

CALCULUL UNUI REGULATOR PRIN PLASAREA POLILOR

Exemplul 1

Considerăm un sistem în buclă închisă având schema funcțională prezentată în figura de mai jos, partea sa fixată fiind definită prin

$$W_f(s) = \frac{100}{s(s+20)}.$$

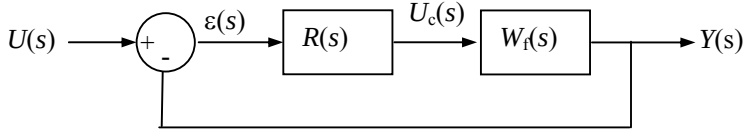


Fig. Sistem în buclă închisă cu regulator

Performanțele impuse sunt următoarele:

$$\varepsilon_{st} = 0 ; \text{ (eroarea permanentă la o intrare treaptă)} \quad (9.63)$$

$$\sigma \leq 10\% = \sigma_{imp} ; \text{ (suprareglajul la treaptă unitară)} \quad (9.64)$$

$$t_r \leq 0.16 \text{ sec.} = t_{r,imp} ; \quad (9.65)$$

(timpul de răspuns relativ la o intrare în treaptă)

$$\varepsilon_2 \leq 0.02 = \varepsilon_{2imp} \quad (9.66)$$

(eroarea permanentă relativă la o intrare în rampă unitară)

$$\omega_B \leq 100 \text{ rad/s} = \omega_{B,imp} \text{ (banda de trecere la } -3 \text{ dB)} \quad (9.67)$$

Etapa 1

Se constată că

$$d_f = 2$$

și atunci restricția de cauzalitate $d \geq d_f$ este verificată, dacă $W(s)$ corespunde unui sistem de ordin doi.

Etapa 2

Restricția (9.63) este satisfăcută dacă se alege o funcție de transfer

$$W(s) = W_2(s)$$

unde $W_2(s)$ are forma $W_2(s) = \frac{\omega_n^2}{\omega_n^2 + 2\zeta\omega_n s + s^2}$. Pentru satisfacerea restricției (9.64), se alege, conform

relației $\boxed{\zeta \geq \zeta_{imp}}$ (ζ_{imp} se determina pe baza figurii de mai jos), o valoare pentru factorul de amortizare astfel ca:

$$\zeta \geq 0.6 \quad (9.68)$$

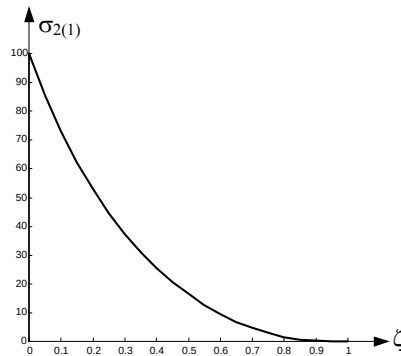


Fig. Dependența suprareglaj-factor de amortizare

Restricția (9.65) este echivalentă cu:

$$\zeta\omega_n \geq \frac{4}{0.16} = 25 \quad (9.69)$$

dedusă din condiția $\boxed{\zeta\omega_n \geq \frac{4}{t_{r,imp}}}$.

Eroarea permanentă relativă la o intrare în rampă unitară este satisfăcută dacă relația $\boxed{\frac{\omega_n}{2\zeta} \geq K_{2imp}}$ este satisfăcută,

unde $K_{2imp} = \frac{1}{\varepsilon_{2imp}}$. Altfel spus dacă:

$$\omega_n \geq 100\zeta. \quad (9.70)$$

Problema este, așadar, găsirea unei perechi (ζ, ω_n) care respectă restricțiile mai sus menționate. Figura de mai jos ilustrează punctele din planul (ζ, ω_n) care satisfac aceste restricții.

Regiunea hașurată corespunde perechilor care satisfac relațiile (9.68), (9.69) și (9.70). Mai multe puncte satisfac de asemenea ultima restricție (9.67). Se poate alege, de exemplu,

$$\zeta = 0.6 \text{ și } \omega_n = 60 \text{ rad/s.} \quad (9.71)$$

Într-adevăr pentru factorul de amortizare, avem:

$$\omega_{B2} = 1.15\omega_n = 69 \text{ rad/s} \leq \omega_{B,imp}.$$

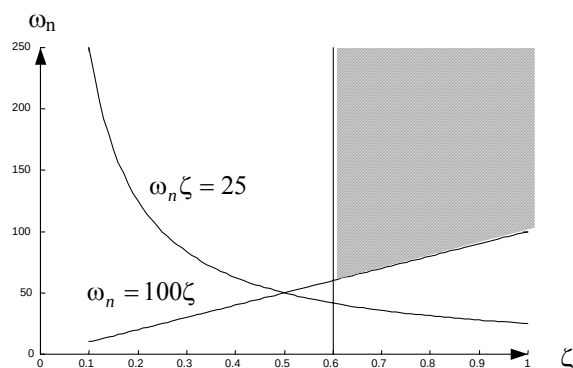


Fig. Regiunea admisibilă în planul (ζ, ω_n)

Cu parametrii (9.71), funcția de transfer a sistemului în bucla închisă este:

$$W_2(s) = \frac{3600}{s^2 + 72s + 3600}.$$

Etapa 3

Pentru calculul regulatorului, se utilizează ecuația (9.61)

$$R(s) = \frac{1}{W_f(s)} \cdot \frac{W_2(s)}{1 - W_2(s)} = \frac{s(s+20)}{100} \cdot \frac{3600}{s(s+72)} = \frac{36(s+20)}{s+72}$$

Cum restricția de cauzalitate este satisfăcută, se obține un regulator fizic realizabil.

Etapa 4

Se va face implementarea în Matlab Simulink.

1. Cerinte

Pentru valorile din tabelul de mai jos se vor calcula regulatoarele și se vor nota performanțele obținute în Tabelul următor. Se vor trage concluzii privind performanțele sistemului în raport cu efortul de comanda necesar.

	σ	t_r	ε_2	Valoarea maxima a comenzii	Concluzii
$\zeta = 0.6$; $\omega_n = 60 \text{ rad/s.}$					
$\zeta = 0.6$; $\omega_n = 90 \text{ rad/s}$					

$\zeta = 0.9 ; \omega_n = 60 \text{ rad/s.}$					
$\zeta = 0.9 ; \omega_n = 90 \text{ rad/s}$					
$\zeta = 0.4 ; \omega_n = 40 \text{ rad/s}$					
$\zeta = 0.8 ; \omega_n = 120 \text{ rad/s}$					

Exemplul 2

Considerăm un sistem în buclă închisă având schema funcțională prezentată în figura de mai jos, partea sa fixată fiind definită prin

$$W_f(s) = \frac{50}{s(s+2)}.$$

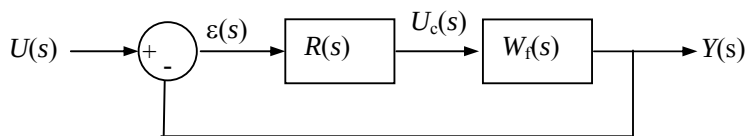


Fig. Sistem în buclă închisă cu regulator

Performanțele impuse sunt următoarele:

$$\varepsilon_{st} = 0 ; (\text{eroarea permanentă la o intrare treaptă}) \quad (9.63)$$

$$\sigma \leq 20\% = \sigma_{imp} ; (\text{suprareglajul la treaptă unitară}) \quad (9.64)$$

$$t_r \leq 0.05 \text{ sec.} = t_{r,imp} ; \quad (9.65)$$

(timpul de răspuns relativ la o intrare în treaptă)

$$\varepsilon_2 \leq 0.01 = \varepsilon_{2imp} \quad (9.66)$$

(eroarea permanentă relativă la o intrare în rampă unitară)

Sa se proiecteze un regulator astfel incat sistemul in bucla inchisa sa respecte performantele de mai sus.