

Kapittel 6

Tidsdiskret PID-regulator

6.1 Innledning

Oppgave 6.1 Hvorfor tidsdiskret regulator?

Nevn et par viktige fordeler ved at PID-regulatoren er implementert som en tidsdiskret regulatoralgoritme realisert i en datamaskin sammenliknet med analog implementering vha. f.eks. analog elektronikk.

6.2 Datamaskinbasert reguleringsløyfe

Oppgave 6.2 Glatting av trappetrinnsformet pådrag

I en datamaskinbasert regulator er det genererte pådragssignalet egentlig trappetrinnsformet. Hvis det er et problem for pådragsorganet at pådraget endres i trinn, hvordan kan pådraget da gattes?

6.3 Utvikling av tidsdiskret PID-algoritme

Oppgave 6.3 Håndregning av pådrag i tidsdiskret PID-regulator.

Gitt følgende samplverdier for referansen og målingen for et tidsdiskret PID-reguleringsystem:

$$y_r(t_k) = \{50, 60, 60\}; k = 0, \dots, 2 \quad (6.28)$$

$$y(t_k) = \{50, 50, 51\}; k = 0, \dots, 2 \quad (6.29)$$

(Det er altså et sprang i referansen fra 50 til 60 ved tidsskritt $k = 1$.) Anta at regulatorparameterene har tallverdiene $K_p = 0,4$, $T_i = 4,0$, $T_d = 1,0$, $T_f = 0,1$ og at referansevektene er $w_p = 1$ og $w_d = 1$. Anta at det nominelle pådraget u_0 har verdi 50 (konstant) og at den initielle verdien av integralleddet er $u_i(t_0) = 0$. Den initielle verdien av det lavpassfiltrerte reguleringsavviket er $e_{d_f}(t_0) = 0$. Regulatorens samplingsintervall er $T_s = 0,1$.

- Beregn (for hånd) pådragsverdiene $u(t_k)$ for $k = 1$ og 2 ihht. algoritmen (6.20) – (6.27) i læreboken.
- Hvilket av pådragsleddene u_p , u_i og u_d reagerer (til å begynne med) raskest (kraftigst) på referanseendringen? Hvilket reagerer tregest?

Oppgave 6.4 Alternativ utledning av diskret PI-regulatorfunksjon

I læreboken er en tidsdiskret PID-regulatorfunksjon utledet. Integralleddet er der diskretisert vha. Eulers bakovermetode for integralapproksimasjon. En alternativ måte å utlede en tidsdiskret PID-regulatorfunksjon på, er å derivere hele regulatorfunksjonen med hensyn på tiden, og så bruke Eulers bakovermetode for derivasjonsapproksimasjon på alle de deriverte.

Generelt lyder Eulers bakovermetode for derivasjonsapproksimasjon slik:

$$\dot{x}(t_k) \approx \frac{x(t_k) - x(t_{k-1})}{T_s} \quad (6.30)$$

- Utlede en tidsdiskret PI-regulatorfunksjon¹ ihht. den alternative metoden beskrevet ovenfor. Anta for enkelhets skyld at referansevekten, w_p , foran P-leddet er 1.
- Vis at PI-funksjonen utledet i deloppgave 1 ovenfor er identisk med PI-funksjonen gitt av (6.19) – (6.27) i læreboken.

6.4 Samplingsintervallets betydning for stabilitet og PID-innstilling

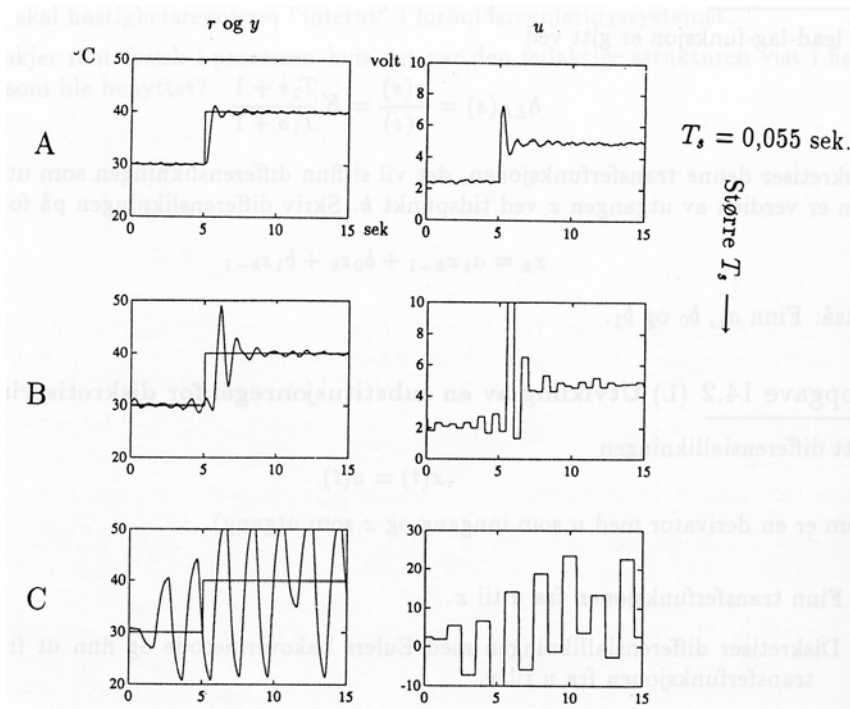
Oppgave 6.5 Er samplingsintervallet ok?

Gitt en prosess som skal reguleres med en diskret PID-regulator. Prosessens responstid er ca. 1 min. Reguleringsutstyret opererer med et samplingsintervall på 0,2 sek. Er dette et brukbart samplingsintervall for den gitte prosessen?

¹For enkelhets skyld omhandler oppgaven en PI-regulator, men framgangsmåten er lik for en PID-regulator.

Oppgave 6.6 Når samplingsintervallet økes

Oppgave 2.17 side 14 beskriver et temperaturreguleringssystem for et varmluftør. Figur 28 viser temperaturen y og pådraget u for økende samplingsintervaller T_s .



Figur 28: Oppgave 6.6: Temperaturen y og pådraget u for økende samplingsintervaller T_s

Regulatoren er en diskret PI-regulator med faste verdier for K_p og T_i .

- Hvor stort er samplingsintervallet for tilfelle B og C i figur 28?
- Gi en kort forklaring på hvorfor reguleringsystemet får dårligere stabilitet med økende T_s tross at K_p og T_i er faste.

Oppgave 6.7 Bruk av modell ved design av diskret regulator

Gitt en prosess med transferfunksjonen $H(s)$ fra pådrag til prosessmåling.

Prosessmodellen skal brukes i simulatorbasert innstilling av en tidsdiskret PID-regulator (f.eks. Ziegler-Nichols' lukket sløyfe-metode). Hvordan kan du modifisere prosesstransferfunksjonen slik at den inkluderer virkningen av holdekreten i AD-omsetteren på utgangen av den diskrete regulatoren? Det antas at det er en tidskontinuerlig PID-regulatore som benyttes i simulatoren, men regulatorparametrene skal altså benyttes i en tidsdiskret implementering av regulatoren.