

# Regnecentralen har udviklet en ny datamaskine - GIERs efterfølger

Første eksemplar af den nye datamaskine, RC 4000, skal  
overvåge Europas største kvælstofgødningsfabrik

*Af civilingeniør Per Brinch Hansen*

A/S REGNECENTRALEN har udviklet en ny datamaskine, RC 4000 — til proceskontrol. Det første eksemplar skal overvåge Europas største kvælstofgødningsfabrik, der er under opførelse i Pulawy i Polen.

RC 4000 er udviklet i forbindelse med en kontrakt, Regnecentralen i 1965 sluttede med firmaet *Haldor Topsøe* om levering af et datamaskinstyret datalogger anlæg til den polske fabrik.

Under udviklingsarbejdet har man på Regnecentralen for første gang taget eksisterende datamaskiner i brug ved konstruktionen af en ny datamaskine.

### Leveres til foråret

Anlægget til den polske gødningsfabrik skal leveres til foråret. Det skal foretage en omfattende alarmovervågning af tryk, temperaturer og andre driftsdata i produktionsanlægget, samt foretage regelmæssig udskrift af lograpporter og materialbalancer.

Ved udviklingen af RC 4000 har Regnecentralen lagt vægt på, at den også skulle være anvendelig til videnskabelige beregninger og administrativ databehandling. Den nye datamaskine står med sin avancerede teknologi og fleksible struktur som GIER's naturlige afløser.

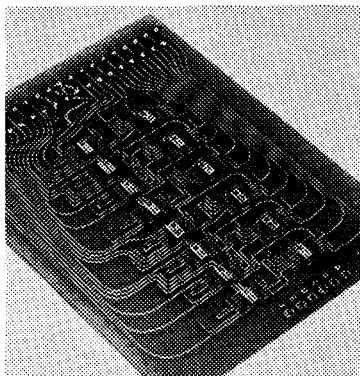
Projektleder for konstruktionen af prototypeanlægget til Polen er civilingeniør *Henning Isaksson*. Den logiske struktur af RC 4000 samt programsystemet til Polen er udviklet af civilingeniørerne *Per Brinch Hansen* og *Peter Kraft*.

RC 4000 gør i sin tekniske opbygning brug af de nyeste fremskridt inden for elektronikken. Der er hovedsagelig anvendt integrerede halvleder kredse i centralenheden, hvilket dels øger pålideligheden, dels mindsker sandsynligheden for monteringsfejl. Til RC 4000 er anvendt monolitiske kredse af typen transistor-transistor-logik. Typen udmærker sig ved at have gode støjegenskaber samtidig med, at de er meget hurtige (15 nanosekunder for en logisk operation).

### GIER hjalp den nye

Som nævnt har man brugt eksisterende datamaskiner ved konstruktionen af RC 4000. Den produceres på grundlag af et stort antal tabeller, der beskriver ledningsføringen mellem kredsløbspladerne. Disse tabeller udskrives på Regnecentralens GIER anlæg, hvor ledningsføringen fastlægges af et program, så den bliver kortest mulig.

Inden dette program kan benyttes, må kredsløbspladerne placeres hensigtsmæssigt i forhold til hin-



De integrerede kredsløb.

anden. Det sker på Regnecentralens store CDC 1604 anlæg, hvor et program tilstræber at placere pladerne på en måde, så den fysiske afstand mellem logisk sammenkoblede plader bliver minimal. Det har stor betydning i RC 4000, idet lange ledninger ville skabe større støjproblemer ved den store arbejds hastighed.

Forud for pladeplaceringen og ledningsføringen vil programsystemet, der kaldes HARDOK (HARDware DOKumentation), foretage en grundig kontrol af de indlæste data. Disse er hullet på papirbånd på grundlag af ingeniørens logiske diagrammer.

### Effektiv programmering

Procesdatalogging er karakteriseret ved, at et stort antal måleværdier med regelmæssige tidsintervaller skal indlæses via en analog-ciffer omsætter, hvorefter de bearbejdes og resultaterne udskrives. Disse analoge data er små heltal med 3-4 decimaler. En effektiv programmering af dataloggingen kræver derfor, at datamaskinen på simpel vis kan adressere og operere på heltal med 10-12 binære cifre.

Som nævnt fandt man, at en så lille ordlængde ville begrænse RC 4000's anvendelighed urimeligt. Ordlængden er derfor valgt til 24 bit, hvilket giver en rimelig nøjagtighed ved heltalsaritmetik. Samtidigt er der indført ordrer, der muliggør en direkte adressering af halvord på 12 bit samt af dobbeltord på 48 bit.

Der blev fra starten stillet det krav til RC 4000, at programmeringen skulle være simpel, men effektiv. Det er væsentligt blevet opnået ved hjælp af den ensartede registerstruktur. I ældre datamaskiner er der et skarpt skel mellem akkumulatoren, det register, hvori der kan udføres aritmetiske operationer, og indeksregistre, der kun kan bruges til at modificere ordrens adressedel. Dette skel er fjernet i RC 4000, hvor man har 4 arbejdsregistre, der alle kan fungere både som akkumulatører og indeksregistre.

### Hurtig reaktion

Anvendelsen af datamaskiner til proceskontrol stiller store krav med hensyn til en hurtig reaktion på udefra kommende signaler. Dette er i RC 4000 løst med et interruptsystem, der kan registrere op til 24 signaler samtidigt. Interruptsignalerne opstår f.eks. når centralenheden registrerer visse programmeringsfejl. De kan også skyldes klokimpulser fra et cifferur eller alarmsignaler fra den overvågede proces. Ethvert af disse signaler vil øjeblikkeligt afbryde det kørende procesprogram og starte et overordnet styreprogram.

Konsekvenserne af programmeringsfejl i et proceskontrolsystem er langt alvorligere, end det f.eks. er tilfældet ved kørsel af programmer på et serviceanlæg. Her vil man som regel simpelthen rette sit program og køre det en gang til. Men i et procesanlæg vil en programmeringsfejl måske ødelægge måleværdier, der er opsamlet gennem mange timer, og som ikke kan reproducere. Eller måske ødelægges styreprogrammet, hvorved datamaskinen fuldstændigt taber kontrollen over procesanlægget. For at forhindre dette er hvert lagerord i RC 4000 forsynet med en beskyttelsesbit, der kan sættes og slettes af styreprogrammet. Når en beskyttelsesbit er sat, kan den pågældende lagercelle kun ændres af styreprogrammet (den kan dog stadig læses af de underordnede procesprogrammer). Et forsøg på at ødelægge indholdet af en beskyttet lagercelle medfører øjeblikkeligt en afbrydelse af det pågældende procesprogram.

En yderligere systembeskyttelse er opnået ved at privilegere visse ordrer, således at de kun kan udføres af styreprogrammet. De privilegerede ordrer omfatter al ind- og udlæsning fra ydre enheder samt kontrollen med interruptsystemet og lagerbeskyttelsen.

### RC 4000's arbejde

Det første RC 4000 anlæg skal som nævnt overvåge driften af gødningsfabrikken i Pulawy i Polen. Her vil datamaskinen hvert 5. minut indlæse omkring 350 analoge måleværdier (væsentligt tryk, temperaturer og strømningshastigheder) og kontrollere, at de ligger inden for visse alarmgrænser. Hver time udskrives en lograpport omfattende samtlige af anlæggets 555 analoge måleværdier. Endelig udskrives hver ottende time en rapport over materialbalancer, der blandt andet giver oplysning om anlæggets produktion og energiforbrug i denne periode.

Regnecentralen har til Pulawy udviklet et programsystem, der

tillader disse regelmæssige procesprogrammer at køre samtidigt på RC 4000. Dette simultankøringsystem er meget fleksibelt med hensyn til operatøringreb. Det er således muligt at ændre kørselshypigheden af de enkelte programmer og at rette alarmgrænser, mens anlægget kører.

### Måletekniske problemer

En væsentlig forudsætning for anvendelsen af datamaskiner til procesovervågning er en pålidelig

## Kort om RC 4000

Integrerede halvleder kredse.

Ordlængde 24 bit.

Ferritlager min. 4096 ord

(svre grænse 8 mill. ord).

4 indeks- og resultatregistre.

Relativ og indirekte adressering.

Heltalsaritmetik med 12, 24 og 48 bit.

Flydende aritmetik med 48 bit.

Typisk instruktionstid 5  $\mu$  sek.

Programstyret interruptsystem.

Programstyret lagerbeskyttelse.

Privilegerede instruktioner.

måling og konvertering af de tilsluttede procesparametre. De konventionelle målemetoder, herunder valg af kabeltyper og ledningsføring, kan ikke uden videre benyttes, idet den støj, der opsamles i de op til 500 meter lange måleledninger, vil give anledning til fejlagtige målinger. For at komme ud over dette problem foretages alle målinger af analoge spændinger som differensmålinger, hvorved overlejlrede støjspændinger på indtil  $10^6$  gange det aktuelle signal kan tolereres.

Samtlige målesignaler er tilkoblede i en relæmultiplekser, således at målepunkterne kan udvælges i vilkårlig rækkefølge af procesprogrammerne. Det egentlige måle- og konverteringsudstyr omfatter en nøjagtig differensforstærker

samt et integrerende cifervoltmeter, der omsætter de analoge signaler til cifferform. Ved integrationen opnås, at måleresultatet bliver en middelværdi af indgangssignalet. Det betyder, at støjsignaler med frekvenser på 50 Hz og derover får meget ringe indflydelse på måleresultaterne.

Under anvendelse af disse målemetoder i forbindelse med støjsvage relæer i multiplekseren har man opnået en opløsningsevne helt ned til 20  $\mu$ V, selv med meget lange måleledninger.

### Fordelen ved proceskontrol

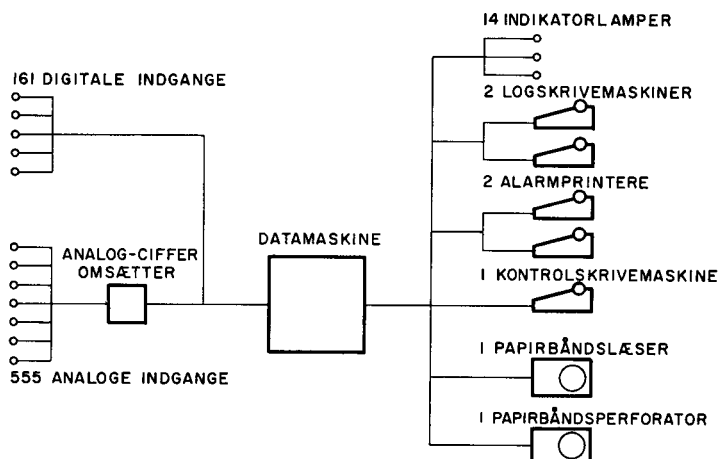
Hvad er nu fordelene ved at indføre programstyret data logging i Pulawy? Civilingeniør John Siefert fra Haldor Topsøe motiverer det således:

I første omgang er dataloggerens opgave at dokumentere, at gødningsanlægget overholder de af leverandørerne garanterede specifi-

kationer. På længere sigt vil de regelmæssige rapporter give driftledelsen i Pulawy et bedre overblik over anlæggets økonomi.

Man må dernæst forvente, at den konstante alarmovervågning vil sikre en bedre vedligeholdelse af gødningsanlægget. I denne forbindelse er det afgørende, at dataloggeren leverer måleresultater, der er langt mere omfattende og pålidelige, end det kunne opnås ved operatøraftlæsning af konventionelle instrumenter. Denne veldefinerede dokumentation af uønskede driftstilstande giver bedre mulighed for at vurdere årsagen til driftsforstyrrelsen (det kunne f. eks. dreje sig om en katalysator, der trænger til at udskiftes).

Endelig må det fremhæves, at dataloggeren udfører en række beregninger, der ville være meget tidkrævende at lave manuelt (f. eks. korrigeres alle vigtige strømningmålinger på grundlag af de øjeblikkelige tryk og temperaturer).



Proceskontrollsystemet til Polen består af en datamaskine med et meget stort antal ydre enheder. Datamaskinen opsamler regelmæssigt analoge og digitale måleværdier fra produktionsanlægget og kontrollerer, at de ligger indenfor visse alarmgrænser. Hver time udskrives tillige en lograpport, der giver et fuldstændigt billede over fabrikkens drift.