

valget er ikke er viktig.

2.6.8 Positiv eller negativ regulatorforsterkning?

På kommersielle regulatorer kan du velge om regulatorforsterkningen K_p i PID-regulatoren skal ha *positiv* eller *negativ verdi*. Hvis vi skriver PID-regulatoren som

$$u = u_0 + \underbrace{F \cdot K_{p1}}_{K_p} \left(e + \frac{1}{T_i} \int_0^t e \, d\tau + T_d \frac{de_f}{dt} \right) \quad (2.52)$$

vil regulatorforsterkningen, som er $K_p = FK_{p1}$ der K_{p1} alltid er positiv, få positivt fortegn med $F = 1$ og negativt fortegn med $F = -1$. På kommersielle regulatorer angir brukeren verdien av forsterkningen K_{p1} , men det vil være et eget parameterfelt eller en knapp el.l. der fortegnet (her: verdien av F) kan angis.

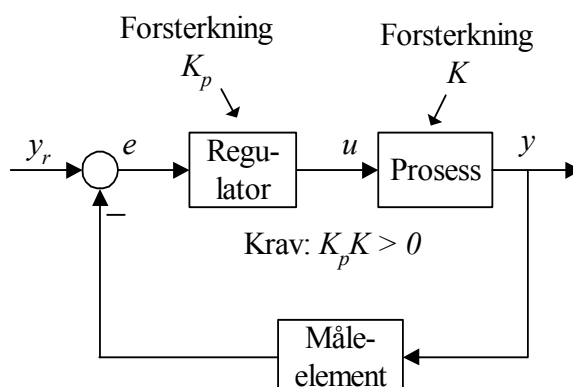
Det vanlige er positiv forsterkning ($F = 1$), men i enkelte tilfeller skal den være negativ. Det er *prosessforsterkningen* K som bestemmer fortegnet, slik:

- Hvis prosessforsterkningen er positiv, skal K_p være positiv. (Regulatoren sies da gjerne å ha reversvirkning, siden en økning av prosessutgangens verdi gir en reduksjon av pådraget.)
- Hvis prosessforsterkningen er negativ, skal K_p være negativ. (Kalles gjerne direktevirkning.)

Konsekvensen av å velge *feil* fortegn for K_p i forhold til prosessforsterkningen er dramatisk: Reguleringsløyfen blir *ustabil*⁸. Ustabilitet innebærer at variablene i reguleringsløyfen får stadig økende amplitude, inntil metning inntreffer. Den totale forsterkningen i sløyfen skal være positiv uansett fortegnet av prosessforsterkningen (vi ser her bort fra den negative forsterkningen som ligger i subtraksjonen mellom referansen og prosessmålingen), og dette oppnås ved å kreve at $K_p \cdot K$ er positiv, jf. figur 2.25. (Det er ingen garanti for stabilitet at $K_p K > 0$, for det kan bli ustabilitet dersom $K_p K$ har for stor positiv verdi. Men det blir sikkert ustabilitet dersom $K_p K < 0$.)

Hva er prosessforsterkningen, K ? Enkelt uttrykt er K den forsterkningen som et konstant pådrag på prosessen får gjennom prosessen. K kan finnes

⁸og farlig, kanskje



Figur 2.25: For at reguleringsystemet skal forbli stabilt, må produktet $K_p \cdot K$ forbli positivt.

fra prosessmodellen eller fra kvalitative betraktninger. Her er noen eksempler:

- Transferfunksjonsmodellen

$$y(s) = \frac{3}{s+1} e^{-2s} u(s) \quad (2.53)$$

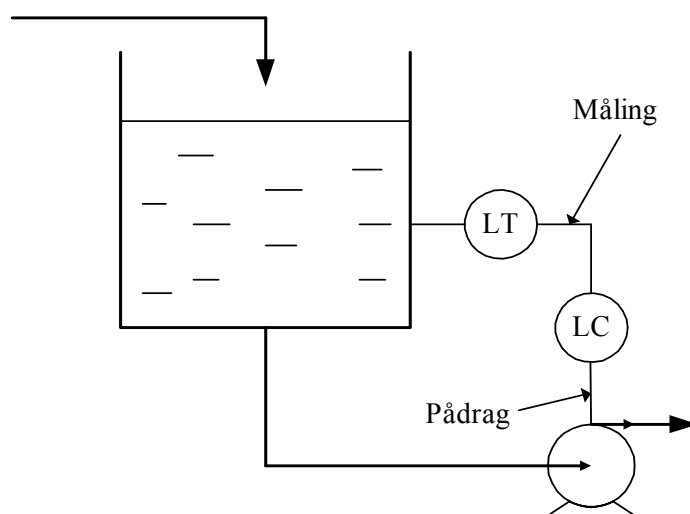
har positiv (prosess)forsterkning (nemlig 3).

- Transferfunksjonsmodellen

$$y(s) = \frac{-2}{s} e^{-s} u(s) \quad (2.54)$$

har negativ (prosess)forsterkning (nemlig -2).

- Figur 2.26 viser et nivåreguleringsystem for en væsketank der pådraget styrer *utløpet* av tanken. En økning av pådraget vil redusere nivået/nivåmålingen, og prosessen har derfor negativ prosessforsterkning.
- En varmeveksler med temperaturregulering der pådraget styrer tilførselen av kjølemedium, har negativ prosessforsterkning siden en pådragsøkning gir reduksjon av temperaturen/temperaturmålingen.



Figur 2.26: Eksempel på prosess med negativ prosessforsterkning. En økning av pådraget vil redusere nivået/niv åmålingen.

2.7 Praktiske problemer: Pådragsspark, metning og støy

Dette underkapitlet beskriver noen viktige praktiske problemer som kan oppstå i virkelige reguleringsløyper, samt løsninger av disse problemene.

2.7.1 Reduksjon av P- og D-spark ved brå referanseendringer

Innledning

Hvis referansen y_r endres brått, for eksempel som et sprang, kan det oppstå uheldige brå responser i pådraget. Problemet er knyttet til P- og D-leddet i regulatorfunksjonen (??), og de uheldige responsene betegnes P-spark hhv. D-spark. En løsning er å modifisere P- og D-leddene. En annen løsning er å ta ondet ved roten og ikke tillate brå referanseendringer! Vi skal se nærmere på disse løsningene i underkapitlene nedenfor.

For referanse gjengis her PID-regulatorfunksjonen *med* reduserte referansevekter i D- og P-leddet: