**Analiza efectelor parametrilor de acord ai PID**

**asupra stabilității sistemelor de reglare**

***Fișă de lucru***

|  |  |
| --- | --- |
| **Nume Prenume** |  |
| **Grupa** |  |

**Scopul lucrării:** Analiza efectelor parametrilor de acord ai legilor de reglare din clasa PID asupra răspunsului în frecvenţă și stabilității SRA pentru procese de ordinul I cu timp mort.

În urma parcurgerii lucrării, studenţii vor dobândi următoarele competenţe:

* implementarea schemelor de reglare automată (SRA) în Matlab (linie de comanda)
* trasarea caracteristicilor Bode - amplitudine / pulsaţie si fază / pulsaţie folosind Matlab
* trasarea hodografului (locul de transfer, Nyquist) folosind Matlab
* analiza efectelor parametrilor de acord ai legilor convenţionale PID asupra stabilităţii SRA
* evaluarea stabilităţii în buclă închisă a SRA, pe baza marginilor de amplitudine şi de fază
* evaluarea robusteţii stabilităţii sistemului în bucla închisă

**Mod de lucru:** În cele ce urmează, se cere studierea răspunsului în frecvenţă al unui sistem în buclă închisă cu un regulator din clasa PID, în condiţiile variaţiei parametrilor de acord ai acestuia şi/sau în condiţiile variaţiei parametrilor procesului.

**Observație:** În această lucrare de laborator, indicatorii de performanță se vor obține în linie de comandă, **nu** prin simulare în *Simulink.*

**Observație:** Se recomandă crearea unui script Matlab ce implementează procedura de mai jos.

1. Regulator de tip **P**

-Se va completa următorul tabel:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Regulator P** | **Bode / Nyquist** | | **Stabilitate**  (stabil / instabil / limită stabilitate) |
| **KR** | **Ma** | **Mφ** |
| **0.1** |  |  |  |
| **1** |  |  |  |
| **10** |  |  |  |
| **100** |  |  |  |

-Se variază parametrul KR folosind valorile: 0.1, 1, 10, 100.

-Se implementează un regulator de tip **P**:

>> Kr = ***valoarea curenta***;

>> Hr = tf([Kr],[1]);

-Se consideră un proces, caracterizat prin funcţia de transfer:

>> Hp = tf([0.02],[20 1], 'ioDelay', 5);

-Se calculează în Matlab *funcţia de transfer în bucla deschisă* (Hd):

>> Hd = series(Hr,Hp);

-Se trasează diagramele Bode și se calculează marginile de amplitudine și de fază pentru fiecare valoare a lui KR:

>> margin(Hd);

-Valorile marginilor vor fi afișate în partea superioară a ferestrei.

-Se trasează hodografului sistemului în buclă deschisă:

>> nyquist(Hd);

-Se operează următoarele setări (click dreapta în fereastra hodografului):

* *Show* şi se deselectează *Negative frequencies*
* *Characteristics* şi se selectează *All stability margins* sau *All crossings*

-Se estimează pe graficul hodografului Ma şi Mφ.

-Se calculează funcția de transfer echivalentă a sistemului în buclă închisă:

>> H0 = feedback(Hd,1);

-Se generează răspunsul indicial:

>> [y,t] = step(H0);

-Se apreciază stabilitatea sistemului în bucla închisa prin analiza raspunsului indicial:

>> plot(t,y)

1. Regulator de tip **PI –** *influenta Ti*

-Se va completa următorul tabel:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Regulator PI** | **Bode / Nyquist** | | **Stabilitate**  (stabil / instabil / limită stabilitate) |
| **Ti** | **Ma** | **Mφ** |
| **1** |  |  |  |
| **10** |  |  |  |
| **20** |  |  |  |
| **40** |  |  |  |

-Se păstrează factorul de proporționalitate constant, KR = 10.

-Se variază parametrul Ti folosind valorile: 1, 10, 20, 40.

-Se implementează un regulator de tip **PI**:

>> Kr = 10;

>> Ti = ***valoarea curenta***;

>> Hr = tf([Kr\*Ti Kr],[Ti 0]);

-Se consideră un proces, caracterizat prin funcţia de transfer:

>> Hp = tf([0.02],[20 1], 'ioDelay', 5);

-Se calculează în Matlab *funcţia de transfer în bucla deschisă* (Hd):

>> Hd = series(Hr,Hp);

-Se trasează diagramele Bode și se calculează marginile de amplitudine și de fază pentru fiecare valoare a lui KR:

>> margin(Hd);

-Valorile marginilor vor fi afișate în partea superioară a ferestrei.

-Se trasează hodografului sistemului în buclă deschisă:

>> nyquist(Hd);

-Se operează următoarele setări (click dreapta în fereastra hodografului):

* *Show* şi se deselectează *Negative frequencies*
* *Characteristics* şi se selectează *All stability margins* sau *All crossings*

-Se estimează pe graficul hodografului Ma şi Mφ.

-Se calculează funcția de transfer echivalentă a sistemului în buclă închisă:

>> H0 = feedback(Hd,1);

-Se generează răspunsul indicial:

>> [y,t] = step(H0);

-Se apreciază stabilitatea sistemului în bucla închisa prin analiza raspunsului indicial:

>> plot(t,y)

1. Regulator de tip **PI –** *influenta KR*

-Se va completa următorul tabel:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Regulator PI** | **Bode / Nyquist** | | **Stabilitate**  (stabil / instabil / limită stabilitate) |
| **KR** | **Ma** | **Mφ** |
| **1** |  |  |  |
| **10** |  |  |  |
| **100** |  |  |  |

-Se păstrează timpul de integrare constant, Ti = 20.

-Se variază parametrul KR folosind valorile: 1, 10, 100.

-Se implementează un regulator de tip **PI**:

>> Kr = ***valoarea curenta***;

>> Ti = 20;

>> Hr = tf([Kr\*Ti Kr],[Ti 0]);

-Se consideră un proces, caracterizat prin funcţia de transfer:

>> Hp = tf([0.02],[20 1], 'ioDelay', 5);

-Se calculează în Matlab *funcţia de transfer în bucla deschisă* (Hd):

>> Hd = series(Hr,Hp);

-Se trasează diagramele Bode și se calculează marginile de amplitudine și de fază pentru fiecare valoare a lui KR:

>> margin(Hd);

-Valorile marginilor vor fi afișate în partea superioară a ferestrei.

-Se trasează hodografului sistemului în buclă deschisă:

>> nyquist(Hd);

-Se operează următoarele setări (click dreapta în fereastra hodografului):

* *Show* şi se deselectează *Negative frequencies*
* *Characteristics* şi se selectează *All stability margins* sau *All crossings*

-Se estimează pe graficul hodografului Ma şi Mφ.

-Se calculează funcția de transfer echivalentă a sistemului în buclă închisă:

>> H0 = feedback(Hd,1);

-Se generează răspunsul indicial:

>> [y,t] = step(H0);

-Se apreciază stabilitatea sistemului în bucla închisa prin analiza raspunsului indicial:

>> plot(t,y)

1. Concluzii

-Folosind toate informațiile din tabele determinate mai sus, se completează în următorul tabel **sensurile de variaţie** (*crește / scade / 0 / nu variază*) a mărimilor:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Regulator** | | **Bode / Nyquist** | |
| **Ma** | **Mφ** |
| **P** | **KRꜛ** |  |  |
| **PI** | **Tiꜛ** |  |  |
| **PI** | **KRꜛ** |  |  |

1. Analiza robusteții

|  |
| --- |
| **Robustețe:** calitatea unui regulator de a îndeplini criteriile de performanță pentru care a fost proiectat (stabilitate, urmarire, rejecție perturbatii) în prezența incertitudinilor și variației parametrilor procesului. |

-Se alege regulatorul PI avand

* KR =100
* Ti = 20

-Pentru acest regulator, în cele ce urmează se va analiza robustețea.

-Se completează următorul tabel modificând valoarea timpului mort a procesului () precum este specificat.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Ma** | **Mφ** | **Stabilitate**  (stabil / instabil / limită stabilitate) |
| **0** |  |  |  |
| **3** |  |  |  |
| **5** |  |  |  |
| **10** |  |  |  |
| **20** |  |  |  |
| **50** |  |  |  |

6. Observații și interpretare rezultate

-Se analizează rezultatele obținute anterior și se realizează observații în legătură cu:

* efectul produs de modificarea parametrilor de acord asupra stabilității sistemului
* robustețea regulatorului proiectat