

LUCRARE DE LABORATOR NR. 5

SINTEAZA SRA OPTIMALE DUPĂ GRADUL DE STABILITATE

Considerăm o structură convențională de SRA (fig.1), unde obiectul condus este caracterizat prin $H_F(s)$, $H_R(s)$ - reprezintă funcția de transfer a regulatorului.

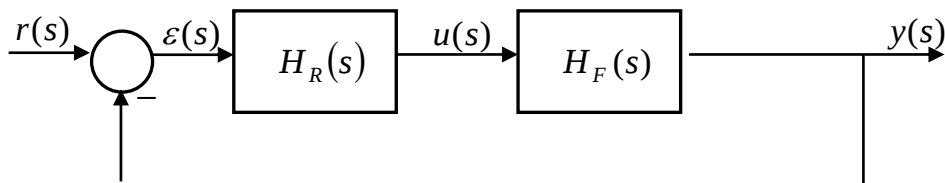


Fig.1. Schema bloc-structurală a SRA.

Algoritmul de sinteză optimală a reguletoarelor tipizate după criteriul gradului maximal de stabilitate

1. Se dă modelul obiectului reglat cu parametrii cunoscuți.
2. Se alege algoritmul de reglare tipizat $u(t)$.
3. Se determină funcția de transfer a SRA în circuit închis.
4. Se obține ecuația caracteristică a sistemului

$$A(p, b_j) = p^n + \sum_{i=1}^n a_i p^{n-i} + k \sum_{j=1}^m b_j p^{m-j} = 0,$$

unde b_j sunt parametrii de acord ai regulatorului; m - numărul lor în legea de reglare, n - gradul ecuației caracteristice.

5. Se verifică condiția $m \leq (n-1)$:
 - dacă condiția se îndeplinește, atunci mergem la următorul pas,
 - dacă condiția nu se îndeplinește, atunci se alege un alt tip de algoritm de reglare, și procedura de sinteză se reia de la început.
6. Se introduce noțiunea de grad maximal de stabilitate al sistemului și ecuația caracteristică se transcrie utilizând substituția $p = -J$

$$A_n^{(0)}(-J, b_j) = (-J)^n + \sum_{i=1}^n a_i (-J)^{n-i} + k \sum_{j=1}^m b_j (-J)^{m-j} = 0.$$

7. Prin operații de derivare pe variabila J , a ecuației algebrice obținute la pasul 6, de un număr de ori egal cu numărul de parametri de acord m , prezenți în algoritmul de reglare ales, se obține un sistem de ecuații

$$A_n^{(j)}(-J, b_j) = 0, (j = 1, \dots, m).$$

8. Soluționarea ecuației algebrice, obținută la pasul 7

$$A_n^{(m)}(-J) = A_{n-m}(-J) = 0$$

și obținerea rădăcinilor $J_i, i = 1, \dots, (n-m)$, care sunt totodată și gradele maxime de stabilitate ale

sistemului proiectat.

9. Se determină gradul optimal de stabilitate al sistemului

$$J_0 = \operatorname{Re} J_{n-m} = \min_{b_j} \max_{i=1, \dots, (n-m)} \operatorname{Re} J_i,$$

care este cea mai mică rădăcină reală pozitivă sau cea mai mică parte reală pozitivă a rădăcinilor complexe obținute la pasul 8.

10. Din sistemul de ecuații, obținute la pașii 6 și 7

$$A_n^{(j)}(-J) = 0, (j = 0, \dots, (m-1))$$

se obțin expresiile algebrice pentru determinarea valorilor parametrilor de acord $b_j(k_p, k_i, k_d)$ ai algoritmului de reglare selectat.

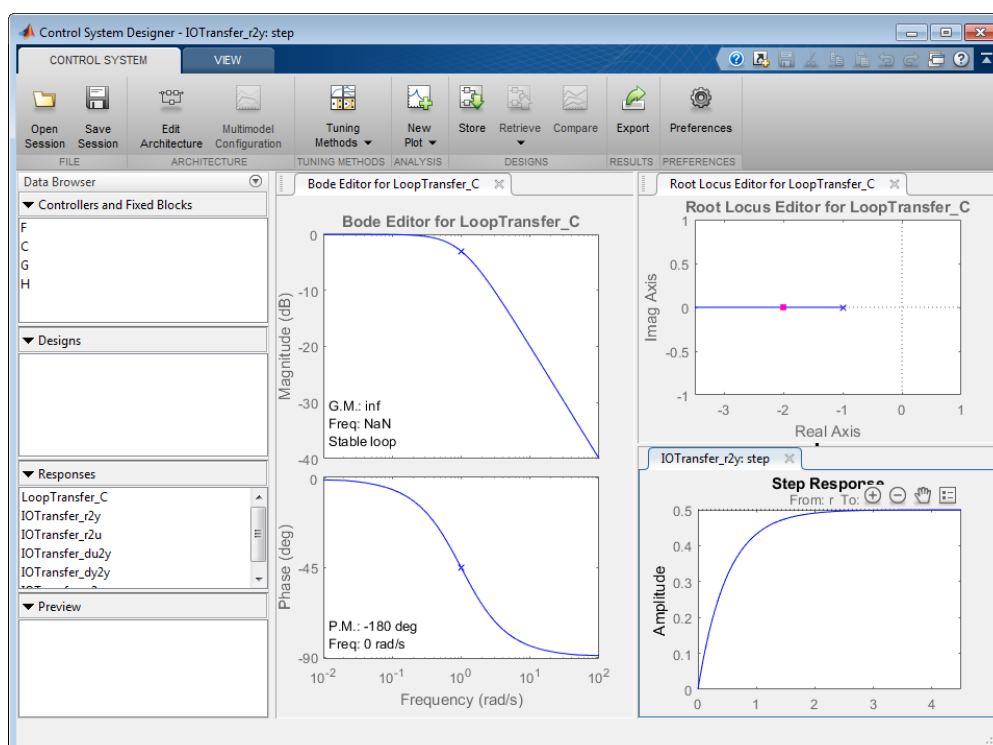
11. Calcularea valorilor parametrilor de acord ai algoritmului de reglare după expresiile algebrice, obținute la pasul 10.

Tabelul 1. Algoritmi analitici de sinteză a reguletoarelor pentru SRA cu răspuns aperiodic

Funcția de transfer a obiectului reglat $H_F(s) = \frac{k \exp(-\tau s)}{a_0 s^r + a_1 s^{r-1} + \dots + a_{r-1} s + a_r}$		
Tip reguator	Expresia pentru determinarea gradului maximal de stabilitate	Expresiile pentru determinarea valorilor parametrilor dinamici de acord ai regulatorului
P	$J = r-1 \sqrt{\frac{a_{r-1}}{ra_0}}$	$k_p = \frac{\exp(-\tau J)}{k} [a_0 J^r - a_r]$
PD	$J = r-2 \sqrt{\frac{2a_{r-2}}{(r^2 - r)a_0}}$	$k_p = \frac{\exp(-\tau J)}{k} [a_0 J^r - a_r],$ $k_d = \frac{\exp(-\tau J)}{k} [ra_0 J^{r-1} - a_{r-1}]$
PI	$J = r-1 \sqrt{\frac{2a_{r-1}}{(r^2 + r)a_0}}$	$k_p = \frac{\exp(-\tau J)}{k} [(r+1)a_0 J^r - a_r],$ $k_i = \frac{\exp(-\tau J)}{k} [a_0 J^{r+1}]$
PID	$J = r-2 \sqrt{\frac{6a_{r-2}}{(r^3 - r)a_0}}$	$k_p = \frac{\exp(-\tau J)}{k} [(r+1)a_0 J^r - a_r],$ $k_i = \frac{\exp(-\tau J)}{k} [a_0 J^{r+1}],$ $k_d = \frac{\exp(-\tau J)}{k} [0,5a_0(r^2 + r)J^{r-1} - a_{r-1}]$

Mersul lucrării

1. Pentru o structură convențională de SRA (fig.1), să se efectueze acordarea optimă a reguletoarelor tipizate P, PD, PI și PID la modele de obiecte propuse de profesor în conformitate cu metoda gradului maximal de stabilitate. Să se ridice procesele tranzitorii ale SRA proiectate.
2. Utilizând blocul de optimizare **PID Tuner** din MATLAB. Să se ridice procesele tranzitorii ale SRA.
3. Să se aprecieze performanțele SRA pentru fiecare metodă de optimizare.
4. De făcut cunoștință cu blocul **sisotool** din MATLAB, unde acordarea regulatorului se face în baza locului rădăcinilor.



Variante

$$1. \frac{3}{(2s+1)(4s+1)(7s+1)}$$

$$2. \frac{2}{(s+1)(3s+1)(9s+1)}$$

$$3. \frac{4}{(5s+1)(s+1)(4s+1)}$$

$$4. \frac{5}{(s+1)(3s+1)(7s+1)}$$

$$5. \frac{6}{(s+1)(8s+1)(2s+1)}$$

$$6. \frac{2}{(s+1)(9s+1)(5s+1)}$$

$$7. \frac{8}{(4s+1)(6s+1)(5s+1)}$$

$$8. \frac{10}{(7s+1)(9s+1)(2s+1)}$$

$$9. \frac{1}{(s+1)(4s+1)(2s+1)}$$

$$10. \frac{4}{(12s+1)(3s+1)(s+1)}$$

$$11. \frac{1}{(s+1)(3s+1)(8s+1)}$$

$$12. \frac{6}{(s+1)(13s+1)(10s+1)}$$

$$13. \frac{9}{(15s+1)(s+1)(14s+1)}$$

$$14. \frac{3}{(s+1)(13s+1)(17s+1)}$$

$$15. \frac{4}{(s+1)(18s+1)(6s+1)}$$

$$16. \frac{2.5}{(7s+1)(2s+1)(5s+1)}$$

$$17. \frac{18}{(14s+1)(2s+1)(3s+1)}$$

$$18. \frac{1}{(4s+1)(5s+1)(s+1)}$$

$$19. \frac{11}{(3s+1)(9s+1)(2s+1)}$$

$$20. \frac{14}{(2s+1)(8s+1)(9s+1)}$$