



# LUND UNIVERSITY

## Interaktiv databehandling av dynamiska system

Åström, Karl Johan

1975

*Document Version:*  
Förlagets slutgiltiga version

[Link to publication](#)

*Citation for published version (APA):*  
Åström, K. J. (1975). *Interaktiv databehandling av dynamiska system*. (Technical Reports TFRT-7080). Department of Automatic Control, Lund Institute of Technology (LTH).

*Total number of authors:*  
1

### General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:  
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117  
221 00 Lund  
+46 46-222 00 00

INTERAKTIV DATABEHANDLING AV  
DYNAMISKA SYSTEM

K.J. ÅSTRÖM

Rapport 7519(C) Juni 1975  
Inst. för Reglerteknik  
Lunds Tekniska Högskola

## INTERAKTIV DATABEHANDLING AV DYNAMISKA SYSTEM

K. J. Åström

### 1. DYNAMISKA SYSTEM

Teorin för dynamiska system växte fram ur försöken att beskriva himlakropparnas rörelser. På basis av de observationer av planetrörelserna som gjordes av Tycho Brahe formulerade Kopler sina lagar. Keplers lagar inspirerade sedan Newton till att utveckla differential kalkylen och att lägga grunden till den klassiska mekaniken. Teorin för dynamiska system fördes sedan vidare genom insatser av Lagrange, Hamilton, Jacobi och Poincaré. I början av 1900-talet gavs teorin en abstrakt generell formulering av Birkhoff m.fl. Genom bidrag från elektrotekniken gavs teorin för dynamiska system viktiga nya idètillskott. Medan man i mekaniken är intresserad av att ge en detaljerad beskrivning av det dynamiska systemets alla detaljer (s.k. interna beskrivningar) är man ofta inom elektrotekniken intresserad av att endast ge relationerna mellan insignaler och utsignaler, (s.k. externa beskrivningar, "input-output modeller" eller "black-box approach"). Detta leder såväl till nya begreppsbildningar som till nya teoretiska verktyg. Bland de forskare som givit väsentliga bidrag till teorins utveckling märks Heaviside, Wiener, Nyquist och Bode.

### 2. UTVECKLING AV INTERAKTIVA SYSTEM

Studium av dynamiska system är centralt inom reglertekniken. Både de objekt som skall regleras liksom regulatorerna kan i allmänhet beskrivas som dynamiska system. Många av de problem som är aktuella att lösa

har ofta sådan karaktär att deras lösning ej kan göras analytiskt med penna och papper utan lösningen måste erhållas med hjälp av beräkningar med dator. För detta ändamål har en rad beräkningstekniska hjälpmedel utvecklats. Grunden utgörs av ett subrutinbibliotek med algoritmer för att lösa många av de grundläggande problemen. Ett sådant bibliotek har under en 10-års period byggts upp vid institutionen för reglerteknik vid LTH. De praktiska erfarenheterna av subrutinbiblioteket visade att även om rutinerna var mycket användbara så fordras fortfarande ett ganska omfattande programmeringsarbete innan subrutinerna sammanfogats till ett fungerande program för att lösa ett konkret problem.

Tanken växte så småningom fram att man skulle förse problemlösaren med ett annat hjälpmedel än ett subrutinbibliotek. Vid samma tidpunkt (1970) fick institutionen tillgång till en processdator med god maskinkommunikation. Det låg då nära till hands att med utgångspunkt från den tillgängliga programvaran och hårdvaran utveckla effektivare hjälpmedel för problemlösaren. Efter flera förberedande försök slog vi in på linjen att utveckla interaktiva språk, dvs speciella språk vars språkelement direkt svarar mot de problem man är intresserad av att lösa. Utvecklingen av sådana leddes av Johan Wieslander. De första systemen utvecklades med små resurser i form av examensarbeten. Det första som gjordes var SYN-PAC, ett interaktivt program för dimensionering av reglersystem. Detta implementerades i slutet av 1971 av en examensarbetare, civilingenjör Tord Novén, under Johan Wieslanders ledning.

Programmet användes sedan av många av institutionens medarbetare och erfarenheterna var mycket goda. Det

visade sig t.ex. att problem som tidigare varit av ungefär examensarbetskaraktär, dvs ca 3 man-månader, nu med programmets hjälp kunde lösas på ca 1 vecka. En intensiv användning av programmet av många institutionsmedarbetare visade också på behovet av att göra utvidgningar av programmet, vilket sedemera gjorts. Vi har också genom samarbete med kolleger i industrin fått många goda synpunkter på programsystemen. Programsystemen har bl.a. använts av träforskningsinstitutet för studium av processreglering av pappersmaskiner. Programmen har använts på SAAB för dimensionering av autopiloter och de har dessutom använts vid institutionens egen forskning.

Efter programmet SYNPAK utvecklades också programmet IDPAK, ett interaktivt system för dataanalys och identifiering och SIMNON, ett interaktivt simuleringsprogram för olinjära, dynamiska system.

Utvecklingen av de olika systemen har i samtliga fall varit likartad. En begränsad variant av systemet har implementerats i form av examensarbeten. På basis av de erfarenheter vi vunnit genom att använda dessa program i vår forskning och undervisning har vi sedan expanderat projekten. Arbetet har under det senaste året stötts av Styrelsen för Teknisk Utveckling och av Institutet för Tillämpad Matematik. Programmen har genomgått många olika versioner och de är nu i sådan form att vi tror att de kan vara instressanta för en större krets användare.

Även om de existerande systemen är mycket användbara så betraktar vi dem ej som kompletta problemlösningssverktyg. Mycket arbete återstår att göras.

Framför allt så måste programmen utvecklas till flera analys- och syntesmetoder. För att i viss mån dela detta arbete har vi etablerat kontakt med forskningsgrupper som arbetar med likartade projekt. Vi har således ett samarbete med Imperial College i London och med University of Manchester och med Norges Tekniska Høgskole i Trondheim, Detta har bl.a. manifesterats i att vi har ett föredrag av Mrs. Shearer från Imperial College som skall redogöra för ett system som utvecklats där.

Från att ursprungligen vara utvecklade för en liten dator, minidator PDP-15, har vi nu också överflyttat några av programmen till universitetsdatorn UNIVAC 1108. Programmet SIMNON finns också tillgängligt vid Stockholms datacentral. Därigenom blir också programmen lättare tillgängliga för en större krets användare.

### 3. GRUNDLÄGGANDE FRÅGESTÄLLNINGAR

De centrala problem som behandlas inom reglertekniken är

- o modellbygge och identifiering
- o analys och simulering
- o syntes
- o implementering

Modellbygge och identifiering avser att ställa upp matematiska modeller för de dynamiska system vi önskar styra. Modellerna bygges delvis med utgångspunkt från fysikaliska grundlagar och delvis med hjälp av dataanalys.

Med analys och simulering avses att undersöka hur de dynamiska systemen beter sig i specificerade situationer. Här ingår t.ex. stabilitetsanalys, bestämning av lösningars utseende för speciella insignaler etc.

Med syntes avses att bestämma den matematiska formeln för styrstrategierna och med implementering avses slutligen att automatisera de styrlagar som bestämts.

Inom de tre första områdena har vi utvecklat problemlösningshjälpmedel. Programmet IDPAC är till för modellbygge och identifiering. Programmet SIMNON är till för simulering och programmet SYNPAK är till för att syntetisera reglersystem med linjärkvadratisk teori. Det finns flera modellbyggnadstekniker, flera analystekniker och flera syntestekniker som inte innefattas i paketen.

#### 4. ANDRA TILLÄMPNINGSSOMRÅDEN

Som omnämndes i inledningen växte teorin för dynamiska system fram ur försöken att beskriva himlakropparnas rörelser och egenskaperna hos elektriska nät.

Grunden för reglertekniken är att många tekniska processer kan beskrivas som dynamiska system. Det har också visat sig att många andra processer kan beskrivas som dynamiska system.

De modeller som nationalekonomerna konstruerar för att beskriva olika länders makroekonomi är dynamiska system. Det är således naturligt för en ekonom att gå igenom

faserna modellbygge, analys och simulering. De interaktiva programsystemen kan här vara till stor nytta. De system vi utvecklats har bl.a. använts av en engelsk grupp för att göra en makroekonomisk modell för Englands ekonomi.

Ett annat tillämpningsområde är farmakokinetik. Det har visat sig att utbredningen av ett läkemedel i kroppen kan approximativt beskrivas som ett dynamiskt system. De centrala insatserna på detta område gjordes av Prof. Teorell vid Uppsala universitet vid början av 30-talet. För att erhålla de önskade modellerna gör man t.ex. ett experiment som består i att man doserar läkemedlet. Man mäter sedan läkemedelkoncentrationen t.ex. i blodet. På basis av dessa experiment önskar man sedan bestämma en matematisk modell och med denna matematiska modell som grund önskar man sedan att bestämma ett lämpligt doseringsmönster. Man kan också vara intresserad av andra frågor som kan besvaras med hjälp av simulering.

De verktyg som utvecklats inom reglertekniken kan således komma till användning inom en rad olika områden.

## 5. KURSENS ORGANISATION

Under den här kursen kommer först Johan Wieslander, som varit den huvudsakliga idégivaren bakom vår verksamhet på detta område, att redogöra för filosofin bakom interaktiv databehandling. Sedan kommer systemet IDPAC för dataanalys och identifiering, systemet SIMNON för interaktiv simulering och systemet SYNPAK för syntes av reglersystem att presenteras. I samband med dessa presentationer har vi försökt att välja ut ett exempel bland



de tillämpningar som gjorts för att ge en känsla för vad programsystem kan användas till. Slutligen kommer på fredag eftermiddag Johan Wieslander att berätta något om implementering av systemen och kursen avslutas sedan med en allmän diskussion.

Avsikten med denna korta kurs är att ge en introduktion till de interaktiva programpaketerna och deras potentiella användningar. Vi tror inte att man på dessa två kursdagar kan bli en expert på att använda programmen men vi hoppas att vi skall kunna ge en känsla för vad de kan brukas till.

Jag hoppas att ni skall få bra utbyte av dessa dagar här i Lund och att det skall resultera i en vidare användning av dessa program samt en vidareutveckling av dem.