

Styring af distributionsnet med datamater

Dansk Data Elektronik ApS

November 1977

Resúme

Dansk Data Elektronik ApS (DDE) er i øjeblikket ved at idriftsætte første etape af et mikrodatamatbaseret proces overvågnings- og styringssystem hos A/S Strandvejs Gasværket. Systemet er et led i den automatisering af gasdistributionen, som er ved at blive realiseret i det storkøbenhavnske område.

Systemet er udviklet af og leveres af Dansk Data Elektronik ApS. Rådgiver på projektet er Rådgivende Ingeniørfirma Mogens Balslev A/S.

Forud er gået en licitation mellem 5 mulige leverandører. Det af DDE foreslåede system blev valgt, og siden er systemet detaildesignet i nært samarbejde mellem bygherre, rådgivende ingeniører og DDE, idét den grundlæggende idé i systemet fra starten har været distribuering af datakraft, det vil i dette tilfælde sige placering af mikrodatamater på de steder, hvor bygherren har behov for at udføre komplekse styrings- og overvågningsopgaver.

Ved brug af anlægget kan i princippet fire typer af funktioner varetages. Det drejer sig om måling, overvågning, styring samt regulering. Procesvariable kan måles, overvåges og reguleres, motorer og ventiler kan styres og overvåges. Herudover fungerer anlægget som generelt alarm-system.

Om systemets struktur

Systemet er som nævnt baseret på brug af mikrodatamater. Disse er knyttet sammen ved et kommunikationsnet, der udgår fra hovedstationen (ligeledes indbygget omkring en mikrodatamat) der er placeret ved A/S Strandvejs Gasværkets produktionssted på Nokken i Tuborg Havn.

Alle mikrodatamaterne er opbygget af standard moduler fra det af Dansk Data Elektronik ApS udviklede og producerede modulære mikrodatamatsystem ID-7000.

Opbygningen af understationerne omkring mikrodatamater medfører at de funktioner understationerne kan udføre er langt mere komplekse, end hvis opbygningen af understationerne var baseret på konventionel elektronik. Endvidere medfører modulariteten af mikrodatamatsystemet, at den videre udbygning af anlægget kan ske særdeles fleksibelt, idet en udbygning af en understation i de fleste tilfælde vil bestå i tilføjelse af et eller flere moduler til mikrodatamaten i understationen. En udbygning kan også bestå i tilføjelse af en eller flere understationer til kommunikationsnettet eller der kan om nødvendigt oprettes helt nye stammer i kommunikationsnettet.

Endelig lettes vedligeholdelsen af systemet, da alle understationer samt hovedstationen er opbygget af samme type moduler.

En anden meget vigtig konsekvens af den spredte datakraft er, at der i systemet kan indbygges fejlcheck, således at fejl i kommunikationsnettet, i understationerne eller i transducerne kan påvises af anlægget.

Ved fejl i hovedstationen har det betydning at de "intelligente" understationer kommunikerer med hovedstationen i klar tekst, for herved bliver det muligt at koble en skrivemaskine terminal direkte på kommunikationsnettet, således at anlæggets funktioner kan opretholdes i meget høj grad, selvom hovedstationen er ude af drift.

Ved ændring af/vedligeholdelse af de enkelte understationer, er det ligeledes muligt at slutte den nævnte skrivemaskine terminal direkte til understationsdatamaten, således at de i understationen indgående funktioner også kan testes lokalt.

Hovedstationen er forsynet med en dataskærm på hvilken operatøren kan fremkalde oplysninger om distributionsnettets tilstand. Mikrodatamaten i hovedstationen indsamler og bearbejder data fra understationerne, således at det for operatøren er muligt at få oplysninger om de enkelte understationers drifttilstand såvel som oversigter over f.eks. den samlede gasreserve i distributionsnettet.

Med den valgte struktur har det således været muligt at opbygge et system med stor indbygget sikkerhed og fleksibilitet der giver Gasværket bedre centralt overblik over distributionsnettet og dermed mulighed for optimal drift.

Understationernes funktioner

Understationerne er som nævnt opbygget omkring moduler fra ID-7000 mikrodatamatserien.

Alle understationerne består af en nødvendig basiskonfiguration og et antal ind- og udlæsemoduler, hvis sammensætning og antal er bestemt af hvilke funktioner understationen skal udføre.

Basiskonfiguration består af regneenhed, programlager, datalager samt kommunikationsudstyr til brug ved kommunikation med hovedstationen.

Også programmet består af et basis program, der indeholder alle funktioner. Derudover består programmet i hver understation af en række tabeller for alle indgående punkter. For at danne en ny understation er det altså blot nødvendigt at generere disse tabeller, hvilket sker uden ændring af basisprogrammet.

Understationen har 4 hovedopgaver:

Måling af procesvariable i systemet  
Styring og overvågning af motorer og ventiler  
Regulering af gastryk i højtryksledninger  
Alarmgivning

Ud over disse hovedopgaver beregnes korrigeret gasflow ud fra tryk, differenstryk, temperatur og vægtfylde. Endvidere varetages kommunikationen med hovedstationen parallelt med de øvrige opgaver.

Som grundlag for opgaverne har hver understation et passende antal DI-,DO- og AI-punkter:

DI-punkterne (Digital Input) læses af understationen via optokoblere.

DO-punkterne (Digital Output) består af industrirelæer, trukket af understationen.

AI-punkterne (Analog Input) består af 10-bits, overspændings-sikrede A/D-omsættere.

Måling af procesvariable sker via AI-punkter. Alle målinger filtreres skales og nulpunktjusteres, så de kan præsenteres på en måde, der svarer til omverdenen.

Hver procesvariabel sammenlignes med nogle alarmgrænser, som kan fjernindstilles, og der gives alarm, hvis disse grænser overskrides. Endvidere undersøges måleudstyret for svigt.

Styring af en motor foregår med et DO-punkt, og motoren overvåges med et DI-punkt for indikering af motorens driftstilstand. Hvis en motor fjernbetjent startes/stoppes, og driftstilstanden ikke inden for en vis tid er korrekt, gives alarm. Såfremt en motor "af sig selv" ændrer driftstilstand, gives alarm øjeblikkeligt.

Motorerne kan kobles til gastryksreguleringen på en sådan måde, at de automatisk startes én efter én efterhånden som gastrykket falder ned under forskellige deviationer fra setpunktsværdien. Disse deviationsgrænser og deres hysteresis kan fjernindstilles, såvel som tilkoblingen af motorerne til automatik.

Styring af ventilerne foregår ved hjælp af et AI-punkt, hvormed ventilstillingen aflæses, samt 2 DO-punkter; ét til aktivering af en åbne-motor og ét til aktivering af en lukke-motor. Hvor en ventil indgår som reguleringsventil i en reguleringsløkke fås således en inkremental-styring af ventilstillingen.

Regulering af gastryk foregår ved, at den regulerede procesvariabel (gastrykket) indlæses via ét AI-punkt, og styringen foregår ved hjælp af en reguleringsventil. Selve reguleringen, hvori indgår normalisering af de indgående variable og mætningskontrol af udgangsvariablen, er udformet som en PI-regulator, hvor setpunkt, reset rate og proportionalbånd kan fjernindstilles. Både ind- og udkobling af regulatorerne sker med "bumpless transfer" og regulatorerne kan kaskadekobles.

Herudover kan regulatorerne have deviationskontakter til start/stop af motorer og blæsere ved faldende tryk.

Alarmsgivning kan ske fra forskellige kilder, som alle filteres internt, hvorved det undgås, at en enkelt støjpuls giver anledning til falske alarmer. Kilderne er dels DI-punkter, der er koblet til ydre alarmkontakter (eks. elevator-nødnap, gasdetektorer), dels sammenligning mellem procesvariable og alarmgrænser, dels sammenligning mellem en motors ønske stilling og faktiske driftstilstand. Alarmer kan ikke nulstilles, før de er blevet kvitteret af hovedstationen.

Alarmsgivning kan også ske på flere niveauer. Ud over besked til hovedstationen kan alarmerne aktivere lamper på den lokale kontroltavle; samt ved særlig grove alarmer (cut-out) kan motorer tvangsstartes/stoppes og ventiler tvangsåbnes/lukkes.



Kommunikationssystem

For at udveksling af data kan finde sted mellem hovedstationen og understationerne er disse indbyrdes forbundet med et net af APL-ledninger d.v.s. fast opkoblede telefonledninger.

Fra hovedstationen udgår et multipunktet med fire stammer. På hver stamme kan der kobles op til otte understationer. Antallet af stammer er afhængig af hovedstationens konfiguration og kan derfor let udvides ved tilføjelse af moduler i hovedstationen.

Det er hovedstationen der styrer kommunikationen på nettet, idet den efter tur kalder de enkelte understationer op for at sende dem en kommando og for at opfordre dem til at sende oplysninger om de til understationerne knyttede processer. Kommunikationen forløber uafhængigt i de fire stammer, og der kan overføres data i de fire stammer på samme tid. Når hovedstationen sender data modtages de af alle understationer på den pågældende stamme, mens kun den kaldte understation benytter dem og returnerer et svar. De enkelte stammer er således at opfatte som multi-drop linier og udvekslingen af data sker ved anvendelse af polling-teknik.

Understationerne er forsynet med et sikkerhedskredsløb, således at en fejl i en understation ikke påvirker transmissionen i det øvrige net.

Sikkerheden for at de udvekslede data når korrekt frem fra sender til modtager er meget høj, idet de udvekslede meddelelser er forsynet med to typer af check, der begge kontrolleres af modtageren.

Hvis en understation modtager en fejlbehæftet meddelelse undlader den at reagere. Når hovedstationen konstaterer, at svaret fra understationen er udeblevet retransmitterer den sin meddelelse.

Modtager hovedstationen en fejlbehæftet meddelelse fra en understation sender den en retransmissionskommando til understationen. Lykkes det ikke, at få et kommunikationsforløb mellem hovedstationen og en understation afsluttet korrekt i løbet af det tilladte antal forsøg, udsender hovedstationen en alarm om, at den har mistet kontakten med den pågældende understation. Hovedstationen sørger herefter for med langsommere takt end ved den normale polling at sende en genstart kommando til understationen. Når det korrekte svar er modtaget fra understationen genoptager hovedstationen den normale udveksling af data med understationen, idet der udskrives en meddelelse til operatøren.

På grund af den anvendte kommunikationsteknik, og fordi udvekslingen af data sker i klar tekst (ASCII) er det muligt at koble en skrivende terminal direkte på nettet i tilfælde af hovedstationens udfald. Herved bliver det muligt for operatøren manuelt at kalde de enkelte understationer op.

Hovedstationen

Hovedstationens funktion er at varetage informationsudvekslingen mellem anlægget og omverdenen (repræsenteret ved en operatør) samt at styre informationsudvekslingen i systemet, herunder at udføre løbende fejldiagnosticering af anlægget selv.

Hovedstationen består af følgende enheder:

- ID-7000 Mikrodatamat
- Konsolterminal (dataskærm med tastatur)
- Linieskriver
- 6-kanal punktskriver
- Mimikpanel

der er sammenbygget i en kontrolpult, der er opstillet i A/S Strandvejs Gasværkets eksisterende proceskontrolrum på Nokken i Tuborg Havn.

Betjeningen af anlægget sker ved brug af konsolterminalen. Det er muligt på denne at kalde status for gasdistributionsanlægget frem som skærbilleder og at ændre styringskriterierne.

Alle skærbilleder, der hver især kan kaldes frem på mindre end 3 sekunder, er opbygget således, at de viser værdier af logisk sammenhængende parametre og procesvariable samtidigt. Betjeningen er gjort enkel for operatøren, idet den foregår via ens strukturerede skærbilleder og fordi de vigtigste sammenhørende funktioner for en understation er samlet på et billede.

Til hver understation i systemet hører et såkaldt statusbillede, der kan kaldes frem på skærmen ved aktivering af blot en tast på et specialtastatur. Billedet giver en samlet oversigt over understationens procesvariable, setpunktsindstillinger, ventilindstillinger, motorers driftstilstande og eventuelle aktive alarmer. Dette billede giver endvidere mulighed for styringer såsom setpunktsændring, tvangsstyring af ventiler og start/stop af motorer, idet operatøren blot kan indtaste de nye værdier ved at overskrive de gældende.

Udover statusbillederne for de enkelte stationer kan man for hele nettet fremkalde statusbilleder med hensyn til tryk, beholderniveauer og aktive alarmer. De enkelte punkter i systemet identificeres med stationsnavn og loop nummer.

Statusbillederne giver mulighed for ændring af de data, der normalt vil være behov for at ændre i den daglige betjening af anlægget. Yderligere oplysninger om en loop såsom alarmgrænser, proportionalbånd, integrationstid fås fra et til hver enkelt loop knyttet loop data billede. Dette billede er ligesom statusbilledet et standard billede, således at en operatør kun skal have kendskab til et begrænset antal billedtyper for at kunne betjene anlægget. Ændring af loop data sker som andre ændringer ved anvendelse af tastaturet men i forhold til andre ændringer, kræver ændring af loop data speciel tilladelse, hvorfor tastaturet i dette tilfælde er fastlåst og kun kan frigøres ved aktivering af en nøgleomskifter på betjeningsstedet.

Når et billede er kaldt op på skærmen sker der en løbende opdatering af de procesvariable der indgår i billedet i takt med at nye informationer modtages fra understationerne. Endvidere opdateres også det ur med kalender, der indgår som en

bestanddel i ethvert skærbillede.

Udover de nævnte skærbilleder findes et billede til styring af systemets særfunktioner. Ved anvendelse af dette billede kan der foretages justering af klokkeslet og dato for systemuret, valg af hvilke procesvariable der skal kobles til 6-kanal skriveren, valg af tidsinterval for udskrift af udvalgte loop data på linieskriveren.

Hovedstationen foretager en logging af hændelser. F.eks. startes og stoppes de forskellige højtryks kompressorer i systemet på indlagte deviationsgrænser i de enkelte regulatorer. Dette betegnes en hændelse og en meddelelse indskrives på linieskriveren med angivelse af station, loop nummer, tidspunkt samt driftstatus. På mimikpanelet i kontrolpulten sker løbende en indikation af motorernes driftstilstand ved hjælp af to-farvede lysdioder.

Opstår en alarm i systemet udskrives på linieskriveren den pågældende alarm med angivelse af station, loop nummer, alarmtype og tidspunkt samtidig med at et akustisk signal startes. Det akustiske signal forsvinder først når operatøren ved brug af alarmstatus billedet har kvitteret for alarmen. Kvitteringen består i at operatøren ud for alarmen indskrives sine initialer. Dette medfører at der på linieskriveren udskrives en kvitteringsmeddelelse. Endelig udskrives en meddelelse på linieskriveren når alarstatus tilstanden ophører. Det er muligt ved brug af alarmstatus billedet at få overblik over alarmitilstanden i systemet.

6-kanal skriveren kan benyttes til udtegning af forløbet af procesvariable, ventilstillinger og setpunkter. Som nævnt angives det ved brug af særfunktionsbilledet, hvilke punkter der ønskes udskrevet på de enkelte kanaler. Omskiftningen mellem forskellige variable sker således uden brug af fysiske omskifter og uden flytning af ledninger.

Betjening i situationer med fejl

Det her beskrevne system er hierakisk opbygget - man taler om et intelligens hieraki. Øverst i hierakiet findes hovedstationen, under den er placeret mikrodatamaterne i understationerne og nederst er kontroltavlerne i understationerne placeret.

I strengt opbyggede hierakier kan det gå galt, når topfiguren fjernes eller gøres ukampdygtig. Dette gælder principielt også i dette system, men ved en passende forudseenhed har det været muligt at undgå kaos og anarki i tilfælde af en sådan hændelse.

Der er i systemet truffet foranstaltninger til alternativt styremetoder ved alle væsentlige funktionssvigt. Hvis mikrodatamaten i hovedstationen bryder sammen, kan den kobles fra nettet, og en skrivemaskine terminal kan tilkobles i stedet. Med skrivemaskine terminalen kan ordrer udstedes til en understation i klar tekst, og kvitteringer med eller uden data kan modtages. Er det kommunikationsnettet, der er ude af drift, kan man i en understation tilkoble samme type terminal direkte på den derværende mikrodatamat. Er det derimod sidstnævnte, der er defekt kan man på styre- og kontroltavlen i understationen delvis styre manuelt og overvåge væsentlige procesvariable.

Det skal nævnes at understationernes funktioner ikke bliver påvirket af et udfald af hovedstationen eller af et udfald af kommunikationsnettet. Sampling af procesvariable og sammenligning med grænseværdier samt aktioner på sammenligningerne i form af eksempelvis cut-out fortsætter uændret.

Foruden de her nævnte alternative styre- og kommunikationsmuligheder er systemets driftsikkerhed også styrket gennem en række "forholdsordrer" indlagt i de lavere intelligensniveauer. "Forholdsordrerne" går ud på, hvorledes systemet skal indstille sig såfremt forventede ordrer udebliver, er forfalskede eller åbenbart forkerte.

Med hensyn til spændingssvigt er anlægget opbygget således at hovedstationen og de største understationer forsynes fra no-break anlæg, hvorimod de mindre understationer forsynes direkte fra forsyningsnettet.

Efter et spændingssvigt på en understation sørger hovedstationen for at genstarte denne, således at parametrene i understationen bliver indstillet som før spændingssvigtet. Skulle det ske, at spændingen forsvandt fra hovedstationen, starter denne sig selv og resten af systemet op, når spændingen kommer tilbage.

Der er således i systemet indbygget såvel en meget stor aktiv sikkerhed mod fejl som en stor passiv sikkerhed i tilfælde af fejl.