

Automatiseringsteknikk

Finn Aakre Haugen

29. september 2025

Forord

Denne boken dreier seg om grunnleggende automatiseringsteknikk. Automatiseringsteknikk går ut på å styre eller regulere mekaniske, termiske, kjemiske, biologiske eller elektriske prosesser automatisk slik at de oppfører seg som vi ønsker. Automatiseringsutstyret er typisk i form av spesialiserte datamaskiner og har ulike navn avhengig av anvendelsesområdet, som regulator eller PLS (programmerbar logisk styring). Noen sier kontroller (fra engelsk controller). Boken fokuserer på prinsipper, metoder og algoritmer som danner fundamentet for automatiseringsteknikken.

Her er noen eksempler på anvendelser av automatiseringsteknikk:

- Temperaturregulering av et rom: Regulatoren justerer oppvarmingen eller avkjølingen av luften i rommet automatisk for å få den målte romtemperaturen til å bli lik temperaturreferansen, f.eks. 22 °C, til tross for forstyrrelser som varierende utetemperatur, varierende ventilering, varierende solinnstråling og varierende antall personer i rommet.
- Nivåregulering av en flistank (flissilo) i innløpsavsnittet i en papirfabrikk: Regulatoren justerer innstrømningen av flis til tanken automatisk for å få den målte nivået av flisen i tanken til å bli lik nivåreferansen, f.eks. 10 meter i en 15 meter høy tank, til tross for varierende utmatning av flis som så går inn til kokeriet der flisen løses opp.
- Posisjonsregulering (dynamisk posisjonering) av skip: Regulatoren manipulerer propellene (engelsk: thruster) automatisk for å få den målte skipsposisjonen til å bli lik posisjonsreferansen, som kan være en gitt posisjon i forhold til en undervannsinstallasjon eller en plattform eller en varierende posisjon (trajektor), til tross for forstyrrelser som krefter fra vind og vannstrøm.
- Hastighetsregulering (cruisekontroll) av en bil: Regulatoren justerer kraften som virker på hjulene automatisk for å få den målte bilhastigheten til å bli lik hastighetsreferansen, f.eks. 80 km/t, til tross for varierende vei- og luftfriksjon og varierende veistigning (oppoverbakke, nedoverbakke).
- Logisk og sekvensiell styring av satsvis produksjon av legemidler i tanker iht. en resept, som er en oppskrift på mengden av tilsetningsstoffer og temperaturen i tanken. I slike anvendelser er det viktig at prosessen opereres i en bestemt sekvens, f.eks. påfylling – oppvarming til spesifisert temperatur – prosessering – tømming, før neste sats (engelsk: batch) skal produseres. Temperaturregulering inngår som en del av styringsoppgaven.

Ut fra disse eksemplene, og jeg kunne ha nevnt mange andre, er det klart at automatiseringsteknikk spiller en svært viktig rolle i ulike typer tekniske og industrielle systemer.

Bokens del I dekker grunnleggende automatiseringsteknikk og dekker både reguleringsteknikk og logisk og sekvensiell styring. Denne delen er som et praktisk rettet «grunnkurs» som gjør deg i stand til å løse praktiske automatiseringsoppgaver og arbeide med laboppgaver og/eller simulatorbaserte oppgaver tidlig i relevante emner (fag).

De påfølgende delene av boken er mer teoretiske og dekker tema som matematisk modellering, simulatorutvikling, prosessdynamikk, analyse av reguleringssystemer, tilstandsestimering, modellbasert regulering. Men selv om temaene er teoretiske, kan de ha stor praktisk nytte! Fra en matematisk modell av en prosess som skal reguleres, kan du utvikle og programmere en simulator – kall den gjerne en virtuell prosess eller digital tvilling. Med simulatoren kan du teste og analysere løsningene dine uten omfattende og kanskje farlig eksperimentering på det fysiske systemet; og det fysiske systemet er kanskje ennå ikke bygget ferdig ennå, eller er kun under planlegging. Med modeller kan du også utvikle avanserte, modellbaserte regulatorer, og du kan utføre modellbasert innstilling av regulatorer.

Boken inneholder simulerte plott fra Python-programmer, fra OpenModelica-modeller og fra SimView-simulatorer. Lenker til Python-programmer og OpenModelica-modeller og SimView-simulatorer er angitt i teksten, og filer kan lastes ned fra bokens hjemmeside angitt nedenfor. Boken inneholder eksempler på programkode i Codesys, som er et fritt tilgjengelig programmeringsmiljø for PLS-programmering. Python, OpenModelica, Codesys og SimView er fritt tilgjengelig. SimView er en samling av kjørbare filer (exe-filer) som jeg har utviklet i LabVIEW, men du trenger ikke LabVIEW for å kjøre simulatorene. SimViews hjemmeside fins på <https://techteach.no/simview>.

Bak i hvert kapittel fins oppgaver med detaljerte løsningsforslag.

Du kan finne supplerende stoff til boken på bokens hjemmeside på <https://techteach.no>, bl.a. introduksjoner til OpenModelica, Python Control Package og Codesys.

Jeg har benyttet enkel objekt-orientert programmering (OOP) i mange av bokens Python-programmer. Med OOP kan du lage programmer med en god og oversiktlig struktur ved at du lager objekter for f.eks. prosesssimulatoren, målefilteret og regulatoren i programmet og kopler dem sammen med bare noen få programlinjer. Du kan også lage objektklasser som du kan definere i egne Python-filer og importere i ulike Python-programmer (skript). Vedlegg D gir et lynkurs i OOP-programmering med Python.

I boken bruker jeg norske begreper og uttrykk, men noen steder engelsk der det faller naturlig. Mange av figurene inneholder engelsk tekst (jeg satser på at det er greit).

Jeg har brukt ChatGPT til hjelp med oversettelse av deler av et engelskspråklig kompendium som jeg har skrevet.

Ser du feil eller har forslag eller andre kommentarer til boken, er du velkommen til å sende dem til meg på epost (se nedenfor).

Noen ord om min bakgrunn: Jeg har en sivilingeniørgrad fra tidligere NTH (nå en del av NTNU) og doktorgrad fra tidligere Høgskolen i Telemark (nå en del av USN). Jeg har erfaring som lærer og forsker, lærebokforfatter og deltaker i industri- og forskningsprosjekter om modellering, simulering og regulering. Jeg jobber i mitt enmannsfirma TechTeach og har deltidsstillinger som dosent ved USN og ved OsloMet. Jeg underviser også i yrkesfaglig utdanning og holder kurs for industrien.

Jeg vil si takk til Tormod Drengstig og Anushka Perera for deres kommentarer til

manuskriptet. Takk også til mine kontakter ved Yara AS, Ineos AS, Kongsberg Maritime/Kongsberg Gruppen AS og VEAS AS teknisk informasjon og diskusjoner. Takk for Fagbokforlaget, spesielt redaktør Jannicke Bærheim, for støtte under skrivingen. Professor Jens G. Balchen ved NTH var selve drivkraften bak fagfeltet kybernetikk i Norge og var min lærer i reguleringsteknikk. Professor Gustaf Olsson ved Lund Universitet etablerte gjennom sine lærebøker et utvidet og praktisk perspektiv på automatiseringsteknikk. De har på hver sin måte indirekte påvirket boken, så takk til dem. En takk også til min familie, og spesielt min kone Hong, for støtte under skrivingen.

Jeg har siden studiedagene vært fascinert av matematisk modellering, simulering og automatisk regulering og syntes det er spennende å utvikle og programmere algoritmer som virker sammen med fysiske og/eller simulerte systemer. Jeg har også likt å skrive og undervise om slike teknikker og metoder. Denne gleden er drivkraften bak boken.

Finn Aakre Haugen
<https://techteach.no/fh>
finn@techteach.no