

MINIDATORSYSTEM FÖR STYRNING AV
HÄNGTRANSPORTÖRSANLÄGGNING

HUGO KARLSTRÖM

Institutionen för Reglerteknik
Lunds Tekniska Högskola
December 1977

TILLHÖR REFERENSBIBLIOTEKET

UTLANAS EJ

Dokumentutgivare
Lund Institute of Technology
Handläggare Dept of Automatic Control
G. Olsson
Författare
H. Karlström

Dokumentnamn
RÉPORT LUTFD2/(TFRT-5203)/1-33/(1977)
Utgivningsdatum
Dec 1977

Dokumentbeteckning

Ärendebeteckning

Dokumenttitel och undertitel

Minidatorsystem för styrning av hängtransportörsanläggning
(A computer system for mailbag sorting)

Referat (sammandrag)

This work contains the projection and the construction of a minicomputer-regulated conveyor system for carrying mailbags. The system shall transfer mailbags from 3 loading stations and sort them to 173 different destinations. The computer-system consists of an ALPHA LSI-2 minicomputer and a teletype ASR33 terminal. A large number of in- and output signals are connected to the computer for control and regulation of the system. Six control desks are connected to the computer. The software is written in assembler language and contains about 13K program and 9K lists in memory

Referat skrivet av
author

Förslag till ytterligare nyckelord

Klassifikationssystem och -klass(er)

Index termer (ange källa)

Omfång
33 pages

Övriga bibliografiska uppgifter

Språk
Swedish

Sekretessuppgifter

ISSN

ISBN

Dokumentet kan erhållas från
Department of Automatic Control
Lund Institute of Technology
Box 725, S- 220 07 LUND 7

Mottagarens uppgifter

Pris

MINI-DATOR-SYSTEM FÖR STYRNING AV HÄNGTRANSPORTÖRSANLÄGGNING

Hugo Karlström

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	<u>SID</u>
SUMMARY	1
SAMMANFATTNING	2
I PROBLEMFÖRMULERING	3
II FUNKTIONSBESKRIVNING	7
III UPPBYGGNAD HÅRDVARA	9
IV UPPBYGGNAD PROGRAMVARA	15
V NÅGRA PROBLEMLÖSNINGAR	21
VI ERFARENHETER	25

COMPUTER-SYSTEM FOR MAILBAG SORTING

This work contains the projection and the construction of a mini-computer-regulated conveyor system for carrying mailbags. The system shall transfer mailbags from 3 loading stations and sort them to 173 different destinations. The computer-system consist of an ALPHA LSI-2 minicomputer and a teletype ASR33 terminal. A large number of in- and output signals are connected to the computer for control and regulation of the system. These signals read the number from the trolley, control gates and track switches and so on. Six controldesks are connected to the computer. The communication between the controldesks and the computer are made with asynchronous serial line transmission.

The software is written in assembler language and contains about 13K program and 9K lists in memory.

The programs are executed in three levels interrupt level, calculate level and control level. All in- and output to and from the computer is made on interrupt level. All calculations for making out-signals from the insignals are made om calculate level. The control level is used for different types of control-programs.

The experience from the system is very good both from hardware and software viewpoint.

DATORSYSTEM FÖR STYRNING AV HÄNGTRANSPORTÖRANLÄGGNING

Arbetet omfattar projektering och konstruktion av en minidatorstyrd transportanläggning för postsäckar. Postsäckarna skall transporteras från 3 st påhångningsstationer och sorteras till totalt 173 olika destinationer. Systemet är uppbyggt kring en central minidator (ALPHA LSI-2) och en skrivare (teletyp ASR33). Till minidatorn är det anslutet en mängd olika in- och utgångssignaler för styrning av anläggningen. Dessa signaler läser av vagnarnas nummer, ställer ut spärrar, växlar o s v. Dessutom är 6 st pulpeter anslutna till minidatorn. Dessa pulpeter kommunicerar med minidatorn medels serieöverföring.

Programvaran i minidatorn är skriven i assembler och omfattar c:a 13K program och 9K datalistor. Programmen exekveras på tre nivåer avbrottsnivå, beräkningsnivå och kontrollnivå. På avbrottsnivå sker i huvudsak all in- och utmatning. På beräkningsnivån beräknas utsignaler från de inkomna insignalerna. Kontrollnivån användes för olika slag av kontrollprogram.

Erfarenheterna från systemet i drift har varit mycket bra på både hård- och mjukvarusidan.

I PROBLEMFÖRMULERING

Uppgiften är att målstyra en transportanläggning för postsäckar vid postverkets anläggning Malmö Ban.

Hängtransportörsanläggningen (se fig. 1) är uppbyggd av en skena på vilken en tångliknande vagn (se fig 2) löper. Vagnarna drivs till största delen fram av gravitationskraften, eftersom skenan lutar 2.5 grader nedåt. På vissa ställen drivs vagnen upp en bit av motordrivna kedjor. På de ställen i anläggningen där varje vagns exakta position måste vara känd drivs vagnarna fram av en lång kedja.

Varje vagn i anläggningen har ett unikt nummer. Detta nummer är binärt kodat på vagnen med hjälp av kammar (se fig 2). Kammarna består av ett plåtbleck som sitter på en plastkropp. Plåtblecket kan avkännas med en induktiv givare. En uppsättning av induktiva givare för varje möjlig kamposition kallas för kodavläsare.

På varje plats i anläggningen där ett styrbeslut måste fattas finns en kodavläsare.

Det finns även ett flertal enkla induktiva givare utplacerade i anläggningen. Dessa givare användes för att avkänna att en vagn passerar.

Maximalt 4095 vagnar kan finnas i anläggningen. Dessa vagnar är numrerade med 12 kammar plus en paritetskam. Jämn paritet användes.

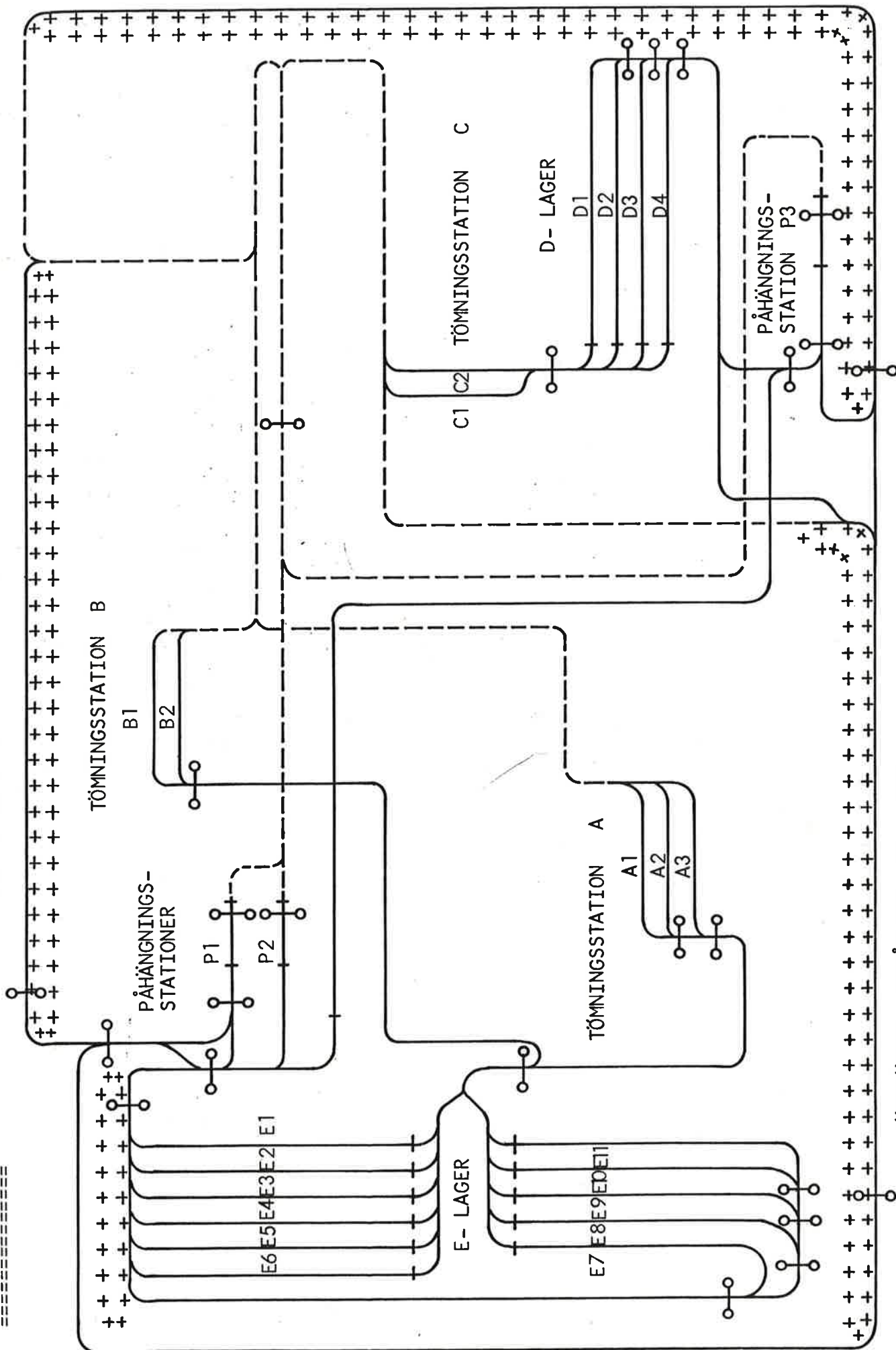
För osorterad post skall vagnarna styras från påhångningsstation till tömningsstation via buffertlager.

För sorterad post skall vagnarna med postsäckar styras från påhångningsstation till rätt behållare ute på kajerna.

Hängtransportörsanläggningen skall användas i treskift, d.v.s. dygnet runt året runt.

Systemet skall även ha en övervakande funktion genom felutskriften och larm på en central manöverpulpit.

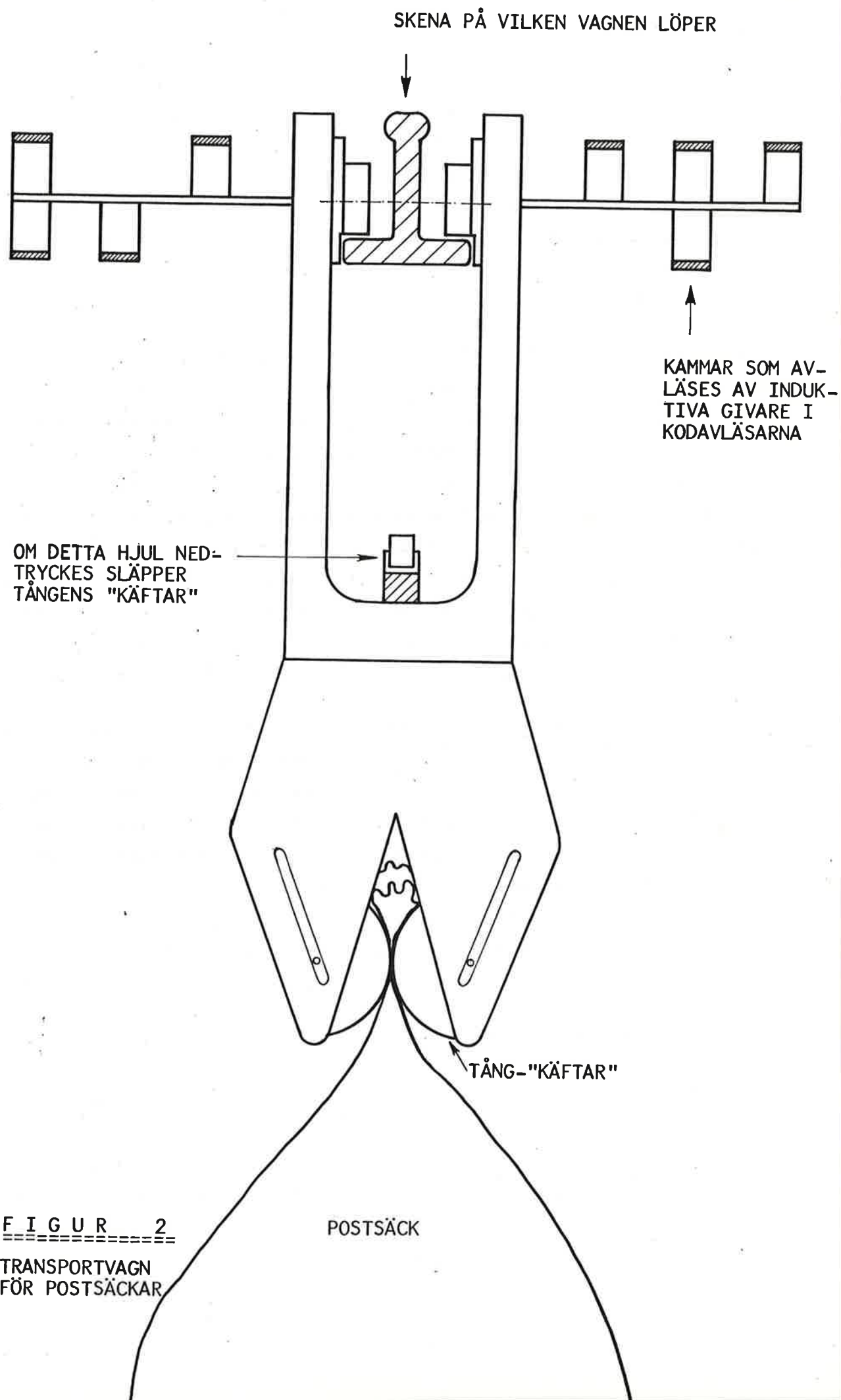
Examensarbetet har bestått av totala programvaran till detta projekt, från projektering till fungerande system. Även anpassningen av hårdvaran för att passa mjukvaran på bästa sätt har ingått.



PRINCIPSKISS ÖVER TRANSPORTANLÄGGNINGEN FÖR POSTSÄCKAR VID POSTEN MALMÖ BAN.

Förklaringar till figur 1.

- Skena där vagnar med säckar går. D.v.s. den del av anläggningen där vagnarna skall målstyras.
- Skena för tomvagnar. D.v.s. den del av anläggningen som förser påhångningsstationerna med vagnar.
- Kodavläsare vilken avläser vagnens nummer (kammarna) och sänder det till datorn där ett styrbeslut fattas.
- + + + + Kedja som driver vagnarna med konstant och av datorn avläst hastighet.
- P1 - P3 Påhångningsstationer där säckarna hängs på vagnarna och destineras ut i anläggningen.
- A1 - A3 Tömningsstationer där säckarna tömmas för att posten
B1 - B2 skall sorteras.
C1 - C2
- D1 - D4 Buffertlager vilka möjliggör ett jämnt flöde av vagnar
E1 - E11 till tömningsstationerna.
- 1 - 150 Behållare på lastkajerna där säckar med färdigsorterad post sorteras.



II FUNKTIONSBESKRIVNING

Post ankommer med lastbil och järnväg till post-terminalen Malmö Ban. På kajen tippas postsäckarna ner på ett transportband vilket löper i en kulvert under kajen. Transportbanden för säckarna till hängtransportörsanläggningens påhångningsstationer P1, P2 och P3. (Se fig 1).

Ankommande post skall transporteras till tömningsstationerna A, B och C, där sortering av posten sker. Vid påhångningsstationen hängs säcken upp på den vagn som finns framme, vagnens nummer har tidigare avlästs av en kodavläsare. Operatören anger en posttyp på en pulpet, och om posttypen är rimlig sänds vagnen iväg. Posttyperna är uppdelade på tio typer brevpost och masskorsband och fyra typer paketpost. Dessa posttyper har tilldelats buffertbanor vid antingen D eller E-lagren på den centrala manöverpulpeten. När vagnen ute i anläggningen kommer till en kodavläsare, tas den vid påhångningsstationen angivna posttypen fram, och växeln ställs ut åt det håll som för vagnen snabbaste vägen till sin buffertbana.

I buffertlagren samlas de olika typerna upp för att ge ett jämnt flöde till tömningsstationerna. Vid tömningsstationerna A, B och C finns paneler, på vilka personalen kan välja vilken buffertbana som skall transporteras till vilken tömningsbana. Transporten från buffertlagret till tömningsbanorna sker sedan helt automatiskt. Transporten sker i portioner om c:a 5 vagnar, detta för att möjliggöra jämn fyllning av flera tömningsbanor samtidigt. Vid tömningsstation A sorteras brevpost, vid B och vid C sorteras paket.

När posten är färdigsorterad transporteras den i säckar märkta med postnummer till påhångningsstationerna P1 och P2. Säckarna med sorterad post skall transporteras och sorteras till 150 behållare som är placerade utmed lastkajerna. Till vilken behållare visst postnummer skall sändas finns lagrat i datorns minne i sex olika sorteringschemor. Beroende på klockslag och veckodag användes olika sorteringschemor.

På inslagningsspulpeten vid påhängningsstationen kodas säckens postnummer in och om detta postnummer har en behållare i aktuellt sorteringschema sänds vagnen iväg. När vagnen ute i anläggningen kommer till en kodavläsare, tas det vid påhängningsstationen angivna postnumret fram, och växeln ställs ut åt det håll som för vagnen snabbaste vägen till den lastkaj där motsvarande behållare finns.

På lastkajen drivs vagnarna fram av en kedja, med av datorn avläst rörelse. I början på kedjan passerar vagnen en kodavläsare, från denna beräknar datorn avståndet till destinerad behållare. Detta avstånd räknas ned i tokt med kedjans rörelse. När vagnen passerar ovanför rätt behållare har avståndet blivit noll och en avtippare ställs ut. Avtipparen gör att vagnens "käftar" öppnas och säcken faller ned i behållaren.

När behållaren är full lastas den på lastbil eller järnvägsvagn för vidare transport från postterminalen.

III UPPBYGGNAD HÅRDVARA

Blockschema se ritning 700-251-900.

MINIDATOR:

ALFA LSI-2/20G

24 K, 16 bitars ordlängd och 1200 ns cykeltid kärnminne.

1 st 16 bitars I/O parallellinterface
för databuss till in och utgångar.

6 st serieinterface, asynkron överföring 4800 baud
för kommunikation med pulpeter och paneler.

1 st serieinterface, asynkron överföring 110 baud
för kommunikation med teletyp.

IN OCH UTGÅNGAR:

544 st 24 V ingångar med tidskonstant c:a 5 ms
för avkänning av kodavläsare initiatorer etc.

240 st 24 V, 0.2 A utgångar
för styrning av avtippare, växlar, spärrar etc.

YTTRE ENHETER:

1 st terminalskrivare typ Teletyp ASR 33,
som även har hållremshantering.

3 st inslagningspulpeter vid påhångningsstationerna med
13 tryck-knappar
17 lamptryck-knappar
3 indikeringslampor
5 stora siffer-displayer

1 st panel vid tömningsstation A med
33 lamptryck-knappar
44 siffer-displayer

1 st panel vid tömningsstation B med
22 lamptryck-knappar
44 siffer-displayer

2 st paneler vid tömningsstation C med
4 lamptryck-knappar

1 st central manöverpulpet med
27 tryck-knappar
10 lamptryck-knappar
10 indikeringslampor
70 siffer-displayer
80 lysdioder

Den centrala utrustningen är uppbyggd i två skåp. Det ena skåpet innehåller endast kraftenheter och plint. I det andra skåpet (se ritning nr 700-251-002/1) sitter all elektronik samlad, för att få så korta signalvägar som möjligt.

Datorn är galvaniskt skild från övrig elektronik via optokopplare.

In och utgångarna är kopplade till datorn via multiplexer och demultiplexer till 16 bitars I/O, vilket har en 16 bitars inbuffert och en 16 bitars utbuffert.

Av de 16 bitarna i utbufferten tolkas 8 bitar som data (utgångsvärden) och 6 bitar (plus 2 reserv) som adress. Adressbitarna pekar ut i vilka utgångs-minnesvippor som de 8 databitarna skall läggas. (Se ritning nr 700-251-901/1.) Alla utgångs-minnesvippor utom fem är kopplade direkt till utgångsstegen. De återstående fem används för att ange adress till ingångsmultiplexern.

Även ingångarna har minnesvippa. Detta för att klara händelser under ett spänningsavbrott, ett mekaniskt system stannar ju inte tvärt. Ingångsstegen har reservmatning från batteri vilket datorn ej har. Minnesvippan på ingången medför också att exekveringstid sparas i datorn, då ingångarna inte behöver avkännas så ofta (nu 50 ms men utan vipa 5 ms).

Ingångsstegen är kopplade till en multiplexer 32x16 till 1x16. Multiplexern adresseras via de ovan nämnda fem speciella utgångs-minnesvipporna. Se ritning nr 799-251-901/1.

Multiplexern är kopplad via optokopplare till ingångsbufferten i 16 bitars I/O.

Programmässigt i datorn finns en lista med utord för utgångarna. De första 8 bitarna i utordet är adressbitar och ändras aldrig. De 8 databitarna får sina värden direkt från beräkningsprogrammen. Var 50 ms läggs alla utorden ut en efter en.

Även ingångarna avläses var 50 ms. När ett inord - en grupp om 16 ingångar - skall tas in, läggs först ett utord ut med adressen till multiplexern. Efter c:a 10 μ s, kan de avsedda ingångarnas värden avläsas i inbufferten. Eftersom det inte finns någon strobe-puls, som talar om att värdet har kommit in, måste inläsningen ske på tid. Tiden kan troligtvis minst halveras, men då beräkningarna i datorn mellan varje inläsning ungefär tar denna tid, har ingen minimering gjorts.

Efter det att alla ingångar är avlästa - var 50 ms - nollställs alla minnesvipporna i ingångsstegen.

Teletypen kommunicerar med datorn med asynkron serieöverföring 110 baud halv duplex (datasändning i endast en riktning i taget). Dess interface sitter direkt på central-enhets-kortet i datorn. Programmässigt sköts både in och utmatningen till teletypen med avbrott (interrupt). Teletypens på och avslagning sköts också från datorn.

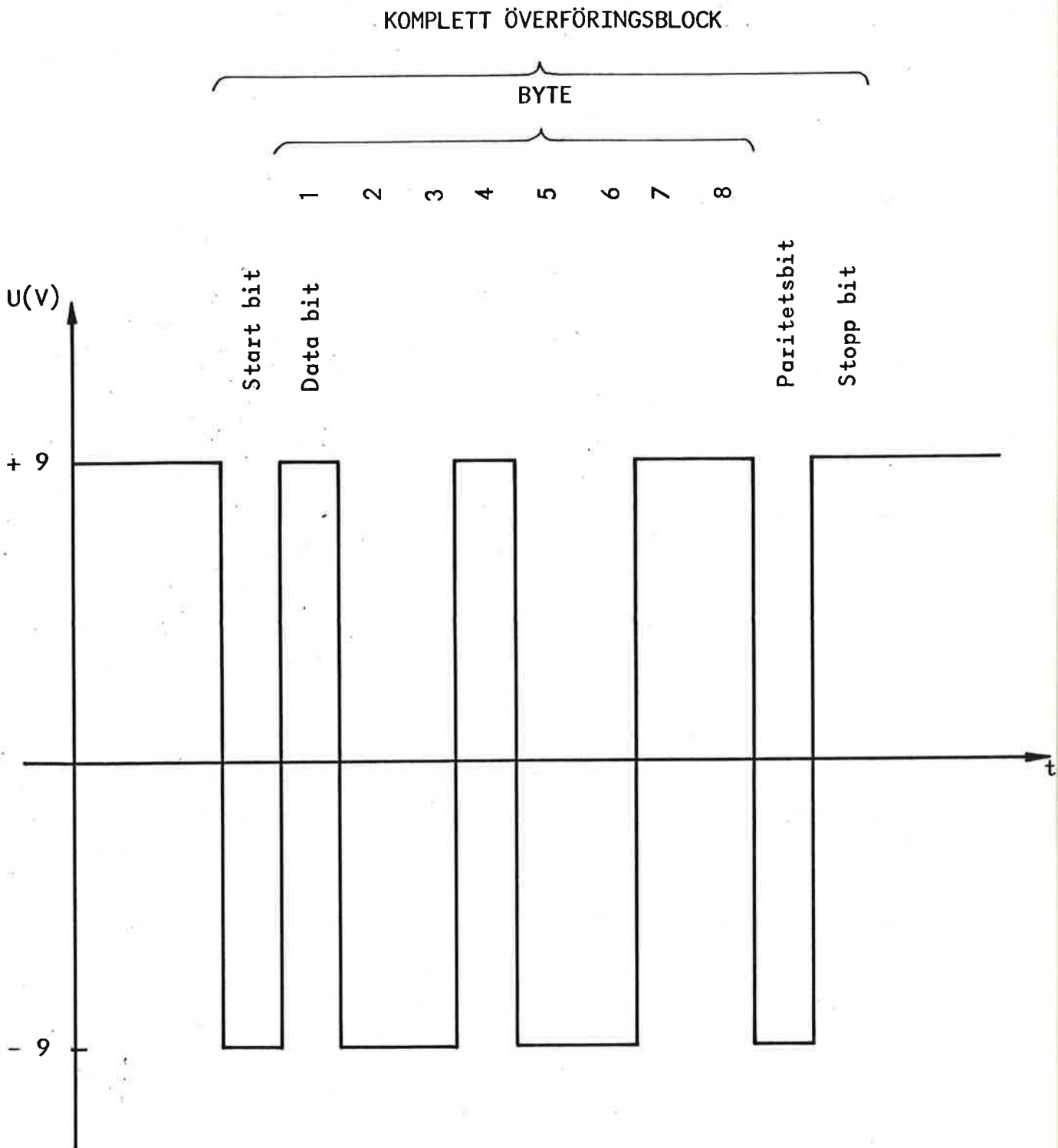
Sex yttre enheter kommunicerar med datorn på exakt samma sätt.

3 st inslagningspulpeter vid påhångningsstationerna.

2 st paneler vid tömningsstationerna A och B.

1 st central manöverpulpet.

Överföringen sker med asynkron serieöverföring 4800 baud med sändning endast i en riktning i taget. Åtta databitar - nedan kallat byte - överföres blockvis. Databitarna föregås av en startbit och följs av en paritetsbit och en stoppbit.



FIGUR 3.

ETT ORD I SERIEÖVERFÖRINGEN MELLAN
DATOR OCH PULPETER. ÖVERFÖRT BYTE. ÄR 00110110.

Fem trådar förbinder pulpeten med datorns serieinterface.

DIS (Data in serie)	dataöverföring från pulpet till dator.
DUS (Data ut serie)	dataöverföring från dator till pulpet.
MOT (Mottagning)	pulpetens flagga för sändningsbegäran.
SÄN (Sändning)	datorns flagga för kvittens av sändningsbegäran från pulpet.
JORD	gemensam nolla.

Normalt är både MOT och SÄN sänkta och datorn sänder kontinuerligt data till pulpeten på DUS. Datorn sänder ut alla värden till pulpetens siffer-displayer och indikeringslampor i en sekvens. Så snart som alla värden är överförda till pulpeten startar datorn en ny sekvens. Detta medför att enstaka fel i överföringen genast rättas av nästa sekvens.

Första byte i en sekvens är ett nollställningsbyte, vilket avkodas i pulpeten och nollställer en räknare. Se ritning nr 700-251-901/2. Räknaren räknas upp ett steg för varje byte i sekvensen som kommer in till pulpeten. På så sätt pekar räknaren ut i vilka minnesvippor som databitarna skall läggas. Minnesvipporna är kopplade via drivsteg till siffer-displayer och indikeringslampor i pulpeten.

En sändningssekvens till en inslagingspulpet innehåller 7 bytes, till A och B paneler 29 bytes och till den centrala manöverpulpeten hela 46 bytes.

Då en knapp på pulpeten trycks ned höjer pulpeten genast sin flagga MOT, men tar fortfarande emot sändningen från datorn. Var 10 ms känner datorn av om MOT är höjd för varje enskild pulpet. Då MOT är höjd stänger datorn av sin kontinuerliga sändning, höjer sin flagga SÄN och kopplar om serieinterfacet för mottagning. När pulpeten känner att även SÄN är höjd sänder pulpeten in den nedtryckta knappens byte på DIS till datorn. Denna sändning upprepas var 20 ms tills pulpeten känner att datorn sänkt sin flagga SÄN. Datorn sänker SÄN så snart som den tagit emot två konsekutiva identiska bytes. Då pulpeten känner att SÄN är sänkt sänker den sin flagga MOT och kopplas om för mottagning. Sänkningen av MOT medför att datorn startar sin sändning av sekvenser igen med en ny sekvens.

Överföringsmetoden har visat sig mycket säker, inga problem har uppstått, trots att signalvägen i ett fall uppgår till c:a 200 m och överföringshastigheten är 4800 baud.

Det finns ingen "lokal" koppling i pulpeten mellan nedtryckt knapp och indikering, utan alla nedtryckningar går in till datorn och indikeringen sänds sedan ut igen via de normala sändningssekvenserna. Till och med lamptesten på panelerna sker på detta sätt genom datorn.

De datalistor som sänds ut som sekvenser till pulpeterna dateras kontinuerligt upp var 50ms direkt från de värden som användes i datorns beräkningsprogram. Detta medför att det värde som indikeras på pulpeten är just det värde som datorn räknar på. Detta var till stor hjälp vid idrifttagningen.

De två panelerna vid tömningsstation C består vardera endast av fyra lamptryck-knappar. Dessa är kopplade till datorn som vanliga in och utgångar.

Som yttre enhet finns också en så kallad Watch Dog, vilken övervakar datornedgång. Det är en separat räknare som om den inte får någon nollställningspuls på 100 ms nollställer alla utgångar. Datorn ger den normalt en nollställningspuls var 50 ms.

IV UPPBYGGNAD PROGRAMVARA

Förändringar ute i anläggningen registreras av inmatningsprogrammen i speciella datalistor.

Beräkningsprogrammen behandlar de registrerade intagna värdena och beräknar utvärden, vilka i sin tur läggs in i datalistor. Speciella utmatningsprogram hämtar de beräknade utvärdena och matar ut dem till de yttre enheterna.

All information om en viss enhet - t.ex. en inslagningspulpet - samlas i en datalista.

Syftet med att samla informationen till datalistor och ej ha den som lokala parametrar till beräkningsprogrammen har varit:

- att kunna nå all information från alla rutiner i minnet.
- att kunna använda samma rutin på olika datalistor.

Så t.ex. användes samma beräknande program till alla inslagningspulpeterna men det arbetar mot en för varje pulpet speciell datalista.

I detta system finns c:a 60 st (9 K) datalistor.

Exekveringen i datorn har delats upp på tre nivåer:

- A-nivå Avbrottsnivå.
- B-nivå Beräkningsnivå.
- C-nivå Kontrollnivå.

A-nivå, Avbrottsnivå (interrupt)

Program som exekveras då någon speciell händelse inträffar.

T.ex. inbufferten på teletypinterfacet är full, 10 ms har gått osv. Avbrotten måste anslutas såväl mjukvarumässigt (innan varje avbrott) som hårdvarumässigt (en gång för alla).

Då avbrott skett från en enhet kan inte, i detta system, ett avbrott från en annan enhet betjänas förrän det första avbrottet har behandlats klart.

All in och utmatning till datorn sker på avbrottsnivå.

Tidräkningen i datorn sker med hjälp av en klocka vilken ger avbrott var 10 ms. Vid detta klockavbrott kontrolleras om någon pulpet har begärt att få sända (se avsnittet om hårdvaru-uppbyggnad).

Var 5:te klockavbrott exekveras en större rutin, vilken tar in alla ingångar och lägger ut värden på alla utgångar. För ingångarna undersöks om förändring skett sen föregående avläsning, för vissa ingångar krävs flera konsekutiva lika avläsningar efter en förändring. Förändringarna registreras i datalistor för vidare behandling på B-nivån. Resultaten av de beräknande programmen har registrerats i en speciell datalista, vilken nu matas ut till utgångarna.

Även alla beräknande program som är tidsberoende får sin tidräkning uppräknad av denna rutin var 50 ms.

Teletypen sköts helt med avbrott. Avbrott erhålles när inbufferten är full och när utbufferten har tömts.

Även kommunikationen med de sex pulpeterna sköts med avbrott. Ett avbrott erhålles när en inbuffert är full och ett när en utbuffert har tömts. Växlingen mellan in och utmatning sker via klockavbrottet var 10 ms, där kontroll sker om något interface skall kopplas om.

Vid spänningsbortfall erhålles ett speciellt avbrott. Detta avbrott är överordnat de andra avbrottstyperna och är det enda - i detta system - som kan inträffa vid behandlingen av andra avbrott. Vid spänningsbortfall lagras register och exekveringsadress undan i kärnminnet, alla spärrar i hängtransportörsanläggningen stängs varefter exekveringen väntar på det totala spänningsbortfallet. Eftersom datorn har kärnminne finns all information kvar i minnet under spänningsbortfallet. När spänningen sedan återkommer startar datorn exekveringen alltid på en och samma adress i minnet. På denna adress är inlagt en rutin som ansluter alla avbrott som var anslutna vid spänningsbortfallet och sedan startar exekveringen på den adress som avbrottet för spänningsbortfall skedde på.

I detta system finns c:a 20 st (2 K) avbrottsrutiner.

B-nivå, Beräkningsnivå

B-nivån består av en lång kedja med tester. Testerna utföres på de invärden som erhållits på A-nivån. Då testen utfaller positivt (ett värde har kommit in) anropas tillhörande beräkningsrutin. Beräkningsrutinens resultat - utvärdena - registreras i datalistor, för att senare kontinuerligt matas ut på A-nivån.

B-nivån startas alltid av klockavbrottet.

Om klockavbrottet skedde på C-nivå startas B-nivån från början, annars startas B-nivån på platsen för klockavbrottet. I detta system inträffar det andra fallet maximalt 1 promille av klockavbrotten.

Kedjeuppbyggnaden var mycket behändig under idrifttagningen då det var inlagt en hoppinstruktion före varje test. Genom att ta bort hoppinstruktionerna en efter en kunde systemet gradvis tas i drift.

Beräkningsrutinerna i detta system är c:a 60 st (7 K). Subrutiner till beräkningsrutinerna är c:a 50 st (4 K).

C-nivå, Kontrollnivå

Under idrifttagningen var diverse kontrollprogram inkopplade på denna nivå. Eftersom det inte är någon tidsbrist i datorn är inte några beräkningsprogram för närvarande inkopplade på denna nivå.

På C-nivån ligger nu endast en räknare som efter ett visst antal varv lägger ut en kod på datorns panel. Genom att jämföra tiden för exekvering av enbart räknaren med tiden att exekvera räknaren på C-nivån vid drift av systemet erhålles ett mått på datorns belastning. I detta system "arbetar" datorn c:a 30% av tiden.

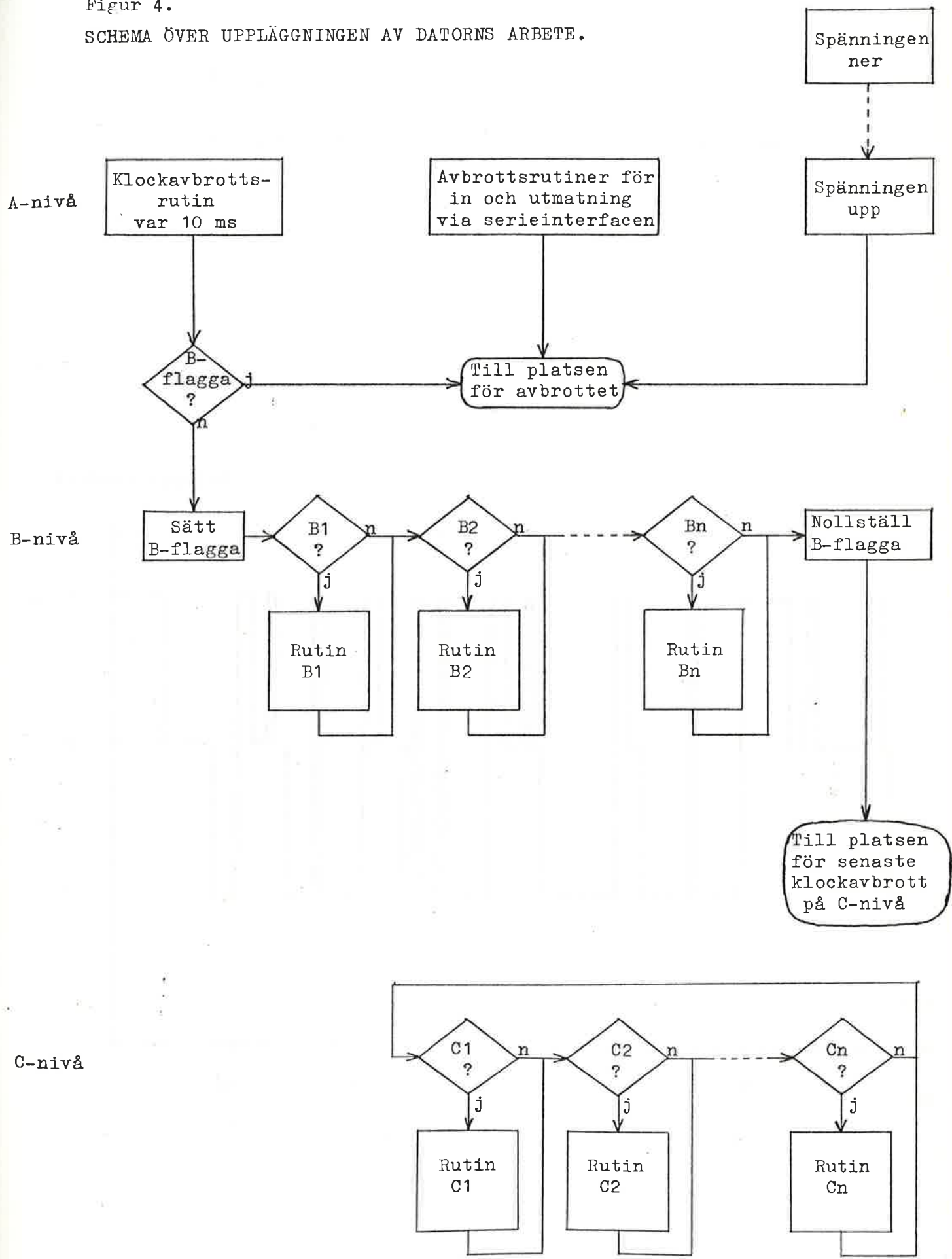
Gemensamma subrutiner och datalistor

Exekveringen av samma subrutin på olika nivåer har inte behövt ifrågakomma, då arbetsuppgifterna på de olika nivåerna varit utformade så olika. Således finns bara en mindre subrutin som behövs både på A-nivå och B-nivå. Det problemet har helt enkelt lösts med att göra två subrutiner en till varje nivå.

Förändring av data i datalistor sker däremot från olika nivåer. Det är invärdena till de beräknande programmen - dvs. de värden som testas i B-nivåkedjan - som kommer från A-nivån och skall kvitteras på B-nivån. Problemet har lösts genom att inte tillåta avbrott under tiden som kvittens sker på B-nivån. Däremot utvärdena från de beräknande programmen förändras bara på B-nivå, på A-nivån matas de bara ut.

Figur 4.

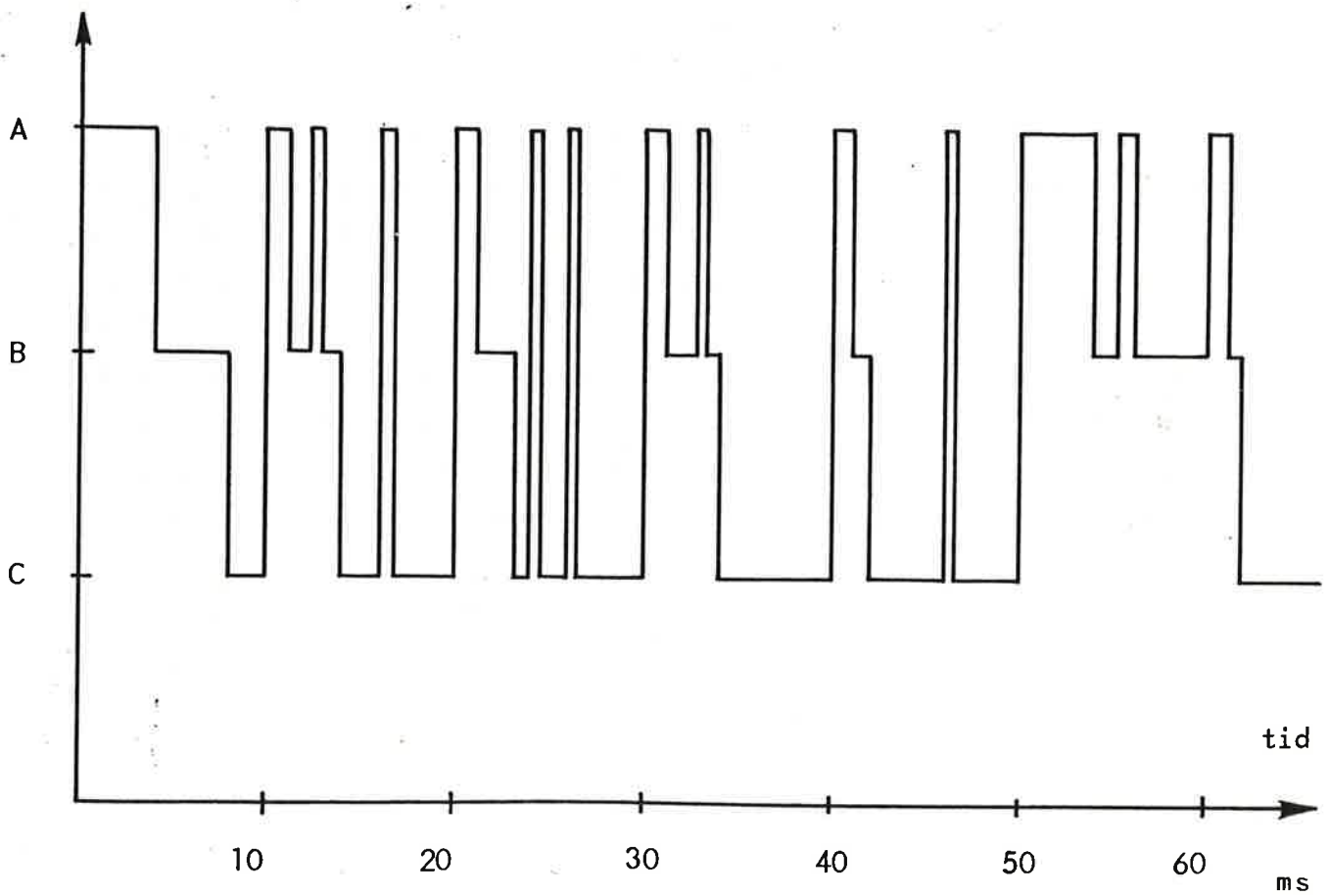
SCHEMA ÖVER UPPLÄGGNINGEN AV DATORNS ARBETE.



FIGUR 5

Exempel på datorns exekvering på olika nivåer under ett tidsintervall.

Exekveringsnivå



V NÅGRA PROBLEMLÖSNINGAR

Tidräkning

För att sköta om olika tidsfördröjningar i systemet har ett speciellt skiftregister skapats. Skiftregistret får en nedräkningsorder från det stora klockavbrottet var 50 ms. I registret läggs antal nedräkningar och adressen till åtgärdsrutinen.

Tre olika anrop finns till tidräknaren:

1. Inläggning av tidsfördröjning tills viss händelse skall utföras.
2. Utbyte av tiden i en redan inlagd tidsfördröjning.
3. Urtagning av inlagd tidsfördröjning.

Tidräknaren användes för utförandet av olika tidssekvensprogram och för tidsövervakning av anslutna avbrott (utom klockavbrottet naturligtvis).

Klocka

Datum och klockslag behövs för datering av utskrifter och för startande av program vid bestämda tider. Klockan får sin uppräkningsorder från det stora klockavbrottet var 50 ms. Den räknar sedan tiden uppdelad på sekund, minut, timme, veckodag, vecka nr, månadsdag, månad nr och år.

Vid uppräkning till varje hel minut går programmet igenom en lista för att kontrollera om något program skall startas just vid den aktuella tidpunkten. Det finns sex olika sorteringsprogram som startas vid olika tider och veckodagar. Statistikuppgifter skrivs ut varje natt kl 24.00.

Klockan måste manuellt via teletypen ställas efter varje spänningsavbrott.

Operatörskommunikation

Programmen har delats upp på dels automatiska utskrifter dels anropsprogram.

De automatiska utskrifterna är meddelanden och felutskrifter som initieras av datorn och skrivs ut på teletypen. När en sådan utskrift skall initieras anropas en speciell subrutin, vilken lägger in utskriftens nummer samt parametrar i en utskriftskö. Denna kö tömmes, efterhand som teletypen är ledig, av styrprogrammen för teletypen.

Anropsprogrammen initieras från teletypen, där operatören begär att visst program skall startas.

Eftersom teletypen innehåller många mekaniskt rörliga delar - även då den inte skriver - slits den ganska snart ut om den får stå på dygnet runt. Därför har det även lagts in i styrprogrammen för teletypen en funktion för av och påslagning av denna.

I detta system finns 19 st automatiska utskrifter och 10 st anropsprogram av varierande storlek och intelligens.

Ett speciellt anropsprogram har konstruerats, detta program kan användas för kontroll och ändring av cellerna i minnet under tiden som reglering pågår.

Programmet har tre funktioner "Inspect", "Print" och "Checkpoint". Med "Inspect" kan valfri cells värde i minnet kontrolleras och ändras. Med "Print" kan minnesareor listas på teletypen.

Det finns fyra stycken "Checkpoint", dessa placeras ut i programmen på misstänkta ställen. När så systemets normala exekvering når dessa adresser, skrivs värdena i datorns register ut på skrivaren.

Detta anropsprogram har varit en förutsättning för idrifttagningen av anläggningen.

Identifikation

Vagnarnas identitet bestäms av deras unika nummer, vilket är binärt kodade på vagnen med hjälp av metallklädda kammar (se fig 2). Dessa nummer avläses av induktiva givare, så kallade kodavläsare. Vid inslagningspulpeten bestäms vagnens destination innan den släpps iväg. Denna destination lagras i en för vagnen unik cell i datorns minne. Vid varje punkt i hängtransportörssystemet som ett styrbeslut måste fattas finns en kodavläsare. När vagnen når kodavläsaren får datorn in vagnens nummer och kan därigenom ta fram vagnens destination och fatta rätt styrbeslut. Således vet inte datorn var varje vagn befinner sig i anläggningen, utan vet bara vart alla vagnar är destinerade (undantag se positionsbestämning).

Positionsbestämning

På lastkajerna sorteras postsäckarna i behållare. Ovanför varje behållare sitter en speciell avtippare, vilken ställs ut från datorn. En lång kedja driver vagnarna förbi dessa avtippare. Initiatorer ger datorn en taktpuls per decimeter som kedjan rör sig. Vid kedjans början sitter en kodavläsare, vilken avläser vagnens nummer. Av vagnens nummer erhålles vagnens destination. Ur en speciell datalista fås avståndet mätt i taktpulser från kodavläsaren till avsedd destination. Detta avstånd och destinationen läggs in i ett skiftregister. Skiftregistret räknas ner av taktpulserna från kedjan. Då avståndet har räknats ned till noll kan avtipparen på avsedd destination ställas ut. Återställningen av avtipparen sker sedan efter ett visst antal (6) taktpulser.

Längdkorrigerings

Kedjorna som driver vagnarna förbi avtipparna på lastkajerna är långa (c:a 400 m), de töjer sig långsamt (c:a 2m/år). Detta medför att avståndet mellan kodavläsare och avtipparna långsamt förändras. Längdförändringen kan antas vara linjär.

Problemet har löst genom att placera en initiator i var ände av det område där längdförändringen är intressant. I datorn lagras det ursprungliga avståndet mellan dessa två initiatorer och alla ursprungliga avstånd mellan kodavläsare och avtippare i kedjans statiska lista. Fortlöpande räknas taktpulserna mellan dessa två initiatorer, och så snart som en förändring inträffar räknas alla värden på avstånden mellan kodavläsare och avtipparna om och lagras i kedjans dynamiska lista. Det är från denna dynamiska lista som avstånden i positionsbestämningsavsnittet hämtas.

Den dynamiska listan räknas ut enligt formeln:

$$DA = SA \times DIA / SIA \quad \text{avrundat}$$

där

DA = nya avståndsvärdet till dynamiska listan

SA = avståndsvärdet från statiska listan

DIA = nya avståndsvärdet mellan initiatorererna

SIA = ursprungliga avståndet mellan initiatorererna.

VI. ERFARENHETER

Minnesutrymme

Från början beräknades programmen rymmas i 16 K minne. Men varefter arbetet fortskred blev det trängre och trängre. Det var speciellt anropsprogrammen för operatörskommunikationen som blev betydligt större än planerat. Slutliga utförandet av programmen tar c:a 22 K, varav 9 K är datalistor.

Exekveringstid

Exekveringstiden visade sig inte vara något problem (se avsnittet om C-nivån) utan datorn hinner gott och väl med vad den skall göra. Det finns mer tid att spara i sådana program som utföres periodiskt men då det inte visade sig nödvändigt har inget arbete lagts ned på det.

Tidsplanering

Programtestningstiden visade sig ta längre tid än planerat. Det tog nästan lika lång tid att få in programmen felfria i datorn som att konstruera dem.

Totalt tog mjukvaran 9 manmånader att utforma.

Programspråket

Hela programmet är skrivet i assembler. Detta medförde en hel del slarvfel vid inskrivningen av programmen. Dessa fel är ibland mycket svåra att finna, på grund av att de är så ologiska. Till exempel fanns ett fel på en statistikuppräknings vilken hade blivit indirekt adresserad i stället för direkt. Detta medförde att slumpartad cell i minnet blev adderad med 1.

Problem vid igångkörningen

I början på igångkörningen var inte teletypens styrprogram klara. Detta medförde att inga felutskrifter kunde göras. Även sen styrprogrammen blev klara kunde de ej läggas in förrän ett speciellt program för kontroll och ändring av cellerna i minnet hade konstruerats. Ett sådant standardprogram, ej avsett för realtidskörning, låg

nämmligen på C-nivå och blockerade teletypen helt för andra program. När väl operatörskommunikationen kom igång löstes en hel del tidigare problem genom felutskriftena.

Genom den stegvisa inkopplingen av programmen på B-nivån kunde programmen relativt lätt "avlusas". Problem att hitta orsaken till att celler ändrar värden uppkom naturligtvis.

Funktionen på den satsvisa automatiska tömningen av D och E-buffertbanorna fick omarbetas ett flertal gånger. Detta beroende på olika tidsproblem och svårigheten att räkna vagnarna.

Ungefär 10% av minnesvipporna på utgångarna gick sönder under igångkörningstiden. Detta berodde på ett dåligt parti komponenter. Efter c:a 2 månaders drift försvann problemet.

Felfrekvens

Hitills två år efter slutbesiktningen har inte systemet gått ned någon gång. Inte heller har något funktionsfel p.g.a. programfel uppträtt. Detta resultat är betydligt bättre än vad konstruktören hade väntat sig.

Anläggningens problem är att kodavläsarna avläser vagnsnumren felaktigt, p.g.a. vagnens svängningar och ryck. Eftersom vagnsnumret kommer in felaktigt till datorn, kan inte vagnen identifieras eller också kan identifieras som en helt annan vagn med annan destination. Detta kan vara en av orsakerna till att posten till Lund ibland hamnar i Gävle. Ungefärlig felfrekvens på avläsningarna är 1 på 1000 avläsningar, men fördelar sig ojämnt på kodavläsarna.

Programuppläggnigen

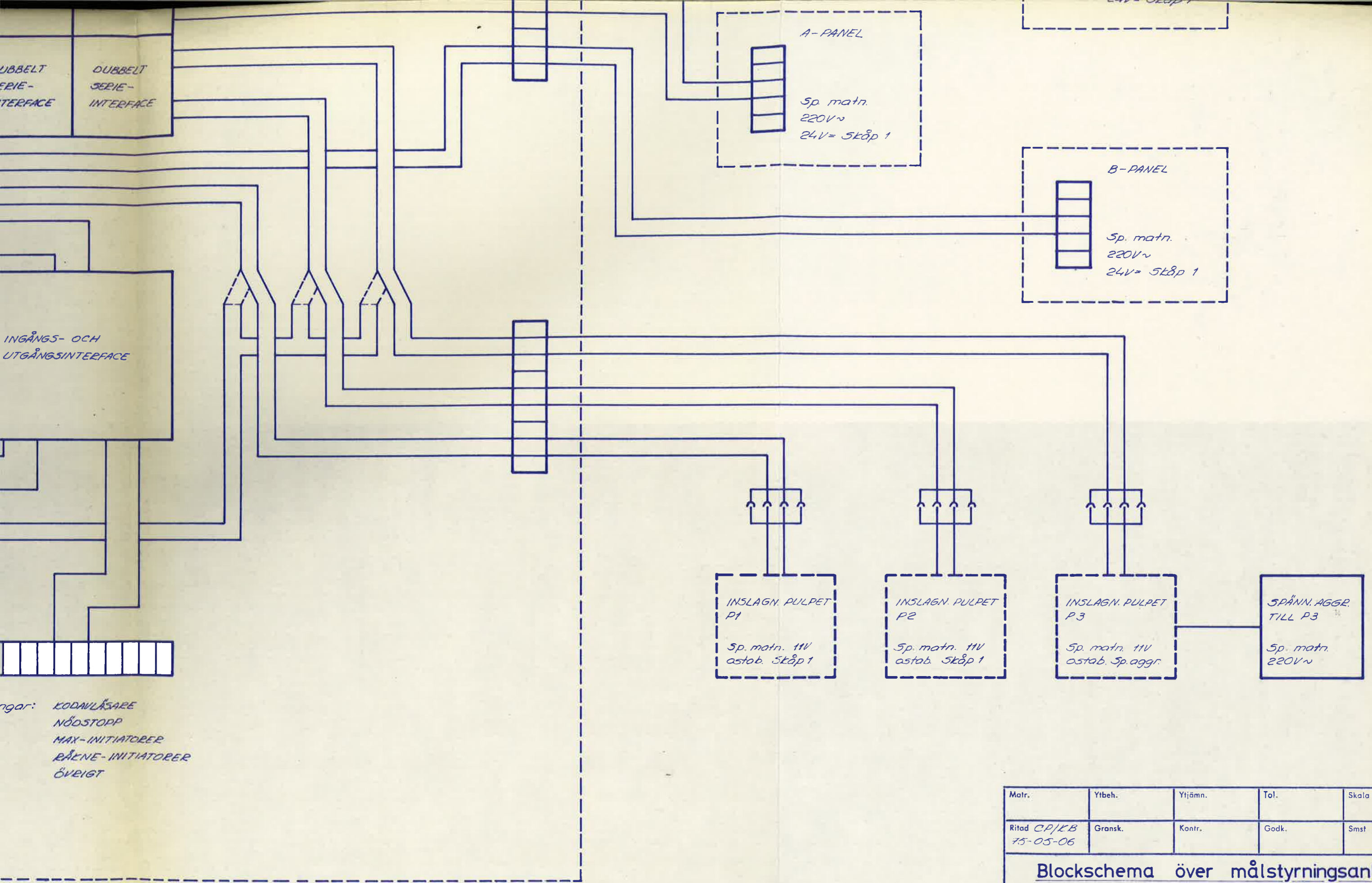
Programuppläggnigen har hittills används i ett tiotal andra projekt såsom sågverks-sorteringsbanor, papperslager, bagagehanterings-system osv.

Modifieringar har naturligtvis gjorts, t.ex.

- teletypens styrprogram har bantats.
- hjälprutiner har gjorts intelligentare.

- tiden för att arbeta då avbrott ej är möjligt har kortats ned, genom att arbete har flyttats från A-nivå till B-nivå.
- programmet för kontroll och ändring av minnets celler har utökats med nya funktioner.
- skydd för gemensamma subrutiner har införts.

För större system med fler yttre enheter såsom skivminne, bandstation, fler terminaler osv. passar inte uppläggningsen. Uppläggningsen blir för tidskrävande då för många program-nivåer införs.



ingar: KODAVLÄSARE
 NÖDSTOPP
 MAX-INITIATORER
 RÄKNE-INITIATORER
 ÖVRIGT

Matr.	Ybeh.	Yjämn.	Tol.	Skala
Ritad CP/KB 75-05-06	Gransk.	Kontr.	Godk.	Smst
Blockschema över målstyrningsanl. Malmö Ban				
ELEKTRONLUND AB		Ritn. nr 700-251-900	Utg. nr 1	
BORGATAN 4 MALMÖ POSTADRESS: FAX: MALMÖ 1 TELEFON: VÄXEL 040/99 48 20		Kop. den 77-12-06-32		

E

F

G

H

J

K

Ändr. av

Godk.

Åtgärd

Symb.

Med. nr

L

M

N

O

ATOR ALFA LSI-2

CENTRALENHET

KÄRNMINNE

KÄRNMINNE

16-bit

DUBBELT

/1-033/(1977)

