

Mikrodatamater i forbrugerprodukter

Af Arne Rohde,
Bang & Olufsen A/S

Den nyeste båndoptager fra B&O benytter mikrodatamat-teknik for at opnå betjeningskomfort og avancerede egenskaber.

Indledning

Bang & Olufsen har i en del år udviklet og markedsført forbrugerprodukter med indbyggede mikrodatamater. Det første produkt på markedet var Beocenter 7000, og en række avancerede audio og video produkter har siden fulgt efter. Fælles for disse produkter er, at mikrodatamater primært anvendes til at forenkle betjeningen for brugeren, og til at give funktioner som ville være urealistiske at opbygge med konventionel elektronik.

Beocord 9000, som er vist i figur 1, er en avanceret kassetdebåndoptager som delvis er en viderebygning af Beocord 8000 og Beocord 8002 med en række forbedringer og nye funktioner. Da Beocord 8000 er mikrodatamatstyret var det logisk at forsøge at anvende samme mikrodatamat i Beocord 9000, med genbrug af så mange rutiner som muligt for at reducere udviklingstiden og derved omkostningerne. Det er hensigten her at gennemgå nogle af de problemer der kan opstå i et sådant projekt, samt de midler der kan anvendes til at løse dem.

Single-chip mikrodatamater

Det er vigtigt at klargøre begreberne og terminologien, da der er en del forvirring inden for branchen. En mikroprocessor består normalt af en enkelt IC (integrated circuit, eller integreret kredse) der indeholder det der svarer til regneenheden i en traditionel datamaskine. Som selvstændig IC er den ubrugelig, den kræver en eller anden form for program og data hukommelse, ind- og uddataenheder, samt diverse andre kredse for at kunne bruges til noget nyttigt. Når disse komponenter tilsættes opstår der en mikrodatamat, som er en datamaskine i lille format. For nogle år siden blev det klart, at alle funktioner kunne indbygges i en enkelt IC, som så kun krævede en strømforsyning for at kunne bruges som datamaskine. Disse IC'er blev benævnt single-chip microcomputers, og har siden vundet meget stor udbredelse til

indbygning i diverse produkter, som f.eks. båndoptagere, gramofoner, radioer, instrumenter, legetøj, symaskiner, vaske-maskiner osv.

En single-chip mikrodatamat, herefter kun benævnt mikrodatamat, består typisk af en 40-bens IC med en 4- eller 8-bits regneenhed, en programhukommelse fra ca. 500 til 4000 bytes (også kaldet ROM eller Read Only Memory), 20 til 256 bytes af datahukommelse (kaldet RAM, eller Read And write Memory), en klokgenerator, samt 15 til 35 I/O ben. Et I/O (input/output) ben er et ben på IC'en der kan direkte styres fra programmet til et højt eller lavt niveau, eller programmet kan aflæse om benet er tilført et højt eller lavt niveau udefra. En del mikrodatamater kan udvides med eksterne kredse der kan indeholde program og/eller datahukommelse, eller flere I/O ben. Mikrodatamater fås til priser fra ca \$1 til \$20, afhængig af størrelse, funktion samt styktal.

Til Beocord 8000 og 9000 er anvendt en mikrodatamat af typen Intel 8049 der indeholder 128 bytes datahukommelse, 2048 bytes programhukommelse, og 27 I/O ben i en 40-bens IC. I Beocord 8000 er denne

udvidet med en Intel 8355 kredse der indeholder 2048 bytes programhukommelse og 16 I/O ben i en 40-bens IC, og i Beocord 9000 anvendes to af disse kredse. Ved tilkobling af en sådan kredse anvendes 12 I/O ben på 8049 som således ikke kan anvendes som normale I/O ben. Herved opnås 31 I/O ben med en ekstern kredse, og 46 I/O ben til de eksterne kredse (der bruges et ben til at vælge den ene eller den anden eksterne IC).

Single-chip mikrodatamater kan være baseret på en 'general purpose' mikroprocessor, som f.eks. Rockwell 6500, Motorola 6801 og 6805, Mostek 3870 og TI9940, eller være specielt konstrueret som f.eks. Intel 8049, Zilog Z8, samt de fleste 4-bits mikrodatamater.

Fælles for alle datamater er at de kræver et program for at kunne udføre en nyttig funktion. Til single-chip mikrodatamater er det almindeligt at skrive programmer i et sprog, kaldet assembler, som linie for linie kan omsættes direkte til maskinkode.

Programudvikling

Programudvikling til mikrodatamater foretages på et udviklingssystem der inde-

holder en maskinkodeoversætter (eller assembler) der oversætter programkode til mikrodatamatens maskinkode. Desuden vil udstyret oftest indeholde en 'emulator' som kan efterligne den endelige mikrodatamat, og som kan styres fra udviklingssystemet. Denne emulering bør selvfølgelig være så nøjagtig som mulig, men ofte vil der være små, men måske betydningsfulde, forskelle fra den endelige mikrodatamat. Når programmet udføres i emulatoren kan det efter ønske afbrydes på forudbestemte steder, og indholdet af datahukommelsen og programhukommelsen kan aflæses og ændres. På denne måde kan programmet afprøves inden ordren på de færdige IC'er afgives. Flere af mikrodatamaterne findes også i specielle udførelser hvor programhukommelsen består af en sletbar hukommelse der kan programmeres i et specielt udstyr, og disse kan bruges til en forproduktion eller til produktion af små serier.

Når programmet er færdigafprøvet sendes det til IC leverandøren som producerer en speciel udgave af IC'en med programmet som en fast bestanddel, og herefter er programændringer både langsommelige og meget kostbare, idet en ny IC skal produceres for at rette programmet. Der vil ofte være en 12 til 20 uger fra aflevering af programmet til levering af store kvantiteter kan påbegyndes.

Udviklingsforløbet

I ethvert udviklingsprojekt vil der være forskellige alternativer der skal vurderes og vælges imellem. Ved udvikling af en ny båndoptager kan det f.eks. være:

- Skal den være styret af en mikrodatamat og i givet fald hvilken type?
- Skal den have separat eller kombineret ind/afspille hoved?
- Hvilke støjreduktionssystemer skal bruges?
- Skal den have en eller flere motorer til båndtransport?
- Hvilke betjeningsfunktioner skal den have?

I tilfældet Beocord 9000 var en del af svarene givet på forhånd. Den skulle styres af en mikrodatamat, helst af typen Intel 8049 da denne anvendes i Beocord 8000, og betjeningen skulle være næsten den samme som i Beocord 8000. Den skulle dog have en hel del nye funktioner som ville medføre en kraftig udvidelse af det oprindelige program. Det var også givet, at der skulle være en automatisk tilpasning af indspilningen på forskellige båndtyper og fabrikater. Denne tilpasning skulle være enkel at foretage, og ikke være ret tidskrævende.

Problemet med Intel 8049 var, at den kun kunne adressere 4096 bytes af programhukommelse, og disse var fuldt udnyttede i Beocord 8000. Dette blev løst ved at programdelene i de to ydre kredse har samme adresseområde, og selektionen af den enkelte kredse foretages i processoren

ved at sætte et selektionsben høj eller lav. Desværre var dette ikke muligt at emulere i udviklingssystemet, og udviklingstiden blev derfor forlænget. Hver ny version af programmet skulle indlæses i EPROM (Erasable programmable read only memory) versioner af Intel 8355, kaldet 8755. Dette er en tidskrævende proces. EPROM udgaven af 8049 fandtes ikke, så den skulle simuleres med en 8039 samt en 8755.

Automatisk tilpasning af indspilleparametrene var også noget nyt, og det var derfor nødvendigt at afprøve forskellige alternativer. Systemet skulle kunne klare alle båndtyper og fabrikater, og derfor skulle der måles på et stort antal bånd for at bestemme de områder der skulle dækkes. Dette blev gjort ved at lave en speciel udgave af programmet der kunne udskrive måleresultaterne direkte på en matrixskriver. Prøverne viste at der kunne være stor forskel mellem bånd af samme type og fabrikat, og at variationen fra den ene ende eller side af båndet til den anden også kunne være stor. Denne variation kunne bruges til at fastsætte den nødvendige målenøjagtighed i det endelige system.

Projektet blev påbegyndt med et kombineret ind/afspillehoved, og programmet til denne version var næsten færdig da man fandt et passende sammenbygget hoved der kunne overholde vores krav. Med et kombineret hoved var det nødvendigt med to gennemløb af båndet der skulle måles, et for at indspille de forskellige toner på båndet, og et for at afspille dem. Der måles i alt på 5 parametre, men de to af disse, nemlig bias niveau i venstre og højre kanal, skal være fastlagt og indstillet før de øvrige tre kan måles. Derfor blev de to første indspillet og afspillet med en mellemliggende tilbagespoling, og bias niveauet kunne så indstilles i begge kanaler. Herefter kunne de sidste tre sæt toner indspilles og afspilles, igen med en mellemliggende tilbagespoling. I alt varede dette forløb cirka 45 sekunder.

Med et sammenbygget hoved kunne en tone indspilles, og umiddelbart derefter afspilles og måles. Ved normal båndhastighed svarer afstanden fra indspillehovedet til afspillehovedet kun til cirka 80 millisekunders spilletid. Inden for disse 80 millisekunder skal indspilningen stoppes for at indgå indstråling fra indspillehovedet over i afspillehovedet, og båndet skal afspilles for at måle om parameteren er korrekt indstillet. Denne måling foretages 3 gange med 16 millisekunders mellemrum. Et antal forsøg var nødvendige for at afgøre om dette forløb kunne gennemføres med rimelig målenøjagtighed og reproducerbarhed. Indspilnings- og afspilningsproceduren er vist skematisk i figur 2. Indspillehovedet mærket R (for Record) ses til venstre, og båndet kører fra venstre mod højre, fra R mod P som er afspillehovedet (Playback). Optagelsen af et bestemt niveau er stabil efter ca. 15 millisekunder, og herefter fortsættes i yderligere 85 msek. Efter slutningen af optagelsen ventes i 15

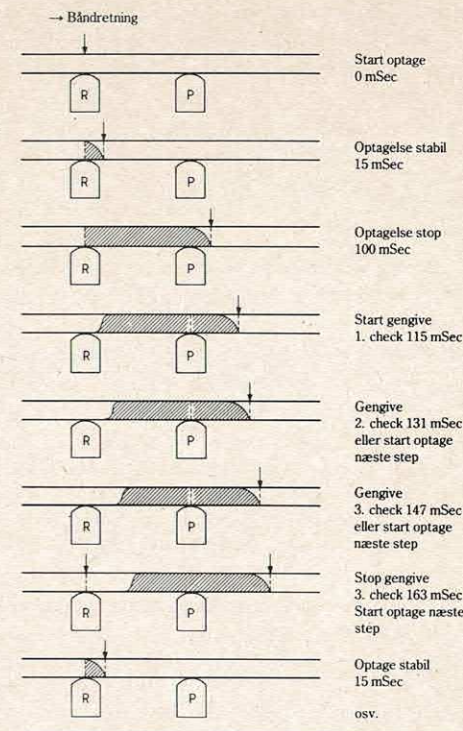


Fig. 2. Båndtypetilpasning.

msek før det indspillede signal afspilles og kontrolleres. Signalet kontrolleres op til 3 gange og alle 3 målinger skal accepteres før det pågældende niveau kan accepteres. Hvis bare en af de tre målinger falder uden for de ønskede grænser påbegyndes indspilningen af det næste niveau.

Anvendelsen af det nye hoved betød en reduktion af det totale forløb fra 45 sekunder til cirka 10 sekunder. En væsentlig fordel herudover var at det hurtigt kan afgøres om målingen foretages på indløbsbåndet, og båndtypen kan bestemmes selv om den afviger fra kodehullerne i bagsiden af kassetten. Det var også muligt at indbygge en dynamisk justeringsprocedure der kan benyttes i produktionen og på serviceværksteder.

Da der fra Beocord 8000 var indhøstet en del erfaringer og ønsker til nye eller ændrede betjeningsfunktioner var det naturligt at indbygge disse i den nye båndoptager. Det ville føre for vidt at gennemgå disse funktioner her, men resultatet var, at programmet blev skrevet næsten helt om, både for at få størrelsen reduceret så meget som muligt, samt for at få indpasset de nye funktioner.

Mikrodatamatens omgivelser

De mange I/O ben er alle udnyttede, og desuden bruges forskellige IC'er til en yderligere udvidelse af styremulighederne. Mikrodatamaten og dens nærmeste omgivelser er vist i figur 3. De brede pile består af to eller flere ledninger, de tynde forbindelser består af en enkelt ledning.

Til indstilling af indspilleparametre anvendes 5 stk. 4-bits tællere som D/A (digital til analog) omsættere, som hver kan styres fra datamaten. For hver trin der skal

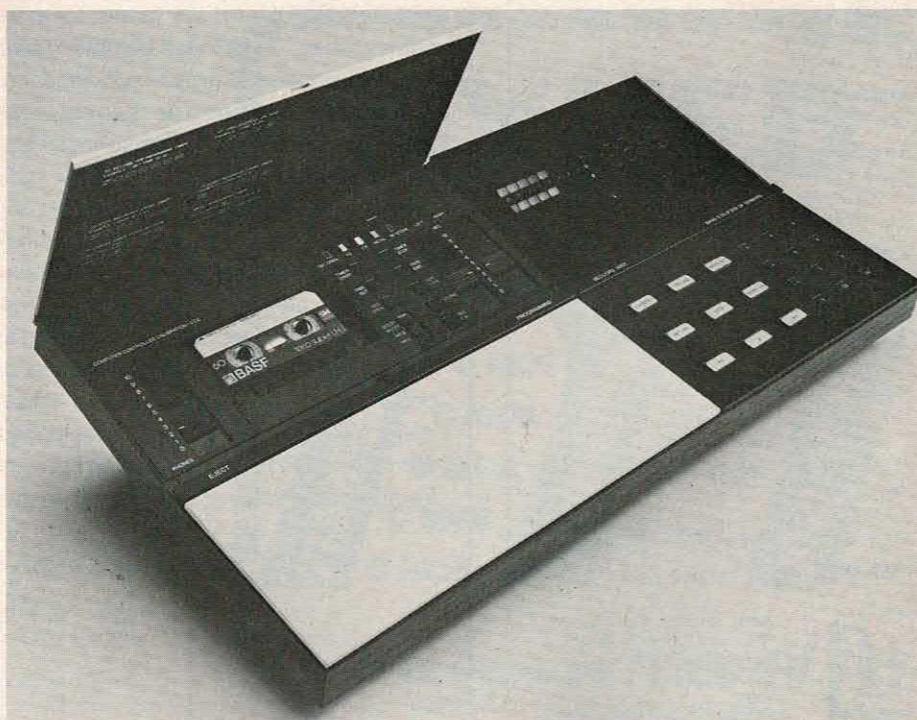


Fig. 1. Beocord 9000.

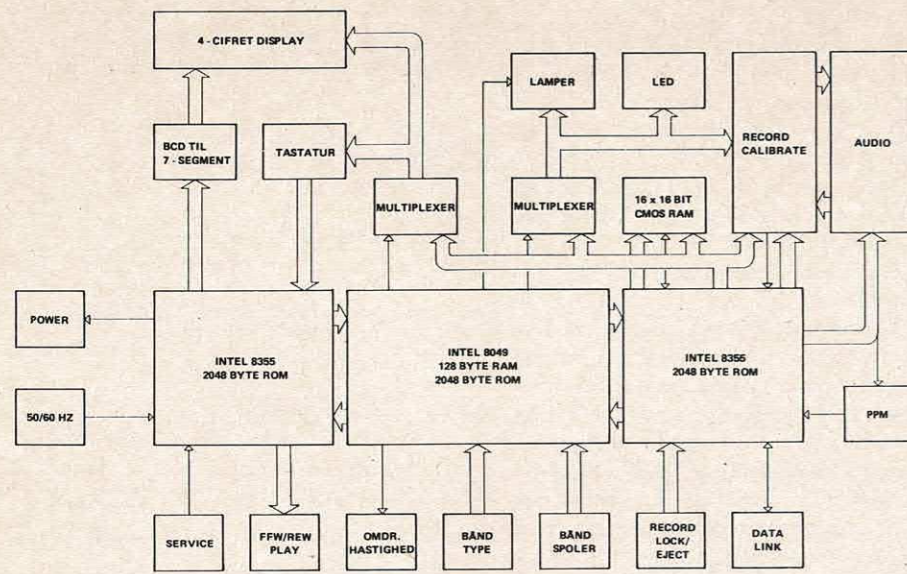


Fig. 3. Beocord 9000. Mikrodatamat med periferikreds.

tælles skal kredsen have en kortvarig klok-puls tilført, og det er nødvendigt i programmet at holde styr på det aktuelle trinnummer. En reset puls kan anvendes til at stille alle kredsen på en kendt værdi. En ekstra kreds af samme type anvendes til at selektere de forskellige tonegeneratore der skal indkobles. En 3- til 8 bit expander anvendes til at vælge hvilken af de 6 tællere der skal reagere på klokpulsen.

Målingen af den indspillede tone foretages af en comparator der kan sætte et I/O ben høj eller lav. Denne måling er dynamisk, og det er datamaten der afgør om en bestemt måling skal godkendes eller ej.

Datamaten modtager kommandoer fra et tastatur, som konstant aflæses, også når apparatet er i stand-by. Disse taster aflæses i grupper af 5, og prelundertrykkelse er nødvendig for at undgå fejl på de taster der har dobbeltfunktioner. Resultatet af en kommando kan aflæses på et fire-cifret display, på en af de fire lamper, eller på en af de fem lysdioder under låget. Disse styres alle af datamaten, som skal skifte hurtigt mellem de fire cifre for at give indtryk af at de er tændt konstant og samtidigt. Der skiftes mellem cifrene med ca. 2 millisekunders mellemrum.

Der kan også modtages kommandoer fra en ledning der kan være forbundet til en Beomaster. Samme ledning anvendes til at sende besked fra Beocord'en til Beomasteren. Disse data sendes som en 8-bits kode med en start bit, 6 data bits, og en stop bit. Denne linie skal også overvåges konstant, og koder bestemt til andre apparater på denne såkaldte datalink skal ignoreres.

Spændingen til motoren og tonehovedbroen styres digitalt, og strømforbruget måles for at undgå en overbelastning hvis motoren eller broen bliver blokeret. Denne måling sættes ud af kraft i et par sekunder efter broen trækkes ind eller ud, samt efter opstart af motoren og ved udløbsstop. Spolehastigheden af motoren kan reguleres for at undgå båndstræk ved udløbsstop.

Båndforbruget vises i minutter og

sekunder, men dette skal beregnes ud fra pulser der modtages fra en pulsgiver der måler direkte på opsamlespolen. Denne giver et skift 12 gange for hver omdrejning, eller med ca. 2 millisekunders mellemrum under hurtigspoling. Der er også en pulsgiver på afviklespolen der benyttes ved beregning af den resterende mængde bånd på denne spole. Når afviklespolen indeholder bånd til mindre end ca. 5 minutters spilletid gives en forvarsel under indspilning.

Båndtypen bestemmes i første omgang af huller i bagsiden af kassetten, og til måling af dette findes to kontakter der kan aflæses af datamaten. Samtidig findes en kontakt der måler om en kassette er monteret.

Datamaten kan huske indspilleparametre for fire faste båndtyper, foruden den aktuelle måling. Ved strømsvigt ønsker man ikke at af disse målinger forsvinder, men datahukommelsen i datamaten har et stort strømforbrug som ikke kan klare med et almindeligt tørelement. Derfor er der indbygget en ekstra hukommelse af typen CMOS som har et meget lille strømforbrug i standby stilling. Dette kan dækkes i ca. 8 år af et lille lithium batteri. De målte data opbevares både i den interne datahukommelse og i den eksterne hukommelse, og kan således indlæses igen efter et strømsvigt eller anden fjernelse af spænding fra apparatet.

Der kan også aflæses om der er et signal på det bånd der afspilles. Dette anvendes under søgning hvor signalet indkobles når der findes en pause på båndet. Under ind- og afspilning skal de forskellige signalveje og generatorer også styres i en bestemt sekvens for at sikre en støjfri ind- og udkobling af signaler.

Apparatet har et indbygget ur der styres af netfrekvensen, som over en længere periode er mere nøjagtig end et utrimmet krystal. Da apparatet skal kunne fungere i områder med et 50 Hz net og med 60 Hz net afgør datamaten selv om den er tilsluttet det ene eller det andet. Uret kan anvendes til at starte en indspilning eller

afspilning på et givet tidspunkt, eller til at slukke for apparatet.

Til service formål kan apparatet stilles i en særlig tilstand hvor de dynamiske indspillede parametre kan kontrolleres og justeres med en skruetrækker som eneste værktøj. De fem parametre kan indstilles og kontrolleres individuelt i både venstre og i højre kanal.

Alt i alt er der således mange inddata der skal aflæses og udgange der skal styres så snart en bestemt kommando er modtaget.

Programopbygning

Programmet er opbygget i fire hovedmoduler, der hver især er opdelt i flere andre moduler. Når spænding tilføres datamaten udføres opstartsrutinen der stiller alle udgange i en kendt stilling, stiller den interne datahukommelse til faste værdier, indlæser alle informationer fra den eksterne CMOS RAM, og stiller apparatet i stand-by stilling, klar til at modtage en kommando.

Programmet afbrydes for hver 1,04 millisekunder af en interrupt fra den indbyggede tidsgiver der styres af et krystal, der samtidig bestemmer instruktionstidene. Denne afbrydelsesrutine (interruptrutine) udgør en stor del af programmet, og heri foretages alle de tidskritiske dele af programmet. Af tekniske grunde skal denne rutine være placeret i 8049 IC'en, og den fylder størstedelen af denne.

Værdierne til udlæsning på displayet bliver opdateret for hver 64 millisekunder, og uddata rutinen udfører dette. Her afgøres hvad der skal vises, som f.eks. forbrugt båndtid, uret, timer start eller stop, blink for fejlbetjening osv.

Aflæsning af tastaturet foretages for hver 32 millisekunder, og hvis en kommando er modtaget udføres denne i en af de enkelte delrutiner. Der findes en delrutine for hver tastfunktion.

Interruptrutinen

Interruptrutinen udfører de tidskritiske dele af programmet. Følgende funktioner udføres i denne rutine:

Programstatus gemmes.

En ny interrupt bestilles om 1,04 msek.

Værdier til display og lamper udlæses hver anden gang.

Værdier på input ben aflæses og gemmes i intern hukommelse.

Datalink'en aflæses for en ny kode, eller en ønsket kode sendes på datalink'en.

Indgangen fra nettet aflæses og uret opdateres.

Pulsgiveren fra opsamlespolen aflæses. Forbrugt båndtid beregnes hvis båndet er tidskalibreret.

Pulsgiveren fra afviklespolen aflæses. Spolehastigheden sænkes hvis en given hastighed overskrides.

Omdrejningstiden måles under tidskalibrering.

Båndtælleren sammenlignes med en ønsket tællerværdi under søgning.

Tastaturet indlæses for hver 32 millisekunder.

Tællerkredsen til indspillekalibrering opdateres.

Tidsmåleværdier opdateres.

Næste værdi udlæses til den eksterne CMOS RAM hvis der er tid nok tilbage af de 1,04 msek.

Der afgøres om input rutinen (hver 32 msek) eller output rutinen (hver 64 msek) skal aktiveres.

Programstatus genetableres.

Mange af de målinger der foretages bliver bestilt af enten input eller output rutinerne. Under indspillekalibrering bestemmer kalibreringsrutinen hvilke kredse der skal sendes klokpulser til, og hvor mange der skal sendes. Interrupt rutinen foretager klokningen, og giver besked når denne er afsluttet. Dette gøres delvis for at undgå at der kommer et interrupt imens klokning foretages, og delvis fordi en programdel i en af de eksterne IC'er ikke har direkte adgang til de I/O ben der er placeret på den anden IC idet kun en af disse kan være selekteret på et givet tidspunkt.

Beregning af den forbrugte båndtid er den mest omfattende delrutine i interrupt rutinen. Når båndtykkelsen kendes, kunne tiden beregnes direkte, men kræver dog flere cifre multiplikationer og en division. Kun et fåtal af mikrodatamater indeholder instruktioner til multiplikation og division, som derfor må foretages i sløjfer ved gen-

tagen addition og/eller subtraktion. En vurdering af beregningstiden viser at det vil kræve ca. 100 msek at omregne pulser til tid på en Intel 8049, og da pulserne kommer med ca. 2 msek mellemrum under spoling er dette en urealistisk fremgangsmåde.

I stedet er der i programhukommelsen lagret tabeller der indeholder forbrugt tid for en række tællerværdier, for hver af de anvendte båndtykkelser (C60, C90 og C120). Mellem de lagrede værdier antages omsætningskurven at være lineær, og en simpel interpolation kan derfor anvendes til at finde den korrekte værdi. Dette tabelopslag og efterfølgende beregning kan foretages på ca. 300 mikrosekunder, og udføres derfor for hver puls fra opsamlespolen.

Det vil føre for vidt at gennemgå alle delrutiner i detaljer. Ovenstående detaljer er kun gennemgået for at illustrere nogle af de problemer der skal løses når et sådan program udvikles.

Udviklingstiden

Programmet selv består af ca. 3500 instruktioner, der alle skal afprøves. Dette kan være en meget langvarig og krævende proces, helt bortset fra selve programmeringstiden. Til design, programmering, afprøvning og dokumentation af programmer i maskinkode regnes ofte med tal fra 10 til 30 instruktioner for hver arbejdsdag.

Dette ville medføre en tid på 120 til 350 arbejdsdage, eller 1/2 til 1,5 år. Udviklingen blev påbegyndt i foråret 1980 og var færdig omkring juletid 1980, men da en stor del af programmet blev skrevet om ved skift af tonehoved, svarer dette nok til omkring 40 til 50 instruktioner om dagen.

Konklusion

Udviklingen af programmer til indbygning i forbrugerprodukter stiller særlige krav på flere områder. Programmering foretages næsten udelukkende i maskinkode (assembler) for at spare plads og tid (udførelsestid, ikke udviklingstid). Effektiv udnyttelse af programlageret er nødvendig for at produktet kan blive konkurrencedygtig på prisen, og at der kan indbygges så mange nyttige funktioner som muligt og ønskeligt. Effektiv tidsudnyttelse er nødvendig i mange tilfælde for at programmet kan udføre de tidskritiske rutiner i den tid der er til rådighed. De mikrodatamater der anvendes har ofte et instruktionssæt der er tiltænkt styringsopgaver, og beregninger kan derfor være komplicerede at foretage.

Anvendelsen af mikrodatamater og processorer i forskellige produkter vil stige i de kommende år, både på grund af prisen og de funktioner der kan udføres, og der vil derfor være et stigende behov for medarbejdere med kendskab til både digital elektronik og til programmering af datamater.

Nye IEC-standarder

Den internationale Elektrotekniske Komité, IEC, har udgivet følgende nye standarder og rapporter af interesse for erhvervsvirksomheder. Teksterne er trykt på engelsk og fransk.

122-3C (1981) Tredje tillæg til publikation 122-3 (1977). Kvartskrystaller til kontrol og valg af frekvens.
Del 3: Standard indkapslinger og benforbindelser.
Pris: Sfrs. 11,-.

172 (1982) Prøvningsmetoder til bestemmelse af temperaturindex for emailerede vikingstråde.
Sider: 41 Pris: Sfrs. 53,-.

3-185 (1982) Strømtransformere.
Pris: Sfrs. 12,-.

204-1 (1982) Elektrisk udstyr til industrimaskiner.
Del 1: Almene krav.
Sider: 151 Pris: Sfrs. 150,-.

270 (1982) Målinger af partielle udladninger.
Sider: 56 Pris: Sfrs. 70,-.

298 (1982) Metalindkapslet afbrydere og koblingsudstyr til vekselstrøm med en mærkespænding over 1 kV og op til og inklusive 72,5 kV.
Sider: 81 Pris: Sfrs. 84,-.

367-1F (1982) Sjette tillæg til publikation 367-1 (1971). Kerner til spoler og transformere til telekommunikation.
Del 1: Målemetoder.
Sider: 19 Pris: Sfrs. 27,-.

487-1-4 (1982) Målemetoder for jordbaserede radiorelæ-systemer.
Del 1: Målinger fælles for del-systemer og simulerede radiorelæ-systemer. Afsnit et - Målinger i transmissionsbåndet.
Sider: 27 Pris: Sfrs. 34,-.

487-2-1 (1982) Målemetoder for jordbaserede radiorelæ-systemer.
Del 2: Målinger på delseksterne. Afsnit et - Almindeligt.
Sider: 7 Pris: Sfrs. 11,-.

487-2-2 (1982) Målemetoder for jordbaserede radiorelæ-systemer.
Del 2: Målinger på delseksterne. Af-

snit to - Omskifterudstyr til hjælpekanal.
Sider: 41 Pris: Sfrs. 53,-.

487-3-2 (1982) Målemetoder for jordbaserede radiorelæ-systemer.
Del 3: Simulerede systemer. Afsnit to - målinger i transmissionsbåndet.
Sider: 7 Pris: Sfrs. 11,-.

487-3-3 (1982) Målemetoder for jordbaserede radiorelæ-systemer.
Del 3: Simulerede systemer. Afsnit tre - Målinger til sort/hvid- og farvefjernsynstransmissioner.
Sider: 58 Pris: Sfrs. 72,-.

708-1 (1982) Lavfrekvenskabler med polyolefin isolation og polyolefinkappe som fugtbarriere.
Del 1: Almene design detaljer og krav.
Sider: 45 Pris: Sfrs. 58,-.

708-2 (1982) Lavfrekvenskabler med polyolefin isolation og polyolefinkappe som fugtbarriere.
Del 2: Bundt, fyldt, med polyethylenkappe som fugtbarriere og kobberledere samt fast eller celleformet isolation.
Sider: 9 Pris: Sfrs. 15,-.

708-3 (1982) Lavfrekvenskabler med polyolefin isolation og polyolefinkappe som fugtbarriere.
Del 3: Bundt, ikke fyldt, med polyethylenkappe som fugtbarriere og kobberledere samt fast eller celleformet isolation.
Sider: 9 Pris: Sfrs. 15,-.

708-4 (1982) Lavfrekvenskabler med polyolefin isolation og polyolefinkappe som fugtbarriere.
Del 4: Bundt, ikke fyldt, med polyethylenkappe som fugtbarriere og kobberledere samt fast isolation og integreret ophængningswire.
Sider: 9 Pris: Sfrs. 15,-.

710 (1982) Udstyr til beskyttelse mod stråling beregnet til måling og overvågning af luftbærent tritium.
Sider: 64 Pris: Sfrs. 74,-.

714 (1982) Formulering af spektralanalysators egenskaber.
Sider: 51 Pris: Sfrs. 65,-.

Standarderne kan købes hos: Dansk Elektroteknisk Komité, Strandgade 36, st. 1401 København K. Tf. 01-57 50 50.