Stationær fejl

|  |  |
| --- | --- |
| **Regulator eller lignende** | **Effekt** |
| P-regulator | Afhænger af systemets type og responstypen. Typisk vil en større give større , hvorfor:  Computergenereret alternativ tekst: NZO  Trin  Rampe  Parabel  N-  2  Tabel 3.1 Stationær "l er for referenceinput  større mindre stationær fejl |
| PI-regulator | Mindsker stationær fejl. |
| Lag-kompensator | Mindsker stationær fejl (Den statiske sløjfeforstærkning øges -> stationære fejl mindskes) |
| Lead-kompensator | Placering ikke vigtig |
| PI-Lead-regulator | PI-lead giver mindre stationær fejl (fra I-leddet) Større Ni -> større stationær fejl |
| (P)-Feed forward | * + 1. Bør (i teorien) mindske den stationære fejl (når den tilføjes til en P-regulator). Kilde: Øvelser 02. |

Fasemargin & relativ stabilitet

|  |  |
| --- | --- |
| **Regulator eller lignende** | **Effekt** |
| P-regulator | Afhænger af systemet.  TYPISK vil mindre større fasemargin -> bedre stabilitet.  Betragt bodeplottet. |
| PI-regulator | Forringer fasemargin.  Større tau\_i -> bedre stabilitet |
| Lag-kompensator | Ændrer ikke (nødvendigvis) fasemargin |
| Lead-kompensator | Kan forbedre fasemargin (adder den maksimale positive fasedrejning omkring den ønskede krydsfrekvens) (dvs. bedre relativ stabilitet). små værdier af alpha kan give overstyringsproblemer.  mindre alpha -> større positiv fasedrejning (pas på overstyring og støjfølsomhed)  Større tau\_d -> bedre stabilitet |
| PI-Lead-regulator | Mindre Ni -> PI-leddets negative fasedrejning kan få uheldig indflydelse på systemets dnamiske egenskaber mindre alpha -> større positiv fasedrejning (pas på overstyring og støjfølsomhed)    Større tau\_i -> bedre stabilitet  Større tau\_d -> bedre stabilitet |
| Feed forward | * + 1. Giver ikke ustabilitet, hvis det var stabilt i forvejen.        1. u-signalet (aktuator-signal) er konstant (for konstant reference)           1. Vi tilføjer intet ekstra støj til systemet. |

Åbensløjfe fasedrejning

|  |  |
| --- | --- |
| **Regulator eller lignende** | **Effekt** |
| P-regulator | Ingen |
| Integrator (I-regulator) | -90grader |
| I-led i PI-regulator (dvs. integrator + nulpunkt) | -90grader fra integratoren, positiv fasedrejning fra nulpunktet.  Lav regulator-knækfrekvens -> mindsker negativ fasedrejningsbetydning (-> ofte pol nær origo for lukketsløjfesystem ->stor stigtid/lav båndbredde (langsomt system))  Lille knækfrekvens ->bedre fasedrejning |
| Lag-kompensator | Se bodeplot nederst. |
| Lead-kompensator | Positiv for alle frekvenser. Antager et maksimum. mindre alpha -> større positiv fasedrejning (pas på overstyring og støjfølsomhed) |
| PI-Lead-regulator | Mindre Ni -> PI-leddets negative fasedrejning kan få uheldig indflydelse på systemets dnamiske egenskaber mindre alpha -> større positiv fasedrejning (pas på overstyring og støjfølsomhed) |

Oversving

* + Stabilitet. Jo mere stabilt, jo mindre oversving. Jo større fasemargin, jo mindre oversving.

|  |  |
| --- | --- |
| **Regulator eller lignende** | **Effekt** |
| P-regulator | Større fasemargin -> mindre oversving (mere stabilt system).  TYPISK vil mindre mindre oversving. |
| Lukketsløjfesystemet har et nulpunkt sammenfaldende med en åbensløjfepol | Stort oversving? Se eksempel 6.1. |
| PI-regulator | I tilfælde af integratoroverstyring -> større oversving |
| I-regulator | I tilfælde af integratoroverstyring -> større oversving |
| Lag-kompensator | Nogen gange lidt større end for PI-regulator. |
| Lead-kompensator | Lead-led i tilbagegrenen: Mindre Lead-led i fremkoblingsgrenen: Større  Større alpha i lead-delen -> mindre oversving (i hvert fald for P-lead). |
| Forfilter | Hvis nulpunkt i lukket-sløjfesystem i venstre halvplan -> afhjælper oversving. større tau\_f -> mindre oversving (plomberer nulpunkter, der er langsomme) |
| PI-Lead-regulator | Lead-led i tilbagegrenen: Mindre Lead-led i fremkoblingsgrenen: Større |

Hastighed

* + Plombering af problematiske poler giver hurtigere system -> højere krydsfrekvens, hurtigere stigtid, toptid og indsvingningstid.

Stigtid

|  |  |
| --- | --- |
| **Regulator eller lignende** | **Effekt** |
| P-regulator | Typisk vil større kortere stigtid |
| PI-regulator | Ofte forringelse  Lav regulator-knækfrekvens (godt for at mindske negativ fasedrejningsbetydning) -> ofte pol nær origo for lukketsløjfesystem ->stor stigtid (langsomt system)  Lille knækfrekvens ->stor stigtid |
| Lag-kompensator | Ofte forringelse |
| Lead-kompensator | (Hurtigere system)  Mindre alpha -> hurtigere system |
| Forfilter | Større tau\_f -> længere stigtid, s. 287 |
| PI-Lead-regulator | Mindre alpha -> hurtigere system |

Båndbredde

* + Større krydsfrekvens -> større båndbredde

|  |  |
| --- | --- |
| **Regulator eller lignende** | **Effekt** |
| P-regulator | Typisk vil større hurtigere båndbredde |
| PI-regulator | Ofte forringelse  Lav regulator-knækfrekvens (godt for at mindske negativ fasedrejningsbetydning) -> ofte pol nær origo for lukketsløjfesystem ->lav båndbredde (langsomt system)  Lille knækfrekvens ->lav båndbredde  Større tau\_i -> mindre håndbredde |
| Lag-kompensator | Ofte forringelse |
| Lead-kompensator | Kan give større båndbredde. Lead-led i tilbagegrenen: Mindre Lead-led i fremkoblingsgrenen: Større  Mindre alpha -> hurtigere system Større tau\_d -> større håndbredde |
| PI-Lead-regulator | Mindre alpha -> hurtigere system Større tau\_i -> mindre håndbredde Større tau\_d -> større håndbredde |
|  |  |

Indsvingningstid

* + (Ofte) større båndbredde -> hurtigere indsvingningstid

|  |  |
| --- | --- |
| **Regulator eller lignende** | **Effekt** |
| P-regulator | ??Typisk uændret (se eksempel 6.2) |
| PI-regulator | Ofte forringelse  Lille knækfrekvens ->lang indsvingningstid  I tilfælde af integratoroverstyring -> længere indsvingningstid |
| I-regulator | I tilfælde af integratoroverstyring ->længere indsvingningstid |
| Lag-kompensator | Ofte forringelse |
| Lead-kompensator | (Hurtigere system) Placering ikke vigtig |
| PI-Lead-regulator |  |

Forstyrrelser

* + Integrator -> stationær fejl lig 0
  + Jo større båndbredde -> jo mindre og jo mere kortvarrige bliver de dynamiske afvigelser

Computergenereret alternativ tekst:
p-regulator 
Pl- tor 
Lead- kom pens a to r 
PID- regul ator 
Figur 6.48 Responser for forstyrrelsesændring — 
Tid 
100C) 

PID = PI-Lead, eksempel

|  |  |
| --- | --- |
| **Regulator eller lignende** | **Effekt** |
| P-regulator |  |
| PI-regulator | Integrator -> mindsker stationær fejl ved forstyrreler |
| I-regulator | Integrator -> mindsker stationær fejl ved forstyrreler |
| Lag-kompensator |  |
| Lead-kompensator | Hurtigere system -> kortere påvirkning af forstyrrelse |
| PI-Lead-regulator | Integrator -> mindsker stationær fejl ved forstyrreler  Hurtigere system -> kortere påvirkning af forstyrrelse |
| (P)-feed forward | * + 1. Tager ikke hensyn til forstyrrelser |

Plots

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Regulator** | **Bodeplot** | **Enhedstrinrespons** |
| P-regulator | Rykker amplituden lodret, men ændrer ikke fasen. |  |
| PI-regulator | Computergenereret alternativ tekst: 2010gKp  (rad/sekl  Figur 6.9 Bodeplotfor PI-regulntoren.  Bemærk amplitudeasymptoternes hældning og fasedrejningen er —90c  ved lave freküensey og 00 ved høje frekvenser. | Computergenereret alternativ tekst: Figur 6.8 Enhedsfrinresponsfor Pl-regulafor.  Responset starter med et frin af størrelsen K p, og fortsætter med at vokse  lineært fordi det konstante input bliver infegreref for voksende t. |
| Lag-kompensator | Computergenereret alternativ tekst: A 1dB1  2010gK  2010g-2  -45  Figur 6.17 Bodeplotfor lag-kompensator.  (Okt  Lag-kompensator  - PI-regulator  (0 (rad/sekl  Bemærk sammenligningen med Pl-regulatorens Bodeplotfrafigur 6.9 | Computergenereret alternativ tekst: m(t)  Figur 6.16 Enhedstrinresponsfor lag-kompensator  Efter det indledende trin til t —  0 svinger responset ind til den konstante  værdi K med tidskonstanten Pti. |
| Lead-kompensator | Computergenereret alternativ tekst: 2010g-e  A IdBl  2010g  2010gK  (o (rad,/sekl  Figur 6,21 Bodeplotfor lead-konrpensator.  Man skal bemærke at kompensaforen giver en forstærkning på I ved  højefrekvenser, at fasedrejningen overalt er positiv og at den har Sif pnak-  Simon ved midtfrekvenseyr I / ( JGI d) | Computergenereret alternativ tekst: Figur 6.20 Lend-kompensatorens enhedstrinrespons.  Responset Starter med trinnet KP og svinger derefter ind til den kon-  Stonfe værdi K ,'ned tidskonstanten Startfrinnet bliver altså større  jo mindre er. Denne kraftigere påvirkning lige efter t — O medvirker  til at Il,'kkefsløjfrsystemef bliver hurtigere_ |
| PI-Lead-regulator | Computergenereret alternativ tekst: 2010g—E  2010gKp  ro trad/sekl  Figur 6.38 Bodeplot for PID-regulator. | Computergenereret alternativ tekst: KÅI )  Figur 6.37 PID-regulatorens enhedstrinrespons. Responset ses at være  kombinationen af responserne på figurerne 6.8 og 6.20. |
|  |  |  |
|  |  |  |

* + Optimalt bodeplot
  + Computergenereret alternativ tekst:
    Disse betragtninger kansammenfattes i figur 6.61. Små stationære fejl (dav s. 
    Ringe hældning omkring'" c 
    sikrer en god fasemargin 
    Begrænsning som reducerer 
    indflydelsen fra høj-frekvens 
    dynamik og 
    Begrænsning Som 
    sikrer stor la vfrekvens- 
    forstærkning og dermed 
    små Stationære fejl 
    Åben-slojfe 
    forholdskurve G 
    Figur 6.61 Oversigt over dimensioneringsregler. 
    god reguleringsnøiagtighed) kræver at åben-sløjfe amplitudeforholdet ligger 
    højt ved lave frekvenser og usikker eller upræcis modellering af regulerings- 
    objektets højfrekvensdynamik kræver at åben-sløife amplitudeforholdet lig- 
    ger lavt ved høje frekvenser. Ifølge Bode's sætning (se kapitel 5 side 222) er 
    det desuden ønskeligt at kurvens hældning er så lille som muligt i frekvens- 
    området omkring krydsfrekvensen. Dette sikrer nemlig en god fasemargin. 

* + Computergenereret alternativ tekst:
    Kontrolspørgsmål : 
    1) Giver en lavere krydsfrekvens en lavere båndbredde? 
    Generelt Ja. 
    2) Giver en lavere båndbredde en langsommere indsvingningstid? 
    Generelt Ja. 
    3) Giver en hurtigere indsvingningstid et kraftigere 
    styresignal (u)? 
    Generelt Ja. 



Det ville hjælpe at gøre leadleddet mindre, men det giver større oversving.

Computergenereret alternativ tekst:
Hvis man vælger td mindre end 20 sek., som blev valgt ovenfor, vil 
systemets krydsfrekvens og dermed også båndbredden kunne øges, 
men prisen er en mindre fasemargin, d.v.s, en ringere relativ stabilitet. 

Computergenereret alternativ tekst:
Vælges td større opnår man større fasernargin men mindre bånd- 
bredde. 