -20 dB/dec

(î) : proprie panta -60 dB/dec

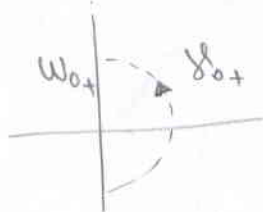
(a) : -60+20 = -40 dB/dec

$$j\omega : -\pi - 2 \cdot \frac{\pi}{2} = -2\pi$$

$$i\omega : -\pi - \pi + \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2} - \pi + \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2} = -\frac{\pi}{2}$$

Ptr stabilitatea SRA

- Transf. lui δ_{0+}



$$-2_0 \cdot \frac{\pi}{2} = -\pi$$

(*) Sensul → trebuie să ajung la -2π printr-o modificare de $-\pi$

(*) (*) $\delta_1 = \omega_1 = 10$

Variația de argument

$$-2_1 \cdot \pi = -\pi$$

Evaluarea stabilității

Ptr. $H_b \Rightarrow p_{1,2} = 0$
 $p_{3,4} = \pm j \cdot 10$
 $p_5 = 5$

Sunt evitați în contur

$$P_{NYQ} = 1$$

strict stabilitate $\Leftrightarrow i_c = \frac{1}{2} P_{NYQ} = \frac{1}{2}$

Trasversările se apreciază față de dreapta fază - nr. impar de π

Se exclude zona de pulsații în care $H|dB$ e negativ

$$K_c = 1$$

$$i_{c,n} = -\frac{1}{2} + 1 - 1 = -\frac{1}{2} \neq i_c \Rightarrow \text{SRA instabil}$$

Discuție:

Avem șanse ca numai prin modificarea lui K_c să avem SRA stabil?

 $K_{c,lim} |dB = +60 dB$

$$20 \lg K_{c,lim} = 60$$

$$\lg K_{c,lim} = 3$$

$$K_{c,lim} = 10^3$$

Dacă $K_c > K_{c,lim} = 1000 \Rightarrow$ SRA strict stabil

$0 < K_c < K_{c,lim} \Rightarrow$ SRA instabil