

Laborator 2

Structuri de reglare neconvenționale. Reglarea cu compensarea perturbațiilor.

2.1 Tema

Studiul unor structuri de sisteme de reglare neconvenționale pentru procese cu o intrare și mai multe mărimi măsurate în situația în care în afara mărimii reglate se masoară una sau mai multe mărimi perturbatoare. Studiul comportării unui sistem de reglare cu compensarea statică sau dinamică a perturbațiilor măsurate ("feedforward control"). Acordarea experimentală a "controllerului" de perturbație dintr-un sistem de reglare cu compensarea perturbațiilor și analiza performanțelor la variația acestora.

2.2 Preliminarii

În practica reglării proceselor industriale, apar adesea situații în care mărimi perturbatoare cu influență semnificativă asupra evoluției mărimilor reglate pot fi măsurate. Informația nemijlocită privitoare la mărimile perturbatoare permite posibilitatea unei compensări directe, în circuit deschis, a influenței acestora prin canale paralele cu canalele de acțiune ale perturbațiilor. Evident, bucla de reglare principală este în continuare necesară pentru urmărirea variațiilor referinței, compensarea perturbațiilor care nu se măsoară, și chiar participarea la compensarea influențelor perturbațiilor care se măsoară (compensarea feedforward, din multiple motive, nu poate fi perfectă). Totuși sarcinile controllerului principal sunt mult ușurate iar performanțele de ansamblu sunt semnificativ îmbunătățite.

În situația unui proces cu o singură mărime reglată și o singură mărime perturbatoare compensată direct obținem structura din figura 2.1. Aici C este controllerul buclei principale a cărui sinteză se realizează în raport cu specificațiile de performanță pentru urmărirea referinței și pentru rejectia (asimptotică) a celorlalte perturbații. Elementul marcat cu sigla CP este *compensatorul de perturbație*. Sinteza acestuia se face din considerentul compensării "paralele" a influenței perturbației v_1 . Pentru precizare, considerăm schema din figura 2.2 în care am evidențiat punctul de aplicație al perturbației măsurate și dinamica procesului în raport cu

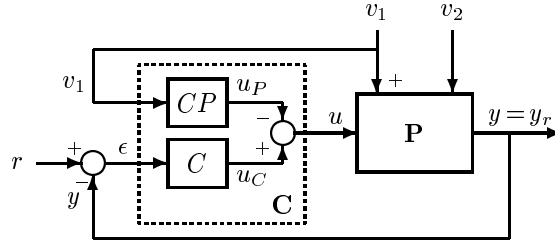


Figure 2.1: Structura unui sistem de reglare cu compensarea unei turbații.

acest punct prin funcțiile de de transfer $H_1(s)$ și $H_2(s)$. În continuare vom neglija dinamica traductorului de perturbație, i.e. îl vom considera un element proporțional cu factorul de amplificare k_{TP} . Este ușor de văzut că dinamica compensatorului de perturbație care asigură o compensare perfectă este dată de

$$H_{CP}(s) = \frac{1}{k_{TP}H_1(s)}.$$

Evident, avându-se în vedere faptul că, uzual, funcția de transfer $H_1(s)$ este strict proprie, rezultă că $H_{CP}(s)$ optimă nu rezultă proprie. Prin urmare soluția de mai sus nu poate fi implementată. Cu toate acestea, ideea compensării paralele este generoasă și chiar dacă o compensare dinamică perfectă a efectelor perturbației măsurate nu este posibilă, o compensare paralelă aproximativă se poate dovedi extrem de utilă.

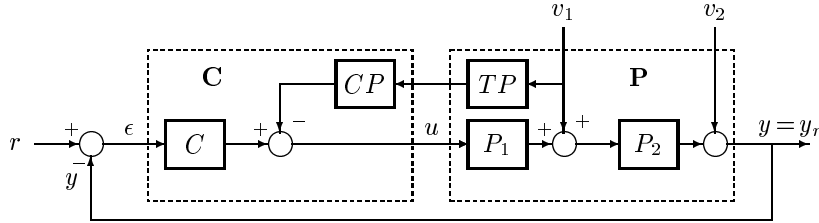


Figure 2.2: Explicitarea structurii unui sistem de reglare cu compensarea unei turbații.

Cel mai simplu model de compensator de perturbație este unul proporțional descris, în conformitate cu relația de mai sus, de

$$H_{CP}(s) = k_{CP} = \frac{1}{k_{TP}H_1(0)},$$

care realizează o compensare staționară a perturbației.

Dacă subprocesul P_1 are o dinamică dominată de o constantă de timp principală T_1 cunoscută măcar cu aproximație, de exemplu este descrisă de funcția de transfer

$$H_1(s) = \frac{e^{-\tau_1 s}}{T_1 s + 1},$$

cu $\tau_1 \ll T_1$, atunci rezultate bune de compensare se pot obține cu un compensator de perturbație de tip *lead-lag* (de fapt un element *PD cu filtrare*) având funcția de transfer

$$H_{CP}(s) = k_{CP} \frac{T_1 s + 1}{T_\gamma s + 1}$$

unde k_{CP} este dat mai sus iar T_γ este o constantă de timp parazită (uzual $T_\gamma \approx T_1/10$).

Observație importantă. Dacă se dorește utilizarea unui compensator tipizat (respectiv a unui algoritm tipizat de "reglare" în situația conducerii cu echipamente digitale) pentru compensarea perturbației atunci trebuie evitată (eliminată) componenta integratoare. Motivul este simplu: rolul componentei integratoare din compensatoare este anularea erorii staționare pentru exogen constant. Deci în orice regim de echilibru staționar intrarea într-un integrator este nulă. Cum nivelul unei perturbații este arbitrar și, în general, nenul, utilizarea componentei integratoare la compensatorul de perturbație ar avea ca efect saturarea elementului de execuție și, deci, anularea oricărei acțiuni de compensare și reglare inclusiv a compensatorului din bucla de reglare principală.

Evident că se pot compensa feedforward simultan mai multe mărimi perturbatoare ce se pot măsura.

Ca o atenționare importantă legată de implementarea sistemelor de compensare a perturbației trebuie avut grijă ca întotdeauna cele două căi de manifestare a influenței mărimii perturbatoare (cea directă și cea prin intermediul compensatorului de perturbație) să fie în opoziție. De exemplu, dacă creșterea perturbației are ca efect asupra procesului scăderea mărimii reglate atunci aceeași creștere trebuie să aibă ca efect prin intermediul compensatorului de perturbație creșterea mărimii reglate.

2.3 Sarcini de lucru

Fie sistemul de reglare cu compensarea perturbației din figura 2.2 în care cele două subprocese P_1 și P_2 au o dinamică descrisă de funcțiile de transfer

$$H_{P_1}(s) = \frac{1.4}{3s + 1}, \quad H_{P_2}(s) = \frac{1.7}{8s + 1} \quad (2.1)$$

iar funcția de transfer a traductorului de perturbație va fi considerată $H_{TP}(s) = 1$. Controllerul principal va fi de tip PI sau PID.

Sarcina principală a lucrării de laborator este evidențierea îmbunătățirii comportării sistemului la acțiunea perturbației prin introducerea compensării de tip feedforward. În acest scop vor fi desfășurate următoarele activități.

1. Se va elabora un program Lab-View pentru simularea sistemului de reglare în forma sa convențională (i.e. fără canalul de compensare directă a perturbației).
2. Folosind programul de la punctul precedent se va face o acordare experimentală a controllerului astfel încât să se asigure o comportare optimă la variațiile treaptă ale perturbației v_1 . Se vor reține performanțele obținute (abaterea maximă la o variație treaptă standard a perturbației, durata regimului tranzitoriu, gradul de oscilație).
3. Se va dezvolta programul de la punctul 1 introducând un compensator de perturbație cu funcția de transfer

$$H_{CP}(s) = \frac{(1/1.4) * (8s + 1)}{0.8s + 1}.$$

4. Păstrând acordarea controllerului obținută la punctul 2, se vor determina performanțele sistemului cu noua structură la aceeași variație treaptă standard a perturbației v_1 și se vor compara rezultatele obținute cu cele anterioare. De asemenea se va constata faptul că răspunsul la variațiile perturbației v_2 rămâne nemodificat.

Bibliografie

- [1] **I. Dumitrache**, *Ingineria Reglării Automate*, Curs.
- [2] **Jora B., Popeea C., Barbulea S.** *Metode de Calcul Numeric în Automatică*, Ed. Enciclopedică, București 1996.
- [3] **S. Călin, I. Dumitrache**, *Regulatoare Automate*, EDP, 1987.