

Dynamiska System & Reglerteknik

Inlämningsuppgift 2

John Croft
19930814-7959

Del 1

2.1.

- a) 53°
- b) 41,7s

2.2.

- Översvängen mättes till 40,3%.
- Tid för utsignalen att gå från 0 - 30 grader: 24,5s.
- Maximala roderutslaget under insvängningsförloppet: $27,5^\circ$.

2.3.

- $k \leq 0.31$.
- Tid för utsignalen att gå från 0 - 30 grader: 59,7s.
- Maximala roderutslaget under insvängningsförloppet: $8,9^\circ$.

2.4.

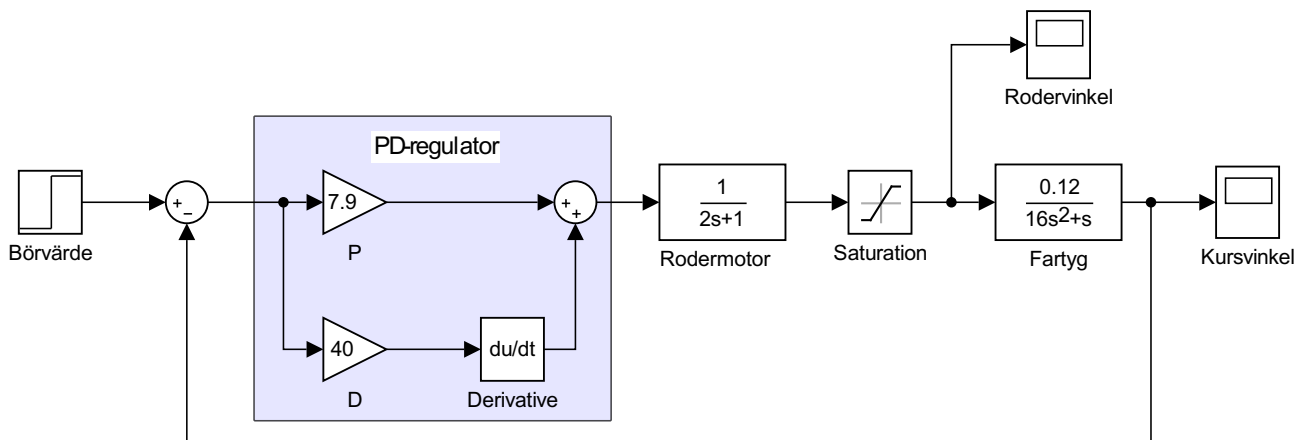
- $P \approx 2,3$.
- Tid för utsignalen att gå från 0 - 30 grader: 20,7s
- Maximala roderutslaget under insvängningsförloppet: 52° .

2.5.

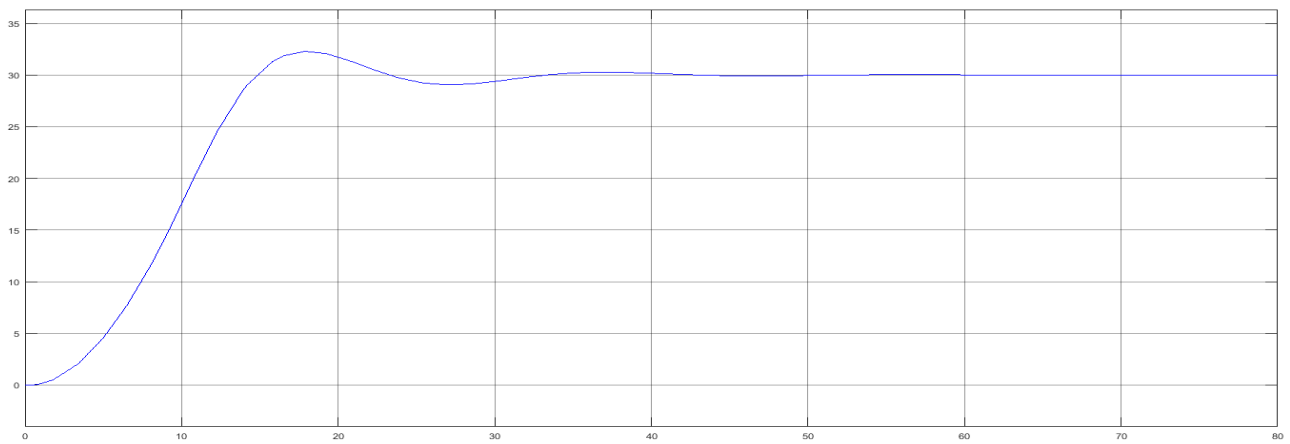
- $P \approx 7,9$.
- Tid för utsignalen att gå från 0 - 30 grader: 13,7s
- Maximala roderutslaget under insvängningsförloppet: $146,7^\circ$

2.6.

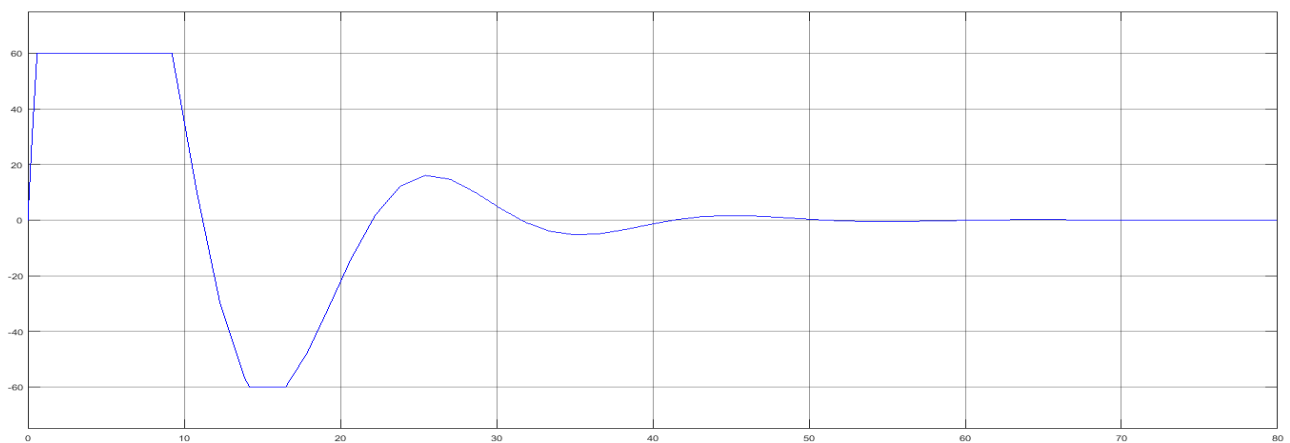
- Tid för utsignalen att gå från 0 - 30 grader: 14,9s
- Översvängen är nu 7,7%



Figur 1: Den fullständiga simulinkmodellen för uppgift 2.6



Figur 2: *Kursvinkelns* stegsvar i uppgift 2,6.



Figur 3: *Rodervinkelns* stegsvar i uppgift 2,6.

Slutsats

En rent förstärkande regulator (P-regulator) blir instabil redan vid låga förstärkningar vid stegformade börvärdesändringar. För att minska eventuella översvängningar måste man då minska P-regulatorns förstärkning vilket även gör systemet långsammare.

Med en PD-förstärkare motverkar derivata-delen ändringar i felvärdet, och resultatet blir att man får ett betydligt snabbare och stabilare utsignal än med en P-regulator. Konsekvensen kan dock bli att PD-regulatorn (på grund av att derivatan precis vid stigningen av en stegformad börvärdesändring går mot ∞) skickar styrsignaler som själva styrdonet (rodermotorn i detta fall) inte kan klara av rent fysiskt i verkligheten, vilket gör simuleringen ogiltig. Om man inför en 'styrsignalsmättning' som begränsar styrsignalen från regulatorn till ett intervall, så får man en utsignal som bättre reflekterar verkliga begränsningar. Resultatet av att regulatorns styrsignal begränsas blir att utsignalen blir något långsammare men också mer stabil med mindre översväng.

Del 2

2.8.

Förstärkning, k	Slutnivå	Kvarstående fel, e_0	Storlek på översväng (%)	Tid för max översväng (sek)
2	6,6	3,3	11%	2,2s
8	8,9	1,1	31,5%	1s
20	9,5	0,5	46,3%	0,8s

- $k = 2$ ger bäst stabilitet.
- $k = 20$ ger minst kvarstående fel.
- $k = 20$ ger bäst snabbhet.
- $k > 100$ ger $e_0 < 0,1$.

2.9.

- Integrationskonstanten $K_I = \frac{1}{T_I} = 0,3$.
- Stigtiden $t_r = 4,3s$.

2.10.

- Stigtiden $t_r = 1s$.
- Översväng = 7%.

2.11.

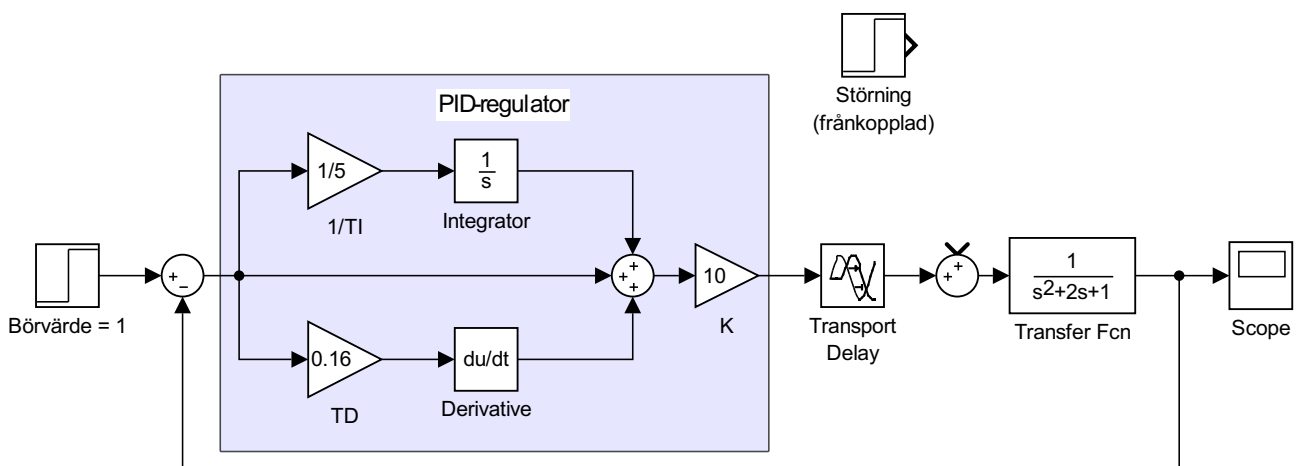
- Stigtiden $t_r = 0,55s$.
- Översväng = 9%.

2.12.

- Maxfelet vid stegformad störning: 0,19

2.13.

- Dödtid som orsakar instabilitet $\geq 0,32s$.



Figur 4: Det fullständiga simulink blockschemat för uppgift 2.13. Störningen är ej inkopplad eftersom vi enbart mäter systemets stabilitet vid förändringar i *börvärdet*.

Slutsats

Med en ren P-regulator så kan man analytiskt dra slutsatsen att en lägre förstärkning ger bättre stabilitet, men att högre förstärkning ger snabbare stigning och mindre kvarstående fel, e_0 . För att kunna minimera e_0 till något försumbart krävs dock flera storleksordningar större förstärkning, vilket ger stora översväng och kan orsaka instabilitet.

Med en PI-regulator elimineras det kvarstående felet av den integrerande delen. Genom att minska integrationskonstanten K_I (öka T_I) kan man också få en utsignal med mindre översväng. Man kan dessutom använda en högre förstärkning i P-delen än med en ren P-regulator utan att översvängen ökar lika mycket; möjligheten till större förstärkning gör att stigtiden minskar och systemet blir mer responsiv.

Med en PID-regulator blir utsignalens stigtid ännu kortare på grund av derivata-delens bidrag, men översvängen ökar något som konsekvens. Stegartade störningar dämpas förhållandevis kraftigt av en PID-regulator.

Om man har en dödtid i processen så kan man analytiskt se att processen har en tendens att svänga mycket mer samt att processen blir instabilt redan vid förhållandevis låga dödtider (i systemet i figure 4 så inträffar instabilitet redan vid en dödtid på 0,32s).