

O introducere rapidă în folosirea Control Kit

Sorin Larionescu

Biblioteca de programe¹ ControlKit versiunea pentru Scilab reprezintă o colecție de funcțiuni și o interfață grafică cu utilizatorul destinate proiectării asistate de calculator a sistemelor automate. Programele se utilizează în stilul matlab și scilab, au un help incorporat și valori implicite pentru fiecare comandă care permit acomodarea mai ușoară cu folosirea lor prin executarea rapidă a unui exemplu ghid de proiectare.

În prima etapă a proiectării se determină funcția de transfer *nominală* $G(s)$ a instalației. Control Kitul are câteva scule care permit simularea identificarea în prezența zgomotului și reducerea ordinului funcției de transfer.

A doua etapă a proiectării constă în determinarea unui model al lui $G(s)$ folositor la stabilirea unei prime variante a compensatorului numită $K1(s)$. Se folosește modelul din domeniul frecvență a lui Ziegler și Nichols și modelul din domeniul timp a lui Kupfmuller

O primă formă $K1(s)$ a funcției de transfer a compensatorului este stabilită în etapa a treia de proiectare asistată de calculator. În acest scop se folosesc diferite reguli stabilite pe cale empirică folosind experimentări și simulări. Compensatoarele obținute în această etapă sunt diferite variante ale tipului PID.

Ultima etapă, a patra, a proiectării este dedicată modificării, dacă este cazul, a constantei de proporționalitate a regulatorului stabilit în etapa precedentă astfel încât să fie îndeplinite diferite condiții de stabilitate, performanțe și robustețe. În acest scop se folosește metoda locului rădăcinilor.

Diferite etape ale proiectării asistate de calculator sau părți din etape pot fi omise pentru obținerea unor rezultate aproximative.

1. Instalarea.

Se desarchivează fișierul care conține ControlKit și se copiază în directorul lui scilab, de exemplu C:/Program Files/Scilab-2.7. Fișierul text **.scilab** conține o singură linie cu comanda de executare a programului de încărcare automata a bibliotecii *loader.sce*. Cu un

¹ Scripturi, adică fișiere text.

editor de texte se modifică această comandă astfel încât să conțină calea corectă spre scriptul *loader.sce*. Un exemplu este:

```
exec('C:\Program Files\Scilab-2.7\ControlKit1.32\loader.sce');
```

Atunci când nu se dorește încărcarea automată a bibliotecii ControlKit la pornirea scilab se șterge această linie din fișierul *.scilab* și se realizează încărcarea manuală a bibliotecii prin executarea scriptului *loader.sce* cu comanda *Exe* din meniul *File* a ferestrei *scilab*.

2. Pornirea și utilizarea Control Kitului

Dacă s-a încărcat biblioteca ControlKit în Scilab apar următoarele mesaje:

Control Kit is loaded

enter "kit()" to start

În dreptul prompterului de comandă scilab se introduce comanda ***kit()***. Se afișează simultan ferestrele din Fig. 2.1 și Fig. 3.1.

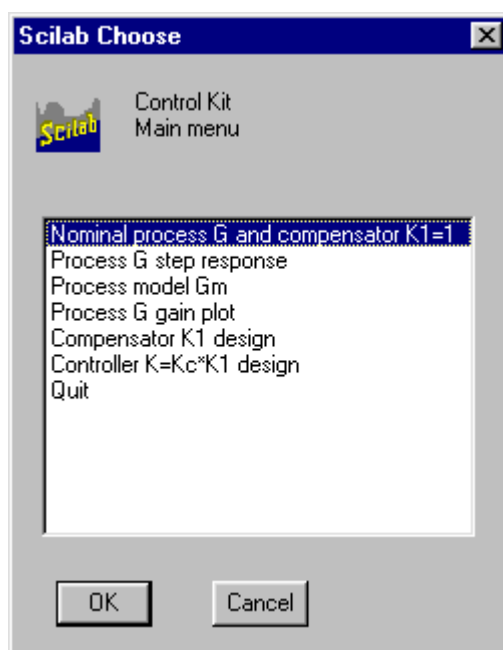


Fig. 2.1 Meniul principal al programului ControlKit

Se selectează succesiv valorile meniului din Fig. 2.1. Într-o primă abordare se pot accepta valorile propuse de kit. Singura dificultate poate apare la penultimul meniu în care se face proiectarea regulatorului $K(s)$. Deoarece se folosește metoda grafică interactivă a locului rădăcinilor funcției de transfer este necesară selectarea cu mausul a unor puncte de pe grafic. Dacă nu se face această operație s-au este realizată defectuos se adoptă de asemenea o valoare implicită.

3. Proiectarea minimală cu ajutorul Control Kitului

Problema proiectării sistemului automat din Fig. 3.1 constă în determinarea compensatorului $K(s)$ atunci când se cunoaște instalația $G(s)$

Etapele strict necesare din Fig. 2.1 pentru proiectarea asistată de calculator cu ControlKit sunt prima și a cincia, adică introducerea funcției de transfer nominale $G(s)$ a procesului și proiectarea compensatorului $K_1(s)$. Într-o primă aproximație regulatorul $K(s)=K_c K(s)$ din Fig. 3.1 este egal cu $K_1(s)$, adică se consideră constanta $K_c=1$.

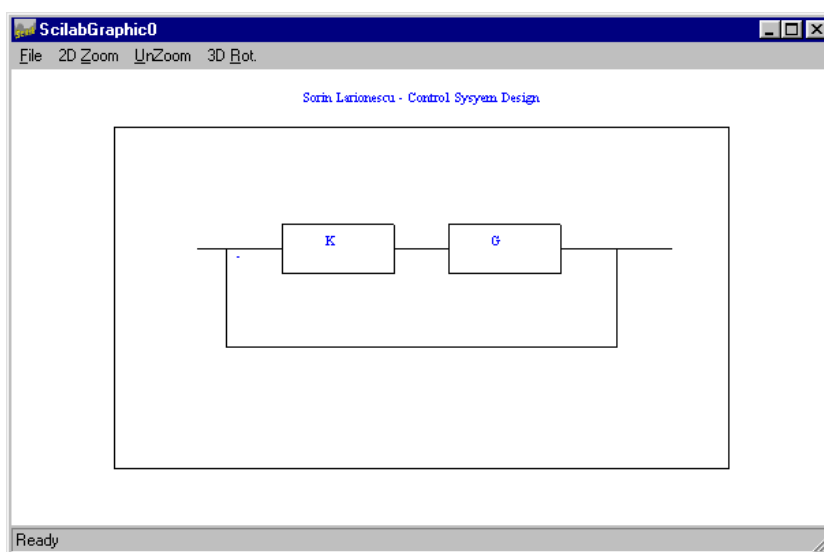


Fig. 3.1 Fereastra cu schema bloc care apare la începutul folosirii ControlKit

4. Proiectarea cu asigurarea stabilității, performanțelor și robusteții

Schema bloc folosită de ControlKit este reamintită de fiecare dată când acesta este pornit prin afișarea ferestrei din Fig. 3.1. Din motive legate de metoda de proiectare folosită regulatorul și procesul sunt despărțite în câte două blocuri așa cum se vede în Fig. 4.1.

Funcția de transfer a procesului este descompusă într-o parte care reflectă efectul timpului mort și într-o altă parte $G_1(s)$ care ia în considerare inerția și amplificarea. Funcțiile de transfer ale procesului și regulatorului apar la interfața de intrare cu utilizatorul în forma inginerească obișnuită, care explicitează constantele de proporționalitate și constantele de timp. Folosirea eficientă a metodei de proiectare propusă de ControlKit, înțelegerea ei și verificarea rezultatelor obținute necesită familiarizarea cu forma poli – zerouri a funcțiilor de transfer.

După introducerea² funcției de transfer $G(s)$ a procesului calculatorul poate determina un compensator $K1(s)$ de tip PID cu ajutorul comenzii a cincia din Fig. 2.1. În acest scop se folosesc două metode.

Prima metodă este cea elaborată de Ziegler și Nichols și constă în determinarea constantei de amplificare limită K_{limit} care conduce sistemul automat cu regulator de tip P și proces $G(s)$ la limita de stabilitate. Perioada oscilațiilor apărute este T_{limit} .

A doua metodă aproximează componenta $G1(s)$ a procesului cu un model de tip Kupfmüller.

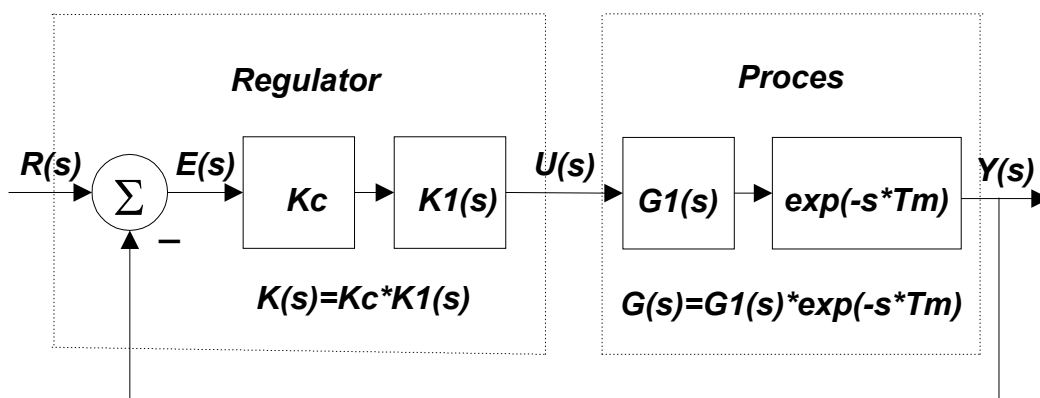


Fig. 4.1 Schema bloc pentru proiectarea asistată de calculator a sistemelor automate cu ajutorul ControlKit

După determinarea funcției de transfer $K1(s)$ a compensatorului se trece la comanda a șasea din meniul principal Fig. 2.1 care folosește metoda locului rădăcinilor pentru calculul constantei K_c . Aceasta înmulțită cu $K1(s)$ produce funcția de transfer a unui regulator, prezentat în Fig. 4.1, care poate conduce automat procesul cu performanțele dorite.

În partea superioară a ferestrei care afișează locul rădăcinilor apare un meniu cu mai multe valori.

Meniul 2D Zoom permite focalizarea pe o regiune restrânsă a locului rădăcinilor. În felul acesta se poate selecta foarte exact punctul dorit de pe locul rădăcinilor. Comanda UnZoom reface forma inițială a locului rădăcinilor.

Meniul Grid permite stabilirea domeniului performanțelor dorite pentru sistemul automat. O comandă foarte utilă din acest meniu este Zeta/Wn care stabilește domeniul performanțelor impunând valori pentru fracțiunea de amortizare critică ζ și pulsația naturală ω_n . Valoarea implicită a lui ζ este 0.22 și corespunde acordării Ziegler – Nichols a regulatorului.

² Atenție la modul de introducere a fracțiilor raționale. Se urmărește exemplul implicit.

Meniul Response are multe valori care permit stabilirea performanțelor sistemului automat proiectat. O alegere frecventă din acest meniu este Step Response care furnizează performanțele standard.

Meniul Design realizează proiectarea asistată de calculator a regulatorului $K(s)$. Valoarea cea mai importantă a meniului este “Compensator gain K_c ” care determină constanta K_c . Cunoscând această valoare funcția de transfer a regulatorului rezultă imediat din Fig. 4.1 deoarece $K_1(s)$ a fost determinat în etapa precedentă de proiectare.

Valorile “Phase Margin” și “Gain Margin” ale meniului Design permit verificarea robusteții stabilității și performanțelor regulatorului proiectat.

În cadrul meniului Design există și valoarea “Complementary Sensitivity T ” care determină diagrama amplitudine – frecvență a funcției de transfer a sistemului automat sub forma din Fig. 3.1. În mod frecvent această diagramă este folosită pentru determinarea benzii de trecere care este performanța principală prin care se apreciază capacitatea sistemului automat de a nu folosi mărimi de comandă $U(s)$ prea mari și care nu pot fi realizabile fizic.

Prima valoare a meniului Design este “Root Locus and gain K_{loc} ”. Această alegere din meniu este folosită dacă se modifică structura compensatorului $K_1(s)$ cu ajutorul comenzilor din meniul Edit.

Meniul Edit are multe valori cu care se pot introduce sau înlătura poli / zerouri ai compensatorului $K_1(s)$ sau se pot introduce / înlătura blocuri în cascadă cu $K(s)$. Valoarea “Edit $L=KG$ ” permite modificarea funcției de transfer pe calea directă a buclei de reglare automată.

Meniul Settings are comenzi pentru stabilirea diferitor parametrii care intervin în proiectarea asistată de calculator. Valoarea “Root Locus” a acestui meniu permite modificarea constantei K_{loc} care are valoarea implicită 10. O altă alegere mai frecventă din acest meniu este “Dynamic Response” cu ajutorul căreia se stabilesc parametrii de simulare a sistemului automat prin comenzile din meniul Response.

O acțiune foarte importantă în această metodă de proiectare constă în selectarea cu mausul a unui punct de pe locul rădăcinilor. Programul are grijă să ne amintească cât mai des de acest lucru.

După selectare se afișează valoarea constantei K_{loc} , polii p_i și zerourile z_i care determină funcția de transfer $T(s)$ a sistemului automat.